

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 257

Jouni Tammi ja Martti Rask (toim.)

**Kalayhteisöt vesistöjen tyypittelyssä
ja ekologisen tilan luokittelussa**

**EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin
kalatutkimukset vuonna 2001**

Helsinki 2002

Jouni Tammi ja Martti Rask (toim.)

Kalayhteisöt vesistöjen tyypittelyssä ja ekologisen tilan luokittelussa - EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin kalatutkimukset vuonna 2001

Vuosisraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

EU:n vesipuitedirektiivi 202 072

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi tuli voimaan vuoden 2000 lopussa. Direktiivin edellyttämän pintavesimuodostumia koskevan seurannan ja hoitotoimenpiteiden tavoitteena on vesien hyvän ekologisen tilan saavuttaminen. Ekologisen tilan määrittämisessä tullaan käyttämään kasviplanktonista, suurvesikasveista, pohjaeläimistä ja kaloista mitattavia yhteisösuureita.

Tässä raportissa tarkastellaan ehdotetun järvi-tyypittelyn biologista soveltuvuutta kalayhteisöjen kannalta, testataan ruotsalaisen FIX-kalayhteisöindeksin soveltuvuutta suomalaisten järvien ekologisen tilan luokittelussa, arvioidaan kalataloudellisten velvoitetarkkailujen soveltuvuutta vesipolitiikan puitedirektiivin seurantatarpeisiin sekä arvioidaan kalastuksen saalistietojen soveltuvuutta säännöstelyjen järvien ekologisen tilan luokittelussa.

Suomalaisissa järvissä esiintyvien, lajikoostumukseen perustuvien erilaisten kalayhteisöjen määrä jäi alhaisemmaksi kuin ehdotettujen järvi-tyyppien määrä (15). Samat kalayhteisöjä koskevat ekologisen tilan luokittelun kriteerit tulevat tällä perusteella soveltumaan useammassa järvi-tyypissä. Veden humuspitoisuuden ei havaittu olevan kalayhteisöä määrittävä tekijä, toisin kuin esim. järven pinta-ala.

FIX-kalayhteisöindeksi antoi loogisia ja hyvin ennustettavissa olevia tuloksia vertailtaessa oligo-mesotrofisia ja eutrofisia kulttuurijärviä. Rehevistä järvistä saadut kalayhteisöindeksit kertoivat suuremmasta ekosysteemin häiriöstä kuin oligo-mesotrofisista järvistä mitatut indeksit. Alustavan tarkastelun perusteella FIX-indeksin kaltainen menetelmä saattaisi soveltua direktiivin mukaiseksi, numeerista luokittelutietoa tuottavaksi menetelmäksi arvioida järvien ekologista tilaa kalayhteisöistä saatavan tiedon perusteella.

Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen keskimääräinen laatutaso verkko- ja sähkökoekalastusten osalta osoittautui heikoksi käytettyjen menetelmien ja raportoinnin suhteen. Vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on valtakunnallisesti yhtenäinen seurantajärjestelmä, joka edellyttäisi velvoitetarkkailujen yhdenmukaistamista ja rekisteritiedon keskittämistä.

Säännöstelyissä järvissä vedenpinnan vaihtelu ei selkeästi selittänyt kalaston koostumusta kun sitä tarkasteltiin saaliisiin perustuvien tietojen avulla. Säännöstelyn vaikutukset voivat jäädä saalistasolla muiden, esim. vedenlaadun, vaikutusten peittoon. Säännöstelyn oletettuja vaikutuksia kompensoidaan jatkuvasti myös istutuksin. Kalastuksen saaliskoostumuksen havaittiin olevan melko karkea mittari kalaston ekologisen tilan arviointiin.

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi, tyypittely, ekologisen tilan luokittelu, kalayhteisöt

Kala- ja riistaraportteja 257

951-776-374-3

1238-3325

49 s. + 6 liitettä

Suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukimäenaukio 4, PL 6
00721 Helsinki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki

Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Kalayhteisöt vesistöjen tyypittelyssä ja ekologisen tilan luokittelussa

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin kalatutkimukset vuonna 2001

Toimittaneet Jouni Tammi ja Martti Rask

Kalayhteisöt ja ehdotettu järvityypittely – fysikaalis-kemiallisen tyypittelyn soveltuvuus kalastoaineiston perusteella tarkasteltuna

Jouni Tammi, Antti Lappalainen ja Martti Rask

Ruotsalainen kalayhteisöindeksi (FIX) – ekologisen tilan luokittelu kalayhteisön perusteella joukossa oligotrofisia ja eutrofisia suomalaisia järviä

Jouni Tammi, Martti Rask ja Antti Lappalainen

Kalataloudelliset velvoitetarkkailut vesistöjen ekologisen tilan kuvauksessa

Jouni Tammi ja Pasi Ala-Opas

Kalastuksen saalistietojen soveltuminen säännösteltyjen järvien ekologisen tilan luokitteluun

Teppo Vehanen

Sisällys

1. KALAYHTEISÖT JA EHDOTETTU JÄRVITYYPITTELY – FYSIKAALIS-KEMIALLISEN TYYPITTELYN SOVELTUVUUS KALASTOAINEISTON PERUSTEELLA TARKASTELTUNA	1
1.1 Johdanto.....	1
1.2 Järvien tyypittely	1
1.3 Lajikoostumukseen perustuvat kalayhteisöt.....	3
1.4 Järvityyppien ja kalayhteisöjen vertailu	4
1.5 Tulokset	4
1.5.1 Kalayhteisöt	4
1.5.2 Kalayhteisöjen esiintyminen eri järvityypeissä	5
1.6 Tulosten tarkastelu.....	7
1.7 Kirjallisuus	8
2. RUOTSALAINEN KALAYHTEISÖINDEKSI (FIX) – EKOLOGISEN TILAN LUOKITTELU KALAYHTEISÖN PERUSTEELLA JOUKOSSA OLIGOTROFISIA JA EUTROFISIA SUOMALAISIA JÄRVIÄ.....	10
2.1 Johdanto.....	10
2.2 FIX-kalayhteisöindeksi.....	11
2.3 Oligo-mesotrofisten ja rehevien kulttuurijärvien vertailu ruotsalainen FIX-kalayhteisöindeksin avulla.....	12
2.4 Tulokset	12
2.5 Tulosten tarkastelu.....	15
2.6 Kirjallisuus	16
3. KALATALOUDELLISET VELVOITETARKKAILUT VESISTÖJEN EKOLOGISEN TILAN KUVAUKSESSA	18
3.1 Johdanto.....	18
3.2 Kalataloudelliset velvoitetarkkailut ja vesipolitiikan puitedirektiivi.....	18
3.3 Aineisto ja menetelmät	19
3.3.1 Aineiston keruu.....	19
3.3.2 Kartoituksessa käytetyt kriteerit	20
3.3.2.1 Sähkökoekalastukset	20
3.3.2.2 Verkkokoekalastukset	21
3.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu	23
3.4.1 Kalayhteisöjä käsittelevät tarkkailuraportit	23
3.4.2 Sähkökoekalastukset.....	24
3.4.3 Verkkokoekalastukset.....	25
3.4.4 Tulosten raportointi ja raporttien saatavuus.....	28
3.5 Johtopäätökset	28
3.6 Kirjallisuus	29
4. KALASTUKSEN SAALISTIETOJEN SOVELTUMINEN SÄÄNNÖSTELTYJEN JÄRVIEN EKOLOGISEN TILAN LUOKITTELUUN.....	31
4.1 Johdanto.....	31
4.2 Aineisto.....	31
4.2.1 Kalastustiedustelut.....	31
4.2.2 Järvien ympäristöolosuhteet	32
4.2.3 Tilastolliset menetelmät.....	32
4.3 Tulokset	32
4.3.1 Vedenlaatu	32
4.3.2 Kokonaissaaliiden tarkastelu	34
4.3.3 Vapakalastuksen saalis	37
4.3.4 Harvojen verkkojen saalis.....	40
4.3.5 Istutusten vaikutus	42

4.3.5.1 Siikaistutukset	43
4.3.5.2 Hauki-istutukset	45
4.3.6 Istutusten vaikutus saalisjakaumaan	46
4.4 Tulosten tarkastelu.....	47
4.5 Kirjallisuus	47

1. Kalayhteisöt ja ehdotettu järvityypittely – fysikaalis-kemiallisen tyypittelyn soveltuvuus kalastoaineiston perusteella tarkasteltuna

Jouni Tammi¹, Antti Lappalainen² & Martti Rask³

¹Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 65, 00014 Helsingin yliopisto

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pukinmäenaukio 4, 00720 Helsinki

³Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

1.1 Johdanto

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi (Anon. 2000) tuli voimaan vuoden 2000 lopussa ja sen toimeenpanon valmistelun alkuvaihe on meneillään. Direktiivin edellyttämän pintavesimuodostumia koskevan seurannan ja toimenpiteiden tavoitteena on vesien hyvän ekologisen tilan saavuttaminen. Ekologisen tilan luokittelussa on keskeistä määritellä eri pintavesityypit järvissä, joissa ja rannikkovesissä. Kullekin pintavesityypille määritellään luontaiset vertailuolot, joihin vertaamalla luokitellaan vesistöön kohdistuvan ihmistoiminnan vaikutukset eli vesistön ekologinen tila.

Pintavesien jaolle tyypeihin on direktiivissä esitetty kaksi vaihtoehtoista menettelytapaa, ns. A- ja B-järjestelmä. Molemmassa järjestelmissä tyypittelevinä tekijöinä käytetään vesien hydrologis-morfologisia, kemiallisia ja maantieteellisiä ominaisuuksia. Tavoitteena on vesieliöstön, mm. kalojen, elinympäristönä perustellut, toisistaan eroavat tyypit. Suomessa, kuten myös useissa muissa EU-maissa, järvien tyypittelyä on kehitetty lähinnä B-järjestelmän mukaan sillä siinä käytetyt tekijät ottavat A-järjestelmää paremmin huomioon vesistön ominaispiirteet ja siten myös eliöyhteisön rakenteen ja koostumuksen. Järvien tyypittelystä Suomessa on tehty ehdotus (Suomen ympäristökeskus, SYKE 4/2002), jossa esitetään 15 järvityyppiä. Ehdotus tulee tarkentumaan tyyppien soveltuvuustarkastelun johdosta luokittelua edelleen kehitettäväksi.

Ehdotettujen järvityyppien biologista merkitsevyyttä on tarkoitus testata ja arvioida ekologisen tilan luokittelussa käytettävien eliöryhmien osalta. Tulosten perusteella sekä ekologisen luokituksen periaatteita luotaessa tyypittelyn rakennetta tai tyypejä erottelevia numeerisia arvoja joudutaan mahdollisesti muuttamaan. Tässä työssä on tarkasteltu miten eri kalayhteisöt (lajiryhmät) jakautuvat ehdotetun tyypittelyjärjestelmän raja-arvojen mukaan. Kalastotietoja verrattiin kymmeneen ehdotettuun järvityyppiin. Lämpötilakerrostuneisuuden mukaan jakautuvia järvityyppejä ei voitu kalastotarkastelussa huomioida aineiston puutteellisuuden vuoksi.

1.2 Järvien tyypittely

Määrävinä tekijöinä ehdotetussa järvien tyypittelystä (SYKE, luonnos 10.4.2002) on huomioitu järven pohjoisuus ja korkeus merenpinnasta sekä maa- tai kallioperän ravinne- tai kalkkipitoisuus (kuva 1). Järvet joiden kohdalla em. ympäristötekijät eivät ole merkittäviä, on eroteltu orgaanista maaperää kuvaavan tekijän, veden väriluvun, ja järven koon perusteella. Näitä järvityyppejä on edelleen tarkennettu erottelemalla järvet lämpötilakerrostuneisuuden tai syvyyden mukaan.

Ehdotettujen järvityyppien kuvaus sekä tyyppiä erottelevien muuttujien raja-arvot:

1. Tunturijärvet. Tunturi-Lapin ja osittain myös pohjoisboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen pohjoisosissa, yleensä yli 250 m merenpinnasta sijaitsevia karuja järviä.

2. Luonnostaan rehevät järvet. Savikkoalueilla tai runsasravinteisen kallio- tai maaperän alueella sijaitsevia runsastuottoisia järviä. Talvisameus $FNU > 5$.

3. Kalkkijärvet. Kalkkipitoisten kallio- ja maaperän alueilla esiintyviä, yleensä pieniä järviä. Veden alkaliniteettiarvo $> 0,4$ mmol/l.

4a ja 4b. Pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet. Karuja ja kirkasvetisiä alle 40 km²:n järviä. Veden väriluku < 30 mg Pt/l.

5. Suuret, vähähumuksiset järvet. Järvi-Suomessa esiintyviä karuja > 40 km²:n suuruisia järviä, joiden väriluku < 30 mg Pt/l.

6a ja 6b. Pienet, kohtalaisen humuspitoiset järvet. Alle 5 km²:n suuruisia järviä joiden veden väriluku on 30-90 mg Pt/l. Usein vesistöjen latvajärviä. Lukumääräisesti Suomen yleisin järvityyppi.

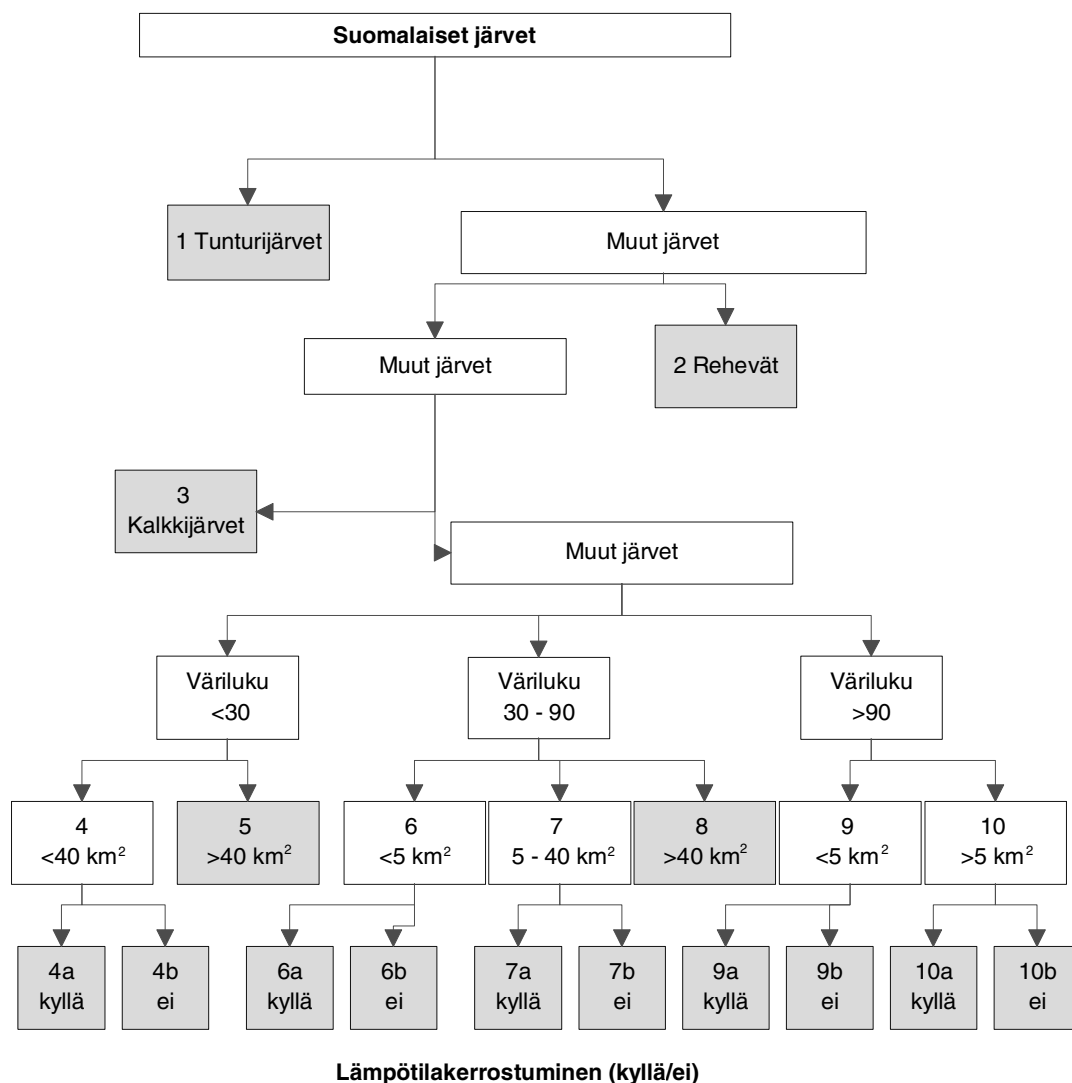
7a ja 7b. Keskikokoiset, kohtalaisen humuspitoiset järvet. Pinta-alaltaan 5-40 km²:n suuruisia järviä, joiden väriluku on 30-90. Usein vesistöjen latvajärviä tai sivureittien varrella olevia järviä, mutta ryhmään saattaa kuulua myös jokimaisia läpivirtausjärviä.

8. Suuret, kohtalaisen humuspitoiset järvet. Yli 40 km²:n suuruisia järviä, joiden väriluku vaihtelee 30-90 mg Pt/l välillä. Usein reittivesistöjen keskusjärviä.

9a ja 9b. Pienet runsashumuksiset järvet. Alle 5 km²:n suuruisia järviä, joiden veden väriluku on yli 90 mg Pt/l. Yleensä aina vesistöjen latvajärviä.

10a ja 10b. Keskikokoiset ja suuret runsashumuksiset järvet. Veden väriluku on yli 90 mg Pt/l. Useimmiten vesistöjen latvajärviä.

Lukumäärältään eniten on pieniä, kohtalaisesti tai runsaasti humusta sisältäviä järviä. Pinta-alaltaan järvityypeistä esiintyy eniten suuria, kohtalaisesti tai vain vähän humusta sisältäviä järviä (Luonnos 2002).



Kuva 1. Ehdotus järvien fysikaalis-kemiallisiin ja maantieteellisiin ominaisuuksiin perustuvasta tyypittelystä (SYKE, luonnos 10.4.2002).

1.3 Lajikoostumukseen perustuvat kalayhteisöt

Kalalajien esiintymiseen ja kantojen runsauteen perustuvaa kalayhteisöaineistoa analysoitiin 518:sta, pinta-alataan $>0.1 \text{ km}^2$:n järvestä. Pinta-alarajaksi valittiin poikkeavasti direktiivijärvien raja-arvoa 0.5 km^2 pienempi raja-arvo, jotta käsittelyyn saatiin mahdollisimman monta järveä. Tutkimusjärvet poimittiin "Fish Status Survey of Nordic Lakes" –tutkimuksen tietokannasta (Rask ym. 2000), jonka kalastotiedot pohjautuvat kala-alan ammattilaisille ja kalastajille tehtyyn kyselyyn. Kunkin kalalajin kanta- ja runsaustiedot perustuvat neliluokkaiseen asteikkoon: ei esiinny, harva, tavanomainen ja runsas. Tutkimusjärvien ominaisuudet (pinta-ala, sijainti, veden laatu ym.) on saatu Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä järvierekisteristä (SYKE, Mannio ym. 2000). Kalayhteisötarkasteluun valittiin 21 yleisintä kalalajia. Lajien jakautumista ryhmiin tutkittiin faktorianaalysin avulla, jossa jokaiselle järvelle laskettiin faktoripistearvo kunkin muodostuneen faktorin, eli kalayhteisön, suhteen.

1.4 Järvityyppien ja kalayhteisöjen vertailu

Tutkimusjärvet (518 järveä) jaoteltiin eri tyypeihin ehdotetun järvityypittelyn mukaisesti. Faktorianalyysin avulla muodostuneiden kalayhteisöjen eli lajiyhdistelmien esiintymistä kussakin järvityypissä tarkasteltiin vertaamalla kalayhteisöjen faktoripistearvojen keskiarvoja kussakin järvityypissä.

1.5 Tulokset

1.5.1 Kalayhteisöt

Kalayhteisöaineisto jakautui faktorianalyysissä viiteen ryhmään. Kuuden tai useamman faktorin mallissa viimeisen faktorin ominaisarvo jäi alle hyväksyttävän ominaisarvon ($\lambda_i=1.0$). Korkeita latauksia kussakin faktorissa saaneet lajit ilmentävät lajien yhteisesiintymistä ja suhteellista runsautta (taulukko 1). Tulos vastaa melko hyvin 316:sta direktiivijärvestä (> 0.5 km²) tehdyn analyysin tuloksia (vrt. Tammi ym. 2001) huolimatta pinta-alaltaan pienempien järvien sisällyttämisestä tarkasteluun tässä tutkimuksessa.

Muodostuneet kalayhteisöt ja luonnehdintaa niiden esiintymisestä suomalaisissa järvissä:

- Rehevyyden ilmentäjät, Faktori 1. Korkeimmat lataukset lajeilla pasuri, sorva, lahna, ruutana, suutari, sulkava. Lajit tyypillisiä Etelä-Suomen tuottoisissa järvissä.
- Yleislajit, Faktori 2. Ahven, hauki, särki, kiiski, särki, made. Lajeilla on alhainen merkitys tyypittelyn kriteereinä, sillä ne esiintyvät yleisinä monentyyppisissä vesissä.
- Pohjoiset lohikalat, Faktori 3. Harjus, nieriä, taimen, siika, ja särkikaloista mutu. Suosivat tai vaativat kylmää ja hapekasta vettä. Leveysaste ja korkeus merenpinnasta määräävät selvimmän lajien esiintymisen.
- Pelagiaaliset siikakalat, Faktori 4. Muikku ja siika, myös kuore ja taimen. Syys- tai talvikutuisina lajeina muikun ja siian kudun onnistuminen edellyttää pohjan pinnalta pientä hapenkulutusta. Suurehkot niukkaravinteiset, kirkkaat tai humusleimaiset järvet.
- Kuha-kuore -yhteisö, Faktori 5. Kuha, kuore ja salakka. Kuha ja kuore muodostavat pelagiaalin keskeisen peto-saalis suhteen. Eteläiset, suurehkot ja tuottoisat järvet.

Taulukko 1. Avainlajien lajikohtaiset faktorilataukset viiden faktorin analyysissä. Kalalajikohtainen aineisto 518:sta järvestä on luokiteltu neljään luokkaan kannan tilan mukaan (ei esiinny, harva, tavanomainen, runsas).

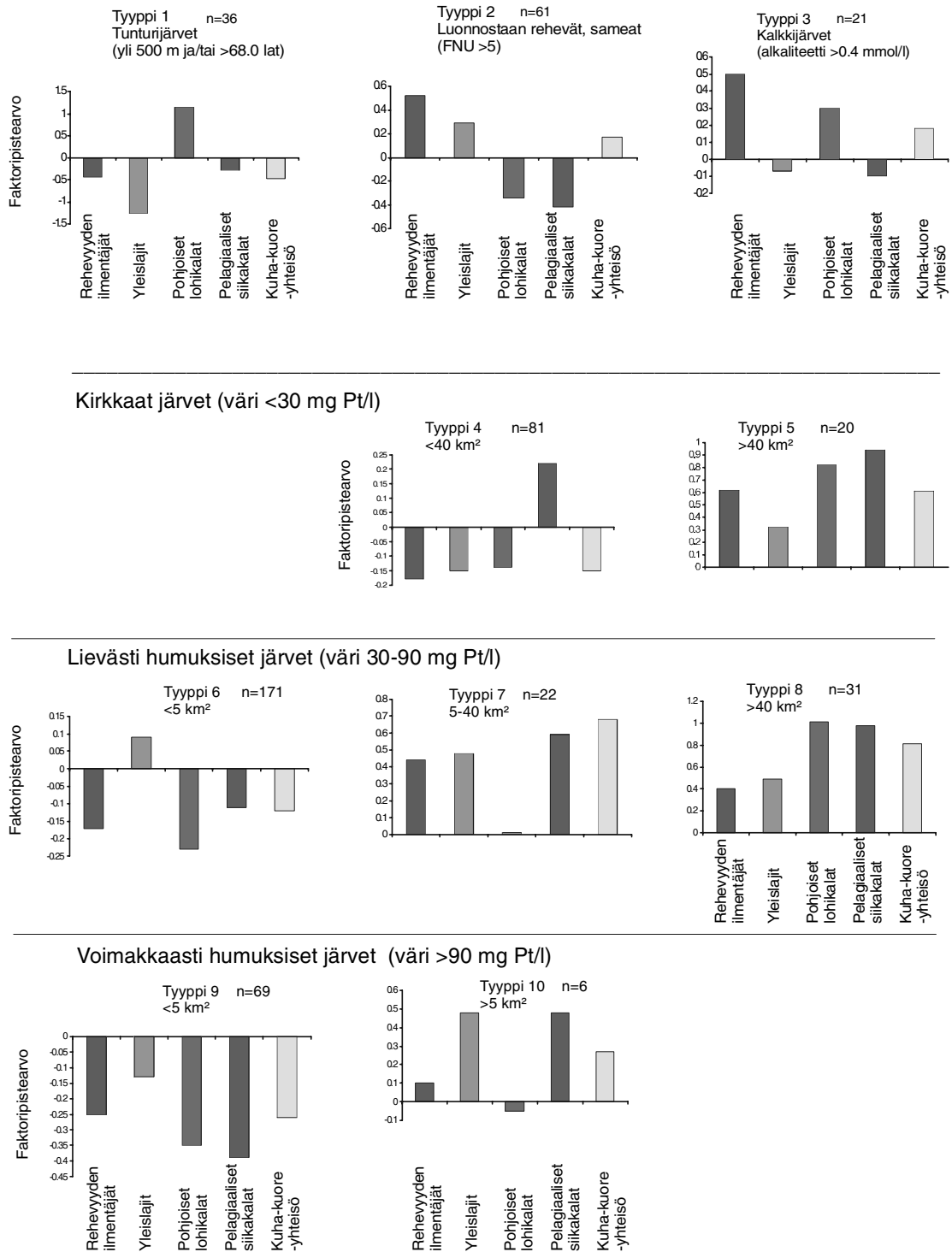
	Rotatoitu faktorimalli				
	Faktori1	Faktori2	Faktori3	Faktori4	Faktori5
PASURI	0.64	0.08	0.00	0.11	0.06
SORVA	0.55	0.08	0.01	0.04	-0.01
LAHNA	0.55	0.38	-0.01	-0.03	0.39
RUUTANA	0.51	0.17	-0.00	0.01	0.04
SUUTARI	0.48	0.04	-0.03	-0.05	0.13
SULKAVA	0.48	0.08	-0.02	-0.04	0.17
SÄYNE	0.39	0.26	0.12	0.15	0.20
AHVEN	0.12	0.66	-0.07	0.18	0.05
HAUKI	0.24	0.65	-0.03	-0.11	0.01
SÄRKI	0.27	0.64	-0.15	0.09	0.21
KIISKI	0.13	0.51	-0.04	0.34	0.26
MADE	-0.01	0.43	0.36	0.33	0.07
HARJUS	-0.07	-0.05	0.69	0.07	-0.06
MUTU	-0.01	-0.00	0.55	0.10	0.03
NIERIÄ	0.09	-0.10	0.52	0.03	0.07
TAIMEN	0.07	-0.04	0.50	0.46	0.18
SIIKA	-0.09	0.11	0.41	0.40	0.01
MUIKKU	0.02	0.17	0.23	0.61	0.18
KUHA	0.38	0.15	0.10	0.19	0.57
KUORE	0.30	0.20	0.17	0.44	0.54
SALAKKA	0.38	0.33	0.03	0.28	0.42
Faktorin ominaisarvo	2.45	2.20	1.74	1.40	1.22

1.5.2 Kalayhteisöjen esiintyminen eri järvityypeissä

Viiden kalayhteisön esiintymistä eri järvityypeissä tarkasteltiin järvikohtaisten faktoripistemäärien avulla. Kussakin järvityypissä on esitetty eri kalayhteisön (faktorin) saama faktoripistemäärien keskiarvo. Tunturijärvissä pohjoiset lohikalat saavat korkeimmat järvikohtaiset faktoripistemäärät (kuva 2). Savialueiden luonnostaan rehevissä ja sameissa vesissä rehevyyden ilmentäjät, pasuri, sorva, lahna, ruutana, suutari ja sulkava ovat tyypillisiä. Tähän järvityyppiin kuuluvat myös yleislajit sekä kuha-kuore

–yhteisö. Myös eteläisissä kalkkijärvissä rehevyyden ilmentäjät erottuvat tyyppilajeina, kun taas pohjoisissa Kuusamon ja Keski-Lapin alueen kalkkijärvissä lohikalat saavat korkeita arvoja.

Eri humuskategorioiden välillä kalayhteisöt jakautuvat samankaltaisesti järviyyppien 6 ja 9, 7 ja 10 sekä 5 ja 8 välillä (kuva 2). Järven pinta-ala taas vaikuttaa voimakkaasti kalayhteisöjen esiintymiseen kussakin humuskategoriassa siten, että pinta-alan kasvaessa useammat kalayhteisöt tulevat samanaikaisesti yleisemmiksi. Pienissä (<5 km²), lievästi tai voimakkaasti humuksisissa järvissä yleislajit esiintyvät muita kalayhteisöjä yleisemmin. Yleislajit, hauki, ahven, särki, kiiski ovat toleranteja ympäristövaatimuksiltaan ja usein myös ainoita lajeja pienehköissä (metsä)järvissä. Pienissä ja keskikokoisissa (<40 km²) kirkkaissa järvissä pelagiaaliset siikakalat esiintyvät muita kalayhteisöjä yleisemmin, kun taas suurissa (>40 km²), kirkkaissa järvissä kaikki kalayhteisöt ovat hyvin edustettuina. Vastaava jakauma voidaan havaita myös suurten (>40 km²), lievästi humuksisten järvien kalayhteisöistä. Suuret järvet tarjoavat suuremman kirjjon erilaisia habitaatteja, reheviä lahtia yms. joissa tavataan habitateille tyypillisiä lajeja.



Kuva 2. Kullekin kalayhteisölle (faktorille) laskettujen faktoripistearvojen keskiarvot eri järvityypeissä. Nollaa suuremmat faktoripistearvojen keskiarvot ilmentävät ko. ryhmän keskimääräistä yleisempää esiintyvyyttä, nollaa pienemmät arvot taas päinvastoin.

1.6 Tulosten tarkastelu

Järvityypille ominaiset kalayhteisöt eli lajiryhmät erottuvat selkeästi tunturijärvissä, kalkkijärvissä, rehevissä järvissä ja pienehköissä kirkkaissa järvissä. Seuraavana keskeisenä erottelevana tekijänä ehdotetussa järvityypittelyssä on järveden humuspitoi-

suus. Tässä esitetyn tarkastelun perusteella kalayhteisöissä ei voida havaita merkittäviä eroja kolmen ehdotetun humuskategorian välillä. Sen sijaan järven pinta-ala on merkittävä kalayhteisöjä erotteleva tekijä. Kalayhteisöjen osalta järven pinta-ala tulisi huomioida ennen veden humuspitoisuutta järvityyppejä erottelevana tekijänä. Myös muiden yksittäisten muuttujien kuin pinta-alan, esim. kokonaisfosforipitoisuuden, johdokyvyn ja leveysasteen, on havaittu olevan humusta merkittävämpi eri kalayhteisöjen esiintymiseen vaikuttava tekijä (Tammi ym. 2001).

Veden kemiallisiin ominaisuuksiin perustuvien muuttujien käytössä järvityypittelyn kriteereinä on ongelmana epävarmuus ihmisen vaikutuksesta kyseiseen muuttujaan, eli sen kykyyn kuvata luonnontilaisia olosuhteita. Järvien tyypittelyn (SYKE, luonnos 4/2002) perustana käytetystä järviaineistosta on pyritty poistamaan ihmisen voimakkaasti muuttamat järvet. Ihmistoiminnan seurauksena kohonneista pintavesien humuspitoisuuksista on kuitenkin havaintoja eri puolilta Suomea (esim. Hakala ja Arvola 1994, Nyberg ym. 1995) sekä myös Ruotsista (Forsberg 1992). Mikäli ihmistoiminnan katsotaan yleisesti lisänneen pintavesien humuspitoisuutta, tämä kemiallinen tekijä on vaikuttanut vesistöjen ekologiseen tilaan eli eri eliöryhmien koostumukseen ja runsauteen. Tällaista ihmistoiminnasta riippuvaa muuttujaa ei tulisi käyttää tyypittelyn kriteerinä. Pinta-vesien humuspitoisuuden nousu voi kuitenkin olla paikallinen ilmiö eikä sitä mahdollisesti voida yleistää kaikkiin vesiin.

Tässä esitetyt kalayhteisöt perustuvat 21:n suomalaisissa järvissä yleisimmin esiintyvän kalalajin yhteisesiintymisen ja runsauteen. Jos kriteereinä käytetään myös muiden harvinaisempien tai harvalukuisempien lajien esiintymistietoja, erilaisten kalayhteisöjen tai lajiryhmien lukumäärä todennäköisesti nousee. Habitaattivaatimuksiltaan vaatelioiden lajien, esim. härkäsimpun, esiintymistiedolla voidaan määrittellä lisää kalayhteisöjä mikäli tällaisen lajin esiintyminen riippuu selvästi fysikaalis-kemiallisista tai maantieteellisistä tekijöistä. Tämän tutkimuksen alustavien tulosten mukaan kuitenkin kalayhteisöjen lukumäärä jää selvästi alle ehdotetun fysikaalis-kemiallisiin tekijöihin perustuvan järvityyppijaon, sillä monet kalalajit ovat toleranteja ympäristönsä suhteen ja esiintyvät hyvin erityyppisissäkin vesissä. Mikäli järvityypittelyehdotus humusjakoineen jää voimaan, samat kalayhteisöjä koskevat ekologisen luokituksen kriteerit tulevat soveltumaan useammassa järvityypissä.

Tyypittelyn tulisi perustua mahdollisimman luonnontilaisista olosuhteista mitattuihin suureisiin. Tässä työssä käytetyn kalayhteisöaineiston puutteena voidaan pitää sitä, että aineisto edustaa yhtä lailla lähes luonnontilaisia järviä, mutta suurelta osaltaan myös ihmisen muuttamia järviä, sillä järvet on valittu satunnaisotannalla kaikkialta Suomesta. Riittävää lähes luonnontilaisista järvistä olevaa kalayhteisöaineistoa ei kuitenkaan ole käytettävissä.

1.7 Kirjallisuus

- 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.
- Forsberg, C. 1992. Will an increased greenhouse impact in Fennoscandia give rise to more humic and coloured lakes? *Hydrobiologia* 229: 51-58.
- Hakala, I. & Arvola, L. 1994. Alarming signs of eutrophication in Lake Pääjärvi. *Lammi Notes* 21: 1-5.
- Mannio, J., Räike, A. & Vuorenmaa, J. 2000. Finnish lake survey 1995: regional characteristics of lake chemistry. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27, s. 362-367.
- Nyberg K., Rask M., Markkanen S.-L. & Ojala A. 1995. Effects of catchment forestry on the limnology of small lakes - observations in Kuhmo 1991-1994. Teoksessa: Pro-

ceedings of the Second Finnish Conference of Environmental Sciences. E. Sasaki & T. Saarinen (toim.). Helsingin yliopisto, Microbiological Publications 43: 297-300.

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 pp.

Tammi, J., Raitaniemi, J., Lappalainen, A. & Rask, M. 2001. Kalayhteisörakenteen huomioon ottava tyypittely – kyselytietoon pohjautuva analyysi kolmestasadasta Suomen järvestä. Teoksessa: Kalayhteisörakenne vesistöjen ekologisen tilan kuvaajana. EU:n vesipolitiikan puitteiden direktiivin kalatutkimukset vuonna 2000. J. Raitaniemi & M. Rask (toim.). RKTL, Helsinki. Kala- ja riistaraportteja 222, 23 s.

2. Ruotsalainen kalayhteisöindeksi (FIX) – ekologisen tilan luokittelu kalayhteisön perusteella joukossa oligotrofisia ja eutrofisia suomalaisia järviä

Jouni Tammi¹, Martti Rask² & Antti Lappalainen³

¹Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 65, 00014 Helsingin yliopisto

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

³Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pukinmäenaukio 4, 00720 Helsinki

2.1 Johdanto

Vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää järvien ekologisen tilan luokittelua ja seuranta neljän eliöryhmän avulla: kasviplankton, suurvesikasvit, pohjaeläimistö ja kalat. Kaloja on käytetty ekologisen tilan indikaattoreina 1980-luvulta lähtien Pohjois-Amerikassa (Karr 1981) ja myöhemmin myös Euroopassa (Oberdorff ja Hughes 1992, Degerman ja Lingdell 1993). Kalayhteisöindekseillä pyritään kuvaamaan vesistön luonnontilaisuutta tai ihmisen toiminnasta johtuvaa muuttuneisuutta kalastosta saatavan tiedon perusteella. Käytössä oleville kalayhteisöindekseille on yhteistä, että niissä tarvitaan tietoa kalaston luonnontilasta eli häiriintymättömistä olosuhteista tutkittavassa vesistötyypissä. Luonnontilaisten vertailualueiden puute on yleinen ongelma monin paikoin sekä Suomessa, että muualla Euroopassa. Vertailuarvot kalayhteisöille voidaan tällöin asettaa enustavan mallinnuksen avulla tai hyödyntämällä historiallista tietoa kalastosta. Riitävän tarkkaa ja pitkäaikaista historiallista tietoa kalayhteisöistä on kuitenkin vain harvoin saatavilla.

Karr'in Pohjois-Amerikkalaisiin virtavesiin kehittämässä ekologisen tilan indeksissä (IBI, Index of Biotic Integrity) tarkasteltavia kalayhteisömuuttujia ovat 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. Appelberg ym. (2000) esittivät IBI-kalayhteisöindeksin perusajatukseen pohjautuvan FIX-kalayhteisöindeksin, jolla voidaan arvioida sekä virtavesien, että järvien luonnontilaa. FIX-indeksin kehitys pohjautuu Ruotsin järvistä ja joista saatuihin kalayhteisöaineistoihin. Kalalajikoostumukseen pohjoismaiden järvissä ja joissa on vaikuttanut merkittävimmin jääkauden jälkeiset leviämishistorialliset tekijät. Suomen ja Ruotsin makean veden kalalajistossa on pieniä eroavuuksia (Rask et al. 2000), mutta lajilukumäärä järvissä ja yleisimpinä esiintyvät lajit ovat lähellä toisiaan. Maiden välisten vesiympäristön, ilmasto-olosuhteiden ja kalaston yhtäläisyyksien perusteella voidaan FIX-indeksin olettaa soveltuvan käyttöön myös Suomessa.

Tässä työssä on tehty alustava arvio ruotsalaisen FIX-kalayhteisöindeksin toimivuudesta suomalaisten järvien ekologisen tilan arvioinnissa. Tutkittava järvi joukko on jaettu kahteen kategoriaan, kauempana asutuksesta sijaitseviin, vähemmän ihmistoiminnan vaikutuksille alttiina oleviin metsäjärviin sekä asutuksen ja maanviljelyn tuntumassa sijaitseviin, voimakkaammin ihmistoiminnan vaikutuksille alttiina oleviin kulttuurijärviin.

2.2 FIX-kalayhteisöindeksi

FIX-kalayhteisöindeksi (Appelberg ym. 2000) arvioi järven tai joen luonnontilaa kalayhteisöistä mitattavien muuttujien perusteella asteikolla 1) ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama odotusarvoista, 2) pieni poikkeama odotusarvoista, 3) selvä poikkeama odotusarvoista, 4) suuri poikkeama odotusarvoista ja 5) erittäin suuri poikkeama odotusarvoista. Tämä vastaa direktiivissä käytettyä luokitteluasteikkoa vesistön ekologisesta tilasta: erinomainen tila, hyvä tila, tyydyttävä tila, välttävä tila ja huono tila (liite 1).

FIX-indeksimenetelmässä kalayhteisömittareille asetetut vertailuarvot on määritelty mallintamisella, joka pohjautuu laajaan kaikkialta Ruotsista standardoiduilla menetelmillä kerättyyn kalayhteisöaineistoon. Eri voimakkuudella muuttuneiden ympäristöjen on oletettu olevan aineistossa hyvin edustettuna, kalattomista järvistä tai joista luonnontilaisiin vesiin. Indeksien vertailuarvojen mallintamisessa on huomioitu paikallisten ja alueellisten tekijöiden, esim. järven pinta-ala, maksimisyvyys ja korkeus merenpinnasta, vaikutus vertailuarvoihin. Tämä vastaa perusajatuksestaan direktiivin fysikaalis-kemiallisiin ja maantieteellisiin tekijöihin perustuvaa järvityypittelyä.

Vertailuarvojen luokkarajojen laskemisessa on käytetty lineaarista regressiomallia niiden muuttujien osalta, jotka ovat suhteessa johonkin vesistön ominaisuustekijään (esim. järven korkeus merenpinnasta) tai biologiseen muuttujaan (esim. kokonaissaa-lis). Vertailuarvojen luokkarajat kunkin tarkasteltavan muuttujan osalta perustuvat muuttujan arvojen jakaumaan tausta-aineistoissa. Yksisivuisten muuttujan arvojen osalta (esim. lajirunsaus, petomaisten ahvenkalojen osuus) jakauman luokittelussa on käytetty mediaania, 25%, 10% ja 5%:n fraktiileja. Tällöin 50% kaikista kalayhteisöistä kuuluu luokkaan 1, 25% luokkaan 2, 15% luokkaan 3 ja 5% luokkiin 4 ja 5 kumpaankin. Kaksisivuisille jakaumille (lajin yksilöiden lukumäärä ja biomassa järvessä) on käytetty 2%, 5%, 10%, 25% ja 75%, 90%, 95% ja 98% fraktiileja.

Kaikille kalayhteisömuuttujille, paitsi happamuusherkille lajeille ja kehitysvaiheille, tausta-aineistoista mitattuja arvoja on käytetty FIX-indeksien vertailuarvojen pohjana. Happamuusherkille lajeille on käytetty Degermanin ja Lingdellin (1993) kehittämää indeksiä. Kullekin kalayhteisömuuttujalle (taulukko 1) saadut arvot lasketaan mitattujen ja odotettujen vertailuarvojen osamääränä (liite 2). Saatua arvoa verrataan vertailuarvotaulukkoon, joka määrittää kyseisen kalayhteisömuuttujan indeksiarvon. Lopullinen indeksiarvo tutkittavan vesistön kalayhteisölle lasketaan kaikkien (max. 9) muuttujien indeksiarvojen keskiarvona. Lopullisen indeksiarvotaulukon kriteerit on säädetty tausta-aineistoista saadun, kaikkia kalayhteisöjä koskevan indeksijakauman mukaan, samalla tavoin kuin yksisivuisten muuttujien kanssa, käyttäen mediaania, 25%, 10%, ja 5%:n fraktiileja.

Taulukko 1. 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 (yleiskatsausverkko) kohden, virtavesissä 100 m²:ä sähkökalastetua aluetta kohden.

<i>Habitaatti</i>	<i>Muuttujan tyyppiluokitus</i>	<i>Muuttujan kuvaus</i>
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien lukumäärä
J	Rakenne	Lajirunsausjakauman tasaisuus (Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi / alkuperäisten lajien lukumäärä)
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien biomassa
J & V	Rakenne	Alkuperäisten kalalajien yksilömäärä
J	Lajiryhmät	Särkikalajien osuus kalojen kokonaisbiomassasta
J	Lajiryhmät	Ahvenkalojen petomaisten yksilöiden (>15 cm) biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta
V	Toiminta	Lohikalajien osuus kalojen kokonaisbiomassasta
V	Toiminta	Alkuperäisten lohikalajien lisääntyminen
J & V	Ympäristönmuutos	Happamuudelle herkempien lajien ja yksilönkehityksen eri vaiheiden esiintyminen
J	Ympäristönmuutos	Pientä happipitoisuutta sietävien lajien osuus kalojen kokonaisbiomassasta
J & V	Ympäristönmuutos	Vierasperäisten lajien osuus kalojen kokonaisbiomassasta

2.3 Oligo-mesotrofisten ja rehevien kulttuurijärvien vertailu ruotsalainen FIX-kalayhteisöindeksin avulla

Kalayhteisöaineistoa analysoitiin yhteensä 46:sta eteläsuomalaisesta järvestä FIX-kalayhteisöindeksimenetelmällä. Tutkimusjärvet jaettiin kahteen tyyppiin: sijainniltaan syrjäisempiin oligo-mesotrofisiin järviin (16 järveä, tot-P 10-30 µg l⁻¹) ja rehevät kulttuurijärvet (30 järveä, tot-P 35-110 µg l⁻¹), joissa useimmissa on havaittu rehevöitymisestä johtuvia ongelmia. Järvien pinta-ala vaihteli 0.08 km²:sta 9.83 km²:iin. Kalayhteisötiedot järvistä kerättiin standardoidulla Nordic-yleiskatsausverkkoihin perustuvalla menetelmällä (Kurkilahti ja Rask 1999, Appelberg 2000, Malmquist et al. 2001). Biomassa ja yksilömäärät on laskettu yhtä pyydysyksikköä kohti (verkkoyö).

2.4 Tulokset

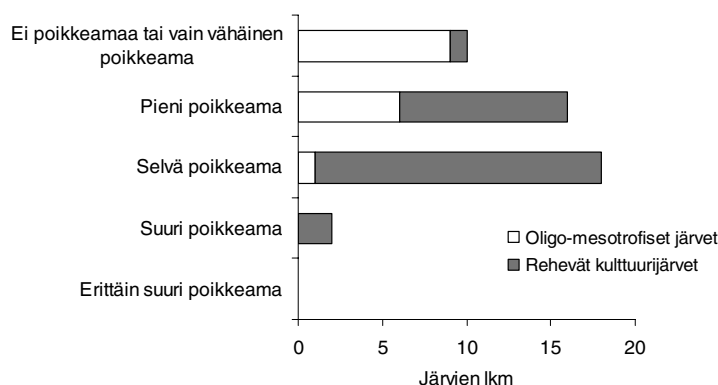
Kalayhteisöjen lopulliset indeksiarvot tutkimusjärvissä vaihtelivat luokkien 1-4 välillä eli arvosta ”ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama vertailuarvoista” arvoon suuri poikkeama vertailuarvosta” (kuva 1). Yhdestäkään tutkimusjärvestä ei saatu indeksiarvoa 5 ”erittäin suuri poikkeama vertailuarvoista”. Oligo-mesotrofiset järvet saivat pääasiassa indeksiarvoja 1-2 (ei poikkeamaa - pieni poikkeama vertailuarvoista) ja ainoastaan yhdestä järvestä saatiin selvästi vertailuarvoista poikkeava indeksiarvo. Rehevien järvien osalta indeksiarvot painottuivat luokkiin 2-4 eli pienestä poikkeamasta suureen poikkeamaan vertailuarvosta.

Yksittäisistä indeksimuuttujista (taulukko 1) yleisimmin vertailuarvoista poikkesivat muuttujat ”Ahvenkalojen petomaisten yksilöiden biomassaosuus”, ”Särkikalajien bio-

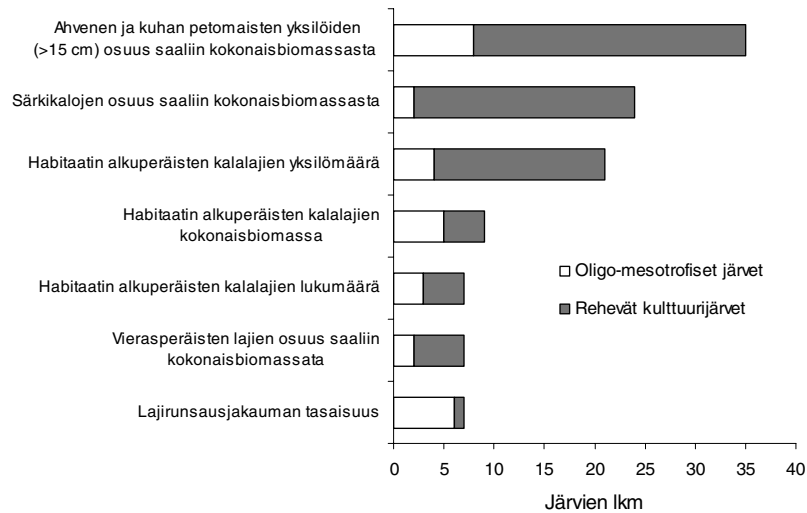
massaosuus” ja ”Alkuperäisten kalalajien yksilömäärä” (kuva 2). Suurin osa selvästi tai sitä voimakkaammin poikkeavista arvoista näiden muuttujien osalta saatiin rehevistä järivistä. Oligo-mesotrofisissa järvissä selvästi tai sitä voimakkaammin vertailuarvoista poikkeavat indeksiarvot jakautuivat melko tasaisesti kaikkien yksittäisten indeksimuuttujien osalle (kuva 2). Kaikista tutkimusjärvistä 76%:ssa ahvenkalojen petomaisten yksilöiden biomassaosuus poikkesi selvästi tai sitä voimakkaammin vertailuarvoista.

Kaikissa 30 rehevässä järvessä ahvenkalojen petomaisten yksilöiden biomassaosuus poikkesi vertailuarvoista ja ainoastaan kolme järveä 30:stä saavutti indeksiarvon 2 ”pieni poikkeama” muiden rehevien järvien indeksiarvojen jäädessä tasolle 3-5 (kuva 3). Indeksiarvot muuttujalle ”Särkikalajien osuus saaliin kokonaisbiomassasta” painotuitivat rehevissä järvissä myös luokkiin 2-4. Alkuperäisten lajien kalayksilöiden lukumäärän suhteen indeksiarvot rehevissä järvissä jakautuivat melko tasaisesti eri luokkiin.

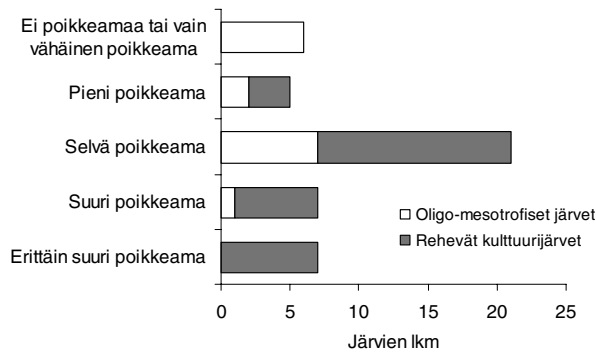
Oligo-mesotrofiset järvet jakautuivat em. kolmen indeksimuuttujan mukaan pääasiassa luokkiin 1-3, painottuen arvoon ”ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama vertailuarvoista” (kuvat 2-5). Kuitenkin myös oligo-mesotrofisissa järvissä seitsemässä järvessä 16:sta havaittiin vertailuarvoja selvästi alhaisempi ahvenkalojen suurikokoisten yksilöiden biomassaosuus.



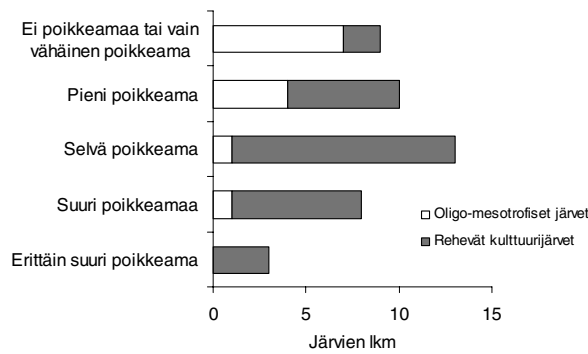
Kuva 1. FIX-kalayhteisöindeksillä lasketut lopulliset indeksiarvot tutkimusjärvissä (46 järveä).



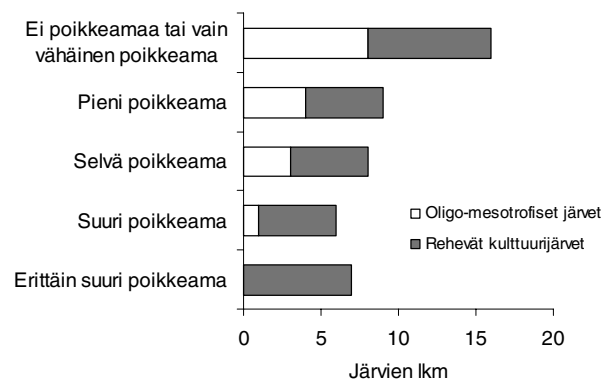
Kuva 2. Vertailuarvoista selvästi tai sitä voimakkaammin (selvä, suuri tai erittäin suuri poikkeama) poikkeavien kalayhteisömuuttujien jakautuminen tutkimusjärvisä. Selvän tai sitä suuremman poikkeaman katsotaan vastaavan tyydyttävää tai sitä heikompaa luokkaa vesipolitiikan puitedirektiivin luokituksessa.



Kuva 3. Indeksiluokitus muuttujalle ”Ahvenen ja kuhan petomaisten yksilöiden (>15 cm) biomassan osuus saaliin kokonaisbiomassasta” tutkimusjärvisä.



Kuva 4. Indeksiluokitus muuttujalle ”Särkikalojen osuus saaliin kokonaisbiomassasta” tutkimusjärvissä.



Kuva 5. Indeksiluokitus muuttujalle ”Habitaatin alkuperäisten kalalajien yksilömäärä” tutkimusjärvissä.

2.5 Tulosten tarkastelu

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella FIX-indeksi soveltuu teknisesti suomalaisten järvien kalayhteisöjen ekologisen tilan luokitteluun. Alustava indeksimenetelmän koekelu antoi loogisia ja hyvin ennustettavissa olevia tuloksia rehevien kulttuurijärvien ja karumpien järvien kalayhteisöistä. Rehevistä järvistä saadut kalayhteisötulokset kertoivat suuremmasta ekosysteemin häiriöstä kuin oligo-mesotrofisissa järvissä. Ihmisen vaikutus monissa kulttuurijärvissä näkyy voimakkaimmin rehevöitymisinä. Huolimatta viime vuosina toteutetuista vesiensuojelutoimenpiteistä, hajakuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on edelleen kasvussa ja sisävesien ravinnepitoisuudet ovat monin paikoin jopa nousseet (Vuoristo ym. 2002).

FIX-kalayhteisöindeksin etuna on numeerisen luokittelutiedon tuottaminen ekosysteemistä mitattavista kalayhteisömuuttujista. Indeksien soveltamisessa Suomen oloihin tietyt luokitteluperusteet eli yksittäisten indeksimuuttujien raja-arvot kaipaavat kuitenkin lähempää tarkastelua ja mahdollista kalibrointia suomalaisten järvien kalayhteisöille paremmin soveltuviksi. Eteläisen Suomen savimailla sijaitsevien järvien ekologisen tilan luokituksessa kalayhteisöjen avulla tarvittaisiin tietoa tällaisten kulttuurijärvien kalakantojen alkuperäisestä tilasta. Luonnostaan rehevien järvien tyypistä ei kuitenkaan löydy luonnontilaisia kohteita vaan useimmat tällaiset järvet ovat ihmisen eri asteisesti muuttamia. Historiallinen tieto järvien kalakannoista on monissa tapauksissa rajallista, eikä riittäviä aikasarjoja ole saatavilla tai muuttajat ovat muuten puutteellisia. Rehevöitymisellä on havaittu olevan haitallisia vaikutuksia eteläsuomalaisten järvien kalakantoihin särkikalakantojen runsastuessa ja petomaisten kalojen vähetessä (Tammi ym. 1999, Olin ym. 2000). Näihin ilmiöihin viittaavat myös tämän tutkimuksen tulokset. Rehevöityneissä järvissä tyypillisesti petomaisten ahvenkalojen biomassaosuus on pieni, särkikaloiden biomassaosuus suuri ja kalatiheys suuri.

Tehokas kalastus vaikuttaa kalayhteisön rakenteeseen, jolloin kalastuksen vaikutus tiettyihin kalayhteisöistä mitattaviin indeksimuuttujiin on ilmeinen. Kalastuksen vaikutus kalayhteisöistä mitattaviin muuttujiin on kuitenkin rajattu pois vesipolitiikan puitteiden vaikutuskentästä. Mikäli järven ekologisen tilan luokittelussa käytetään FIX-kalayhteisöindeksin kaltaista menetelmää, joka huomioi kalastuspaineelle alttiit muuttajat, voidaan näitä muuttujia joutua kalibroimaan meidän oloihin paremmin soveltuviksi, johtuen maassamme vallitsevasta yleisestä ja laajalle ulottuvasta kalastuksesta. Lähes kaikissa tämän tutkimuksen järvissä kalastus on kohtalaisen yleistä, ainoastaan yhden ollessa täysin rauhoitettu kalastukselta. Tämä oli samalla ainoa tutkimusjärvi, jossa ahvenkalojen petomaisten yksilöiden osuus kalojen kokonaisbiomassasta oli FIX-indeksin vertailuarvojen tasolla.

2.6 Kirjallisuus

- Appelberg, M. 2000. Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. *Fiskeriverket Information* 2000:1, 27 s.
- Appelberg, M., Berquist, B. C. & Degerman, E. 2000. Using fish to assess environmental disturbance of Swedish lakes and streams – a preliminary approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 311-315.
- Degerman, E. & Lingdell, P.-E. 1993. pHisces – fisk som indikator på lågt pH. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (1993) 3: 37-54. (in Swedish).
- Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):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. In: *Biological Monitoring in Nordic Rivers and Lakes*. J. Skriver (ed.). TemaNord 2001: 513.
- Oberdorff, T. & Hughes, R. M. 1992. Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine basin, France. *Hydrobiologia* 228:117-130.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J., Kurkilahti, M., Ala-Opas, P. and Ylönen, O. 2002. Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of percids and cyprinids along a trophic gradient. *J. Fish Biol.* 60: 593-612.

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 pp.

Tammi, J., Lappalainen, A., Mannio, J., Rask, M. & Vuorenmaa, J. 1999. Effects of eutrophication on fish and fisheries in Finnish lakes: a survey based on random sampling. *Fisheries Management and Ecology* 6: 173-186.

3. Kalataloudelliset velvoitetarkkailut vesistöjen ekologisen tilan kuvauksessa

Jouni Tammi¹ ja Pasi Ala-Opas²

¹Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 65, 00014 Helsingin yliopisto

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

3.1 Johdanto

Suomessa vesilakiin perustuvat kalataloudelliset velvoitetarkkailut ovat laajin yhtenäinen tarkkailujärjestelmä, jonka avulla seurataan ja arvioidaan kalaston tilaa erilaisen ihmistoiminnan aiheuttamien ympäristöpaineiden vaikutusalueella. Tarkkailuvelvoite on asetettu mm. erilaisille teollisuus- ja voimalaitoksille, vesistöjen säännöstely- ja järjestelyhankkeille, jätevedenpuhdistamoille, vesistöarakentamiseen liittyville ruoppaus- ja ruoppausmassojen läjittämishankkeilla, kalankasvatussyrityksille ja merihiekkaa nostaville yrityksille.

Velvoitetarkkailuissa kalayhteisön rakennetta seurataan pääasiassa verkkosarja- ja sähkökoekalastusten sekä kirjanpitokalastusten avulla ennen ja jälkeen hankkeen aloittamisen. Tarkkailuissa käytettävät menetelmät ja tuotettava tieto, erityisesti koekalastusten osalta, vastaavat suurelta osin Euroopan yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivin (Anon. 2000) pintavesien kalayhteisöseurannoille asetettuja tavoitteita. Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisessa vesistöjen ekologisen tilan seurannassa kaloja tullaan käyttämään biologisena mittarina yhtenä neljästä vesistöjen eliöryhmästä. Kalastossa seurattavia tekijöitä järvissä ja joissa ovat kalaston koostumus, runsaussuhteet ja ikärakenne. Vesistön ekologista tilaa heikentäviksi katsotaan sellaiset kalaston muutokset, jotka johtuvat ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin ja hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin.

Tämän työn tarkoituksena oli kartoittaa 1990-luvulla järvissä ja joissa tehdyissä kalataloudellisissa velvoitetarkkailuissa käytettyjen menetelmien ja raportoinnin yhdenmukaisuutta sekä arvioida tarkkailututkimusten soveltuvuutta vesipolitiikan puitedirektiivin seurantavelvoitteiden täyttämiseen kalatutkimusten osalta. Kriteereinä arvioinnissa käytettiin sekä kansallisia, että yhteispohjoismaisia järvien ja jokien koekalastuksille asetettuja suosituksia. Tässä kartoituksessa tarkastellaan ainoastaan koeverkoilla tai sähkökoekalastuksilla saatuja kala-aineistoja sekä niissä käytettyjä menetelmiä.

3.2 Kalataloudelliset velvoitetarkkailut ja vesipolitiikan puitedirektiivi

Vuosien 1990-2002 aikana on maassamme ollut TE-keskuksilta saatujen tietojen mukaan samanaikaisesti voimassa noin 900-1000 kalataloudellista tarkkailuvelvoitetta (Böhling ja Rahikainen 1999, taulukko 3). Sisävesissä näistä on ollut noin 68% ja loput merialueella. Noin kolmannes kaikista velvoitteista liittyy jätevesien johtamiseen, n. 20 % kalankasvatukseen, 10% turvetuotantoon ja n. 10% kompensatioistutusten tuloksellisuuden tarkkailuun. Vesi- ja ympäristöhallitus (nyk. Suomen ympäristökeskus) on antanut yleisohjeet vesistötarkkailuista (Vuoristo 1992). Suosituksia on annettu erikseen myös kalankasvatuksen velvoitetarkkailuihin (Haarala ym. 1994). Mäkelä ym. (1992) ovat laatineet ohjeet vesistötarkkailun näytteenottomenetelmistä. Vastuu

kalataloudellisten velvoitetarkkailujen tasosta ja tarkkailuohjelmien sisällöstä on ensisijaisesti alueellisella kalatalousviranomaisella. Tarkkailuja tekevät konsultit, vesien-suojeluyhdistykset sekä ympäristökeskukset omien järjestely- ja perkaushankkeidensa osalta.

Nykyisen velvoitetarkkailujärjestelmän tavoite on tuottaa tietoa ihmistoiminnan vaikutuksista vesistöön, mm. kalayhteisöihin, tietyn hankkeen vaikutusalueella. Tavoitteen voidaan katsoa olevan yhteneväinen vesipolitiikan puitedirektiivin kanssa, jossa tavoitteena on luokitella vesien ekologinen tila paineiden vaikutusalueella tai paineille herkillä alueilla. EU:n jäsenvaltioiden on kerättävä ja ylläpidettävä tietoja kunkin vesipiirin pintavesimuodostumille ihmistoiminnasta mahdollisesti aiheutuvista paineista ja niiden suuruudesta. Näihin kuuluvat erityisesti yhdyskunnista, teollisuudesta, maataloudesta ja muista laitoksista ja toiminnoista peräisin olevan, erityisesti prioriteettiaineiden aiheuttaman merkittävän piste- ja hajakuormituksen arviointi ja tunnistaminen ja myös merkittävän vedenoton, merkittävän veden juoksun säännöstelyn, merkittävien morfologisten muutosten ja muiden merkittävien pinta-vesien tilaan kohdistuvien ihmistoiminnan vaikutusten arviointi ja tunnistaminen (Anon. 2000). Paineiden tunnistamiseen kuuluu myös maankäytön selvittäminen, mukaan lukien yhdyskunnat, teollisuus-, maatalousalueet sekä tarvittaessa kalatalous- ja metsäalueet.

Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisessa vesien tilan arvioinnissa huomioidaan perinteisten veden fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien lisäksi eri eliöryhmien ekologinen tila. Kunkin tarkasteltavan eliöryhmän osalta ekologisen tilan luokitus tulisi perustua numeeriselle asteikolle, jolloin mitattavista suureista saatava luokitus olisi vertailukelpoinen tietyn järvi- tai jokityypin osalta. Erilaisissa kalastotietoa hyödyntävissä ekologisen tilan indekseissä tärkeitä parametreja ovat mm. lajikoostumus, lajimäärä, tiettyä tai tiettyjä ympäristön stressitekijöitä heikosti sietävien lajien määrä, tiettyihin taksonomisiin ryhmiin kuuluvien lajien määrät ja koostumukset sekä petokalojen osuus (Karr 1981, Appelberg ym 2000). Keskeisiä suureita ovat etenkin eri tuotanto-osoja edustavien kalalajien biomassaosuudet ja lukumääräiset osuudet otoksista. Myös alkuperäiset ja vierasperäiset lajit on yleensä eritelty ja niiden osuudet otoksissa huomioitu. Tässä kuitenkin vesipolitiikan puitedirektiivin luokitteluperusteet poikkeavat esim. edellä mainituista indekseistä, sillä vesipolitiikan puitedirektiivissä istutettujen kalalajien ei katsota heikentävän vesistön ekologista tilaa.

Vesipolitiikan puitedirektiivissä tullaan hyödyntämään kalayhteisöjen ominaisuuksia ympäristöindikaattorina samoin kuin kalataloudellisissa velvoitetarkkailuissa. Useiden kalalajien elinympäristövaatimukset ja toleranssit eri ympäristötekijöille ovat rajallisia, jolloin lajeja voidaan pitää sopivina elinympäristönsä tilan indikaattoreita. Malmquistin ym. (2000) mukaan herkinä ympäristömuutoksille voidaan pitää mm. seuraavia lajeja: nieriä (happamoituminen, rehevöityminen), lohi (happamoituminen, habitaattimuutokset), taimen (habitaattimuutokset, happamoituminen), made (rehevöityminen, happamoituminen), särki (happamoituminen, rehevöityminen), lahna (rehevöityminen), pasuri (rehevöityminen), mutu (happamoituminen, habitaattimuutokset), ruutana (happamoituminen, happipitoisuuden aleneminen) ja ahven (happamoituminen).

3.3 Aineisto ja menetelmät

3.3.1 Aineiston keruu

Kartoituksessa kerättiin mahdollisimman kattavasti 1990-luvulla tehtyjen kalataloudellisten velvoitetarkkailujen raportit. Raporttien etsinnässä käytettiin tietoja Maa- ja metsätalousministeriön ylläpitämästä Tarkkailuvelvoiteohjelmat-rekisteristä vuosilta

2000-2002, jossa on listattuna tarkkailututkimukset 1990-luvun alusta lähtien. Keräystä tehtiin yhteistyössä TE-keskusten kalatalousyksiköiden kanssa. Noin 50 % käsittelyistä tarkkailututkimusraporteista tilattiin suoraan tutkimuksia toteuttaneilta konsulttiyrityksiltä, vesiensuojeluyhdistyksiltä ja ympäristökeskuksilta. Lisäksi käytettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kirjaston arkistoa kalataloudellisista velvoitetarkkailuista. Kerätyt tarkkailututkimusraportit käytiin läpi ja tilastoiitiin kustakin tutkimuskohteesta selostetut menetelmät ja raportoidut tulostuottajat (liitteet 3 ja 4).

3.3.2 Kartoituksessa käytetyt kriteerit

Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisia pintavesien kalayhteisöissä seurattavia muuttujia ovat kalaston koostumus, runsaussuhteet ja ikärakenne. Kalataloudellisissa velvoitetarkkailuissa yleisesti käytettävät sähkö- ja verkkokoekalastusten näytteenotto- ja tutkimusmenetelmät asianmukaisesti suoritettuna vastaavat vesipolitiikan puitedirektiivin vaatimuksia kalayhteisötutkimuksilta. Kalastoseurannoista ja kalataloudellisille velvoitetarkkailuille säädetyistä menetelmistä on annettu erilaisia ohjeistoja (Hildén ym. 1985, Vuoristo 1992), uusimpana opas Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät (Böhling ja Rahikainen 1999). Sähkökoekalastuksissa käytettävistä menetelmistä on lähes valmis yleiseurooppalainen standardi (CEN 2002). Koeverkkokalastuksen CEN-standardointi on aloitettu (CEN TC 230 Water analyses/ WG2 Biological and Ecological Assessment/ TG4 Fish Monitoring) ja se perustuu NORDIC-yleiskatsausverkoilla tapahtuvaan satunnaistettuun pyyntiin. Pohjoismaisen ympäristöseurannan menetelmistä mukaan luettuna kalaseurannat on laadittu myös yhteispohjoismaisen ohjeisto (Skriver 2001). Seuraavassa esitetyt menetelmät perustuvat edellä mainittuihin suosituksiin.

3.3.2.1 Sähkökoekalastukset

Sähkökalastus on yleisin virtavesissä käytetty näytteenottomenetelmä. Sähkökalastus on tehokas, mutta eri lajeja eri tavalla valikoiva menetelmä, jota voidaan käyttää kalayhteisöjen rakenteen tutkimiseen, kalakantojen biomassan ja tiheyden arviointiin sekä kalanäytteiden keräämiseen. Koealojen valinta on oleellinen tuloksiin vaikuttava tekijä, jota tässä tutkimuksessa ei pyritty arvioimaan.

Suomessa käytössä olevat menetelmät ja laitteet soveltuvat puroihin ja pienehköihin jokiin. Tavallisesti käytetään kahta tai kolmea poistopyyntiä (Saura 1999, Malmquist 2001, taulukko 1). Pyyntiajaksi on suositeltu elokuuta (Malmquist ym 2001), mutta suomessa myös syyskuu on katsottu sähkökoekalastukselle sopivaksi ajankohdaksi. Sulkuverkkojen käyttöä ei suositella, sillä näytealat tulisi valita siten, että luonnolliset esteet rajoittavat näytealaa sekä ylä- että alavirrassa (Malmquist 2001). Koealan ympäristömuuttujista tulee raportoida ainakin veden virtausnopeus tai veden korkeus. Saaliskalojen lukumäärä tulee laskea lajeittain ja kalat tulee mitata ja punnita yksilöllisesti. Hyvin runsaassa saaliissa näytekalat voidaan ottaa suhteessa saaliin kokojakaumaan (väh. 100 yksilöä/ laji). Koealan pinta-alaan ja pyyntikertojen summasaaliiseen perustuvaa tiheysarviota tarkempi tiheysarvio saadaan peräkkäisten poistopyyntien menetelmällä (Saura 1999), joka edellyttää vähintään kahta kalastuskertaa. Populaatiokoon ja pyydystettävyyden estimaateille voidaan laskea keskiarvon keskivirheet, joiden avulla tiheysestimaattien luotettavuutta voidaan tarkastella (Saura 1999).

Taulukko 1. Sähkökoekalastuksen päämenetelmille ja tulosmuuttujien raportoinnille määritellyt suositukset (Saura 1999, Malmquist 2001).

Joet	
Näytteenotto	Suositus
Pyyntikerrat näytealalla	Vähintään kaksi
Pyyntiaika	Elokuu-syyskuu
Sulkuverkot	Ei suositella mikäli näyteala rajoittuu luonnollisiin esteisiin
Olosuhteet	Virtaaman tai vedenkorkeuden mittaus
Tulosmuuttujien raportointi	
Yksikkösaalis	Lajikohtainen yksilömäärä ja biomassa pinta-alayksikköä kohti (100 m ²)
Pituusjakauma	Kaikki lajit
Yksilöpituudet	Kaikki lajit, kaikki yksilöt (tai otos)
Yksilöpainot	Kaikki lajit, kaikki yksilöt (tai otos)
Populaatioestimaatti/pyydystettävyys	Riippuen tutkimuksen tavoitteista

3.3.2.2 Verkkokoekalastukset

Verkkokoekalastusta voidaan käyttää kalakannan koon, kalayhteisön rakenteen, lajien runsaussuhteiden ja populaatorakenteen muutosten arvioinnissa. Verkkokalastusta on arvosteltu suuritöiseksi, kalliiksi ja epätarkaksi menetelmäksi. Kuitenkin 1990-luvulla menetelmää on kehitetty pyydys- ja otantateknisesti niin, että menetelmän tarkkuus ja täsmällisyys on parantunut.

Suomessa on käytetty 1990-luvulle asti epävirallisena standardina ns. Vekary:n verkkosarjaa. Kehittyneempi menetelmä on syvyysvyöhykkeittäin ositettuun satunnaisotantaan perustuva näytteenotto Nordic-yleiskatsausverkoilla (Kurkilahti ja Rask 1999). Menetelmä on käytössä kalayhteisötutkimusten standardikoekalastuksissa Ruotsissa (Appelberg 2000) ja jossain määrin myös muissa pohjoismaissa. Malmquist ym. (2001, taulukko 2) ovat esittäneet menetelmää Pohjoismaiseksi standardiksi. Pyyntipaikat tulisi valita satunnaisotannalla, jossa huomioidaan myös järven syvyysvyöhykkeet (Kurkilahti ja Rask 1999). Pyynti tulisi suorittaa kesäkerrostuneisuuden aikana heinä-elokuussa, jolloin olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita (Kurkilahti ja Rask 1999). Pyyntiponnistuksen mitoittamisessa on käytetty suositusta, jonka mukaan koeverkkovuorokausien kokonaismäärä on vähintään 0,1 hehtaarille aina 300 ha:iin asti, kuitenkin niin, että pienessä järvessä käytetään vähintään kymmentä verkkoa (Appelberg & Berquist 1994). Pinta-alaltaan yli 300 ha:n järvissä pyyntiponnistus tulee mitoittaa mahdollisesti esiintyvä osa-aluejako huomioiden ja osa-aluejako tulee esittää täsmällisesti myös raportissa.

Saaliista mitataan yksikkösaalis lajeittain yksilömäärän ja painon osalta. Runsaimmista lajeista tulisi selvittää pituusjakauma, jolloin kaikki yksilöt mitataan 1 cm:n tarkkuudella. Iänmääritys tehdään tutkittavalle lajille satunnaisotoksella pituusluokittain tai hyvin runsaassa saalissa näytekalat voidaan ottaa suhteessa saaliin kokojakaumaan (väh. 100 yksilöä/ laji).

Taulukko 2. Koeverkkokalastuksen päämenetelmille ja tulosmuuttujien raportoinnille määritellyt suositukset (Kurkilahti ja Rask 1999, Malmquist 2001).

Järvet	
Näytteenotto	Suositus
Verkko	Nordic-yleiskatsausverkko, konepauloitettu, korkeus 1.5 m
Verkkojen asettelu	Satunnaistettu syvyyssvyöhykkeittäin
Vertikaalinen pyynti	Riippuen järven maksimisyvyydestä pinta- ja välivesipyynti (Nordic-yleiskatsausverkko)
Pyyntiöitä	Vähintään kaksi
Pyyntiaika	Heinäkuu-elokuu
Pyyntiponnistus	Koeverkkovuorokausia vähintään 0,1/ha (300 ha:iin asti)
Tulosmuuttujien raportointi	
Yksikkösaalis	Kaikki kalastuskerrat, lajikohtaisesti biomassana (g/verkkoyö) sekä kappaleina (lkm/verkkoyö)
Pituusjakauma	Kaikki kalastuskerrat, tärkeimmät lajit, 1 cm:n tarkkuudella, kaikki yksilöt mitataan
Iänmääritys	Joka vuosi, vähintään kerran tutkimuksen aikana, satunnaisotos pituusluokittain, vähintään 100 yksilöä/laji

3.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.4.1 Kalayhteisöjä käsittelevät tarkkailuraportit

Vuosina 1990-2001 tehtyjen kalataloudellisten velvoitetarkkailujen raportteja saatiin kerätyksi yhteensä 404 kappaletta (taulukko 3). Raportteja saatiin eniten Kainuun, Pohjanmaan ja Hämeen alueilta ja vähiten Kaakkois-Suomesta, Pohjois-Karjalasta ja Etelä-Savosta (taulukko 3). Saman tarkkailukohteen eri vuosina toteutetut ja raportoidut tutkimukset on seuraavissa tarkasteluissa luettu erillisiksi tarkkailututkimuksiksi (ks. liitteet 3 ja 4). Erillisiä tarkkailuohjelmia aineistossa oli 207 ja ne kattoivat 31 % 1990-luvun sisävesissä voimassa olleista kalataloudellisista velvoitetarkkailuhankkeista (taulukko 3). Suhteellisen alhaista kattavuusprosenttia selittää raporttien vaikea saatavuus (ks. luku 3.4.4) sekä se, että suuri osa kalataloustarkkailuista on tehty muilla menetelmillä kuin tässä tarkasteltavilla sähkö- tai verkkokoekalastuksilla (esim. saalistiedusteluilla).

Taulukko 3. Kalataloudellisten tarkkailujen lukumäärät vuosina 1990-2001 sekä kartoituksen materiaalina käytettyjen tarkkailuohjelmien ja tarkkailututkimusraporttien lukumäärät TE-keskuksittain. Tutkimusraporttien lukumäärää kuvaavissa luvuissa saman tarkkailuohjelman eri vuosina tehdyt tutkimukset on eritelty.

4)TE-keskus	1)Tarkkailut merialueella	1)Tarkkailut sisävesillä	3)Tarkkailut yhteensä	2)Kartoituksen tarkkailut	Tutkimusraporttien lukumäärä		
					Järvet	Joet	Yht.
Etelä-Savo	-	19	19	5	6	2	8
Häme	-	89	89	28	50	12	62
Kaakkois-Suomi	16	16	31	3	1	2	3
Kainuu	34	231	261	70	9	69	78
Keski-Suomi	-	25	25	9	17	25	42
Lappi	2	38	40	8	5	26	31
Pohjanmaa	88	120	208	39	15	43	58
Pohjois-Karjala	-	23	23	2	4	0	4
Pohjois-Savo	-	37	37	19	44	10	54
Uusimaa	29	31	60	11	19	35	54
Varsinais-Suomi	147	48	195	13	4	6	10
Yhteensä	316	677	988	207	174	230	404

1) Kaikki tarkkailut laskettu erillisiksi (esim. yhteistarkkailut on purettu kuormittajien kesken omiksi tarkkailuiksi ja vanhat ja uudet luvat on eritelty)

2) Kartoituksen tarkkailujen lukumäärä on joidenkin TE-keskusten osalta todellista pienempi, sillä kaikkia tarkkailuja ei löytynyt TE-keskusten Tarkkailuvelvoiteohjelmat-rekisteristä

3) Sisävesi- ja meritarkkailut eivät välttämättä summaudu. Sama sama tarkkailu voi sisältää molemmat kohteet.

4) TE-keskusten Tarkkailuvelvoiteohjelmat-rekisteri on vuosilta 2001 ja 2002; Pohjanmaan osalta vuodelta 2000

3.4.2 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastuksiin perustuvia tarkkailututkimusraportteja oli kartoituksessa yhteensä 230. Sähkökoekalastusta on käytetty menetelmänä jätevesien johtamisen ja vesistön järjestelyjen ja perkausten vaikutusten arvioimiseksi virtavesissä. Valtaosa sähkökoekalastuksista oli koskiosuuksien kalastuksia, joissa laitteena oli käytetty pulssitettua tasavirtaa tuottavia generaattori- tai akkulaitteita. Pääosa (n. 80 %) tutkimuksista oli tehty ilman koealojen aitaamista.

Menetelmäsuosituksista parhaiten oli toteutunut pyyntikertojen määrä ja pyyntiajan kohta (taulukko 4). Veden virtaus tai korkeustiedot puuttuivat yli puolesta raporteista. Näytteenoton lajikohtaisen kokonaissaaliin yksilömäärät oli raportoitu vain 59.6 %:ssa (137 raporttia) ja biomassassa 43.9 %:ssa (101 raporttia) tarkkailututkimusraporteista. Lajikohtaisen yksilömäärän ja biomassan tiheys (tiheys/100 m²) puuttuivat vajaasta puolesta tutkimuksista (taulukko 4). Lajikohtainen lukumäärätiheys oli kuitenkin laskettavissa raportoitujen pinta-alatietojen perusteella 54:ssä tutkimuksessa. Pituusjakaumatiedot, yksilöpituudet ja -painot oli heikosti raportoitu (taulukko 4). Iänmäärittystä oli tehty aniharvassa tarkkailututkimuksessa koskien usein vain yhtä lajia (esim. taimen). Populaatiokokoa ja pyydystettävyyttä oli arvioitu 33 %:ssa tutkimuksista.

Taulukko 4. Sähkökoekalastuksista laadittujen menetelmä- ja raportointisuositusten toteutuminen 230:ssä tarkkailututkimuksessa vuosilta 1990-2001.

Suositus	Toteutunut	
	n	%
Menetelmät		
Vähintään kaksi pyyntikertaa näytealalla	164	71.3
Pyyntiaika elo-syyskuu	166	72.2
Virtaaman tai vedenkorkeuden mittaus	93	40.4
Tulosmuuttujien raportointi		
Lajikohtainen yksilömäärä pinta-alayksikköä kohti (100 m ²)	147	63.9
Lajikohtainen biomassassa pinta-alayksikköä kohti (100 m ²)	125	54.3
Pituusjakauma, lohikalat	120	52.2
Pituusjakauma, muut lajit	31	13.5
Yksilöpituudet, lohikalat	60	26.1
Yksilöpituudet, muut lajit	22	9.6
Yksilöpainot, lohikalat	56	24.3
Yksilöpainot, muut lajit	9	3.9
Populaatioestimaatti/pyydystettävyyys	76	33.0

Lähes kolmannes tarkastelluista sähkökoekalastuksista oli suoritettu kertapyyntinä, jonka avulla oli arvioitu lajistosuhdetta ja sen muutoksia eri vuosina. Periaatteessa kertapyyntin avulla saadaan indeksinomaista tietoa koealojen lajisuhteista, jos sähkökalastus on suoritettu joka vuosi käyttäen koealan samaa reittiä ja pyyntiin on käytetty yhtä paljon aikaa. Suositeltua pyyntiajankohtaa oli noudatettu varsin hyvin, mutta lähes kolmanneksessa raporteista sitä ei oltu lainkaan mainittu.

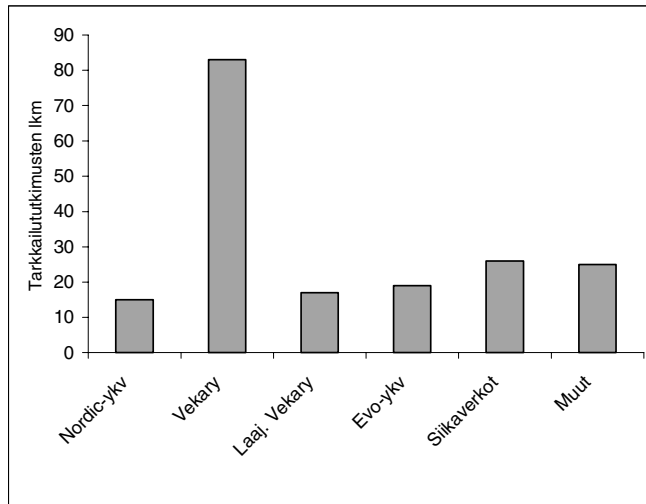
Lukuisissa tarkkailututkimusraporteissa tärkeimmät tulosuuttajat eli lajikohtainen kokonaissaalis tai lajikohtainen tiheysarvio oli puutteellisesti mitattu tai raportoitu, kuitenkin niin, että jokin näistä perustuloksista esiintyi raportissa. Tiheysarvion raportointi yhdenmukaisena koealan pinta-alaan (useimmiten aari l. 100 m²) suhteutettuna lukuna on suositeltavaa koealojen ja eri tutkimuskohteiden vertailun mahdollistamiseksi. Pituusjakaumien raportointi ja yksilökohtaiset mittaukset keskittyivät monissa tarkkailututkimuksessa lohikaloihin. Tämä on perusteltua silloin, kun seurataan lohikalastaistutusten tuloksellisuutta, mutta ympäristöseurannassa tulisi noudattaa suosituksia, joiden mukaan myös muut saalislajit mitataan ja punnitaan yksilöllisesti.

3.4.3 Verkkokoekalastukset

Tarkkailututkimuksia, joissa näytteenottomenetelmänä oli käytetty verkkokoekalastuksia oli kartoituksessa yhteensä 174. Verkkokoekalastuksissa oli käytetty pääasiassa viittä verkkotyyppeä (kuva 1):

- 1) Vekary-verkkosarja (1,8*30 m, solmuvälit 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 ja 75 mm)
- 2) Laajennettu Vekary(1,8*30 m, solmuvälit 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 75, ja 90 mm)
- 3) Evo-yleiskatsausverkko (1,8*48 m, solmuvälit 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45 ja 60 mm, jokaista silmäkokoja 6 m:n osuus)
- 4) Siikaverkkosarja (3 m*30 m, solmuvälit 25-45 mm)
- 5) Nordic -yleiskatsausverkko (1.5*30 m, silmäkoot 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 ja 55 mm satunnaisessa järjestyksessä 2.5 m:n paneeleissa)

Muut verkot käsittivät mm. muikkuverkkosarjan (13-19 mm), erilaisia verkkosarjoja joissa solmuvälit vaihtelivat 10-60 mm välillä sekä erillisiä 45 mm:n ja 75 mm:n verkkoja. Siikaverkkoja oli käytetty pääasiassa muun verkkosarjapyyntin lisäksi. Vekary-verkkosarjassa ja laajennetussa Vekaryssa oli yleisesti käytetty menetelmää, jossa kolmen pienimmän solmuvälin verkoissa vain puolet verkkoliinasta oli käytössä.



Kuva 1. Kartoituksen velvoitetarkkailututkimuksissa (1990-2001) käytetyt verkkotyypit. Samassa tarkkailututkimuksessa on voitu käyttää useampaa verkkotyyppiä.

Menetelmäsuosituksista parhaiten oli toteutunut pyyntiaika ja pyyntiöiden lukumäärä (taulukko 5). Kuitenkin lähes puolessa tarkkailututkimuksista oli pyydetty vain yhtenä yönä. Pyyntiaika vaihteli toukokuusta lokakuuhun. Verkot oli yleisesti laskettu rantaviivan suuntaisesti ilman satunnaistamista. Syyvyysositus oli tehty 14 %:ssa tarkkailututkimuksista, samoin kuin vertikaalinen pyynti. Nordic-verkkoja oli otettu käyttöön 1990-luvun loppupuolella tehdyissä 15 tarkkailututkimuksessa. Järven pinta-alaan suhteutettu pyyntiponnistus alittui lähes 70 %:ssa tutkimuksista. Tulosuutuujiista lajikohtainen yksikkösaalis oli raportoitu kaikissa tarkkailututkimusraporteissa. Lajikohtaisia tai tärkeimmille lajeille määritettyjä pituusjakaumia oli raportoitu vain n. viidenneksessä tarkkailututkimuksista. Yli puolessa tutkimuksista ei oltu tehty iänmääritystä yhdestäkään lajista.

Taulukko 5. Koverkkokalastuksista laadittujen menetelmä- ja raportointisuositusten toteutuminen 174:ssä tarkkailututkimuksissa vuosilta 1990-2001.

Suositus	Toteutunut	
	n	%
Menetelmät		
Verkkotyyppi Nordic	15	8.6
Verkkojen asettelu, satunnaistettu syvyysvyöhykkeittäin	25	14.4
Vertikaalinen pyynti	25	14.4
Pyyntiöitä ≥ 2	95	54.6
Pyyntiaika, heinä-elokuu	121	69.5
Koverkkovuorokausia vähintään 0,1/ha (300 ha:iin asti)	56	32.2
Tulosmuuttujien raportointi		
Yksikkösaalis, lajeittain (kpl, g)	174	100
Pituusjakauma, lajeittain	38	21.8
länmääritys	76	43.7

Velvoitetarkkailuissa pyritään vertailemaan eri tutkimuskertoja toisiinsa. Tarkasteluissa raporteissa saman tarkkailuohjelman koekalastusten pyyntipaikat, -ajat ja –ponnistukset saattoivat vaihdella eri vuosina. Kalojen yksilömääriä, lajien pituusjakamia tai eri lajien keskinäisiä määräsuhteita tarkasteltaessa verkkokalastussaaliista tulee voida laskea tilastollisia tunnuslukuja, joita voidaan käyttää päättelyn pohjana. Vähäisellä pyyntiponnistuksella ja pyyntipaikkojen ja aikojen vaihdellessa koekalastus ei vastaa tarkoitustaan, sillä tulosten vaihtelu yksittäisten koekalastuskertojen voi tulla liian suureksi. Suuresta kalalukumäärien hajonnasta, verkkojen valikoivuudesta ja sekä verkon passiivisesta pyyntitavasta johtuen kalastuskertojen määrää tulisi kasvattaa yleisesti käytetyistä yhdestä tai kahdesta verkkosarjapyyntistä tarkkailualueella per vuosi.

Nordic-verkkoja ei ole otettu käyttöön 1990-luvun tarkkailututkimuksissa siinä määrin kuin koverkkokalastuksia käsitelleiden tutkimusten ja yhteispohjoismaisen käytännön perusteella on suositeltu (vrt. Kurkilahti ja Rask 1994, 1996, 1999, Kurkilahti ja Ruuhijärvi 1996, Rask ym. 1997, Kurkilahti ym. 1998, Skriver 2001). Verkkosarjoilla ja yleiskatsausverkoilla suoritettujen kokeiden perusteella yleiskatsausverkolla on mahdollista saada tarkempaa tietoa kalakannan koosta ja koostumuksesta kuin Vekaryn verkkosarjalla. Nordic-yleiskatsausverkkoa käytettäessä yksi yleiskatsausverkko toimii pienoisverkkosarjana, jolloin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista kasvattaa otoskokoa ja näin pienentää hajontalukuja helpommin kuin lisäämällä kokonaisten verkkosarjojen määrää. Myös Nordic-verkon valikoivuus on merkittävästi pienempi kuin verkkosarjoissa Nordic-verkkojen tiheämmän solmuvälijakauman ansiosta. Nordic-verkkojen hankintahinta on korkea, mutta ne maksavat itsensä takaisin työmäärän vähenemisenä.

3.4.4 Tulosten raportointi ja raporttien saatavuus

Verkkokoekalastusten osalta raportin tulosesäsa tulee esittää selkeästi lajikohtaiset yksikkösaaliit yksilömäärinä ja painona, lajien runsaussuhteet sekä tärkeimpien lajien pituusjakaumat graafisesti. Tarkastelluissa tutkimusraporteissa lajikohtaisten pituuden ja painon keskilukujen (keskiarvo, keskiarvon keskivirhe ja otoskoko) sekä vaihteluvälin esittäminen oli yleisesti puutteellista. Sähkökoekalastuksissa tulee raportoida lajikohtaiset keskimääräiset yksilötiheydet ja biomassat sekä niiden hajonta koekoskitain. Tiheysarvio pinta-alayksikköä kohti oli lukuisissa tutkimuksissa jätetty raportoimatta vaikkakin koealojen pinta-alatietojen ja annettujen saalistietojen mukaan ne olisivat olleet laskettavissa (liite 4).

Tarkkailuohjelmien seurantatutkimuksissa ollaan kiinnostuneita kalakannoissa mahdollisesti tapahtuneista muutoksista. Vuosien ja alueiden välisissä vertailuissa biomassaja tiheysarviot ovat ensisijaisia tulomuuttujia, joiden avulla mahdollisia eroja pyritään tutkimaan. Mitattujen muuttujien biologisen merkitsevyyden tarkastelussa voidaan käyttää tilastollista testausta, mikä useimmiten on välttämätöntä mahdollisten erojen ja muutoksen suuntien havaitsemiseksi. Tässä työssä läpikäytyjen tarkkailuraporttien tulosten tarkastelussa ja tulkinnassa tehtyjä havaintoja ei yleisesti oltu vertailtu tilastollisten testien avulla tarkkailukohteesta saatuihin aikaisempiin havaintoihin tai vertailualueen tuloksiin ja tulosten biologisen merkitsevyyden arviointi oli yleisesti puutteellista. Tulosten epävarmaan tulkintaan vaikutti tutkimuksen tekijöiden mukaan usein otoskoon pienuus ja saalisvaihtelun suuruus eri tutkimusvuosien välillä.

Useissa tarkkailuohjelmissa oli määritetty kalojen kasvunopeuksia, mutta yleensä iänmääritys keskittyi tiettyyn kiinnostuksen kohteena olevaan lajiin esim. kuhaan. Sähkökoekalastussaaliin osalta ikävertailu oli tehty usein ilman iänmääritystä vertaamalla eri ikäisiksi yksilöiksi arvioitujen kalojen keskipituuksia vuosittain. Yksi iänmäärityksen tärkein tieto on ikäjakauman määrittäminen populaatiosta. Tällöin saadaan luotettavaa tietoa lisääntymisen tehokkuudesta tai häiriöistä (ikäluokkien puuttuminen). Indikaattorilajeilla saaliin ikärakennetta voidaan käyttää apuna ilmaisemassa myös kalakannan tiheydestä tms. johtuvaa kääpiökasvuisuutta. Järvissä, joissa petokalojen suhteellinen osuus on pieni, joidenkin lajien edustajat voivat olla suurelta osin ikääntyneitä ja kitukasvuisia.

Tarkkailututkimusraportit on julkaistu lähes poikkeuksetta huonosti tunnetussa ja leviävässä kirjallisuudessa mm. monisteina, jotka ovat vaikeasti saatavissa. Tässä työssä kerättyjen velvoitetarkkailujen määrä jäi suhteellisen vähäiseksi käytettyyn työpanokseen nähden. Raporttien saatavuus osoittautui vaikeaksi ja TE-keskusten arkistot olivat puutteellisia alueensa velvoitetarkkailujen osalta. Yhteistyöhalu raporttien löytämiseksi oli joidenkin TE-keskusten alueiden osalta heikkoa. Lähes puolet kartoituksessa käsitellyistä tarkkailuraporteista jouduttiin tilaamaa suoraan työn suorittaneelta ulkopuoliselta taholta. Myös aiemmissa tutkimuksissa on havaittu tarkkailutulosten puutteellisen raportoinnin ja huono saatavuuden vähentäneen velvoitetarkkailutietojen hyödyntämistä ympäristön tilan seurannassa (Rahikainen 1995).

3.5 Johtopäätökset

Velvoitetarkkailututkimuksiin ohjataan merkittävät määrät resursseja saatuihin, usein melko heikkolaatuisiin tuloksiin nähden. Kalakantanäytteiden keruu monissa tarkkailuissa on ollut mittavaa, mutta tutkimusten merkitsevyys ympäristöseurannan kannalta on jäänyt kyseenalaiseksi. Tutkimukset ovat soveltuneet lähinnä selkeiden kalastossa tapahtuneiden lajikohtaisten muutosten havaitsemiseen, esim. särkikalojen dominanssin toteamiseen. Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia Rahikaisen (1995) tekemään tutkimukseen, voidaan todeta, että tarkkailujen laatutaso ei yleisesti ole noussut ja ettei tuotettu tieto monessa tapauksessa riitä hankkeen vaikutusten arviointiin. Tarkkailun

laajuus sekä ajallisesti, alueellisesti että tutkimusaiheiden ja -menetelmien suhteen on usein riittämätön tiedon tarpeeseen nähden. Tarkkailulla saatu käsitys on useimmiten karkea ja epätäydellinen, mutta kuitenkin parhaaseen käytettävissä olevaan tietoon perustuva arvio. Pienellä resurssillisellä voitaisiin tarkkailuissa kuitenkin saavuttaa merkittäviä parannuksia sekä näytteenoton, että raportoinnin osalta.

Vesipolitiikan puitedirektiivi on täytäntöönpanovaiheessa ja kalaston osalta käytettävät menetelmät ja ekologisen tilan luokitteluperusteet ovat vasta muotoutumassa. Tämän johdosta ei voida vielä varmuudella arvioida, miten tämänhetkisten kalataloudellisten velvoitetarkkailujen menetelmät ja sisältö vastaavat tulevia vesipolitiikan puitedirektiivin kalayhteisöseurantoja. Mikäli vesipolitiikan puitedirektiivissä tullaan käyttämään tunnettujen kalayhteisöindeksien (Karr 1981, Appelberg ym. 2000) kaltaisia menetelmiä, tulisi velvoitetarkkailututkimusten menetelmiä ja raportointia kehittää uusia vaatimuksia vastaaviksi. Myös iänmäärittämisen merkitys saattaa kasvaa, sillä ikärakenne on yksi vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisista kalastossa seurattavista muutujista. Jos vesipolitiikan puitedirektiivin kalayhteisöperusteisessa luokittelussa kuitenkin pitäydytään tiettyjen lajien runsaussuhteissa, indikaattorilajeissa ja karkeahkossa ikärakenteessa (esim. nuoria kaloja saaliissa), nykyisten kaltaisilla velvoitetarkkailuilla saavutetun kalastotiedon tarkkuus voi olla riittävä mikäli menetelmien suhteen noudatetaan uusimpia suosituksia (ks. Böhling & Rahikainen 1999) yhdenmukaisesti ja huolehditaan raportoinnin laadusta.

Vesipolitiikan puitedirektiivi lisää biologisten tekijöiden merkitsevyyttä vesiensuojelussa. Muutokset veden laadussa vaikuttavat kaloihin solu-, kudus-, yksilö-, populaatio ja yhteisötasolla. Biologinen seuranta ei kuitenkaan korvaa fysikaalis-kemiallista tarkkailua, mutta biologisten laatutekijöiden avulla on mahdollista määrittää fysikaalis-kemiallisten muutosten vaikutus vesistön ekologiseen tilaan. Velvoitetarkkailutyöryhmä (1992) on todennut, että velvoitetarkkailun eri aihepiirien tulee muodostaa kokonaisuus, jossa eri osien tuottamat tiedot yhdessä luovat perustan pyrittäessä vesiensuojelua edistävien johtopäätösten tekoon. Tämä vastaa hyvin myös vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitetta.

Vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on valtakunnallisesti yhtenäinen seuranta-järjestelmä, jonka yhtenä osana ovat yhdenmukaiset kalaseurannat. Velvoitetarkkailuiden tuottama perustieto eri vesistöjen kalayhteisöistä on hajallaan lukuisilla työn suorittajilla ja vaikea saada käyttöön. Tämän työn yhtenä suosituksena on perustaa Suomeen yhtenäinen rekisteri kaikkien suoritettavien verkko- ja sähkökoekalastusten saattamiseksi yhdenmukaiseen tietopankkiin. Ruotsissa vastaava on pantu alulle 1990-luvulla, mistä lähtien siellä on kerätty kaikkien maassa tehtävien verkko- ja sähkökoekalastusten tuottama kalastotieto yhtenäisiin valtakunnallisiin rekistereihin. Näistä sähkökoekalastusten osalta vastaa Fiskeriverketin Örebron yksikkö (Swedish Electro-fishing Register, SERS) ja verkkokoekalastusten osalta Drottningholmin yksikkö.

3.6 Kirjallisuus

Appelberg, M. & Berquist, B. 1994. Undersökningstyper för provfiske i sötvatten. PM 5:1994, Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium, FiskMonitoring Gruppen, 17893 Drottningholm.

Appelberg, M. 2000. Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. Fiskeriverket Information 2000:1, 27 s.

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.

- 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.
- Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.). 1999. Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 303 s.
- CEN/TC 230/WG 2/TG 4 N 27. 2002. Water analysis – Sampling of fish with electricity. Final draft for formal vote. 2002-03-06.
- Hildén, M., Lehtonen, H., Ikonen, E. & Salojärvi, K. 1985. Tutkimusmenetelmät kalataloudellisissa velvoitetarkkailuissa. RKTL, kalatutkimusosasto, monistettuja julkaisuja no 33.
- Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6, s. 21-27.
- Kurkilahti, M. & Rask, M. 1994. Koeverkkokalastus – näytekaloja vai kalakanta-arvioita? Suomen Kalastuslehti 101(3): 18-20.
- Kurkilahti, M. & Ruuhijärvi, J. 1996. Ryhtiä koekalastukseen oikealla suunnittelulla. Vesitalous 2: 22-25.
- 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.
- Rahikainen, M. 1995. Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen ongelmia ja kehittämisevaihtoehtoja Uudenmaan läänissä. Maa- ja metsätalousministeriö, Kala- ja riistahallinnon julkaisuja Nro 13 /1995. 68 s.
- Saura, A. 1999. Sähkökalastus. Teoksessa: Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.). Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät, s. 135-145. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Skriver, J. (ed.) 2001. Biological monitoring in Nordic rivers and Lakes. TemaNord 513, 109 pp.
- Vuoristo, H. (toim.). 1992. Yleisohjeet velvoitetarkkailusta. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B 12. 36 s.
- Vuoristo, H., Kauppila, P., Räike, A., Ekholm, P., Rekolainen, S., Niemi, J., Kiirikki, M. & Pitkänen, H. 2002. Vesien tila 1990-2000. Vesiensuojelun tavoiteohjelman väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 250. 64 s. ISSN 1455-0792, ISBN 952-11-1131-3

4. Kalastuksen saalistietojen soveltuminen säännöstelyjen järvien ekologisen tilan luokitteluun

Teppo Vehanen

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

4.1 Johdanto

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää jäsenvaltioiden pintavesimuodostumien tyypittelyä ja ekologista luokittelua sekä toimenpiteitä vesistöjen tilan parantamiseksi, mikäli ne eivät täytä hyvän ekologisen tilan vaatimusta. Voimaakkaasti muutettujen vesien osalta tavoitteena on vesistön hyvä ekologinen potentiaali (Anon. 2000). ”Säännöstelyjen järvien tyypittelyn ja luokittelun perusteet” -tutkimus muodostaa osan vesipolitiikan puitedirektiivin soveltamiseen tähtäävistä tutkimuksista. Tutkimuksessa pyritään kehittämään analyysityökaluja säännöstelyn kalayhteisöihin kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Tämän työ tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät (vedenlaatu, hydrologis-morfologiset ominaispiirteet, vedenpinnan vaihtelu ym.) selittävät parhaiten eri järvien kalaston määrässä ja koostumuksessa esiintyviä eroja. Tutkimusjärvistä on koottu 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.

4.2 Aineisto

4.2.1 Kalastustiedustelut

Vuonna 2000 poimittiin säännöstelytutkimuksen järvistä (noin 100 järveä) ne järvet, joista on tehty postitse kalastustiedustelu. Aineistoon otettiin mukaan tuorein järvellä tehty kalastustiedustelu. Vuotta 1989 vanhempia tiedusteluja ei otettu mukaan. Aineisto käsittää yhteensä 48 järveä, joista pääosassa (34 kpl) veden pinnan vaihtelua on muutettu luonnontilaisesta ja lopuissa se noudattaa luonnollista rytmiikkaa. Kalaston koostumuksen vertailussa järvien välillä käytettiin saaliin lajikoostumusta. Saalistiedustelun tuloksista tallennettiin järven kokonaissaalis ja hehtaarisaliit kalalajeittain. Lisäksi pääosassa järviä (38 kpl) kokonaissaalis on jaettu pyydyksittäin siten, että saaliin koostumusta järvien välillä voidaan vertailla pyydyskohtaisesti (verkot, vapaa-pyydykset).

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.

4.2.2 Järvien ympäristöolosuhteet

Järvien niiden ympäristöolosuhteita kuvaavat muuttujat kerättiin pääasiassa Suomen ympäristökeskuksen rekistereistä. Säännöstelyn voimakkuutta kuvaamaan käytettiin kolmea muuttujaa: (1) talvialenema (vedenpinnan maksimialenema jääpeitteisellä kaudella), (2) tulvan suuruus (jäänlähtöpäivää edeltävän kahden viikon ja jäänlähtöpäivän jälkeisen kuukauden maksimivedenkorkeus ja avovesikauden mediaani vedenkorkeuden välinen erotus) ja (3) vedenkorkeuden rytmi kesällä (jäänlähtöä seuraavan kuukauden vedenkorkeuden 75 %:n pysyvyytasosta vähennetään kasvukauden loppuosan 75 %:n pysyvyytason vedenkorkeus). Aineiston järvet jaettiin kolmeen luokkaan sen mukaan kuinka paljon vedenpinnan vaihtelu poikkeaa luonnontilaisesta: (1) luonnontilaiset järvet, (2) lievästi muutetut järvet ja (3) voimakkaasti muutetut järvet. Jakoperusteena käytettiin em. muuttujia ja Marttusen ym. (2001) niille esittämiä raja-arvoja.

Järvien vedenlaadun kuvaamiseksi kerättiin kesäkauden vesianalyysien tulokset ja geomorfologisista muuttujista analyyseissä käytettiin järvien pinta-alaa ja keskisyvyyttä.

4.2.3 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisista menetelmistä käytettiin pääkomponenttianalyysiä tiivistämään aineiston sisältämää vaihtelua ja vähentämään tarkasteltavien muuttujien määrää. Erotteluanalyysillä selvitettiin eroavatko tarkasteltavien järvien saaliskoostumukset erityyppisissä järvissä toisistaan. Kanonisella korrelaatiolla tutkittiin voidaanko saaliskoostumusta selittää ympäristömuuttujilla.

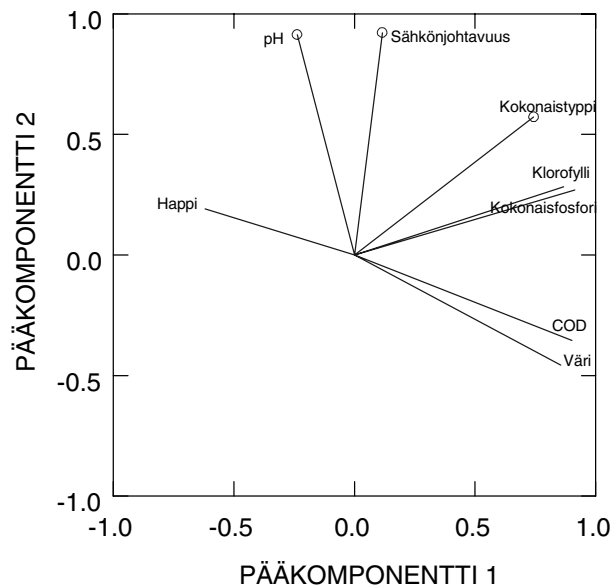
4.3 Tulokset

4.3.1 Vedenlaatu

Pääkomponenttianalyysiä käytettiin tiivistämään järvien vedenlaatumittareiden vaihtelua. Kahden ensimmäisen pääkomponentin ominaisarvo oli yli yhden ja ne selittivät yhteensä 83,4 % vedenlaadun muuttujien vaihtelusta (taulukko 1). Ensimmäinen pääkomponentti yhdisti lähinnä korkeaa ravinneisuutta ja veden väriä ilmentävät muuttujat (taulukko 1, kuva 1). Toisen komponentin vahvimmat lataukset olivat pH:lla ja sähkönjohtavuudella.

Taulukko 1. Yhteenveto pääkomponenttianalysistä 48:n suomalaisen järven vedenlaadusta.

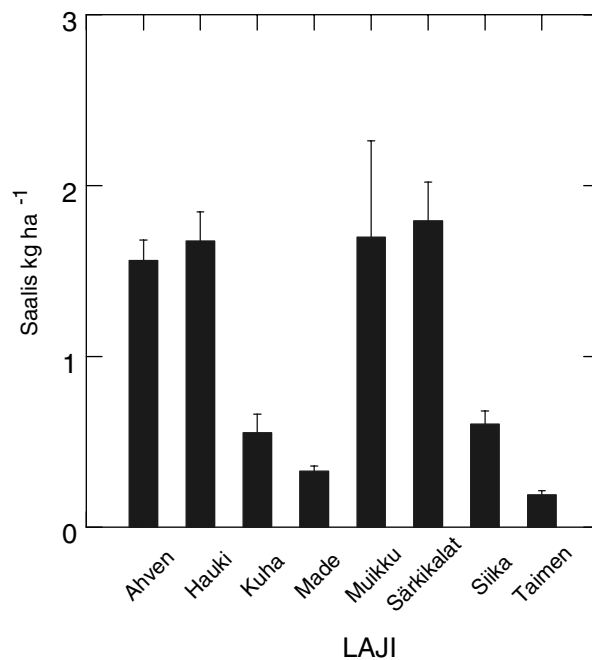
Pääkomponentti	1	2
Ominaisarvo	4,13	2,53
Selitysaste %	51,7	31,7
Muuttujakohtaiset lataukset		
pH	-0,25	0,91
Väri	0,86	-0,44
COD	0,91	-0,34
Sähkönjohtavuus	0,10	0,92
Klorofylli a	0,86	0,29
Kokonaisfosfori	0,91	0,28
Kokonaistyyppi	0,73	0,58
Happi	-0,62	0,18



Kuva 1. Vedenlaatumuuttujien lataukset kahden ensimmäisen pääkomponentin suhteen 48:n suomalaisen vedenlaatutietojen perusteella tehdyssä pääkomponenttianalysissä.

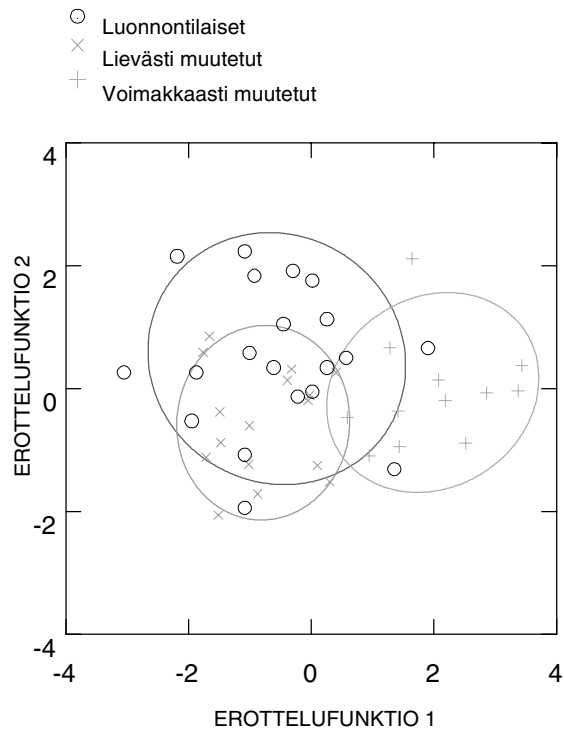
4.3.2 Kokonaissaaliiden tarkastelu

Aineistossa on 48 järveä, joiden saaliissa eri lajien osuus vaihtelee varsin runsaasti (kuva 2). Järvien keskimääräinen vuotuinen hehtaarisaaali oli 8,9 kg, vaihdellen välillä 1,6-35,5 kg ha⁻¹. Erilajien hehtaarisaaaliista tarkasteluun otettiin lajeittain ahven, hauki, kuha, made, muikku, särkikalat, siika ja taimen. Joitakin lajeja jätettiin pois kokonaissaaliita tarkasteltaessa (kuore, harjus, ”muut lajit”), koska niitä ei kaikissa tiedusteluissa oltu eritelty omaksi osiokseen. Särkikalat yhdistettiin omaksi ryhmäkseen koska osassa tiedusteluja kaikki särkikalalajit oli yhdistetty omaksi osiokseen.



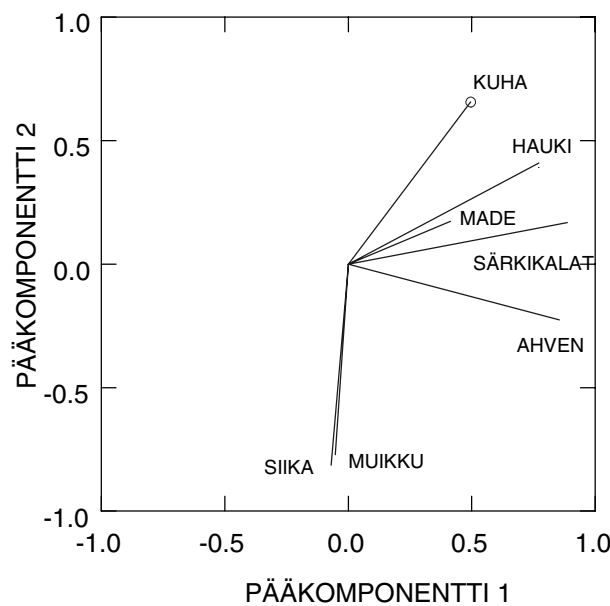
Kuva 2. Eri kalalajien hehtaarisaaaliin (keskiarvo±SE) jakautuminen 48:ssa suomalaisessa järvessä .

Erotteluanalyysillä tarkasteltiin eroaako kokonaissaaliin saaliskoostumus veden pinnanvaihtelultaan erilaisissa järvissä (luonnontilaiset 20 järveä, lievästi muutetut 16 järveä, voimakkaasti muutetut 12 järveä). Analyysi erotteli ryhmät merkitsevästi toisistaan (Wilks' lambda = 0,679, df=16, 76, p<0,001). Voimakkaasti muutetut järvet näyttivät ryhmänä eroavan lievästi muutetuista tai luonnontilaisista järvistä (kuva 3). Ryhmien välillä oli merkitseviä eroja särkisaaliissa (ANOVA, F=7,08, df=2, p=0,002) ja ahvensaaliissa (F=4,93, df=2, p=0,012), jotka olivat voimakkaasti muutettujen järvien ryhmässä pienempiä verrattuna kahteen muuhun ryhmään.



Kuva 3. Järvien sijoittuminen kahden erottelufunktion suhteen kokonaishehtaarisaaaliin koostumuksen perusteella tehdyssä erotteluanalyysissä.

Pääkomponenttianalyysillä tiivistettiin mahdollisimman suuri osa hehtaarisaaaliiden vaihtelusta pääkomponentteihin. Kaksi ensimmäistä pääkomponenttia selittivät yhteensä 64,4 % aineiston vaihtelusta (36,3 ja 28,1 %, ominaisarvot 2,5 ja 2,0). Ensimmäisen pääkomponentin voimakkaimmat positiiviset kertoimet olivat särkikala-, ahven-, ja haukisaaliilla (kuva 4). Vastaavasti toisella pääkomponentilla voimakkaimmat negatiiviset kertoimet olivat siika-, ja muikkusaaliilla sekä positiivinen lataus kuhasaaliilla.



Kuva 4. Eri muuttujien lataukset pääkomponenttianalyysissä eri lajien hehtaarisaaaliiden suhteen järvien kokonaissaaliissa.

Saaliskoostumuksen ja ympäristömuuttujien välistä korrelaatiota tutkittiin kanonisella korrelaatiolla. Analyysissä pyrittiin selvittämään voidaanko vaihtelua kalaston koostumuksessa selittää työssä käytetyillä ympäristömuuttujilla. Ympäristömuuttujista analyysissä käytettiin säännöstelyn voimakkuutta kuvaamaan järvien jaottelussa käytettyjä muuttujia: kevättulvan suuruutta, vedenkorkeuden rytmiä kesällä ja vedenkorkeuden alenemaa talvella. Järven sijaintia pohjois-etelä suunnassa ilmensi leveyspiirin koordinaatti ja kalastuksen intensiteettiä kalastajien lukumäärä järven neliökilometriä kohden. Kunkin järven geomorfologiaa kuvaamaan käytettiin pinta-alaa ja keskisyvyyttä. Vedenlaatua korrelaatioanalyysissä ilmensi järvien vedenlaatutiedoista (pH, väri, COD, klorofylli a, sähkönjohtavuus, happi, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi) pääkomponenttianalysillä muodostettujen kahden ensimmäisen pääkomponentin piste- arvot. Muuttujille tehtiin logaritimuunnos ($\log x+1$) ja ne normitettiin keskiarvoon 0 ja keskihajontaan 1.

Analyysin mukaan korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä molempien kanonisten muuttujaparien välillä (Bartlettin-testi, $\chi^2=74,0$, $df=18$, $p<0,001$ ja $\chi^2=16,1$, $df=8$, $p<0,041$). Tulosten tulkinnan mukaan saaliskoostumusta kuvaava ensimmäinen kanoninen muuttuja yhdistää positiivisilla korrelaatiokertoimilla vaihtelua molemmista saalisvaihtelua pääpainon ollessa pääkomponentilla yksi (ahven-, kuha-, ja särkikalasaaliin vaihtelu). Tätä kanonista muuttujaa selittää erittäin merkitsevästi ympäristöä kuvaava kanoninen muuttuja, johon voimakkaimmin (muuttujan sisäisten korrelaatioiden perusteella) vaikuttaa järven sijainti, kalastajien määrä ja vedenlaatu (taulukko 2). Korrelaatio järven sijainnin ja kalastajamäärän välillä on negatiivinen, koska kalastajamäärä lisääntyy selkeästi etelää kohden. Muuttuja myös yhdistää vedenlaadun vaihtelua molemmista vedenlaatua kuvaavista pääkomponenteista. Järven sijainnin, kalastajamäärän sekä vedenlaadun yhteyttä saaliskoostumukseen on hahmotettu liitteissä 5 ja 6.

Toinen hehtaarisaaalien koostumusta kuvaava kanoninen muuttuja ilmentää lähes yksinomaan saaliskoostumuksen toista pääkomponenttia (negatiivinen kerroin siika ja muikkusaaliille, positiivinen kuhasaaliille). Tätä merkitsevästi selittävä kanoninen ympäristömuuttuja yhdistää positiivisella korrelaatiokertoimella järven pinta-alan sekä negatiivisilla kertoimilla säännöstelyn voimakkuutta kuvaavan vedenkorkeuden aleneman talvella ja vedenlaatua kuvaavan ensimmäisen pääkomponentin (ravinneisuus).

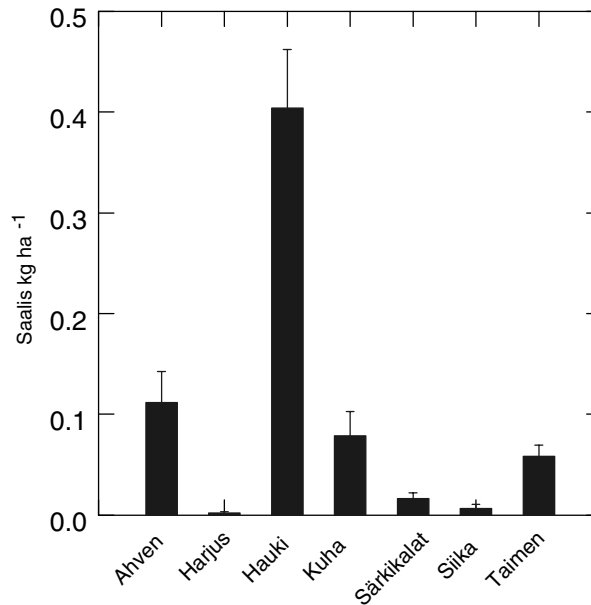
Saaliskoostumusta selittävien kanonisten ympäristömuuttujien tulkintaa vaikeuttaa muuttujien keskinäiset korrelaatiot. Järven sijainnin (leveyspiirin) ja kalastajamäärän välillä on suhteellisen voimakas korrelaatio (-0,75), jonka vuoksi on vaikea hahmottaa kumpi muuttujista, vaiko molemmat, itse asiassa vaikuttavat saaliin koostumuksen vaihteluun. Lisäksi muuttujien välisiä suhteellisen voimakkaita korrelaatioita (>0,5) on säännöstelyn voimakkuutta ilmentävien muuttujien välillä.

Taulukko 2. Yhteenveto järvien hehtaarisaaalien koostumuksen (pääkomponentit 1 ja 2) ja ympäristö-olosuhteiden välisen riippuvuuden selvittämiseksi tehdystä kanonisesta korrelaatioanalyysistä.

Kanoninen muuttuja		1	2
Kanoninen korrelaatio		0,87	0,57
Muuttujien korrelaatiot			
Kalat	Pääkomponentti 1	0,93	-0,38
	Pääkomponentti 2	0,38	0,93
Ympäristö	Kevättulvan suuruus	-0,32	-0,18
	Vedenkorkeuden rytmi kesällä	-0,40	0,34
	Vedenkorkeuden alenema talvella	0,42	-0,50
	Leveyspiiri (sijainti)	0,77	-0,12
	Kalastajien määrä km ²	-0,78	0,37
	Pinta-ala	0,31	0,51
	Keskisyvyys	0,23	-0,02
	Vedenlaatu (PC1, ravinneisuus, väri)	-0,59	-0,48
	Vedenlaatu (PC2, pH, sähkönjohtavuus)	-0,50	0,41

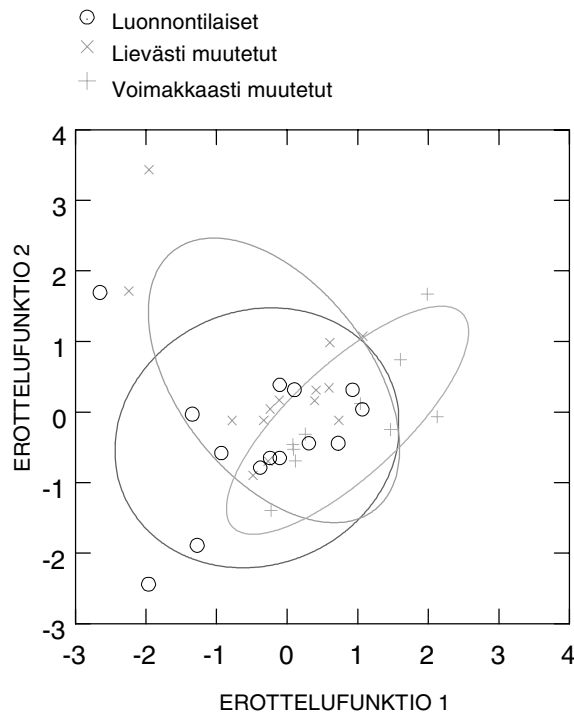
4.3.3 Vapakalastuksen saalis

Vapakalastuksen (uistin, virveli) saalis oli eritelty 38:ssa järvessä. Saaliin lajikoostumuksen vaihtelu tarkasteltiin seitsemän tärkeimmän saalislajin osalta. Suurimman osuuden hehtaarisaaalista muodosti hauki, sitten ahven ja kuha sekä taimen (kuva 5). Särkikalojen, siian ja harjuksen hehtaarisaaalit olivat pieniä.



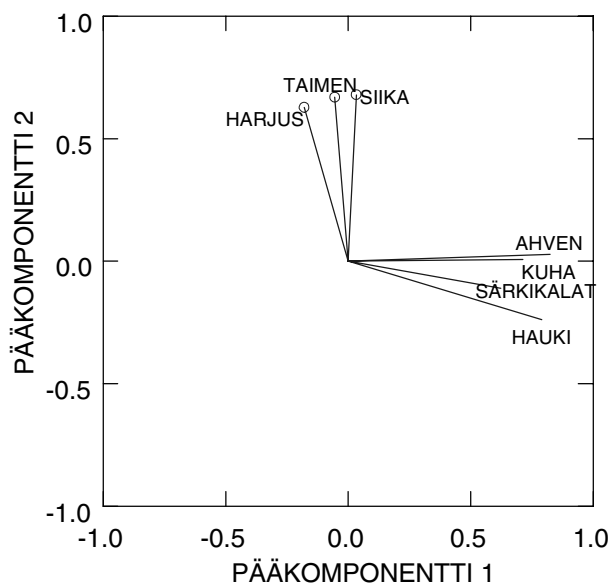
Kuva 5. Eri kalalajien saaliiden vaihtelu (keskiarvo±keskivirhe) vapakalastuksen saaliissa 38:ssa suomalaisessa järvessä.

Erotteluanalyysillä tarkasteltiin eroaako vapakalastuksen saaliskoostumus veden pinnanvaihtelultaan erilaisissa järvissä (luonnontilaiset 14 järveä, lievästi muutetut 14 järveä, voimakkaasti muutetut 10 järveä). Tulosten mukaan saaliskoostumus ei kuitenkaan eronnut tilastollisesti merkitsevästi ryhmien välillä (Wilks' lambda = 0,679, df=14, 58, p=0,578, kuva 6).



Kuva 6. Järvien sijoittuminen kahden erottelufunktion suhteen vapakalastuksen saaliin koostumuksen perusteella tehdyssä erotteluanalyysissä.

Seuraavaksi pyrittiin selvittämään mitkä tekijät selittävät saaliskoostumuksen vaihtelua järvien välillä. Pääkomponenttianalyysillä vähennettiin selittävien muuttujien määrää tiivistämällä mahdollisimman suuri osuus vapakalastuksen saaliin vaihtelusta niitä kuvaaviin pääkomponentteihin. Analyysin mukaan kahden ensimmäisen pääkomponentin ominaisarvot olivat yli yhden (2,23 ja 1,37) ja ne selittivät yhteensä 51,6 % (32,0 ja 19,6 %) aineiston kokonaisvaihtelusta. Ensimmäisen pääkomponentin voimakkaimmat lataukset olivat hauki-, ahven-, kuha- ja särkikalasaaliilla (kuva 7). Vastaavasti toinen pääkomponentti ilmensi voimakkaimmin siika-, taimen-, ja harjussaaliin vaihtelua.



Kuva 7. Eri muuttujien lataukset pääkomponenttianalyysissä eri lajien vapakalastussaaliiden suhteen.

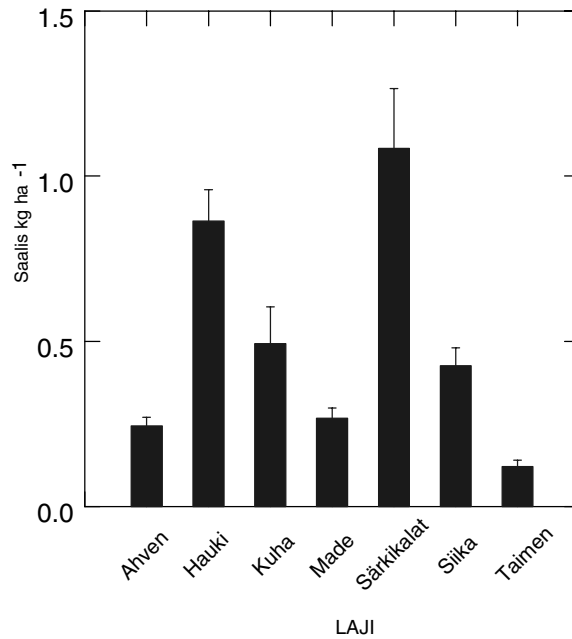
Kanonisen korrelaatioanalyysin mukaan vapakalastuksen saaliskoostumuksen ja ympäristömuuttujien välisestä korrelaatioista ainoastaan ensimmäisten kanonisten muuttujien välinen korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä (Bartlettin-testi, $\chi^2 = 47,7$, $df=18$, $p < 0,001$). Tulosten tulkinnan mukaan saaliskoostumusta kuvaava ensimmäinen kanoninen muuttuja kuvaa voimakkaimmin ahven-, kuha-, hauki- ja särkikalasaaliin kasvua (saaliskoostumuksen pääkomponentti 1) ja sillä on myös heikohko negatiivinen korrelaatio saaliskoostumuksen toisen pääkomponentin kanssa (pääkomponentti 2, taulukko 3). Tämän kanonisen muuttujan kanssa merkitsevästi korreloi ympäristöä kuvaava kanoninen muuttuja, johon voimakkaimmin (muuttujan sisäisten korrelaatioiden perusteella) vaikuttaa järven sijainti, kalastajien määrä ja vedenlaatu.

Taulukko 3. Yhteenveto vapakalastuksen saaliin koostumuksen (pääkomponentit 1 ja 2) ja järvien ympäristö-olosuhteiden välisen riippuvuuden selvittämiseksi tehdystä kanonisesta korrelaatioanalyysistä.

Kanoninen muuttuja		1	2
Kanoninen korrelaatio		0,85	0,47
Muuttujien korrelaatiot			
Kalat	Pääkomponentti 1	0,88	0,47
	Pääkomponentti 2	-0,45	0,89
Ympäristö	Kevättulvan suuruus	0,03	-0,04
	Vedenkorkeuden rytmi kesällä	0,17	-0,08
	Vedenkorkeuden alenema talvella	-0,11	0,17
	Leveyspiiri (sijainti)	-0,63	0,16
	Kalastajien määrä km ²	0,69	-0,37
	Pinta-ala	-0,52	-0,20
	Keskisyvyys	-0,33	0,07
	Vedenlaatu (PC1, ravinneisuus, väri)	0,69	0,41
Vedenlaatu (PC2, pH, sähköjohtavuus)	0,20	-0,67	

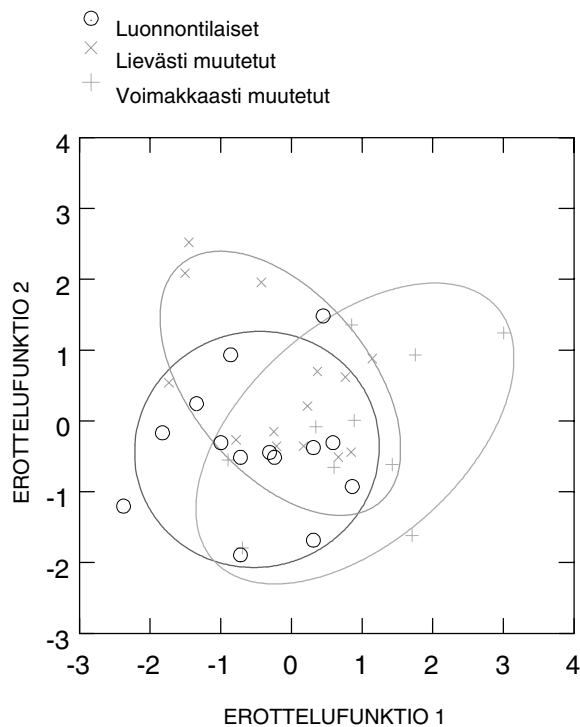
4.3.4 Harvojen verkkojen saalis

Harvojen verkkojen (>27 mm solmuväli) saalis oli eritelty 38:ssa järvessä. Saaliin lajikoostumuksen vaihtelu tarkasteltiin seitsemän tärkeimmän saalislajin osalta (kuva 8). Suurimman osuuden hehtaarisaaalista muodostivat särkikalat ja hauki sekä kuha ja siika.



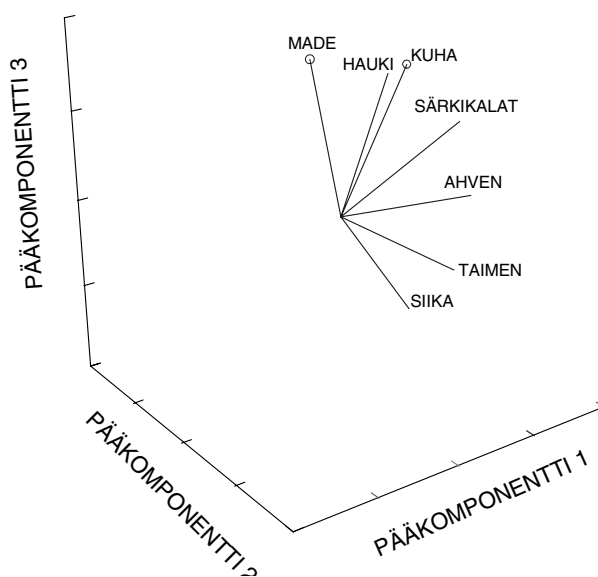
Kuva 8. Eri kalalajien saaliiden vaihtelu (keskiarvo±keskivirhe) harvojen verkkojen saaliissa 38:ssa suomalaisessa järvessä.

Erotteluanalyysillä tarkasteltiin eroaako harvojen verkkojen saaliskoostumus veden pinnanvaihtelultaan erilaisissa järvissä (luonnontilaiset 14 järveä, lievästi muutetut 14 järveä, voimakkaasti muutetut 10 järveä). Tulosten mukaan saaliskoostumus ei kuitenkaan eronnut tilastollisesti merkitsevästi ryhmien välillä (Wilks' lambda = 0,631, df=14, 58, p=0,399, kuva 9).



Kuva 9. Järvien sijoittuminen kahden erottelufunktion suhteen harvojen verkkojen saaliin koostumuksen perusteella tehdyssä erotteluanalyysissä.

Pääkomponenttianalyysillä vähennettiin selittävien saalisuuttujien määrää. Analyysin mukaan kolme ensimmäistä pääkomponenttia selittävät yhteensä 74,7 % harvojen verkkojen saalisuuttujien vaihtelusta, jakautuen suhteellisen tasaisesti kaikkien kolmen komponentin kesken (29,2, 25,2 ja 20,3 %). Ensimmäisen pääkomponentin voimakkaimmat lataukset olivat ahven-, ja särkikalasaaliilla (kuva 10). Vastaavasti toinen pääkomponentti ilmensi voimakkaimmin siika- ja taimensaaliin vaihtelua, sekä kolmas made-, kuha, ja haukisaalista.



Kuva 10. Eri muuttujien lataukset pääkomponenttianalyysissä eri lajien vapakalastussaaaliiden suhteen.

Kanonisen korrelaatioanalyysin mukaan harvojen verkkojen saalisuuttujien ja ympäristömuuttujien välisistä korrelaatioista ei yksikään ollut tilastollisesti merkitsevä, vaikka tulos selittävien ympäristömuuttujien suhteen oli samansuuntainen kuin kokonaissaaliiden hehtaarisaaaliiden ja vapakalastuksen hehtaarisaaaliiden yhteydessä (ks. taulukot 2 ja 3). Koska tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä tarkastelua harvojen verkkojen saaliiden osalta ei tässä yhteydessä jatkettu eteenpäin.

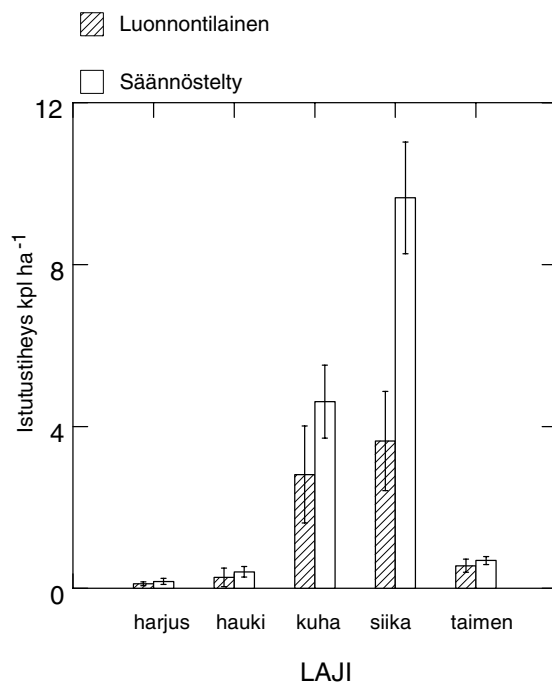
4.3.5 Istutusten vaikutus

Säännöstelyn oletettuja vaikutuksia kalakantoihin on kompensoitu istutuksin käytännössä kaikissa säännöstellyissä järvissä, mikä voi olla yksi syy miksi säännösteltyjen järvien saalisuuttujien vaihtelusta ei eronnut luonnontilaisista. Tosin Suomessa kalaistutukset ovat yleisiä myös säännöstelemättömissä järvissä. Tässä järviaineistossa eri lajien keskimääräiset istutustiheydet olivat kaikkien tarkasteltujen lajien osalta säännöstellyissä järvissä hieman korkeampia verrattuna luonnontilaisiin järviin (kuva 11). Suurin ja tilastollisesti merkitsevä ero istutuksissa oli siian osalla: siikaistutukset olivat säännöstellyissä järvissä merkitsevästi suurempia verrattuna luonnontilaisiin järviin (Mann-Whitney U-testi, $P=0,007$). Siika onkin hauen ohella tarkastelluista lajeista toinen, jonka katsotaan eniten kärsivän säännöstelystä. Hauen istutustiheydet olivat tarkastel-

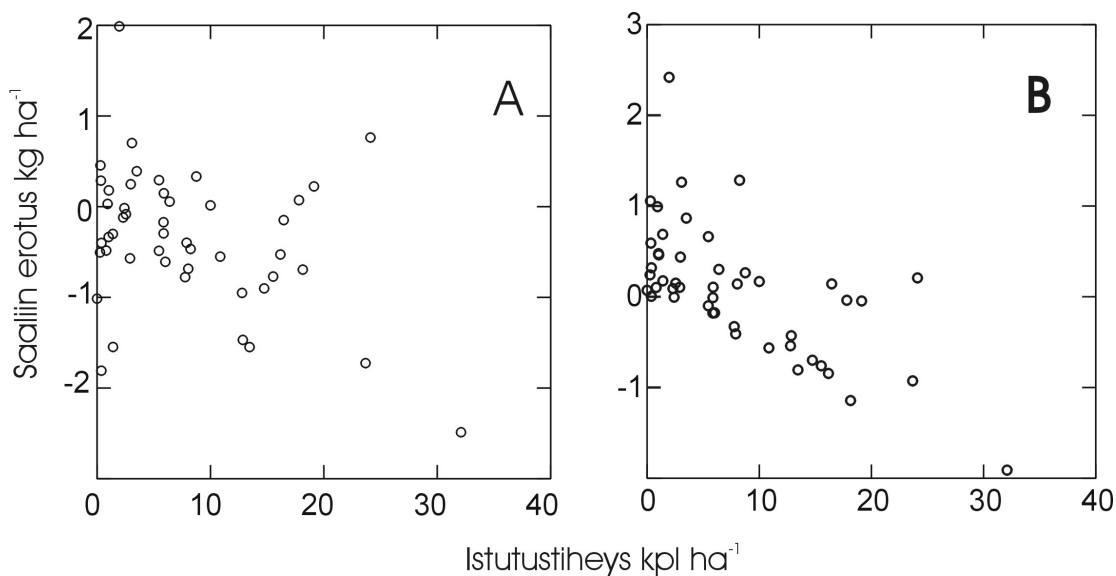
lussa aineistossa suuntaa antavasti suuremmat säännöstellyissä järvissä (Mann-Whitney U-testi, $P=0,063$). Siian ja hauen osalta istutusten osuutta pyrittiin poistamaan saaliista. Taimenen saaliit perustuvat suurelta osin istutuksiin, joten se jätettiin kokonaan tarkastelun ulkopuolelle (ks. Vehanen 1997). Muiden lajien osalta istutustiheydet eivät eronneet säännösteltyjen ja luonnontilaisten järvien välillä merkitsevästi ($p>0,10$), eikä niiden katsota olevan säännöstelylle herkkiä lajeja. Tämän vuoksi tarkastelu rajoitettiin siikaan ja haukeen.

4.3.5.1 Siikaistutukset

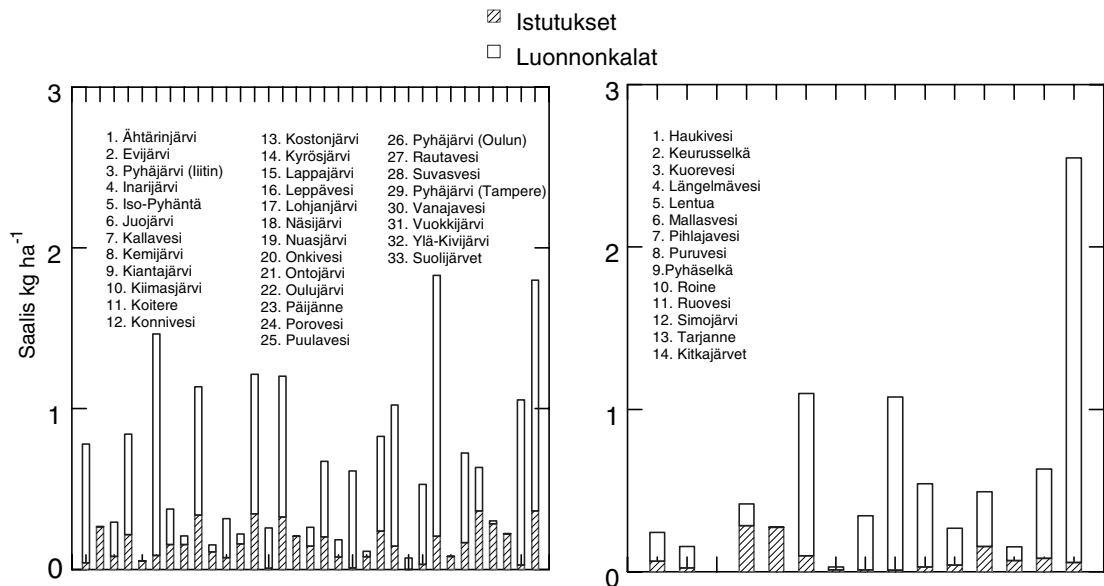
Siikaistutusten vaikutusten poistaminen saaliista on vaikeaa, koska useimmilta järviltä ei ole tietoa saaliin jakautumisesta istukkaiden ja luonnonkudusta syntyneiden rekryytien kesken. Tämän vuoksi analyysissä täytyy tukeutua vahvasti oletuksiin ja asiantuntija-arvioon. Salojärvi (1992) esittää että istutuksista saatava siikasaaalis voidaan laskea istutusmäärän ja kalastustehon avulla: $Y = -0,03 + 0,04X_1 + 1,33X_2$, missä Y = siikasaaalis kg ha^{-1} , X_1 = istutustiheys kpl ha^{-1} ja X_2 = siikaverkot kpl ha^{-1} . Salojärvi (1992) varoittaa, että malli ei ennusta istutuksista saatavaa saalista tarkasti. Julkaisussa ei myöskään yksilöidä selkeästi pyyntiponnistuksen yksikköä (käytössä olleiden verkkojen määrä, pyyntivuorokaudet verkkoa kohden vaiko verkkolupien määrä). Tässä työssä sovellettiin Salojärven esittämää kaavaa skaalaamalla harvojen verkkojen pyyntiponnistus (pyyntivuorokaudet ha^{-1}) Salojärven esittämälle välille (0-1,5 verkkoa ha^{-1}) siten, että aineiston suurin pyyntiponnistus sai arvon 1,5. Salojärven (1992) esittämä kaava ei kuitenkaan sellaisenaan toiminut tässä aineistossa, vaan yliarvioi selkeästi istutuksista saatavaa saalista: kaavalla laskettu istutuksista saatu laskennallinen siikasaaalis ylittää useimmissa järvissä saalistiedustelun siian koko hehtaarisaaaliin (kuva 12A). Salojärvi (1992) esittää keskimääräiseksi istutustulokseksi Pohjois-Suomen järviltä 66 kg tuhatta istutettua kesänvanhaa siikaa kohden ja 20 kg Etelä-Suomen pieniltä järviltä kerättyyn aineistoon perustuen. Myös keskimääräisen istutustuloksen käyttö yliarvioi istutuksista saatavaa saalista järvissä joissa istutustiheydet ovat olleet korkeita (kuva 12B). Aineiston mukaan siikaistutuksissa onkin selkeä riippuvuus istutustiheyden ja siitä saatavan saaliin välillä: saalis istutuksista istukasta kohden näyttäisi pienenevän melko lineaarisesti istutustiheyden kasvaessa (kuva 12B). Aineiston perusteella siikaistutusten saaliin arvioitiin olevan pienillä istutustiheyksillä 30 kg tuhatta istutettua kesänvanhaa kohden ja vähenevän istutustiheyden kasvaessa kaavan $Y = 30,87 - 0,617X$ mukaisesti, missä Y = siikaistutuksista saatava saalis tuhatta istukasta kohde ja X = istutustiheys hehtaaria kohden. Kaavalla laskettu istutusten osuus on oikein Oulujärvellä (istutusten osuus hieman yli 30%) ja Päijänteellä (istutusten osuus noin 15%), joissa istukkaiden osuus siikasaaaliista tunnetaan (Kuva 13). Silti yksittäisten järvien kohdalla voi olla suuriakin virheitä, eikä arviota voi pitää kuin suuntaa antavana.



Kuva 11. Harjuksen, hauen, kuhan, siian (esikesäiset ja kesänvanhat) ja taimenen (2-kesäiset ja vanhemmat) säännöstellyissä (N=33) ja säännöstelemättömissä (N=15) järvissä. Tiheydet on laskettu 3-8 vuoden keskiarvoista.



Kuva 12. Saalistiedustelun siian hehtaarisalaan ja A: Salojärven (1992) esittämällä kaavalla (siikasaalis istutuksista lasketaan istutustiheydestä ja siikaverkkujen määrästä) lasketun laskennallisen istutusten siikasaaliin erotus sekä ja B: siian hehtaarisalaan ja tasaisen siikasaaliin (saalista saadaan 66 kg tuhatta siikaistukasta kohden) välinen erotus suhteessa istutustiheyteen.



Kuva 13. Siian hehtaarisaalessa jaettuna arvioiduista istutuksista saatuun saaliiseen ja luonnonrekryteistä saatuun saaliiseen säännöstelyjärvillä (vasemmanpuoleinen kuva) ja luonnonlaisilla järvillä (oikeanpuoleinen kuva). Kuvassa Suur-Saimaa (Haukivesi, Pihlajavesi, Puruvesi ja Pihlajavesi) on luettu ns. luonnonlaisiin järviin vaikka niissä poikkeuksellisia vedenkorkeuksia tasataan lisäjuoksuksin.

4.3.5.2 Hauki-istutukset

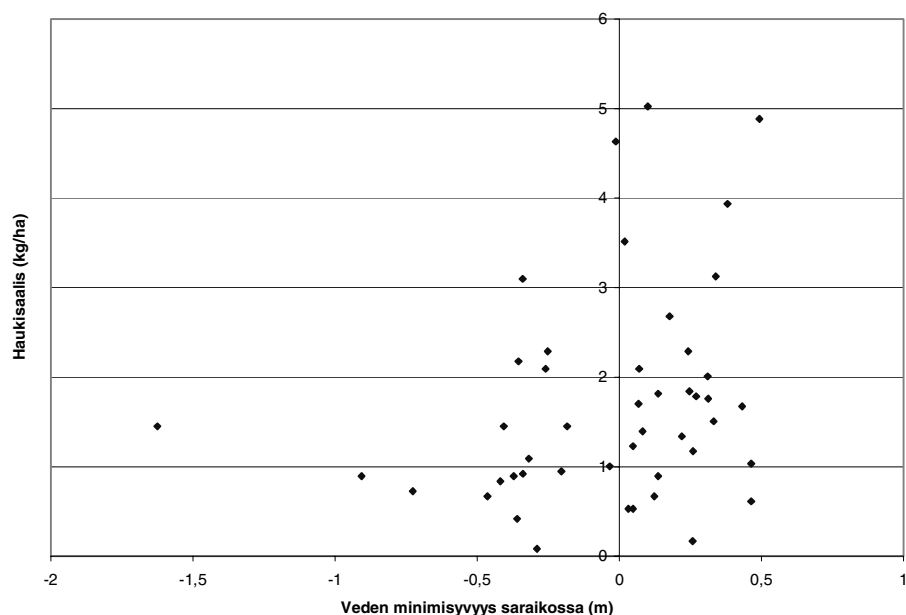
Hauki-istutusten tuloksiin vaikuttavat monet tekijät. Hauet pysytelivät ensimmäisen kesän matalissa tiheäkasvuisissa rantavesissä, jotka tarjoavat suojaa syntyneelle vuosiluokalle. Jos järven haukikanta on ”vajaa” verrattuna tarjolla oleviin resursseihin, on poikasistutuksin mahdollista lisätä haukirekryyttien määrää. Yksi tärkeimmistä istutustuloksiin vaikuttavista tekijöistä onkin vapaana olevien poikasalueiksi soveltuvien kasvillisuusrantojen määrä. Esimerkiksi vastakuoriutuneiden hauenpoikasten istutuksilla on pystytty lisäämään poikasten tiheyksiä erityisesti alueille, joissa haulle soveltuvia poikasalueita (Nyberg 1991, Korhonen & Mutenia 1998). Vuorisen ym. (1998) eivät havainneet radiomerkityillä hauenpoikasilla tehdyssä kokeessa poikastiheyksien kasvua istutusten seurauksena (ks. myös Grimm 1983). Hauet selvisivät parhaiten paikoissa joissa myös hauen luonnollinen lisääntyminen oli onnistunut. Vuorinen ym. (1998) päättelevät että hauen eloonjäänti määräytyy pikemminkin tarjolla olevan poikasalueen laajuuden perusteella kuin istutettujen tai luonnonkudusta syntyneiden poikasten tiheyden perusteella. Säännöstelyn vaikutukset kohdistuvat voimakkaimmin juuri hauen mäti- ja pienpoikasvaiheisiin. Tässä työssä havaittiin että saraikkojen, jotka ovat haulle hyvin soveltuvia ensisijaisia kutualueita, vettymisen kutuaikana (tarjolla olevat kutu- ja poikasalueet) ja haukisaaliiden välillä näyttäisi olevan yhteyttä: parhaat haukisaaliit saadaan järivistä joissa saraikot vettyvät säännöllisesti hauen kutuaikana (kuva 14).

Hauki-istutusten tuloksellisuudesta on olemassa hyvin vähän tietoutta. Poikasten eloonjääntiin on todettu vaihtelevan lähes nolosta yli 60%:iin vuosien välillä johtuen habitaatissa tapahtuvista muutoksista, luonnon haukikannan kilpailusta, kannibalismista yms. tekijöistä. Korhosen (1998) laskelman mukaan Päijänteellä voidaan arvioida 70 000 jatkokasvatetun poikasan vaikuttavan vuosittaiseen saaliiseen on 18 000 – 37 000 kg (257 – 514 kg tuhatta jatkokasvatettua poikasta kohden) mikäli järven olosuhteet pysyvät muuttumattomina. Laskelma on erittäin optimistinen ja lienee mahdollinen vain alueilla jossa on tarjolla runsaasti soveltuvia vapaita poikasalueita ja kalastus tehokasta ja hyvin järjestettyä. Esimerkiksi minimiarvio (257 kiloa tuhatta poikasta

kohden) mukaan hauki-istutusten osuus olisi Oulujärvellä lähes 40% 87 tonnin vuosittaisesta haukisaaliista. Tällöin hauen istutustiheydessä Oulujärvellä tapahtunut pitkän aikavälin huomattavan suuri vaihtelu tulisi näkyä Oulujärven haukisaaliin vaihtelun. Oulujärven haukisaalis on ollut vuosikymmenien ajan ollut suhteellisen tasainen, eikä yhteyttä hauki-istutusten määrässä ja haukisaaliissa voida osoittaa (Vehanen 1995, Korhonen ym. 2002). Yliarvio Oulujärven hauki-istutusten onnistumisessa onkin ymmärrettävää, koska Oulujärvellä on vain vähän hauen poikasalueiksi soveltuvia kasvilisuurantoja (Korhonen ym. 2002). Koska hauki-istutusten tuloksellisuutta ei tunneta, hauki-istutusten osuutta ei tämän aineiston järvissä voida luotettavasti poistaa hauen kokonaissaaliista. Karkeasti voidaan arvioida että hauki-istutukset ovat olleet sen verran vähäisiä (kuva 11) että istutusten osuus haukisaaliissa on pieni. Esimerkiksi 50 kg saaliilla tuhatta istutettua esikesäistä haukea kohden istutusten saalis vaihtelisi välillä 0-0,16 kg ha⁻¹ (keskiarvo±SD, 0,02±0,04) ja istukkaiden prosenttialinen osuus kilomääräisestä hehtaarisaaaliista 0-7,6% (1,0±1,9).

4.3.6 Istutusten vaikutus saalisjakaumaan

Istutusten vaikutusta saalisjakaumaan selvitettiin tekemällä sama analyysi (erottelu-analyysi) kuin aiemmin aineistolla, jossa siikasaaliista on jätettiin pois arvioitu istutusten osuus ja taimen jätettiin kokonaan pois tarkastelusta. Järvet jaettiin säännöstelykäytännöltään kolmeen luokkaan: luonnontilaiset, lievästi muutetut ja voimakkaasti muutetut järvet. Analyysin tulos oli hyvin samankaltainen kuin aiemmin (ks. kuva 3): analyysi erotteli ryhmät merkitsevästi toisistaan (Wilks' lambda, $p < 0,001$) ja voimakkaasti muutettujen järvien ryhmä näytti eroavan lievästi muutetuista tai luonnontilaisista järvistä. Ryhmien väliset merkitsevät erot olivat kuitenkin tässäkin tapauksessa särki-, ja ahvensaaliissa (ANOVA, $p < 0,05$). Erot särjen ja ahvenen eroissa selittyvät enemmänkin järvien maantieteellisellä sijainnilla kuin säännöstelyllä (ks. kuva 15, taulukko 2): voimakkaasti muutetut järvet sijaitsevat pääasiassa Pohjois-Suomessa. Näin ollen istutusten vaikutusten poistamisen ei tässä tarkastelussa tuonut lisäinformaatiota säännöstelyn vaikutusten tarkasteluun.



Kuva 14. Veden minimisyvyys saraikossa hauen kutuaikana ja järvien haukisaaliit eri puolella Suomea.

4.4 Tulosten tarkastelu

Alustavien tulosten mukaan kalayhteisötieto, tässä kyseisessä työssä saaliskoostumus, heijastaa järven ekologisia ominaisuuksia. Kaikkein voimakkaimmin tässä työssä nousi esiin järven sijainnin merkitys erityisesti pohjois-etelä suunnassa sekä vedenlaatu ja järven pinta-ala. Järven sijainnilla on Suomen olosuhteissa merkittävä vaikutus esimerkiksi kasvukauden pituuteen ja jääolosuhteisiin, jotka ovat voimakkaita kalayhteisöä muokkaavia tekijöitä. Tässä työssä järven sijainti oli selkeästi yhteydessä myös kalastuksen (kalastajien) määrään, joka suhteellisesti kasvaa pohjoisesta etelään. Vedenlaatu heijastaa valuma-alueen tilaa, vaikuttaa järven ekologiseen tilaan ja sitä kautta myös kalaston koostumukseen. Näitä riippuvuuksia on tässä työssä tarkoitettu myös jatkossa selvittää tarkemmin.

Vedenpinnan vaihtelu ei sijaan selkeästi selittänyt kalaston koostumusta tässä työssä käytetyillä kriteereillä. Voi olla, että Suomessa järvien säännöstely on niin lievää ja iäkästä (vaikutukset vakiintuneet), että säännöstelyn vaikutukset jäävät saalistasolla muiden tekijöiden, kuten vedenlaadun, peittoon. Säännöstelyn oletettuja vaikutuksia myös jatkuvasti kompensoidaan istutuksin. Suomessa istutustoiminta on vilkasta myös säännöstelemättömissä järvissä, eikä tässä työssä havaittu istutusten vaikutusten poistamisella olevan vaikutusta siihen, eroaako eri lailla säännösteltyjen järvien kalasto luonnontilaista. Tosin istutusten osuuden arviointi perustuu useimmissa tapauksissa pitkälti arviointiin, eikä kaikista istutettavista lajeista ole edes suuntaa antavia tuottoarvioita. Tämä vaikeuttaa huomattavasti istutusten vaikutusten tarkastelua. Jatkossa tässä työssä on tarkoitus jatkaa aineiston analysointia ja kartoittaa mitkä säännöstelyä kuvaavat tekijät vaikuttavat ns. säännöstelylle herkkien lajien saaliisiin.

Saaliskoostumus on melko karkea mittari kalaston koostumuksen arviointiin: se selkeästi painottuu taloudellisesti arvokkaisiin lajeihin ja aliarvioi ns. vähäarvoisia lajeja. Jatkossa pyritään tarkastelemaan mitä lisätietoa koekalastusten tulokset tuovat tähän tarkasteluun.

4.5 Kirjallisuus

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

Grimm, M.P. 1983. Regulation of biomasses of small (41 cm) northern pike (*Esox lucius* L.), with special reference to the contribution of individuals stocked as fingerlings (4-6 cm). Fisheries Management 14. 115-134.

Korhonen, P., Riihimäki, J. & Lahti, M. 2002. Saraikkovyöhykkeen merkitys hauen lisääntymisalueena Oulujärvellä. Kala – ja riistaraportteja, painossa.

Korhonen, P. 1998. Päijänteen ja Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyjen kehittäminen. Suomen ympäristö, Luonto ja luonnonvarat 321. 108 s.

Korhonen, P. & Mutenia, A. 1999. Vastakuoriutuneiden hauen poikasten istutustutkimus Lokan tekojärvellä vuonna 1998. Kala- ja riistaraportteja 148. 12 s.

Marttunen, M., Keto, A., Tarvainen, A. ja Hellsten, S, (toim.). EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi. Väli raportti rakennettuja ja säännösteltyjä järviä koskevista tutkimuksista. Suomen ympäristökeskus.

Nyberg, K. 1991. Vastakuoriutuneiden hauenpoikasten istutusten tuloksellisuus- Kalatutkimuksia 17. 88 s.

Raat, A., J., P. 1988. Synopsis og biological data on the northern pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758). FAO Fish. Synop. 30 Rev. 2, 178 p.

Salojärvi, K. 1992. Suosituksia sisävesien siikaistutuksista. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B. 32 s.

Vehanen, T. 1995. Oulujärven kalanhoitovelvoitteiden tuloksellisuus ja kalatalouden tarkkailun kehittäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalaraportteja 20. 34 s. + 4 liitettä.

Vehanen, T. & Aspi, J. 1996. Classification of northern Finnish lakes and the suitability for the stocking for brown trout (*Salmo trutta* L. m. *lacustris*). Fisheries Research 27. 37-49.

Vuorinen, P.J. Nyberg, K. & Lehtonen, H. 1998. Radioactive strontium (^{85}Sr) in marking newly hatched pike and success of stocking. Journal of Fish Biology 52. 268-280.

Liite 1. Direktiivin mukainen järvien ekologisen tilan luokittelu kalayhteisömuuttujilla mitattuna.

Erinomainen tila

Lajikoostumus ja runsaussuhteet vastaavat täysin tai lähes täysin häiriintymättömiä olosuhteita.

Kaikkia tyypille ominaisia muutosherkkiä lajeja esiintyy.

Kalaston ikärakenteessa on vain vähän ihmistoiminnasta johtuvia muutoksia eikä siinä ole merkkejä häiriöistä minkään lajin lisääntymisessä tai yksilönkehityksessä.

Hyvä tila

Vähäisiä muutoksia lajikoostumuksessa ja runsaussuhteissa verrattuna tyypille ominaisiin yhteisöihin, mikä johtuu ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin ja hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin.

Kalaston ikärakenteessa on merkkejä muutoksista, jotka johtuvat ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin ja hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin, sekä joissain tapauksissa siinä on merkkejä yksittäisen lajin lisääntymisen tai yksilönkehityksen häiriintymisestä siinä määrin, että jotkut ikäluokat voivat puuttua kokonaan.

Tyydyttävä tila

Kalaston koostumus ja runsaussuhteet eroavat kohtalaisesti tyypille ominaisista yhteisöistä, mikä johtuu ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin tai hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin.

Kalaston ikärakenteessa on suurehkoja ihmistoiminnasta johtuvia muutoksia, mikä johtuu ihmistoiminnan vaikutuksista fysikaalis-kemiallisiin tai hydrologis-morfologisiin laatutekijöihin. Kohtalaisen suuri osa tyypille ominaisia lajeja puuttuu tai niiden esiintyminen on hyvin vähäistä.

Välttävä tila

Välttävä tila on direktiivissä määritelty yleisemmin tilanteeksi, jossa laatutekijöiden arvoissa on tapahtunut suuria muutoksia ja eliöyhteisöt eroavat merkittävästi luonnontilaisista.

Huono tila

Huono tila on direktiivissä määritelty yleisemmin tilanteeksi, jossa pintavesimuodostumasta puuttuu suuri osa eliöyhteisöistä, jotka eläisivät siinä luonnontilassa.

Liite 2. FIX-indeksimenetelmän muuttujakuvaus ja mittareiden käyttö järvien ekologisen tilan kuvauksessa (Appelberg ym. 2000).

- Indeksimuuttujien I-IX arvot määritetään standardin mukaisten koeverkkokalastuksen saaliista.
- Biomassa ja runsaus lasketaan painona ja yksilömääränä pyyntiponnistusta (Nordic-yleiskatsausverkkoyö) kohden.
- Järvien taustamuuttujina tarvitaan järven korkeudesta merenpinnasta (m), pinta-ala (ha) sekä maksimisyvyys (m).
- Jokaisesta yhdeksästä muuttujasta selvitetään:

Mitattu arvo

-suora mittaustulos tai kaavasta johdettuna (vrt. esim. muuttuja II)

Vertailuarvo

-laskettu FIX-indeksin tausta-aineistojen avulla

-järvityyppien välinen vaihtelu huomioidaan järvien ominaisuusmuuttujien avulla (pinta-ala, korkeus merenpinnasta (m), maksimisyvyys (m))

Poikkeama

-lasketaan mitatun arvon ja vertailuarvon osamääränä

- Poikkeamaa verrataan kullekin muuttujalle I-IX laadittuun raja-arvotaulukkoon. Kun kaikista yhdeksästä muuttujasta on saatu muuttujakohtainen indeksiluokitus (luokat 1-5), lopullinen indeksi tietylle järvelle saadaan näiden keskiarvona. Keskiarvoa verrataan indeksitaulukkoon, jonka raja-arvot ovat seuraavat:

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain tai vain vähäinen poikkeama	≤1.7
2 Pieni poikkeama	1.7-2.1
3 Selvä poikkeama	2.1-2.6
4 Suuri poikkeama	2.6-3.0
5 Erittäin suuri poikkeama	>3.0

I. Alkuperäisten kalalajien lukumäärä

Esimerkkiarvoja:

Erittäin korkea lajilukumäärä	≥10
Korkea lajilukumäärä	6-9
Kohtuullinen lajilukumäärä	3-5
Alhainen lajilukumäärä	2
Erittäin alhainen lajilukumäärä	≤1

Mitattava arvo: alkuperäisten lajien lukumäärä

<u>Vertailuarvo:</u> 0-100 m merenpinnasta	$R=2.44*\text{pinta-ala (ha)}^{0.233}$
101-300	$R=2.07*\text{pinta-ala (ha)}^{0.218}$
>300	$R=1.68*\text{pinta-ala (ha)}^{0.171}$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	>0.80
2 Pieni poikkeama	0.62-0.80
3 Selvä poikkeama	0.42-0.62
4 Suuri poikkeama	0.32-0.42
5 Erittäin suuri poikkeama	≤0.32

Esimerkki:

Jos lajien lukumäärä järvestä on 5, pinta-ala on 850 ha (0-100 kmp), saadaan poikkeamaksi $5/11.7=0.43$, mikä katsotaan selväksi poikkeamaksi vertailuolosta (luokka 3).

II. Lajirunsausjakauman tasaisuus (Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi / alkuperäisten lajien lukumäärä)

Esimerkkiarvoja:

Erittäin korkea lajiversiteetti	>0.65
Korkea lajiversiteetti	0.55-0.65
Kohtuullinen lajiversiteetti	0.28-0.55
Alhainen lajiversiteetti	0.11-0.28
Erittäin alhainen lajiversiteetti	≤0.11

Mitattava arvo: $H' = [W_{\text{tot}} \log_{10}(W_{\text{tot}}) - \sum W_i \log_{10}(W_i)] / W_{\text{tot}}$

jossa W_{tot} on saaliin paino (Nordic-verkkoyö) ja W_i kukin laji.

Vertailuarvo: kaikille järville $R = -0.0414 + 0.331 * \ln(\text{kalalajien lukumäärä})$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	>1.00
2 Pieni poikkeama	0.83-1.00
3 Selvä poikkeama	0.60-0.83
4 Suuri poikkeama	0.38-0.60
5 Erittäin suuri poikkeama	≤0.38

III. Alkuperäisten lajien biomassa

Esimerkkiarvoja:	
Erittäin korkea biomassa	>4000
Korkea biomassa	1800-4000
Kohtuullinen biomassa	650-1800
Alhainen biomassa	250-650
Erittäin alhainen biomassa	≤250

Mitattava arvo: alkuperäisten lajien biomassa (g) / Nordic-verkkoyö

<u>Vertailuarvo:</u> 0-100 merenpinnasta	$R=3981 * \text{maksimisyvyys}^{-0.383}$
101-300	$R=2511 * \text{maksimisyvyys}^{-0.383}$
>300	$R=1995 * \text{maksimisyvyys}^{-0.383}$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman raja-arvot

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	0.65-1.50
2 Pieni poikkeama	0.45-0.65 tai 1.50-2.15
3 Selvä poikkeama	0.28-0.45 tai 2.15-2.70
4 Suuri poikkeama	0.10-0.28 tai 2.70-3.40
5 Erittäin suuri poikkeama	<0.10 tai >3.40

Esimerkki:

Jos saaliin (verkko/yö) paino on 1900 g, järven maksimisyvyys 25 m ja korkeus merenpinnasta 0-100 m, saadaan poikkeamaksi $1900/1160=1.64$, mikä katsotaan pieneksi poikkeamaksi vertailuoluoloista (luokka 1). Poikkeama voitaneen katsoa syntyneen esim. rehevöitymisen seurauksena, sillä jos vastaava saalis saadaan vastaavasta järvestä, jonka maksimisyvyys on 10 m, indeksiarvoksi saadaan 1.15, mikä ei poikkea vertailuarvosta. Matalat järvet ovat yleensä luonnostaan rehevämpiä ja kalatiheys suurempi.

IV. Habitaatin alkuperäisten lajien yksilömäärä

Esimerkkiarvoja:	
Erittäin korkea yksilömäärä	>95
Korkea yksilömäärä	35-95
Kohtuullinen yksilömäärä	13-35
Alhainen yksilömäärä	5-13
Erittäin alhainen yksilömäärä	<5

Mitattava arvo: alkuperäisten lajien yksilömäärä/Nordic-verkkoyö

<u>Vertailuarvo:</u> 0-100 merenpinnasta	$R=77.0-35.6 * \log_{10}(\text{maksimisyvyys})$
101-300	$R=36.0-13.1 * \log_{10}(\text{maksimisyvyys})$
>300	$R=19.8-6.1 * \log_{10}(\text{maksimisyvyys})$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	0.60-1.40
2 Pieni poikkeama	0.37-0.60 tai 1.40-2.15

3 Selvä poikkeama	0.22-0.37 tai 2.15-2.80
4 Suuri poikkeama	0.10-0.22 tai 2.80-3.50
5 Erittäin suuri poikkeama	<0.10 tai >3.50

Esimerkki:

Jos saaliin (yleiskatsausverkko/yö) yksilömäärä on 9 kpl, järven maksimisyvyys on 10 m ja korkeus merenpinnasta 0-100 m, saadaan poikkeamaksi $9/41.4=0.217$, mikä katsotaan suureksi poikkeamaksi vertailuolosta (luokka 4). Jos vastaava saalis saadaan järvestä, jonka maksimisyvyys on 50 m, poikkeaman arvoksi saadaan 0.54, mikä on ainoastaan pieni poikkeama vertailuarvosta. Syvissä järvissä voidaan kalojen olettaa olevan luonnostaan tasaisemmin jakautuneina ja näin vaikeammin pyydettävissä verkoilla.

V. Särkikalojen osuus kalojen kokonaisbiomassasta

Mitataan ainoastaan järvissä, joissa särkikaloja esiintyy.

Mitattava arvo: särkikalojen särki, lahna, pasuri, sorva, salakka, sulkava, säyne, ruutana, suutari ja toutain osuus saaliin kokonaisbiomassasta (Nordic-verkkoyö).

Vertailuarvo: kaikille järville

$$R=0.283+0.0000694*(\text{saaliin kokonaispaino/Nordic-verkkoyö})$$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman luokitus (taulukko V)

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	1.00
2 Pieni poikkeama	1.00-1.28
3 Selvä poikkeama	1.28-1.67
4 Suuri poikkeama	1.67-1.89
5 Erittäin suuri poikkeama	>1.89

Esimerkki:

Jos saaliin särkikalaosuus on 0.75 ja kokonaissaalis 1900 g (Nordic-verkkoyö) saadaan poikkeamaksi $0.75/0.41=1.83$, mikä katsotaan suureksi poikkeamaksi vertailuolosta (luokka 4).

VI. Ahvenkalojen petomaisten yksilöiden (>15 cm) osuus kalojen saaliin kokonaisbiomassasta

Mitataan ainoastaan järvissä, joissa ahventa ja/tai kuhaa esiintyy.

Esimerkkiarvoja:	
Erittäin korkea petokalaosuus	>0.82
Korkea petokalaosuus	0.54-0.82
Kohtuullinen petokalaosuus	0.24-0.54
Alhainen petokalaosuus	0.09-0.24
Erittäin alhainen petokalaosuus	<0.09

Mitattava arvo: kalaa syövien (yli 15 cm) ahventen ja kuhien osuus saaliin kokonaisbiomassasta.

Vertailuarvo: kaikille järville

$$R=0.481-0.0000615*(\text{saaliin kokonaispaino/Nordic-verkkoyö})$$

Poikkeama: mitattu arvo / vertailuarvo

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	1.00
2 Pieni poikkeama	0.65-1.00
3 Selvä poikkeama	0.4-0.65
4 Suuri poikkeama	0.23-0.4
5 Erittäin suuri poikkeama	<0.23

Esimerkki:

Jos saaliin petokalaosuus (ahven ja kuha >15 cm) on 0.1 ja kokonaissaalis 2500 g (Nordic-verkkoyö) saadaan poikkeamaksi $0.1/0.33=0.30$, mikä katsotaan suureksi poikkeamaksi vertailuolosta (luokka 4).

VII. Happamuudelle herkkien lajien ja kehitysvaiheiden esiintyminen

Muuttujalle ei lasketa poikkeaman arvoja vaan luokitusta sovelletaan suoraan havaintojen perusteella.

Mitattava arvo: tiettyjen lajien tai nuoruusvaiheiden esiintyminen tai puuttuminen

Poikkeaman raja-arvot

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	a) Ravun esiintyminen tai särjen, mudun, mateen, harjuksen tai nieriän poikasten esiintyminen.
2 Pieni poikkeama	
3 Selvä poikkeama	b) Ahvenen, taimenen, simpun, kiisken, mateen, harjuksen, taimenen, siian tai muikun esiintyminen (kohdassa a mainittuja lajeja tai vaiheita ei esiinny).
4 Suuri poikkeama	
5 Erittäin suuri poikkeama	c) Jokin edellä mainituista lajeista on hävinnyt tai ahvenesta tai hauesta esiintyy vain vanhempia/isompia yksilöitä.

VIII. Pientä happipitoisuutta sietävien lajien biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta

Mitataan ainoastaan järvissä, joissa esiintyy ruutanaa tai suutaria.

Mitattava arvo: ruutanan ja/tai suutarin osuus saaliin kokonaisbiomassasta (Nordic-verkkoyö).

Vertailuarvo: ei vertailuarvoja

Poikkeama: suoraan ao. raja-arvotaulukon mukaan

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	<0.10
2 Pieni poikkeama	0.10-0.25
3 Selvä poikkeama	0.25-0.50

4 Suuri poikkeama	0.50-1.00
5 Erittäin suuri poikkeama	1.00

Esimerkki:

Jos saaliin ruutana/suutari -osuus jää alle 0.1:n, poikkeama katsotaan vähäiseksi tai sitä ei ole (luokka 1).

IX. Vieraiden lajien biomassan osuus kalojen kokonaisbiomassasta

Mitattava arvo: vierasperäisten lajien osuus saaliin kokonaisbiomassasta.

Vertailuarvo: ei vertailuarvoja

Poikkeama: suoraan ao. taulukon mukaan

Poikkeaman raja-arvot:

1 Ei poikkeamaa tai vain vähäinen poikkeama	0
2 Pieni poikkeama	0-0.10
3 Selvä poikkeama	0.10-0.20
4 Suuri poikkeama	0.20-0.50
5 Erittäin suuri poikkeama	>0.50

Esimerkki:

Jos saaliin vierasperäisten lajien biomassaosuus on alle 0.1:n, poikkeama katsotaan pieneksi (luokka 2).

Tiedoston rakenne

Tässä työssä esitetyt tulokset on laskettu siten, että kustakin kalayhteisömuuttujasta (I-IX) laadittiin oma Excel-tila: taulukko: tietueena on järvi, järven tyyppitiedot (pinta-ala, korkeus merenpinnasta ja maksimisyvyys) sekä johdettavat välivaiheet. Viimeisenä sarakkeena esitetään kyseiselle kalayhteisömuuttujalle saatu indeksiarvo. Tämän jälkeen kunkin tutkittavan järven osalta summataan muuttujien I-IX saamat indeksiarvot ja lasketaan niiden keskiarvo. Keskiarvoa verrataan indeksiarvotaulukkoon, josta saadaan lopullinen järvikohtainen indeksi poikkeaman voimakkuudesta.

Liite 3. Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen verkkoekalastuksista raportoidut menetelmät ja tulosmuuttujat vuosilta 1990-2001.

- Merkkien selitykset: 1 = menetelmää noudatettu, tulosmuuttuja määritetty ja tulokset raportoitu
 0 = menetelmää ei ole noudatettu, tulosmuuttujaa ei ole määritetty tai tuloksia ei ole raportoitu
 - = pyyntimenetelmää ei ole käytetty
 ≈ = menetelmää noudatettu karkeasti tai muuttujan arvot karkeat
 ? = puutteelliset tai epäselvät tiedot

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Siikaverkot	Muut verkot	Satunnaistettu verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiä 22	Pyyntiä XII-VIII	Verkkovoro- 0,1/ha kautia väh.	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa
UUSIMAA Lohjanjärven kalatal. velvoitetarkkailu Lohjanjärvi	Jätevedet	98	-	-	1	-	-	-	0	0	1	0 (osa X)	1	0	0 (1 laji)	
		99	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0 (osa VI)	1	0	0	
Siuntionjoen vesistön kalatal. yhteistarkkailu Björnträsk Björnträsk	Jätevedet	95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0 (osa VI)	1	0	0	
		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0 (osa VI)	1	0	0	
Tjusträsk		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	1	0	0	
Vikträsk		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	1	0	0	
Porvoonjoen kalataloudellinen yhteistarkkailu Porvoonjoki Porvoonjoki Porvoonjoki	Jätevedet	98	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	0	0	
		92	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	0	0	
		91	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	0	0	
Myrskylän Kirikko-, Sopajä ja Niemenjärven kalatalous selvitys Kirkojärvi Kirkojärvi	Järjestely	97	-	-	-	1	-	1	?	?	0	1	0	0	0	-lisäverkot 45+75 mm
		91	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	
		97	-	-	-	1	-	1	?	?	0	1	0	0	0	-lisäverkot 45+75 mm
Sopajärvi Sopajärvi		91	-	1	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-lisäverkot 45+75 mm
Niemenjärvi		97	-	-	-	1	-	1	?	1	0	1	0	0	0	-lisäverkot 45+75 mm

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntäka XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lämmäritys	Huomioitavaa
Niemenjärvi		91	-	1	-	-	-	-	0	1	0	0	0	0	0	
Lehmijärven ja Hongiston- puron kalataloustarkkailu Lehmijärvi Lehmijärvi	Säännöstely/ veden otto	95 90	- -	1 1	- -	- -	- -	- -	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	0 0	0 0	
Porlammin jätevesien kalataloudellinen tarkkai- luohjelma Koskenyänjoki	Jätevesi	92	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	
Humaljärven kalataloudel- linen tarkkailu Humaljärvi Humaljärvi	Säännöstely	97 93	- -	1 1	- -	- -	- -	- -	0 0	0 0	1 1	1 1	0 0	0 0	0 0	
HÄME Vanajaveden reitin yläosan yhteistarkkailu Kernaalanjärvi	Jätevedet, turvetuotanto	97	-	-	-	1	-	-	1	?	1	1(osa IX)	1	0	0	
Kernaalanjärvi		94	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	?	1 (3 lajia, ei koe- kal.aineistosta)	-iänmääritykset vain isoista yks.? -12-25 mm verkot puolitettu -12-25 mm verkot puolitettu
Kernaalanjärvi		91	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	0	0	
Miimalanselkä		97	-	-	1	-	-	-	1	?	1	1(osa IX)	1	0	0	
Miimalanselkä		94	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	?	1 (3 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks.? -12-25 mm verkot puolitettu -12-25 mm verkot puolitettu
Miimalanselkä		91	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	0	0	
Hattulanselkä		97	-	-	-	1	-	-	1	?	1	1(osa IX)	1	0	0	
Hattulanselkä		94	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	?	1 (3 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks.? -12-25 mm verkot puolitettu -12-25 mm verkot puolitettu
Hattulanselkä		91	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1	1	0	0	
Vanajaveden reitin ala- osan yhteistarkkailu KärjenniemenSelkä KärjenniemenSelkä	Jätevedet	99 96	1 -	- -	- -	1 1	- -	- -	1 1	?	1 ?	1(osa IX) ?	1≈ 1≈	1 0	1≈ 1≈	-ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks. -ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks.

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntätaika XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	läänmärittys	Huomioitavaa
Kärjenniemenseudä		93	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa IX)	1	? (ei koekal. aineistosta?)	1 (3 laji, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu -12-25 mm verkot puolitetu
Kärjenniemenseudä		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa X)	1	0?	0	
Rautunseudä		99	1	-	-	1	-	1	?	?	1	1(osa IX)	1	1	1=(ei koekal. aineistosta?)	-ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks.
Rautunseudä		96	-	-	-	1	-	1	?	?	1	?	1	0	1=(ei koekal. aineistosta?)	-ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks.
Rautunseudä		93	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa IX)	1	?	1 (3 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Rautunseudä + Makkaraseldä		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1		1	?	1 (2 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Toutonen		99	1	-	-	1	-	1	?	?	1	1(osa IX)	1	1	1=(ei koekal. aineistosta?)	-ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks.
Toutonen		96	-	-	-	1	-	1	?	?	1	?	1	0	1=(ei koekal. aineistosta?)	-ei lkm tietoja -iänmääritykset vain isoista yks.
Toutonen		93	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa IX)	1	?	1 (3 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Toutonen + Kirkkojärvi		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1	0(IX-X)	1	?	1 (2 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Vanajanseldä		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa IX)	1	?	1 (2 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Jumunen+ Ahtialanseldä		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1	1(osa X)	1	0?	0	-12-25 mm verkot puolitetu
Säjjäns. +Sorvans.		90	-	-	1	-	-	0	0	0	1	0(IX-X)	1	?	1 (3 lajia, ei koekal. aineistosta?)	-iänmääritykset vain isoista yks. -12-25 mm verkot puolitetu
Kulo-, Rauta- ja Liekoven kalatal. tarkkailu	Jätevedet	97	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(osa V-VI)	1	?	1 (siika)	-syvännealueen kalastuksia (9-38 m) -pyyntiponn. 0.02 v./ha
Kulovesi		96	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(osa VI)	1	?	1 (siika)	-syvännealueen kalastuksia, yli 6 m? -pyyntiponn. 0.02 v./ha
Kulovesi		95	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(osititt.)	1	?	1 (siika)	-syvännealueen kalastuksia, yli 6 m? -pyyntiponn. 0.02 v./ha
Kulovesi		94	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	1	?	1 (siika)	-syvännealueen kalastuksia? -1 sarja välivesiverkkoja -pyyntiponn. 0.02 v./ha

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Siikaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntitaike XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	länmääritys	Huomioitavaa
<i>Kulovesi</i>		93	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia (4-15 m) -pyyntiponn. 0.02 v./ha -12-25 mm verkot puolitettu
<i>Kulovesi</i>		90	-	-	1	-	-	-	0	0	1	1(osa IX)	1	0?	0?	
<i>Rautavesi</i>		97	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(osa V-VI)	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalast. 9-38 m.
<i>Rautavesi</i>		96	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(osa VI)	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia, yli 6 m?
<i>Rautavesi</i>		95	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(ositt. VI)	1	? (siika)	1 (siika)	-pyyntiponn. 0.02 v./ha
<i>Rautavesi</i>		94	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia?
<i>Rautavesi</i>		93	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	0	? (siika)	1 (siika)	-pyyntiponn. 0.02 v./ha -syvänealueen kalastuksia (4-15 m)
<i>Liekovesi</i>		95	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(ositt.)	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia, yli 6 m?
<i>Liekovesi</i>		94	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia?
<i>Liekovesi</i>		93	-	-	-	-	1	-	0	0	1	0	1	? (siika)	1 (siika)	-syvänealueen kalastuksia (4-15 m)
<i>Konniveden kalatal. tarkkailu</i> <i>Konnivesi</i>	Jätevedet	94	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1(osa IX)	?	1 (siika)	1 (siika)	
<i>Ruotsalainen</i>		94	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1(osa IX)	0	1 (siika)	1 (siika)	
<i>Artjärven kunnan jätev. puhd. kalatal. tarkkailu</i> <i>Pyhäjärvi</i>	Jätevedet	00	1	-	-	-	-	-	1	0	1	1	1	1	1 (3 lajia)	-pyyntiponnistus toteutunut osalla alueilla
<i>Vuori-, Maja- ja Hamhjärven kalatal. tarkk. Vuorijärvi</i>	Turvetuotanto	99	1	-	-	-	-	-	1	0	1	1	0	1	0	-satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. 0.06 v./ha
<i>Vesijärven kalatal. tarkkailu</i> <i>Vesijärvi</i>	Säännöstely	00	1	-	-	-	-	-	1	1	0	1	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha)	-Enonsel. pyyntiöitä ≥2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä 0.02 v./ha

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaistettu verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiä 22	Pyyntäka XII-VIII	Verkkovuoro-0,1/ha	Pituusjakauma	länmääritys	Huomioitavaa	
Vesijärvi		99	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha)	-Enonsel. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä 0.02 v./ha	
Vesijärvi		98	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1 (ositt.)	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha)	-Enonsel. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä 0.02 v./ha	
Vesijärvi		97	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha)	-Enons.+ Laitialans. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä+Laitialans. 0.02 v./ha	
Vesijärvi		96	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha)	-Enons.+ Laitialans. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä+Laitialans. 0.02 v./ha	
Vesijärvi		95	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	0 (poikkeuksena Enons. kuha)	1 (Enons. kuha) 0 (muut)	-Enons.+ Laitialans. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä+Laitialans. 0.02 v./ha	
Vesijärvi		94	-	-	1	1	-	-	1	1	0	1	0	0	0	0	-Enons.+ Laitialans. pyyntiä >=2 -satunn. syv.vyöhd. osittain -pyyntiponn. Enonselkä+Laitialans. 0.02 v./ha
Vesijärvi		89-93	-	-	1	1	-	-	1	1	?	1	?	0	1 (kuha)	-Evo-ykv:stä puuttui 30 mm:n verkko -satunn. syv.vyöhd. osittain -pituusjakaumatietoja ei raportissa	
KAAKKOIS-SUOMI Etelä-Saimaan kalatal. tarkkailu Etelä-Saimaan eteläosa	Jätevedet	00	-	-	-	-	-	1	0?	1	1	1	?	0	0	-syvännealueen kalastuksia -ykv 10-55mm, 1.8 m	
VARSINAIS-SUOMI Uudenkaupungin ma-keavesialtaan kalatal. tarkkailu Uudenkaupungin ma-keavesiallas	Järjestely	96	-	1	-	-	-	-	0	0	1	0	1	1	0	-pituusjakauma lajit yhdistettynä (v. 95-96) -pyyntiponn. 0.02 v./ha	
Uudenkaupungin ma-keavesiallas		95	-	1	-	-	-	-	0	0	1	0	0	0	0	-pituusjakauma lajit yhdistettynä (v. 95-96)	
Uudenkaupungin ma-keavesiallas		90	-	1	-	-	-	1	0	0	1	1 (osa V)	1	0	0	-pyyntiponn. 0.01 v./ha -lisäverkot 2*45 mm -pyyntiponn. 0.04 v./ha	

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntitaiika XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa	
Valkiajärven kalatal. tarkkailu Valkiajärvi	Ruoppaus	99	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1 (2/3 lajia)	0		
KESKI-SUOMI Äänekoski-Vaajakoski reitin yhteistarkkailu	Jätevedet																-ei biomassatuloksia. -syväneal. kalastuksia (yli 5 m alueella) -ykv 10-45 mm, 3 m -vertik.pyynti osittain -vertik.pyynti osittain -vertik.pyynti osittain
Vatianjärvi		96	-	-	-	-	1	-	0?	1	0	1	0	0	0	0	
Saravesi		96	-	1	-	-	1	-	0?	1	0	1	0	0	0	0	
Leppävesi		96	-	1	-	-	1	-	0?	1	0	1	0	0	0	0	
Keiteleen kanavan rakentamisen kalatal. tarkkailu	Rakentaminen, järjestely																-ei biomassatuloksia -syvänealueen kalastuksia (yli 5 m alueella) -ykv 11-25 mm+60 mm, 4,2 m -vertikaalipyynti osittain -vertikaalipyynti osittain -vertikaalipyynti osittain -vertikaalipyynti osittain -vertikaalipyynti osittain
Vatianjärvi		90-93	-	-	-	-	-	1	0?	1	0?	1	0?	0	0	0	
Saravesi		90-93	-	-	-	-	-	1	0?	1	0?	1	0?	0	0	0	
Pohjois- Leppävesi		90-93	-	-	-	-	-	1	0?	1	0?	1	0?	0	0	0	
Pohjois- Päijänne		90-92-93	-	-	-	-	-	1	0?	1	0?	1	0?	0	0	0	
Palo- ja Kurkisuon turvet. alueen kalatal. tarkkailu Kolu-Meronen	Turvetuotanto	01	1	-	-	-	-	-	0	0?	0	1	0	1	1 (säärki)		
Suoniemen- ja Kurkisuon turvet. alueen kalatal. tarkkailu Ylä-Karanka Ylä-Karanka Luksanjärvi	Turvetuotanto	99 97 99	- - -	- - -	- - -	- - -	1 1 1	0? 0? 0?	0? 0? 0?	0? 0? 0?	0 0 0	1 1 1	0 0 0	1 1 1	0 0 0		-Ykv 10-45 mm, 1.8 m -60 mm, 1.8 m

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntäaika XII-VIII	Verkko vuoro-kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	länmääritys	Huomioitavaa	
Nummijärven kunnostus-hankeen kalatal. tarkkailu Nummijärvi Nummijärvi		01 00	1 1	- -	- -	- -	- -	- -	? ?	? ?	0 0	1 1	? ?	0 0	0 0		
ETELÄ-SAVO Vuotsinsuon turvet. alueen kalatal. tarkk. Sääksjärvi Sääksjärvi	Turvetuotanto	99 93	1 -	- 1	- -	- -	- -	- -	0 0	0? 0	1 0	1 1	0 0	0 0	1 1	1 1	
Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn kalatal. tarkk. Enonvesi, Saimaa Enonvesi, Saimaa	Kalanviljely	00 99	- -	- -	- -	- -	1 1	0 0	0 0	0? 0?	1 1	1 1	0 0	0 0	0 0		-Ykv 12-55 mm, 1.5 m -yhteenvetotietoja v. 96-98
Ristiinan Yöveden kalatal. tarkkailu Yövesi, Saimaa	Jätevedet	99	1	-	-	-	-	1	0	0	1	1	0	1	1	1	
Turve- ja Iso-suon turvet. alueen kalatal. tarkk. Iso-Naakkirna	Turvetuotanto	98	-	1	-	-	-	0	0	0	1	0	?	0	1	1	-Yva-selvitys
POHJOIS-SAVO Nilsinän reitin rakentamisen kalatal. tarkkailu Vuotjärvi Väilvesi (Koivukoski-Karjalank.) Akonvesi, Juurusv.	Ruoppaus	01 01 01	- - -	1 1 1	- - -	- - -	- - -	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0		
Stromsdal oy: n kalatal. tarkkailu Vuotjärvi Vuotjärvi Vuotjärvi Vuotjärvi Akonvesi, Juurusv. Akonvesi, Juurusv. Akonvesi, Juurusv. Akonvesi, Juurusv.	Jätevedet	95 94 93 92 95 94 93 92	- - - - - - - -	1 1 1 1 1 1 1 1	- - - - - - - -	- - - - - - - -	- - - - - - - -	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	? ? ? ? ? ? ? ?	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 1 1 1 1 1	1 0 0 1 1 1 1 1	

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Siikaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntäaika XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa	
Siijinjärven kunnan ja Kemiran kalatal. tarkkailu Juurusvesi Juurusvesi Sulkavanjärvi	Jätevedet	98	-	1	-	-	-	-	0	0	1	0	1?	0	0	-puutteelliset tiedot	
		92	-	1	-	-	-	-	0	0	?	?	?	0	0	-puutteelliset tiedot	
		92	-	1	-	-	-	-	0	0	?	?	?	0	0	-puutteelliset tiedot	
Petronnevan turvetuotantoalueen kalatal. tarkkailu Hirvijärvi Hirvijärvi Tallusjärvi Tallusjärvi Pieni Tallusjärvi Pieni Tallusjärvi	Turvetuotanto	98	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0		
		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
		98	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
		98	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
		95	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kuopion kaupungin Melalahden jätevesipuhdistamon kalatal. tarkkailu Melavesi, Juurusvesi?	Jätevedet	98	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1(osa VI)	0?	0	1 (4 lajia)	- Vekary 2,1 m	
Kuopion kaupungin Lehtoniemen jätevesipuhdistamon kalatal. tarkkailu Etelä-Kallavesi Etelä-Kallavesi Etelä-Kallavesi Etelä-Kallavesi	Jätevedet	00	-	-	-	-	1	-	0	0	1	1(ositt.)	?	1 (siika)	1 (siika)	-puutteelliset tiedot	
		96	-	-	-	1	1	0	0	0	1	1(ositt.)	?	1 (siika)	1 (siika)	-puutteelliset tiedot	
		95	-	-	-	1	1	0	0	0	1	1(ositt.)	?	1 (siika)	1 (siika)	-muikkuverkkosarja 13-19 mm	
		94	-	-	-	1	-	0	0	0	1	1(ositt.)	?	1 (siika)	1 (siika)	-muikkuverkkosarja 13-19 mm	
Aitto- ja Piliisuon turvet. alueen kalatal. tarkkailu Pieni-Kiukkonen Sarvijärvi Raatelampi Kortejärvi Saari-Pajunen	Turvetuotanto	00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-osa raportin sivuista puuttui	
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-Vekary 2,1 m	
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-Vekary 2,1 m	
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-Vekary 2,1 m	
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-Vekary 2,1 m	
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1		-Vekary 2,1 m	

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntitaike XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa
Kiukoo- ja Veteiläsuon turvet. alueen kalat tarkk. Itäjärvä Oravaisjärvi	Turvetuotanto	00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	1	1	-osa raportin sivuista puuttui
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1	1	-Vekary 2,1 m -Vekary 2,1 m
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1	1	-osa raportin sivuista puuttui
Laidinsuon turvet. alueen kalatal. tarkkailu Pieni-Patajärvi Patajärvi	Turvetuotanto	00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1	1	-Vekary 2,1 m -Vekary 2,1 m
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1	1	-Vekary 2,1 m -Vekary 2,1 m
		00	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	1	1	-Vekary 2,1 m -Vekary 2,1 m
Myhkyri oy:n kalatal. tarkkailu Maaninkajärvi Maaninkajärvi Maaninkajärvi	Kalanviljely	00	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1	?	0	0	
		97	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	0	0	
		94	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	?	0	0	
Osmajärven kalatal. tarkkailu Osmajärvi Osmajärvi	Jätevedet	98	-	-	-	-	1	-	0	0?	1	1(osit.)	?	1	1	Silkaverkkosarja 25-50 mm
		90-	-	-	-	-	-	-	0	0?	1	1(osit.)	?	1	1	-puutteelliset tiedot -puutteelliset tiedot
		93	-	-	-	-	-	-	0	0?	1	1(osit.)	?	1	1	
Kauppienjärven kalatal. tarkkailu Kauppienjärvi Kauppienjärvi Kauppienjärvi Kauppienjärvi	Jätevedet	99	-	1	-	-	-	-	0	0	1	0	1	0	0	
		96	-	1	-	-	-	-	0	0	1	0	1	0	0	
		94	-	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	0	0	
		91	-	1	-	-	-	-	0	0	?	?	?	?	?	
POHJOIS-KARJALA Pielisjoen ja Pyhäselän kalatal. tarkk. Pyhäselkä	Jätevedet?	98	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1(osit.)	?	0		-Ykv 10-55 mm -vain paino-osuustuloksia -ei välivesiverkkoja
		98	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1(osit.)	?	0		-vain paino-osuustuloksia -osa lajeista yhdistelty ryhmiin -ei välivesiverkkoja.
		94	-	1	-	-	-	-	0?	0?	?	?	?	0		-vain paino-osuustuloksia -osa lajeista yhdistelty ryhmiin -ei välivesiverkkoja.

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkolien aset.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntärika XII- VIII	Verkko- vuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa
Keskijärven kalatal. tark- kailu Keskijärvi	?	00	-	-	-	-	1	-	?	?	1	1 (ositt.)	1	0	0	-Velvoitetarkkailu? -pituusjakaumissa esitetty keskipi- tuudet lajeittain
KAINUU Isosuo turvet. alueen kalataloudellinen esiselvi- tys Haarajärvi	Turvetuotanto	00	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0	-Velvoitetarkkailu? -Nordic 1,8m -satunnaisesti sv. vyöh.? -vertikaalinen pyynti?
Hituran kaivoksen kalatal. tarkk. Pidsjärvi Pidsjärvi Pidsjärvi	Jätevedet	98 95 91	- - -	1 1 1	- - -	- - -	- - -	- - -	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Reis- ja Vuohojärven säännöstely Reisjärvi Reisjärvi Vuohojärvi	Säännöstely	96 92 92	- - -	1 - -	- - -	- - -	- 1 1	- 0 0	0 0 0	0 0? 0?	1 ? ?	1 1 1	0 0 0	1 1 1	1 1 1	-Velvoitetarkkailu? -pituus- ja ikäjakaumat pääosin kirjanpitosääliistä -verkkosarja 45-75 mm -verkkosarja 45-75 mm
Kurki-, Varpu- ja Jout- tenisennevan turvet. alu- een kalatal. tarkkailu Kuonajärvi Kuonajärvi	Turvetuotanto	99 94	1 -	- 1	- -	- -	- -	0 0	0 0	1 1	? ?	1 ?	0 0?	0 0?	0 0?	-yksikkösaaliissa ei lkm tietoja -Nordic 1,8 m -yksikkösaaliissa ei lkm tietoja
LAPPI Muonion kalanviljelijäitok- sen kalatal. tarkkailu Särkilompolo Särkilompolo Särkilompolo	Kalanviljely	99 97 95	1 - -	- 1 1	- - -	- - -	- - -	1 0 0	1 0 0	0 0 0	1 0 0	1 1 1	0 1 1	0 0 0	1 1 1	-vertikaalissa pyynnissä vain 1 pintaverkko

Vesistö	Hanke	Vuosi	Nordic-ykv	Vekary	Laaj. Vekary	Evo-ykv.	Silkaverkot	Muut verkot	Satunnaisesti verkkojen asett.	Vertikaal. pyynti	Pyyntiöitä ≥2	Pyyntiaika XII-VIII	Verkkovuoro- kausia väh. 0,1/ha	Pituusjakauma	lännmääritys	Huomioitavaa
Tornionjoen kalanviljelylaitoksen kalatal. tarkkailu Äkäsjärvi Äkäsjärvi	Kalanviljely	99	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1 (ositt.)	0	0 (ei raportoitu)	1 (2/8 lajia)	
		95	-	1	-	-	-	-	0	0	1	1	1 (0.03 v./ha)	0 (ei raportoitu)	1 (3/7 lajia)	

Liite 4. Kalataloudellisten velvoitetarkkailujen sähkökoekalastuksista raportoidut menetelmät ja tulosuunnitajat vuosilta 1990-2001.

- Merkkien selitykset: 1 = menetelmää noudatettu, tulosuunnitaja määritetty ja tulokset raportoitu
 1/0 = tulosuunnitaja laskettavissa annettujen tietojen perusteella, mutta ei raportoitu
 0/1 = tulosuunnitaja määritetty, mutta tietoja ei ole raportoitu
 0 = menetelmää ei ole noudatettu tai tulosuunnitajaa ei ole määritetty
 - = menetelmää ei ole käytetty tai kyseisen suunnitustuloksia ei ole saatu
 ≈ = menetelmää noudatettu karkeasti tai suunnitustulokset
 ? = puutteelliset tai epäselvät tiedot

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyynnitkerrat ≥2	Pyynnitkerrat VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys q/a	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Yksilöittämät ja -painot, muut	Yksilöittämät ja -painot, muut	Populaatioesittävyyttä	Huomoitavaa	Kalastuspaikkojen lkm	
UUSIMAA Siuntionjoen ja Björnträskin kalataloudellinen yhteistarkkailu Siuntionjoki Siuntionjoki	Jätevesi	99	1	1	-	0	1	1	1/0	1/0	1	0	0	0	0	0			6
		95	1	1	-	1	1	1	1/0	1/0	1	1	0	0	0	0	0		6
		99	1	1	-	0	1	1	1/0	1/0	1	0/1	0	0	0	0	0	-yksilöittämät mitattu, mutta ei raportoitu	4
		95	1	0	-	1	1	1	1/0	1/0	0/1	0	0	0	0	0	0	-yksilöittämät mitattu, mutta ei raportoitu	4
Vanjoen kalataloudellinen tarkkailu Vanjoki Vanjoki Vanjoki	Jätevesi	92	1	0=	-	1	1	1	1/0	1/0	1	0	0	0	0	1 (taimen)			4
		00	1	1	-	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	-Seber & LeCren 1967	10
		91	1	1	-	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		4
Vanjoen yhteistarkkailu Vantaanjoki Vantaanjoki Vantaanjoki	Jätevesi	90	0	1	-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0			4
		98	1	0/7	-	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1		14
Porvoonjoen kalataloudellinen yhteistarkkailu Porvoonjoki Porvoonjoki	Jätevesi	92	1	0/7	-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1		14
		92	1	0/7	-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1		14

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntiaika VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks./a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäjakama, lohikalat	Pituus- ja ikäkauma, muut	YksiöpituuDET ja -painot, lohikalat	YksiöpituuDET ja -painot, muut	Populaatioes-ti/pyydyks-tettävyyS	Huomitoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm	
Humajärven kalatalous-tarkkailu Kvarnbyjoki Kvarnbyjoki		97	1	1	0	0	1	1	1/0	1/0	0	1	0	1	0		2	
		93	1	1	0	0	1	1	1/0	1/0	0	1	0	1	0		2	
HÄME Katiskosken alapuolisen vesialueen kalatal. tarkkailu Jokilanjoki Jokilanjoki Jokilanjoki Jokilanjoki	Vedenotto	99	1	1	1	1	1	1	1	1	1 (pit.)	0	0	0	1 (taimen)	-rysä alavirrassa	2	
		96	1	1	1	1	1	1	1	1	1 (pit.)	0	0	0	0	-rysä alavirrassa	2	
		94	1	1	1	1	1	1	1	1	1 (pit.)	0	0	0	0	-rysä alavirrassa	2	
		92	1	1	1	1	1	1	1	1	1 (pit.)	0	0	0	0	-lajikohtainen lkm ja biomassa vain taimenelle	2	
Sammaljoen perkauksen kalatal. tarkkailu Sammaljoki Sammaljoki	Perkaus, ruoppaus	00	1	1	1	0	1	1	1/0	1/0	0	1 (pit.)	0	0	0		4	
		98	1	1	1	1	0	1	1	1/0	1/0	0	0	0	0		3	
Tammelan Okssuon turvet. alueen kalatal. tarkk. Oksjoki Oksjoki	Turvetuotanto	01	1	1	1	0	1	1	1/0	1/0	-	0	0	0	0	-ei lohikaloja	2	
		98	1	1	1	1	0	1	1	1/0	1/0	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	-virtausolot arvioitu -virtausolot arvioitu -pit.jakauma ja yksiöpituuDET nahkaiselle	2	
Vitsiälänvuolteen väylätöiden kalatal. tarkkailu Vitsiälänvuolle	Perkaus, ruoppaus	01	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-yhteenvedo. v. 97-99	2	
Hatsinan kalanviljelylaitoksen kalatal. tarkkailu Hammonjoki, Sepänpuro Hammonjoki, Sepänpuro Hammonjoki, Sepänpuro	Kalanviljely	01	0	1	0	0	1	0	1/0	0	1 (pit.)	0/1	0/1	0/1	0		5	
		99	0	0	0	0	1	1/0	1/0	1/0	1 (pit.)	1 (pit.)	1	1	0		5	
		98	0	1	0	0	1	1/0	1/0	1/0	1 (pit.)	1 (pit.)	1	1	0		5	
KAAKKOIS-SUOMI Urpalanjoen järjestelyn kalatal. tarkk. Urpalanjoki+ sivujokia	Järjestely	90-96	1	1	?	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	-yhteenvedoraportti	9	

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntitaike VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	YksiöpituuDET ja-painot, hikalat	YksiöpituuDET ja-painot, hikalat	YksiöpituuDET ja-painot, muut	Populaatioes-ti/pyydyt-tävyyys	Huomoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm
Savon- ja Leppinevan turvet. alueen kalatal. tarkkailu Vorspakanjoki	Turvetuotanto	95, 97, 99, 01	?	1	?	0	1	1	1	1	-	0	0	-	0	0	0	-ei lohikaloja	2
		95, 97, 99, 01	?	1	?	0	1	1	1	1	-	0	0	0	-	0	0	-ei lohikaloja	2
Ahenlamminsuon ym. turvet. alueiden kalatal. tarkk. Moksinjoki Moksinjoki Vihanninjoki Vihanninjoki Rasinpuro Selänpäänpuro Pakkipuro Kiminkijoki Majoinpuro	Turvetuotanto	99	?	?	0	0	1	0	1	0	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	0	-ei lohikaloja	3
		96	1	?	0	0	0	1	0	1	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	0	-ei saalista	3
		99	?	?	0	0	0	1	0	1	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	0	-ei lohikaloja	1
		96	1	?	0	0	0	1	0	1	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	0	-ei lohikaloja	1
		96	1	?	0	0	0	1	0	1	-	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	-ei lohikaloja	1
		96	1	?	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-ei saalista	1
		96	1	?	0	0	0	1	0	1	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	1 (pit.)	0	0	0	-ei saalista	1
		96	1	?	0	0	0	1	0	1	-	-	-	-	1 (pit.)	1 (pit.)	0	-ei lohikaloja	2
		96	1	?	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-ei saalista	1
		96	1	?	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-ei saalista	1
Suoniemen- ja Martinsuon turvet. alueiden kalatal. tarkk. Luksarjoki Vahankajoki	Turvetuotanto	97	1	1	1	0	1	0	1	0	-	1 (pit.)	1 (pit.)	-	0	0	0	-ei lohikaloja	2
		97	1	1	1	0	1	0	1	0	-	1 (pit.)	1 (pit.)	-	0	0	0	-ei lohikaloja	3
Venekosken kalanviljely-laitoksen kalatal. tarkk. Venejoki Venejoki	Kalanviljely	01	1	1	1	0	1	0	1/0	0	1 (=pit.)	0	0	0	0	0	1	-Zippin 1958	4
		98	1	1	0	1	0	1/0	0	1 (=pit.)	0	0	0	0	0	0	1	-Zippin 1958	4

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntiaika VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Yksilöittävät ja-painot, hikalat	Yksilöittävät ja-painot, hikalat	Yksilöittävät ja-painot, muut	Populaatioes-tiimäytettyys	Huomoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm
Perhonjoen yläosan yhteistarkkailu Perhonjoki	Jätevedet, turvetuot.	99	1	1	0	1	1	1	1	1	-	0	0	0	-	0	0	-ei lohikaloja	8 (*2)
Isonvan turvetuotanto-alueen kalatal. tarkkailu Lohiluoma, Kyrönjoki Lohiluoma, Kyrönjoki Lohiluoma, Kyrönjoki	Turvetuotanto	01 99 97	? ? ?	1 1 1	0 0 0	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	-raportista puuttui sivuja	3 3 3
Kyrönjoen yläosan vesistöiden kalatal. tarkkailu. Kyrönjoki	Järjestely	99	1 ≈	1 ≈	0	1	0	1/0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	-yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu	9
Kyrönjoki		98	1 ≈	1	0	1/0	1/0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-ei lohikaloja	7
Kyrönjoki		97	1	1	1	1/0	1/0	1	1	1	-	0	0	0	0	0	0	-ei lohikaloja	8
Kyrönjoki		96	1 ≈	1	0	1/0	1/0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-yhdistettyjä tuloksia eri alueilta eri vuosina	16
Kyrönjoki + sivujoet		90-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu	43
Seinäjoki		99	1 ≈	1	0	1	0	1/0	0	0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	-yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu	2
Seinä- ja Kihniänjoen pohjapatotörmäiden kalatal. tarkk. Kihniänjoki Kihniänjoki	Järjestely, muu rakentaminen	98 97	1 1	1 1	1 1	0 0	1 1	1 1	1 1	1 1	0 -	0 0	0 0	0 0	0 -	0 0	0 0	-ei lohikaloja	7 7
Venet- ja Halsuanjoen perkauksien kalatal. tarkkailu Venetjoki Venetjoki Venetjoki Venetjoki	Perkaus, ruoppaus	98 97 96 95	1 1 1 1	? ? ? ?	0 0 0 0	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	1/0 1/0 1/0 1/0	0/1 0/1 0/1 0/1	0/1 0/1 0/1 0/1	0/1 0/1 0/1 0/1	0/1 0/1 0/1 0/1	0/1 0/1 0/1 0/1	0 0 0 0	Yhteenvetoraportti -yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu -yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu -yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu -yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu	1 2 2 2	
Halsuanjoki		96	1	? ?	0 0	1 1	1 1	1 1	1 1	1/0 1/0	0/1 0/1	0/1 0/1	0/1 0/1	0/1 0/1	0/1 0/1	0/1 0/1	0 0	-yksilöt mitattu, mutta tuloksia ei raportoitu	4

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntiaika VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Pituus- ja ikäkalat	Yksiötituudet ja-painot, lohikalat	Yksiötituudet ja-painot, muut	Populaatioes-tiimäyt-pyydyks-tettävyyss	Huomoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm
Savonjoen alaosan peir- kauksen kalatal. tarkkailu Savonjoki Savonjoki Savonjoki Savonjoki	Perkaus	97	?	?	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Yhteenvetoraportti	3
		94	?	?	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		3
		92	?	?	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		3
		91	?	?	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		3
Maalahdenjoen perkaui- sen ja järjestelyn kalatal. tarkkailu Maalahdenjoki Maalahdenjoki	Perkaus, järjestely	99	0	1	0	0	0	0	1	1	-	0	0	0	0	0	-ei lohikaloja -ei saalista	10
		98	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		11
Sääksjärven kunnostus- hankkeen kalatal. tarkk. Porasenjoki	Kunnostus	01	?	1	?	?	1	1	1	1	-	0	0	0	0	0	-ei lohikaloja -raportista puuttui sivuja	1
Nummijärven kunnostus- hankkeen kalatal. tarkk. Nummijoki Nummijoki	Kunnostus	01	?	1	?	?	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-raportista puuttui sivuja	3
		00	?	1	?	?	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		3
Pahajähteen pohjave- denottamon kalatal. tarkk. Rauhaluoma, Kauhajoki	Vedenotto	01	?	1	?	?	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-raportista puuttui sivuja	
ETELÄ-SAVO Liunan voimalaitoksen kalatal. tarkkailu Väljoki	Voimalaitok- sen rakenta- minen	94	1	1	1	0	1	0	1/0	0	1	0	0	1	0	1	-Zippin 1958	3
Turve- ja Isonuon turvet. hankkeen kalatal. tarkk. Sahin- ja Naarajoki	turvetuotanto	98	?	1	?	0	1	1	0	0	-	0	0	0	0	0	-YVA-selvitys -ei lohikaloja	3
POHJOIS-SAVO Pielaveden Kuivasten- suon turvet. alueen kala- tal. tarkkailu Lampaanjoki	Turvetuotanto	01	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	0	0	1	-Zippin 1958	4

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntitaike VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäjakama, lohikalat	Pituus- ja ikäjakama, muut	YksiöpituuDET ja-painot, lohikalat	YksiöpituuDET ja-painot, muut	Populaatioes-tiimat-ti/pydyss-tettävyys	Huomoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm
Lampaanjoki		00	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	0	1	-Zippin 1958	4
Lampaanjoki		99	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	0	1	-Zippin 1958	4
Lampaanjoki		98	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	1	1	-Zippin 1958	4
Lampaanjoki		97	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	1	1	-pituusjakama osittain -Zippin 1958	4
Nurmijoen reitin kalatal. tarkk.	Voimalaitos	97	1	1	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	1	1	-Zippin 1958	5
Nurmijoki		90	1	1	0	0	1	0	1/0	0	0	0	0	1	1	-Zippin 1958	7
Nurmijoki		99	0	0	0	0	1	0	1/0	0	1(pit.)	0	0	0	0	-sivuja puuttui	40
Itäkosken kalaporras		97	0	1≈	0	0	1	0	1/0	0	-	0	0	0	0	-kal.paikat altaita -kal.paikat altaita -ei lohikaloja	40
Kaijanpään-Konttimäenalusson turvet. alueen kalatal. tarkkailu	Turvetuotanto	99	1	1	0	0	1	0	1/0	0	-	0	0	1	1	-ei lohikaloja -Zippin 1958	3
KAINUU lijoen yhteistarkkailu	Turvetuotan-to/jätevedet	99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot v. 94	3
Siuruanjoki		94	?	?	?	?	1/0	1/0	1	1	?	?	?	?	?	-puutteelliset tiedot	3
Siuruanjoki		92	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot v. 90	4
Siuruanjoki		90	1	1	1	1?	1?	1?	1	1	1(pit.)	?	?	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot v. 90	3
Mertajoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot vuodelta 94	1
Mertajoki		94	?	?	?	?	1/0	1/0	1	1	?	?	?	?	?	-raportissa yhteenvetotiedot vuodelta 94	1
Livojoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot vuodelta 94	1
Livojoki		94	?	?	?	?	1/0	1/0	1	1	1	0	0	?	?	-raportissa yhteenvetotiedot vuodelta 94	4
Pärjäanjoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	1	1	-raportissa yhteenvetotiedot vuosilta 96 ja 95	2
Pärjäanjoki		96	?	?	?	?	1/0	1/0	1	1	?	?	?	?	?		2
Pärjäanjoki		95	?	?	?	?	1/0	1/0	1	1	?	?	?	?	?		2

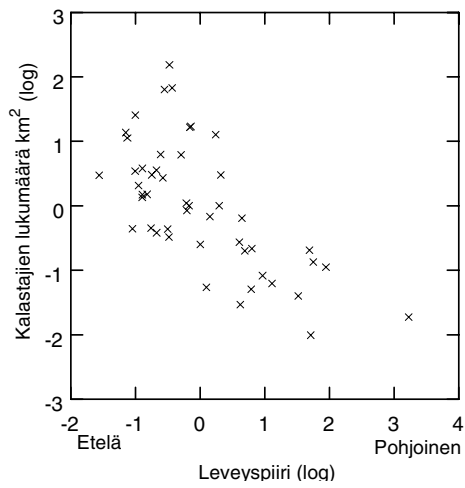
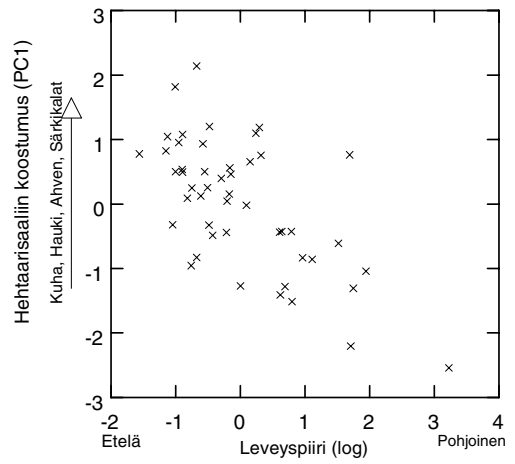
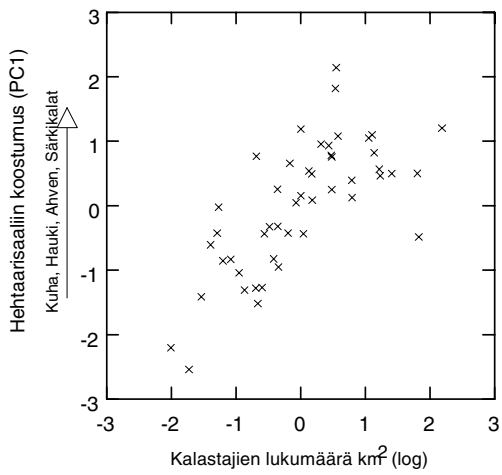
Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntiaika VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks./a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäjakautuma, lohikalat	Pituus- ja ikäjakautuma, muut	Yksiöpituuudet ja -painot, lohikalat	Yksiöpituuudet ja -painot, muut	Populaatioesitettävyys	Huomoitavaa	Kalastuspaikkojen lkm
Muhojoen kunnostushankkeen kalatal. tarkk. Muhojoki	Kunnostus, perkaus ym.	99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	1 (pit.)	0 ≈	1	0 ≈	0		4
Muhojoki		96	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1 (pit.)	0 ≈	1	0 ≈	0		4
Pyhäjoen yhteistarkkailu	Jätevedet, säännöstely ym.	99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0	0	0	1	-kalastuspaikat ylä- ja alaosalla -lohikalojen yksiöpituuudet ja -painot vain osittain	8
Pyhäjoki		95	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0 ≈	1	0 ≈	0		6
Pyhäjoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	1
Kärsämäenjoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	2
Piipsanjoki		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	1
Mäyräoja		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	1
Iso peurapuro		99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	1
Alasen kaivoksen kalataloudellinen ennakkaselvitys Lähtevänoja	Järjestely, jätevedet	98	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	1	0 ≈	1	0 ≈	0	Ei varsinaisen velvoitetarkkailu	1
Tuohenjoki		98	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	-	0 ≈	-	0 ≈	0	-ei lohikaloja	1
Ukonjoki		98	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	-	0 ≈	-	0 ≈	0	-ei lohikaloja	2
Väljijoki		98	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	-	0 ≈	-	0 ≈	0	-ei lohikaloja	1
Petäjäkoski		98	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1/0	1	0 ≈	1	0 ≈	0	-ei lohikaloja	1
Liminganlahden vesistöalueen yhteistarkkailu	Jätevedet, turvetuotanto	99	?	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1 ≈	0	1	0?	1	-raportista puuttui sivuja	1
Termesjoki		94	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1	1	0	1	0	1	-pituusjak. karkea	1
Termesjoki		90	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1/0	1	1 ≈	1	1 ≈	1	-pituusjak. ja yks. pit. karkeat	2
Tymävänjoki		99	?	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1 ≈	0	1	0?	1	-raportista puuttui sivuja	2
Tymävänjoki		94	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1	1	0	1	0 ≈	1	-raportista puuttui sivuja	2

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntitaike VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäjakautuma, lohikalat	Pituus- ja ikäjakautuma, muut	YksiöpituuDET ja -painot, lohikalat	YksiöpituuDET ja -painot, muut	Populaatioes-tiimaat-ti/pydyys-tettävyys	Huomoitavaa	Kalastuspaik-kojen lkm
Tynäväanjoki		90	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1/0	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	1	-raportista puuttui sivuja	2
Ängeslevänjoki		99	?	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1≈	0	1	0?	1		2
Ängeslevänjoki		94	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1	1	0	1	0	1		2
Ängeslevänjoki		90	1	1	1	1	1/0	1/0	1	1/0	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	1		2
Siikajoen vesistön yhteis-tarkkailu Lamujoki	Jätevedet, ym.	00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	0	-raportissa yhteenvetotiedot aiemmilta vuosilta	6
Siikajoki		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	0		10
Siikajoki		90	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1≈(pit.)	1	1	1≈(pit.)	0		6
Pyhännänjoki		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	0		2
Veneoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	1≈(pit.)	-	1≈(pit.)	0	-ei lohikaloja	2
Neittävänjoki		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	1≈(pit.)	1	1≈(pit.)	0		2
Kurranoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0≈	1	0≈	0		2
Leuvanoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	0	0≈	0	0≈	0	-ei lohikaloja	2
Savalonoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0≈	1	0≈	0		2
Kärsämäanjoki		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0≈	1	0≈	0		2
Luohuanjoki		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0≈	1	0≈	0		2
Ohtuanoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0≈	-	0≈	0	-ei lohikaloja	2
Vuolunoja		00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1	0≈	1	0≈	0		2
Siiponjoen vesistöjärjestelyiden kalatal. tarkkailu Siiponjoki	Perkaus	98	1	0	0	0	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	Yhteenvetoraportti	7
Siiponjoki		97	1	0	0	0	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	-lohikalojen pituus- ja ikäjakautumat sekä yksiöpituuDET ja -painot vain osittain	1
Siiponjoki		96	1	0	0	0	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	"	10
Siiponjoki		95	1	1	0	0	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	"	10
Siiponjoki		94	1	0	0	0	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	"	11

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntitaike VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks./a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikäjakama, lohikalat	Pituus- ja ikäjakama, muut	Yksilöittuudet ja-painot, lohikalat	Yksilöittuudet ja-painot, muut	Populaatioesitettävyys	Huomoitavaa	Kalastuspaikkojen lkm
LAPPI Muonion kalanviljelylaitoksen kalatal. tarkkailu Särkijoki	Kalanviljely	99	1	1	0	1	0	0	1/0	1/0	1	0	1 [≈]	0	1	-vain taimenen pituus- ja ikäjak. -pituuksien ja painojen ka.	9
		97	1	1	0	0/1	0	0	1/0	1/0	1	0	1 [≈]	0	1	-vain taimenen pituus- ja ikäjak. -pituuksien ja painojen ka.	9
	Tornionjoen kalanviljelylaitoksen kalatal. tarkkailu Äkäsjoki	99	1	1	0	1	0	0	1/0	1/0	1	0	1 [≈]	0	1	-vain taimenen pituus- ja ikäjak. -pituuksien ja painojen ka.	9
	Tengeliönjoen alaosan kalatal. tarkkailu																
	Voimalaitosrakentaminen, säännöstely.																
	Tengeliönjoki	97	0	1	0	1	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0	-pituusjakama, yhdistetty ain. -yksilöittuudet ja -painot osittain -lohikalajien pituusjakama yhdistetty	2
	Tengeliönjoki	91	0	1	0	1	1	1	1/0	1/0	1	0	1	0	0		3
	Pahtavaaran kaivoksen kalatal. tarkk. Ala-Postojoki	98	1 [≈]	1	0	1	1/0	1/0	1	1	0 [≈]	0	0	0	1	-yks./a tiedot v. 93,94,96 -yks./a tiedot v. 92	5
	Ala-Postojoki	94	1	1	1 [≈]	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1		5
	Koserusjoja	94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	-yks./a tiedot v. 92	5
	Jätevedet																
	Jätevedet																
	Niesajoen kalatal. tarkkailu	00	1	1	0	1	1	1	1	1	1 [≈]	0	0	0	1		3
	Niesajoki	99	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-liitteet puuttuivat	3
	Niesajoki	97	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-liitteet puuttuivat	2
	Turvetuotanto																
	Kuikeron, Mustamaanvuoman ja Nilimaansuon turvet alueiden kalatal. tarkkailu																
	Kaisajoki	99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	0	1	-ikäjakama. yhdistetty v.97,99)	2
	Kaisajoki	97	1	1	0	1	1	1	1	1	1 [≈]	0	0	0	1		2
	Kuikerojoki	99	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1(ikä)	0	0	0	1	-ikäjakama. yhdistetty v.97,99)	1

Vesistö	Hanke	Vuosi	Pyyntikerrat ≥2	Pyyntiaika VIII-IX	Sulkuverkot	Virtaus/vedenkorkeus	Lajikohtainen yksilömäärä	Lajikohtainen biomassa	Lajikohtainen tiheys yks/a	Lajikohtainen tiheys g/a	Pituus- ja ikä-jakauma, lohikalat	Pituus- ja ikä-kauma, muut	Yksilöittuudet ja -painot, lohikalat	Yksilöittuudet ja -painot, muut	Populaatioesitelmä-tietävyys	Huomoitavaa	Kalastuspaikkojen lkm
Kuikerajoki		97	1	1	0	1	1	1	1	1	1 [≈]	0	0	0	1		1
Leväjätkän turvetuotantoa, kalatal. tarkkailu Martimojoki	Turvetuotanto	99	1	0	0	1	1/0	1/0	1	1	-	0	0	0	1	-ei lohikaloja	2
Sääksiuon turvetuotantoa, kalatal. tarkkailu Luiminkajoki	Turvetuotanto	00	1	1	0	1	1/0	1/0	1	1	1 [≈]	0	0	0	1	Raportissa yhteenvertotiedot vuosilta 96-99 -vain yksi pyytikerta mikäli ei saatu lohikaloja 1. kerralla -pit. jak. karkeat	3
Luiminkajoki		99	1?	0	0?	1	1/0	1/0	1	1/0	1 [≈]	0	0	0	1		3
Luiminkajoki		98	1?	1	0?	1	1/0	1/0	1	1/0	1 [≈]	0	0	0	1		3
Luiminkajoki		97	1?	1	0?	1	1/0	1/0	1	1/0	1 [≈]	0	0	0	1		3
Luiminkajoki		96	1?	1	0?	1	1/0	1/0	1	1/0	1 [≈]	0	0	0	1		3
Ternevuoman turvetuotantoa, kalatal. tarkkailu Ternujoki	Turvetuotanto	00	1	0	0	1	1/0	1/0	1	1	1 [≈]	0	0	0	1		2
Ternujoki		97	1?	0	0?	1 [≈]	1/0	1/0	1	1	1 [≈]	0	0	0	1		2
Hirviaavan turvetuotantoa, kalatal. tarkkailu Pisasjoki	Turvetuotanto	01	1	1	0	1	1	1	1	1	1 [≈]	0	0	0	1	-vain yksi pyytikerta mikäli ei saatu lohikaloja 1. kerralla	3
Keskiaavan turvetuotantoa, kalatal. tarkkailu Sivakkajoki	Turvetuotanto	00	1	0	0	1	1	1/0	1	1	1	0	0 [≈]	0	1	-pituuksien ka.	2
Sivakkajoki		98	1	1	0	1	1	1/0	1	1	1	0	0 [≈]	0	1	-pituuksien ka.	2

Liite 5. Järven sijainnin (leveyspiiri), kalastajamäärän (kalastajia km^2), saalikoostumuksen (kokonaissaaliista laskettu hehtaarisaa-
risaaalis) välisiä yleisimpiä riippuvuuksia käytetyssä saalisaineis-
tossa.



Liite 6. Vedenlaadun ja saalikoostumuksen (kokonaissaaliista laskettu hehtaarisaaalis) välisiä yleisimpiä riippuvuuksia käytetyssä saalisaineistossa.

