

Oulujärveen istutettujen planktonsiikojen istutustulokseen vaikuttavat tekijät

Pekka Hyvärinen^a, Egle Jakubaviciute^b ja Anssi Vainikka^c

^aLuonnonvarakeskus, Kainuun kalantutkimusasema, Manamasalontie 90, 88300, Paltamo

^bNature Research Centre, Akademijos str. 2, 08412 Vilnius, Lithuania

^cItä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos, PL 111, 80101 Joensuu

Tutkimuksen tausta ja tavoite

Oulujärveen on istutettu luonnonravintolammikossa yksikesäiseksi kasvatettuja planktonsiikojia vuodesta 1977 alkaen. Nykyisin Oulujärven siikaistutukset ovat pääosin velvoiteistutuksia. Oulujärven siikaistutusten tuloksellisuutta on aiemmin tutkinut Salojärvi (1992) vuosina 1973 - 1990 kerätystä aineistosta. Siika oli tuolloin taloudellisesti tärkeä saalislaji vuotuisen kokonaissaaliin ollessa enimmillään lähes 100 tonnia. Tästä noin puolet oli istutettuja planktonsiikojia ja puolet luontaisesti lisääntyviä verkko- tai tuppisiikojia. Salojärvi arvioi, että planktonsiian kalastukseen rekrytoituvan vuosiluokan vahvuuden ja planktonsiikapopulaatiokoon välillä oli negatiivinen riippuvuus. Hän myös päätteli, että tämä riippuvuus oli kytköksissä muikkukannan vaihteluun, sillä myös siian ja muikun kannanvaihtelun välillä oli negatiivinen korrelaatio. Tämä viittaa lajien väliseen ravintokilpailuun, mutta muut mekanismit, jotka suoraan olisivat vaikuttaneet istutuksesta saatavaan saaliiseen (kg/1000 istukasta) jäivät Salojärven tutkimuksissa epäselviksi.

Viimeisten yli kahdenkymmenen vuoden aikana, vuosina 1991-2014, Oulujärven kalastuksessa ja kalalajien runsauksissa on tapahtunut suuria muutoksia. Siikasaaliit ovat huomattavasti heikentyneet samalla, kun kuhasta on tullut taloudellisesti merkittävin saalislaji. Myös muikkukannan koossa on ollut huomattavaa vaihtelua ja troolipyynnin merkitys muikun kalastuksessa on korostunut (Huusko & Hyvärinen 2012). Troolikalastuksen sivusaaliissa siian osuus on ollut joinakin vuosina huomattava. Verkkokalastuksessa on siirrytty käyttämään aiempaa harvempisilmäisempiä verkkoja pyynnin kohdistuessa aiempaa enemmän petokaloihin, erityisesti kuhaan. Myös siikojen istutuskäytännöissä on ollut vuosien välillä suurta vaihtelua.

Oulujärven kalansaaliista on kerätty Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (nykyisin Luonnonvarakeskus) toimesta sekä velvoitetarkkailun yhteydessä (Fortum Power and Heat oy, Pöyry Finland Oy) kalakanta-aineistoja yhtäjaksoisesti yli neljän vuosikymmenen ajalta (1973-2014). Tämä ja edellä kuvatut vaihtelut Oulujärven kalastuksessa, kalakannoissa ja istutuskäytännöissä mahdollistavat aiempaa monipuolisemman tarkastelun siikaistutusten tulokseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseksi. Tässä tutkimuksessa selvitetään Oulujärven kalayhteisössä,

kalastuksessa ja istutuskäytännöissä tapahtuneiden muutosten vaikutuksia planktonsiikaistutusten tuloksellisuuteen. Erityisesti pyritään arvioimaan, voidaanko istutuskäytäntöjä tai kalastusta säätämällä parantaa planktonsiian istutustulosta. Tutkimus on osa Oulujärven kalataloustarkkailua.

Aineisto ja menetelmät

Tutkittavien parametrien laskennassa vuosilta 1973 - 1990 käytettiin samaa aineistoa kuin Salojärvi (1992) on aiemmin käyttänyt. Vuosien 1995, 2000, 2005 ja 2010 kokonaissaalis saatiin velvoitetarkkailun vuosittaisista raporteista kalastustiedusteluun perustuvana arviona. Väli vuosien siikasaaliit arvioitiin koko jakson (1973 - 2014) ajalta kerätyn kirjanpitokalastajien verkkoyksikkösaaliin (solmuväliltään 27 mm ja tätä harvemmat verkot, $N=615967$ koettua verkkoa) ja tiedusteluvuosien kokonaissaaliin välisen regressioyhtälön (kokonaissaalis (kg) = $382,74$ (kg) \times yksikkösaalis (g/verkko), $R^2 = 0,61$) perusteella. Eri siikamuodot eroteltiin saalisnäytteistä kalakohtaisesti ($N=51149$) siivilähampaiden lukumäärän perusteella. Jos siivilähampaita oli 25 tai vähemmän kala luokiteltiin tuppisiiksi. Jos siivilähampaiden lukumäärä oli väliltä 26 - 43, kala luokiteltiin verkkosiiksi, ja jos siivilähampaita oli 44 tai enemmän, kala luokiteltiin planktonsiiksi. Vuosittainen kokonaissaalis jaettiin eri siikamuotojen osuuksiin vastaavina vuosina kerättyjen saalisnäytteiden suhteellisten osuuksien mukaisesti (Kuva 1).

Saalisnäytteistä kerätyistä suomista lasketun iän ja saalisnäytekalojen yksilöpainon perusteella eri siikamuotojen vuosittainen saalis jaettiin ikäryhmäkohtaisiin saaliisiin (kg ja kpl). Planktonsiian vuosittaiset istutusmäärät (1977 - 2014), istukkaiden kokotiedot sekä istutusajankohta (1989 - 2014) saatiin Kainuun ely-keskuksen keräämistä tilastoista (Kuvat 2 - 5). Istutusajankohdan lämpötiloina käytettiin Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusasemalla mitattuja Kivesjärven (3m) lämpötiloja (Kuva 6), joiden vuosittainen vaihtelu vastaa Oulujärven lämpötilavaihteluita. Planktonsiian istutustulos, saalis tuhatta istukasta kohti (kg/1000 ist.) sekä saaliiksi saatujen siikojen osuus (%) istutetuista (Kuva 7) laskettiin vuosille 1977 - 2011 olettamalla, että kaikki saaliiksi saadut planktonsiikat ovat istutuksista peräisin. Oulujärven siikaistukkaita ei ole merkitty eikä siten mahdollisesti luontaisesti lisääntyneiden planktonsiikojen osuutta saaliissa voida varmentaa.

Ikäryhmäkohtaisten saaliiden avulla laskettiin erikseen jokaiselle siikamuodolle kolmen vuoden ikäisten (kalastettava osa kantaa) ja tätä vanhempien siikojen populaatiokokoa vuosille 1973 - 2014 (Kuva 8). Siian kannanarviointimenetelmänä käytettiin samaa Popen approksimaatioon perustuvaa populaatiomallia (VPA) kuin Salojärvi (1992) käytti aiemmassa Oulujärven siikatutkimuksessa. Luonnollisen kuolevuuden arvoina eri ikäryhmille käytettiin seuraavia: $3v=0.35$, $4v=0.33$, $5v=0.30$, $6v=0.28$, $7v=0.26$, $8v=0.24$, $9v=0.22$, $10v=0.20$, $11v=0.19$, $12+v=0.16$. Viimeisen (2014) vuoden ikäryhmäkohtaiset kalastuskuolevuudet arvioitiin kolmen viimeisimmän vuoden keskiarvoitointia käyttäen. Istutusvuosiluokkiin kohdistuneet keskimääräiset kalastuskuolevuudet (kalastuksessa tapahtuneet muutokset) laskettiin VPA:n tulostamista kalastukseen rekrytoituneiden (3-vuotiaat ja vanhemmat) planktonsiikojen kalastuskuolevuuksista (Kuva 9).

Muikun kanta-arviona käytettiin samaa kuin Huusko & Hyvärinen (2012) ovat aiemmin esittäneet vuosille 1973 - 2005. Muiden lajien (kuha, hauki, made, taimen,

ahven, särki, lahna) kannanvahvuusindeksinä käytettiin kirjanpitokalastajien verkkoaineistosta laskettua yksikkösaalista (verkot 27mm ja harvemmat, kg/verkko) vuosille 1973 - 2014 (Kuva 10).

Edellä kuvattujen muuttujien yhteyttä Oulujärven planktonsiian istutustuloksen vaihteluun tutkittiin Pearsonin korrelaatioanalyysin avulla. Tarkastelu tehtiin istutusvuoden arvoilla eli esimerkiksi vuoden 2000 istutuksista saatua planktonsiikasaalista (kg/1000 istukasta ja saalis kpl % istutetuista) verrattiin vuoden 2000 kuhakantaindeksiin (kg/verkko).

Tulokset

Korrelaatioanalyysin tulosten perusteella Oulujärven planktonsiika-istutusten tulokseen vaikuttaa merkittävästi yhtä aikaa useita eri tekijöitä (Taulukko 1). Näistä useat tekijät korreloivat myös keskenään, mutta tässä raportissa esitetään vain planktonsiikojen istutustuloksen ja eri muuttujien väliset korrelaatiot.

Petokaloista hauen ja kuhan kantaindeksit (kg/verkko) korreloivat negatiivisesti istutustulokseen eli istutukset tuottivat heikosti silloin, kun järvässä oli runsaasti petokaloja. Erityisesti runsas kuhakanta heikensi sekä kiloina laskettua saalistuottoa (kg/1000 istukasta) että istukkaista saaliiksi saatujen siikojen osuutta (kpl % istutetuista). Haukikannan vaikutus oli tilastollisesti merkittävä vain kilomääräiseen istutustulokseen. Petokalat vaikuttavat istutustulokseen todennäköisesti ainakin suoran predaation kautta, mutta petokalojen vaikutus voi olla myös epäsuora ja monimutkaisempi predaation vaikuttaessa jonkin toisen lajin esimerkiksi siian ravintokilpailulajin kannan runsauteen.

Myös runsaalla muikkukannalla oli voimakas negatiivinen vaikutus planktonsiikaistutusten onnistumiseen. Tämä on todennäköisesti seurausta voimakkaasta ravintokilpailusta näiden planktonsyöjien välillä. Istutustulos, sekä kiloina että prosentteina mitattuna, korreloi voimakkaasti ja positiivisesti luontaisesti lisääntyvien siikojen, tuppisiian ja verkkosiian populaatiokoon kanssa. Lisäksi positiivinen heikko korrelaatio löytyi kilomääräisen istutustuloksen ja särjen sekä lahnan kantaindeksin välillä. Tämä viittaa siihen, että istutusvuoden olosuhteista hyötyivät planktonsiikaistukkaiden kanssa samanaikaisesti sekä muut siikamuodot että jossain määrin myös särkikalat.

Istutustulos (saalis kg/1000 istukasta ja saalis kpl % istutetuista) ei korreloinut planktonsiikapopulaation koon kanssa eikä myöskään vuosittain istutettujen planktonsiikojen kokonaismäärän kanssa. Tämän perusteella vuotuinen istutusmäärä ei vaikuttaisi olleen liian suuri. Sen sijaan istutusajankohdalla ja menettelyillä istutuksen toteutuksessa eri vuosina näyttäisi olevan merkittäviä vaikutuksia istutuksesta saatavaan saaliiseen. Vuosittain keskimäärin yhden päivän aikana istutettujen siikojen määrä korreloi negatiivisesti ja istutuspäivien lukumäärä (istutuserien lukumäärä) positiivisesti istutustuloksen kanssa. Toisin sanoen vuosina, jolloin siiat istutettiin pienemmissä mutta useammassa erissä, istutukset onnistuivat paremmin kuin vuosina, jolloin istutukset toteutettiin muutamien päivien aikana suurina istutuserinä. Lisäksi istutuspäivämäärä korreloi negatiivisesti istutustuloksen kanssa. Kun siiat istutettiin keskimäärin myöhään syksyllä, istutus epäonnistui

todennäköisemmin kuin aiemmin tehdyillä istutuksilla. Istutuskauden pituus eli ensimmäisen ja viimeisen istutuspäivän väli vuorokausina sekä istutusveden lämpötilan vaihteluvälin suuruus korreloivat positiivisesti istutustuloksen kanssa. Istutussiikojen keskipituuden vaihtelu ei vaikuttanut istutustulokseen merkittävästi. Istutustuloksen kannalta negatiivisiksi osoittautuneet muutokset istutuskäytännöissä ja istutusajankohdassa ovat tapahtuneet 1990-luvun puolivälin jälkeen (Kuvat 4 - 6). Ajallisesti selittävien tekijöiden välisen kovariaatin vaikutusta ei siis täysin voitu sulkea pois.

Planktonsiikojen kalastuksessa tapahtuneita muutoksia kuvaava istutusvuosiluokkakohtainen keskimääräinen kalastuskuolevuus korreloi positiivisesti sekä kiloina lasketun istutustuloksen että istutetuista saaliiksi saatujen siikojen % osuuden kanssa. Vaikka vuosiluokkien välinen vaihtelu oli runsasta, voidaan tarkastelujaksolla (1977 - 2011) havaita selkeä laskeva trendi kalastuskuolevuudessa (Kuva 9).

Taulukko 1. Planktonsiian istutusmäärän ja istutusvuosiluokan kokonaissaaliin suhteen (kg/1000 istukasta ja kpl % istutetuista) ja istutusvuoden menettelyjen ja olosuhteiden, Oulujärven eri kalakantojen vaihtelun sekä kolme vuotiaiden ja sitä vanhempien planktonsiikojen keskimääräisen kalastuskuolevuuden välinen korrelaatio (Pearson) Oulujärvellä. Tilastollinen merkitsevyys on osoitettu tähdellä (*).

Istutus	kg / 1000 istukasta		kpl % istutetuista	
	R	P	R	P
Istutettu yhteensä / vuosi	-0,126	0,470	0,018	0,919
Istutusmäärä kertaa (päivää) kohti keskimäärin vuodessa	-0,630	0,001 *	-0,560	0,005 *
Istutuspäivien (istutuskertojen) lukumäärä / vuosi	0,713	0,000 *	0,566	0,005 *
Istutuspäivämäärä keskimäärin vuodessa	-0,498	0,015 *	-0,467	0,025 *
Ensimmäisen ja viimeisen istutuspäivän väli, vrk	0,465	0,025 *	0,351	0,100
Istutusveden lämpötilan vuosikesiarvo, C°	0,291	0,178	0,226	0,300
Istutusveden lämpötilan vaihteluväli, C°	0,434	0,039 *	0,369	0,084
Istutuspituus keskimäärin vuodessa, mm	-0,102	0,643	-0,168	0,445
Kalakannat				
Hauki (kg/verkko)	-0,434	0,009 *	-0,296	0,085
Kuha (kg/verkko)	-0,544	0,001 *	-0,546	0,001 *
Made (kg/verkko)	-0,021	0,904	0,059	0,735
Ahven (kg/verkko)	0,243	0,159	0,142	0,414
Taimen (kg/verkko)	-0,053	0,764	0,080	0,646
Särki (kg/verkko)	0,339	0,046 *	0,247	0,153
Lahna (kg/verkko)	0,347	0,041 *	0,231	0,182
Muikkupopulaatio (1+)	-0,567	0,001 *	-0,554	0,002 *
Tuppisiikapopulaatio (3+)	0,559	0,000 *	0,573	0,000 *
Verkkosiikapopulaatio (3+)	0,561	0,000 *	0,648	0,000 *
Planktonsiikapopulaatio (3+)	0,039	0,826	0,161	0,357
Kalastus				
Planktonsiikojen kalastuskuolevuus (F, 3+)	0,455	0,006 *	0,456	0,006 *

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa Oulujärven planktonsiikaistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavia tekijöitä tarkasteltiin pitkien aikasarja-aineistojen avulla. Istutukset alkoivat vuonna 1977 ja ne tuottivat enimmillään noin 50 tonnin vuosisaaliin 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa. Saalis ja istutustulos olivat selvästi alhaisemmalla tasolla 2000 - 2014 välisenä aikana aikaisempaan verrattuna. Tulosten perusteella Oulujärven planktonsiika-istutusten tulokseen vaikuttaa yhtä aikaa useita eri tekijöitä. Näistä useat korreloivat myös keskenään, mahdollisesti myös ajallisesti, mikä vaikeuttaa suorien vaikutusmekanismien todentamista.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella runsas petokalakanta ja erityisesti kuhakannan voimistuminen 2000-luvulla ovat vaikuttaneet mahdollisesti predaation lisääntyessä siian istutustulosta heikentävästi. Tulosten perusteella vaikuttaa myös siltä, että planktonsiikaistutukset eivät onnistu kovin hyvin vahvan muikkukannan aikana todennäköisesti voimakkaan ravintokilpailun takia. Istutuskäytännöt ovat myös muuttuneet 1990-luvun puolivälistä lähtien istutustuloksen kannalta epäedulliseen suuntaan. 2000-luvulla istutukset on tehty aiempaa myöhemmin ja keskimäärin kylmempään veteen syksyllä, jolloin ravintotilanne planktonsyöjien kannalta on sekä luonnonravintolammikossa että istutusvesistöissä heikentynyt. Lisäksi samaan aikaan kalastuskuolevuuden pienentyminen eli planktonsiian kalastuksen vähentyminen on osaltaan pienentänyt istutuksista saatavaa saalista.

Kalakantojen vaihtelua ja erityisesti lajien välisiä määrällisiä suhteita on vaikea ennustaa. Yksittäisen lajin kannan kokoon on kuitenkin mahdollista vaikuttaa voimakkailla muutoksilla kalastukseen. Esimerkiksi petokalakantojen pienentäminen kalastuksen lisäämisellä vähentää predaatiopainetta ja voi siten parantaa myös siian istutustulosta. Viime vuosina (2009 - 2014) kuhan kalastus Oulujärvellä on lisääntynyt voimakkaasti ja kantaindeksi on huomattavasti pienentynyt vuodesta 2012 alkaen. Tämä parantaa mahdollisesti siikaistutusten onnistumisen edellytyksiä lähivuosina. Tämän muutoksen vaikutus ei kuitenkaan näkynyt vielä tässä tutkimuksessa tehdyssä tarkastelussa, koska viimeinen tutkimuksessa mukana ollut istutusvuosiluokka oli 2011. Jo tapahtuneen kuhakannan pienentymisen (2012 - 2014) mahdolliset vaikutukset siikaistutusten tulokseen tultaneen näkemään.

Tiheäsilmäisillä verkoilla kalastus on voimakkaasti vähentynyt Oulujärvellä kuhan kalastuksen säätelyn myötä ja siten todennäköisesti pienentänyt myös siian kalastuskuolevuutta, vaikka siikaa pyydetäänkin edelleen isorysillä ja troolilla. Tämä on mahdollisesti osaltaan pienentänyt myös istutuksista saatavaa saalista. Verkkokalastuksen säätely on toteutettu pääasiassa petokalojen saaliiden optimoimiseksi, mutta kalastustapojen muutos on osaltaan ollut myös kalastajalähtöistä. Mikäli siikaan kohdistunut kalastus lisääntyy uudelleen, voi se myös lisätä istutuksista saatavaa saalista.

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että useat eri tekijät ovat muuttuneet planktonsiikaistutusten menettelyissä ja istutusajankohdassa samanaikaisesti 1990-luvun puolivälistä lähtien. Istutukset aloitetaan nykyisin syyskuun lopulla, kun ne aiemmin aloitettiin elokuun lopulla. Istutuslämpötila on samalla alentunut keskimäärin noin 5 astetta. Istutukset myös toteutetaan nykyisin yli kaksi kertaa suuremmissa erissä (alle 50000 vs. yli 100000 kpl/päivä) kuin aiemmin. Samalla istutuspäivien

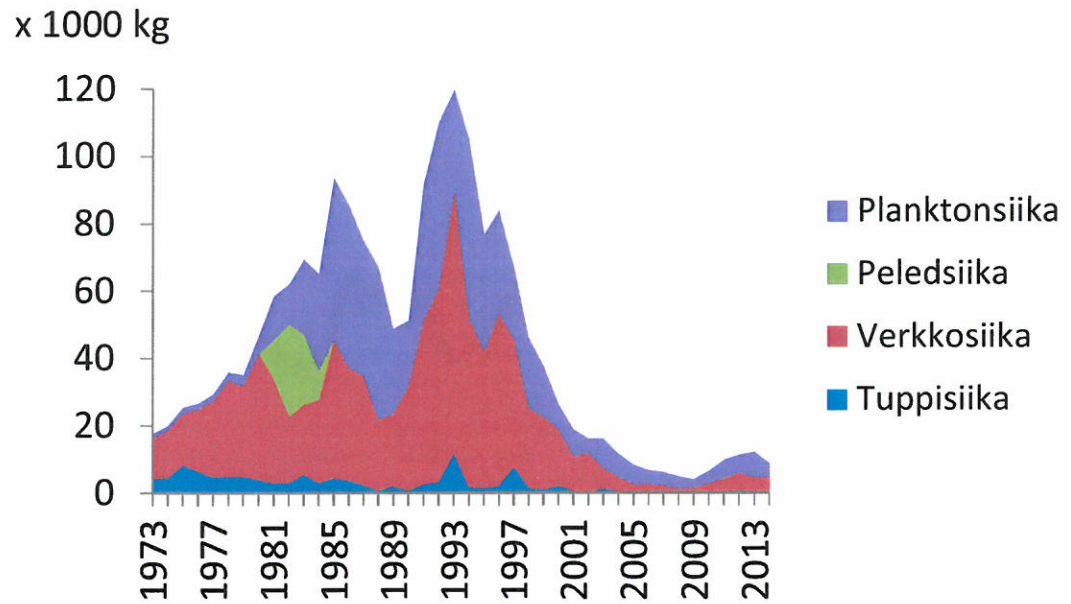
lukumäärä on huomattavasti vähentynyt ja ensimmäisen ja viimeisen istutuspäivän välinen aika supistunut verrattuna 1990-luvun alun tilanteeseen. Kun istutuskertojen määrä vähenee ja istutusjakson pituus supistuu, pienenee myös todennäköisyys sille, että istukkaat vapautettaisiin niille optimaalisimpana ajankohtana. Lisäksi istutustiheyden kasvu kuljetuksessa lisää kalojen stressiä ja voi lisätä istutuksen jälkeistä kuolleisuutta.

Myöhään syksyllä kylmään veteen tehty istutus planktonia syövällä lajilla heikentää istukkaiden mahdollisuuksia sopeutua istutusveden ympäristöön ja kasvattaa myös riskiä istutuksen epäonnistumiselle, koska tarjolla olevat ravintovarot istutushetkellä ovat heikommät kuin lämpimämmässä vedessä. Koska tulosten perusteella edellä mainituilla istutuskäytäntöihin liittyvillä muutoksilla on ollut istutustulosta heikentävä vaikutus, suositellaan käytäntöjen muuttamista takaisin 1990-luvun alun kaltaisiin menettelyihin eli istutuksia tulisi huomattavasti aikaistaa ja toteuttaa ne useammassa pienemmässä erässä.

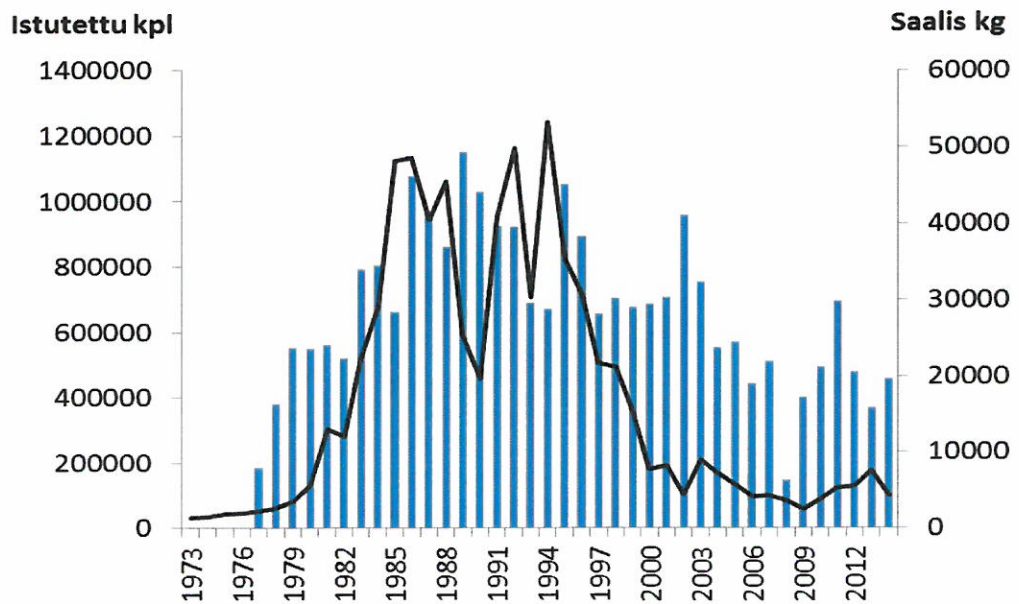
Kirjallisuusviitteet

Salojärvi, K. 1992. Compensation in whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) populations in Lake Oulujärvi, northern Finland. Finnish Fisheries Research 13, p. 31-48.

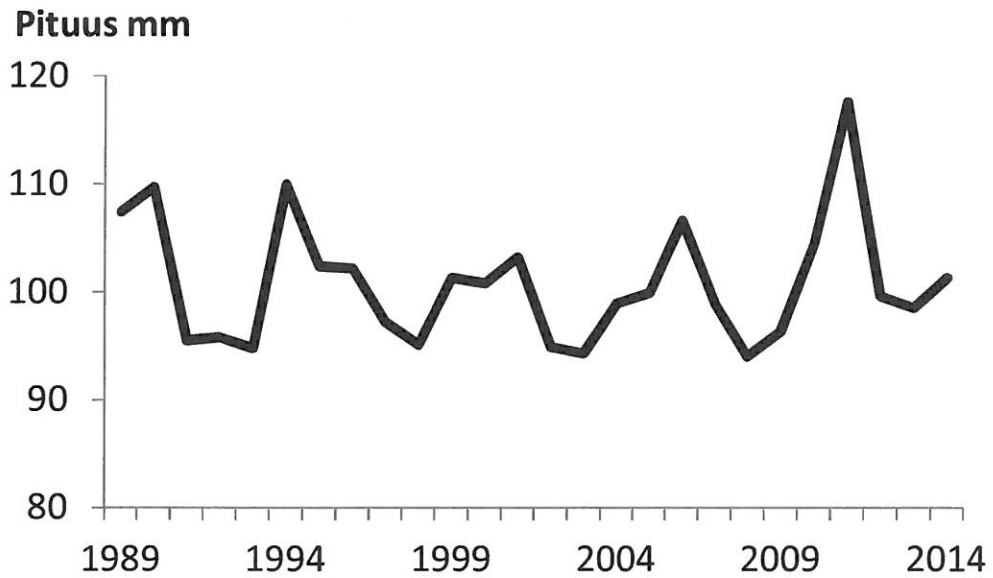
Huusko, A. & Hyvärinen, P. 2012. A high harvest rate induces a tendency to generation cycling in a freshwater fish population. Journal of Animal Ecology 74: 525-531.



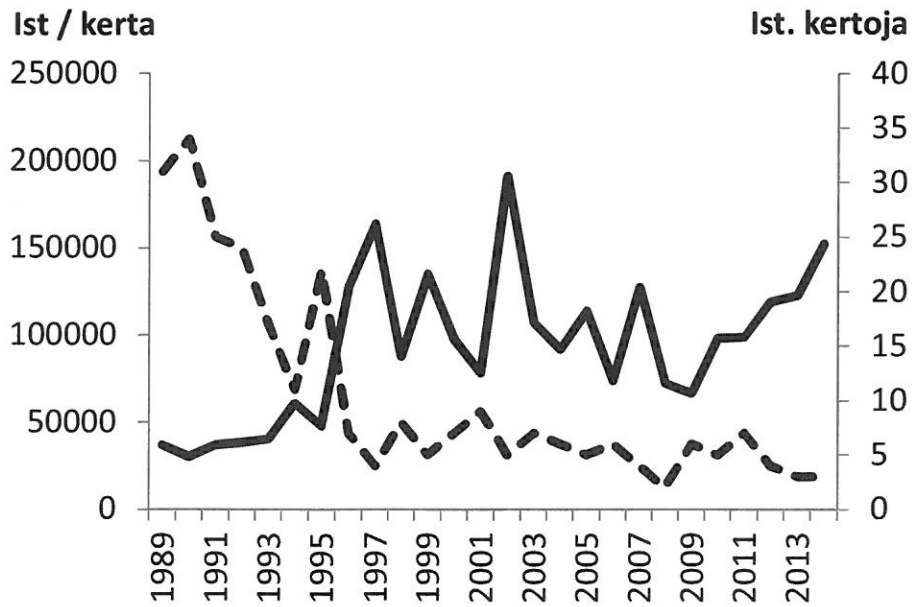
Kuva 1. Eri siikamuotojen saalis Oulujärvellä.



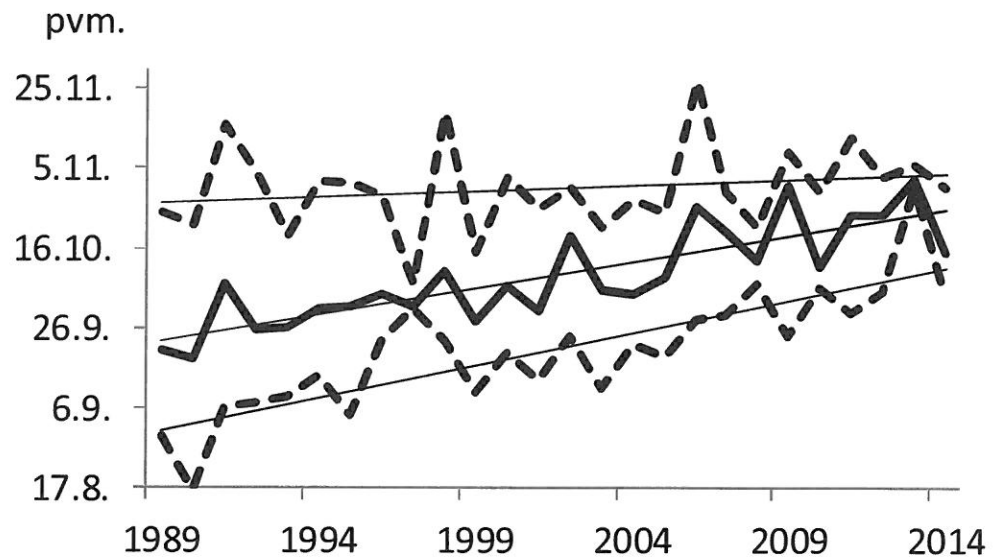
Kuva 2. Oulujärveen istutettujen planktonsiikojen lukumäärä (harmaat pylväät) sekä vuosittainen kokonaissaalis (musta käyrä).



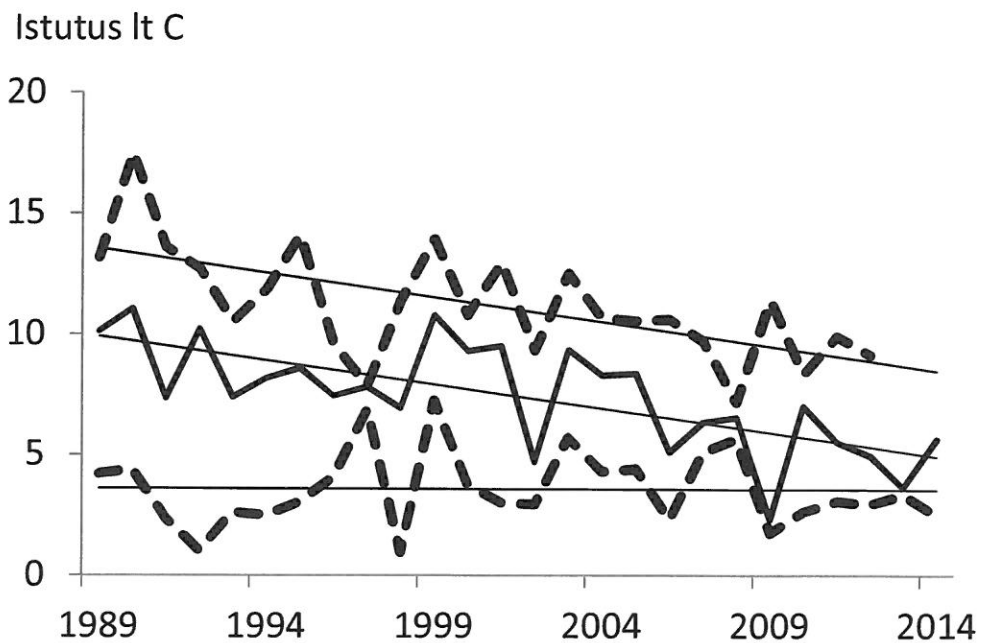
Kuva 3. Istutettujen planktonsiikojen keskipituus.



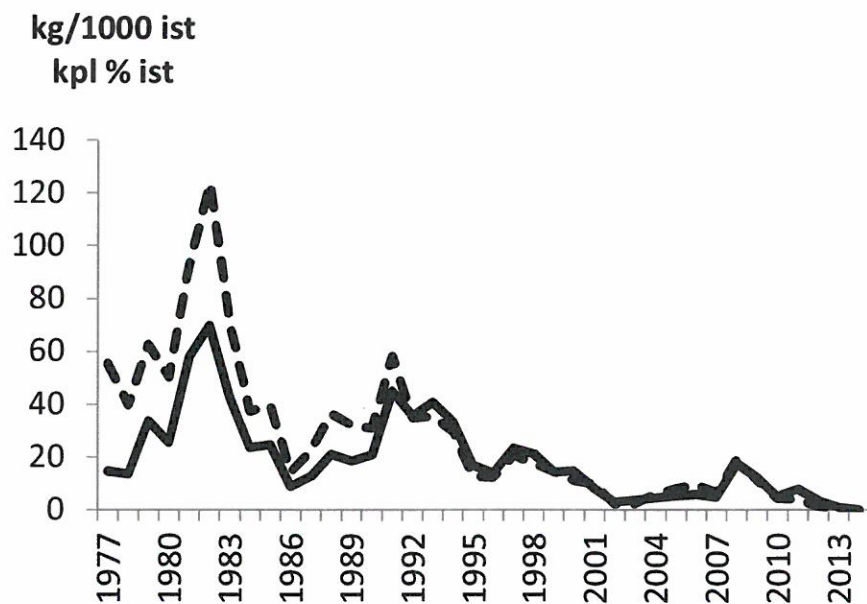
Kuva 4. Yhtenä päivänä (istutuskertana) istutettujen siikojen lukumäärä keskimäärin vuosittain (yhtenäinen viiva) sekä istutuskertojen (päivien) lukumäärä vuosittain (katkoviiva).



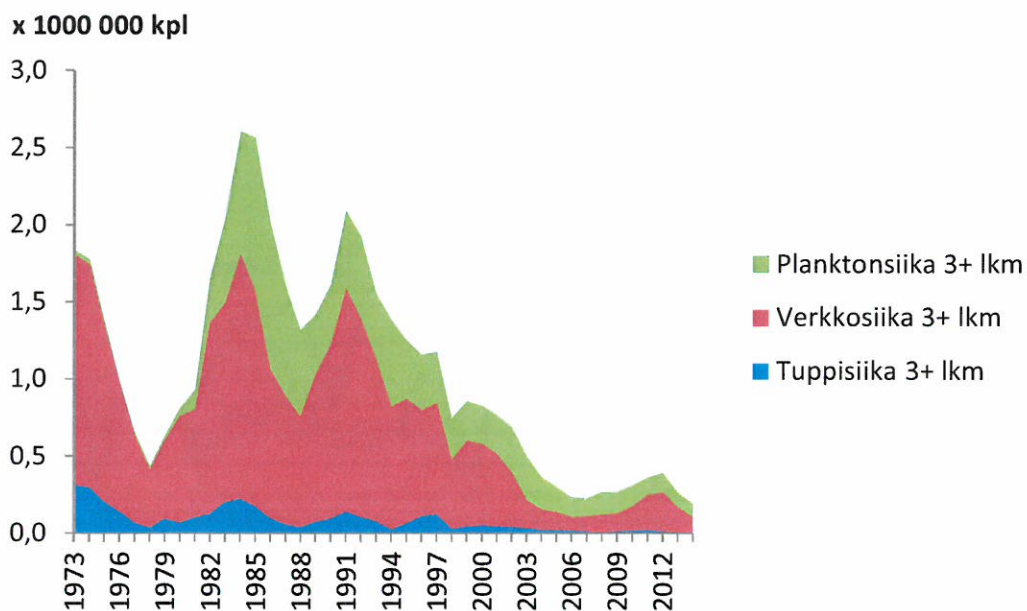
Kuva 5. Planktonsiikaistutusten ajankohta keskimäärin (yhtenäinen viiva) sekä istutusten alku- ja loppupäivämäärä (katkoviivat) vuosittain. Trendiviivat osoittavat muutoksen pitkäaikaisen suunnan.



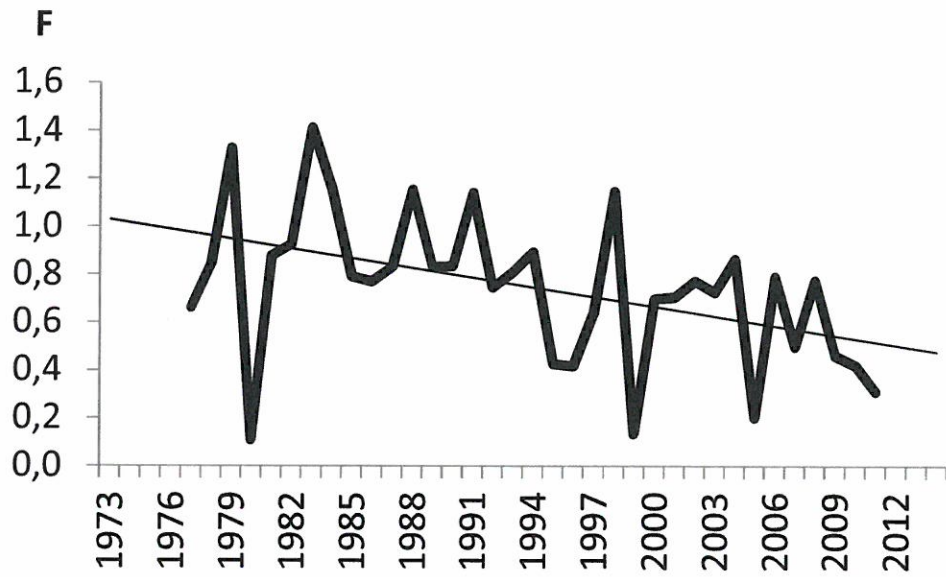
Kuva 6. Järviveden lämpötila (yhtenäinen viiva) istutuspäivinä keskimäärin sekä ensimmäisenä ja viimeisenä istutuspäivänä (katkoviivat) vuosittain. Trendiviivat osoittavat muutoksen pitkäaikaisen suunnan.



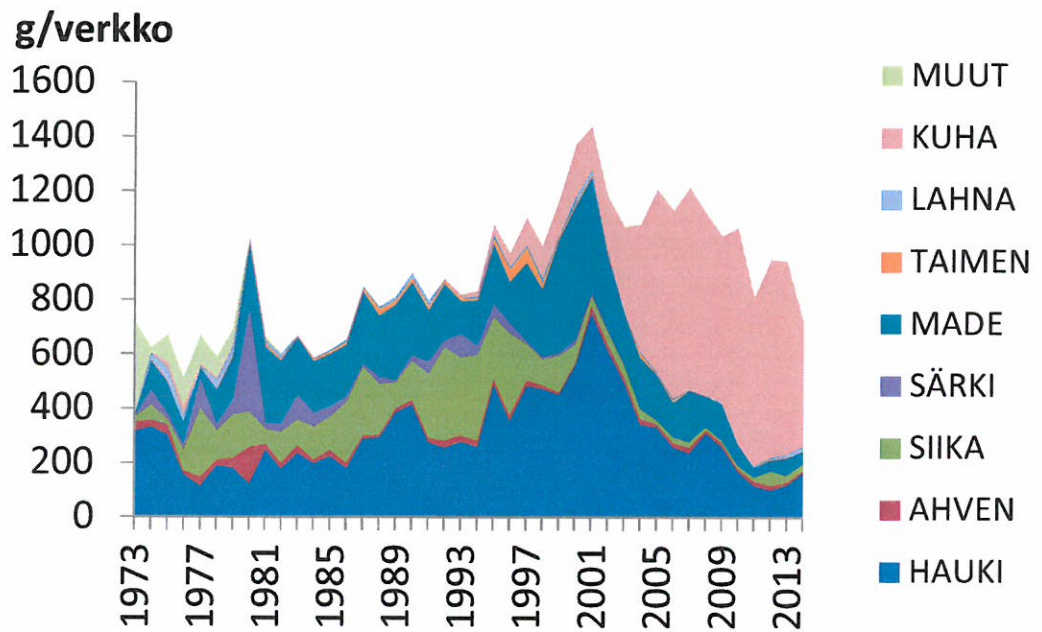
Kuva 7. Oulujärven planktonsiikaistutusten saalistuotto (katkoviiva, kg/1000ist) ja saaliiksi saatujen siikojen osuus istutetuista (yhtenäinen musta viiva, kpl % istutetuista).



Kuva 8. Kolmevuotiaiden ja sitä vanhempien Oulujärven siikojen populaatiokoko siikamuodoittain.



Kuva 9. Planktonsiian keskimääräiset kalastuskuolevuudet (3-vuotiaat ja vanhemmat) istutusvuosiluokittain.



Kuva 10. Oulujärven kirjanpitokalastajien keskimääräinen verkkoyksikkösaalis (27 mm ja harvemmat verkot) lajeittain.

