

Kestävän kalastusmatkailun edellytykset Kilpisjärvellä - virkistyskalastuksen vaikutukset nieriäkannan tilaan

Prof. Kimmo Kahilainen¹
MMM Tommi Malinen²
Prof. Hannu Lehtonen²

¹ Kilpisjärven biologinen asema, Helsingin yliopisto
Käsivarrentie 14622, 99490 Kilpisjärvi

²Ympäristötieteiden laitos, PL 65, 00014 Helsingin yliopisto

Loppuraportin sisällysluettelo

Loppuraportin sisällysluettelo.....	1
1. Tutkimuksen tavoitteet.....	1
2. Tutkimusolosuhteet ja yhteistyö	2
3. Tutkimuksen tulokset.....	2
3.1.1 Tutkimusalue.....	2
3.1.2 Tutkimusmenetelmät ja aineisto	3
3.2 Tutkimustulokset.....	4
3.3 Toteutusvaiheen arviointi.....	10
3.4 Julkaisut	10
4. Tulosten arviointi	11
4.1 Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus.....	11
4.2 Tulosten tieteellinen merkitys	12
Kirjallisuus	12
5. Loppuraportin tiivistelmä.....	13

1. Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää lisääntyneen kalastuksen vaikutukset Kilpisjärven nieriäkantaan ja mahdolliset vaikutukset siikakantaan vertaamalla vuosien 2005-2006 ja tässä hankkeessa kerättyihin vuosien 2010-2011 aineistoihin. Osatavoitteissa selvitettiin miten lisääntynyt virkistyskalastus on vaikuttanut suoraan:

- 1) nieriäkannan yksikkösaaliisiin ja kokojakaamaan
- 2) nieriän kasvuun ja sukukypsyyskatoon
- 3) nieriän loismäärään mahalaukun pinnalla ja lihaksessa

Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli selvittää lisääntyneen nieriän virkistyskalastuksen epäsuorat vaikutukset siikakannan (nieriän pääravintokohde) tilaan. Osatavoitteina oli selvittää:

- 4) siikakannan koon, yksikkösaaliin ja kokojakauman muutokset
- 5) siian ikäjakauman, kasvun ja loismäärän muutokset

Tulosten avulla arvioitiin, miten voimistunut kalastus on vaikuttanut nieriäkantaan ja onko nykyinen kalastustaso kestäväällä pohjalla. Lopuksi tulosten perusteella hahmoteltiin sitä, miten Kilpisjärven virkistyskalastusta tulisi harjoittaa ja säädellä pysyvän matkailukalastuksen näkökulmasta.

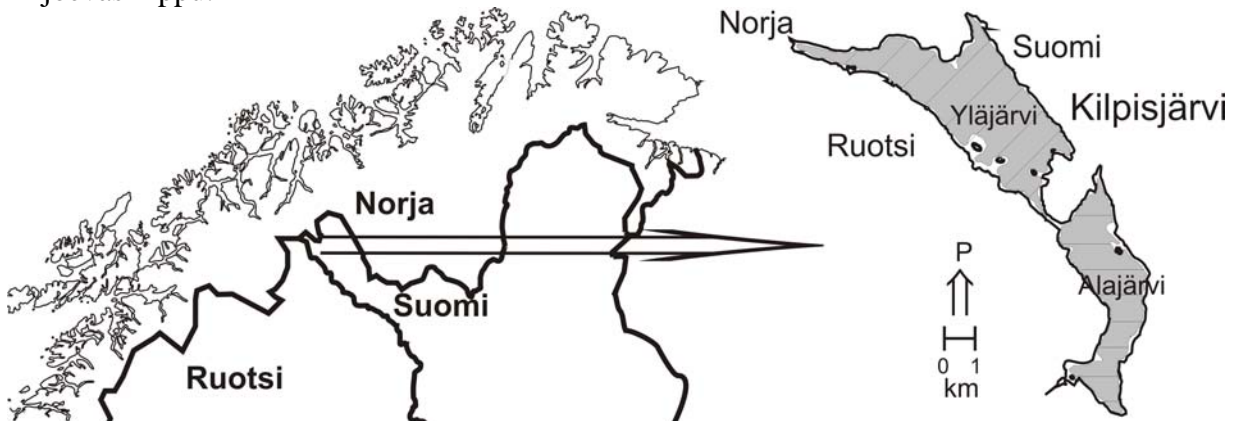
2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö

Hankeen toteutuksesta vastasi Helsingin yliopiston Kilpisjärven biologinen asema ja Ympäristötieteiden laitos. Hankkeen vastuullisena johtajana toimi soveltavan ympäristötutkimuksen professori Kimmo Kahilainen. Hankkeen toteuttamiseen osallistuvat kalataloustieteen professori Hannu Lehtonen ja MMM Tommi Malinen. Kahilainen ja Malinen tutkimusavustajineen vastasivat koekalastuksista ja kaikuluotauksesta. Tutkimusaineisto yhdistettiin aikaisemmista tuloksista vuosilta 2002, 2005 ja 2006 sekä tässä hankkeessa kerätyistä aineistoista. Hankkeen aikana tehtiin yhteistyötä vesialueen omistajan Metsähallituksen kalatalouspäällikön Markku Seppäsen ja suunnittelija Jarmo Huhtamellan kanssa. Yhteistyötä tehtiin myös Itä-Suomen yliopiston (tohtori Jukka Kekäläinen), Jyväskylän yliopiston (prof. Roger Jones, maisteri Antti Eloranta), Tromssan yliopiston (prof. Per-Arne Amundsenin tutkimusryhmä) ja Queensin yliopiston (tohtori Chris Harrod) kanssa.

3. Tutkimuksen tulokset

3.1.1 Tutkimusalue

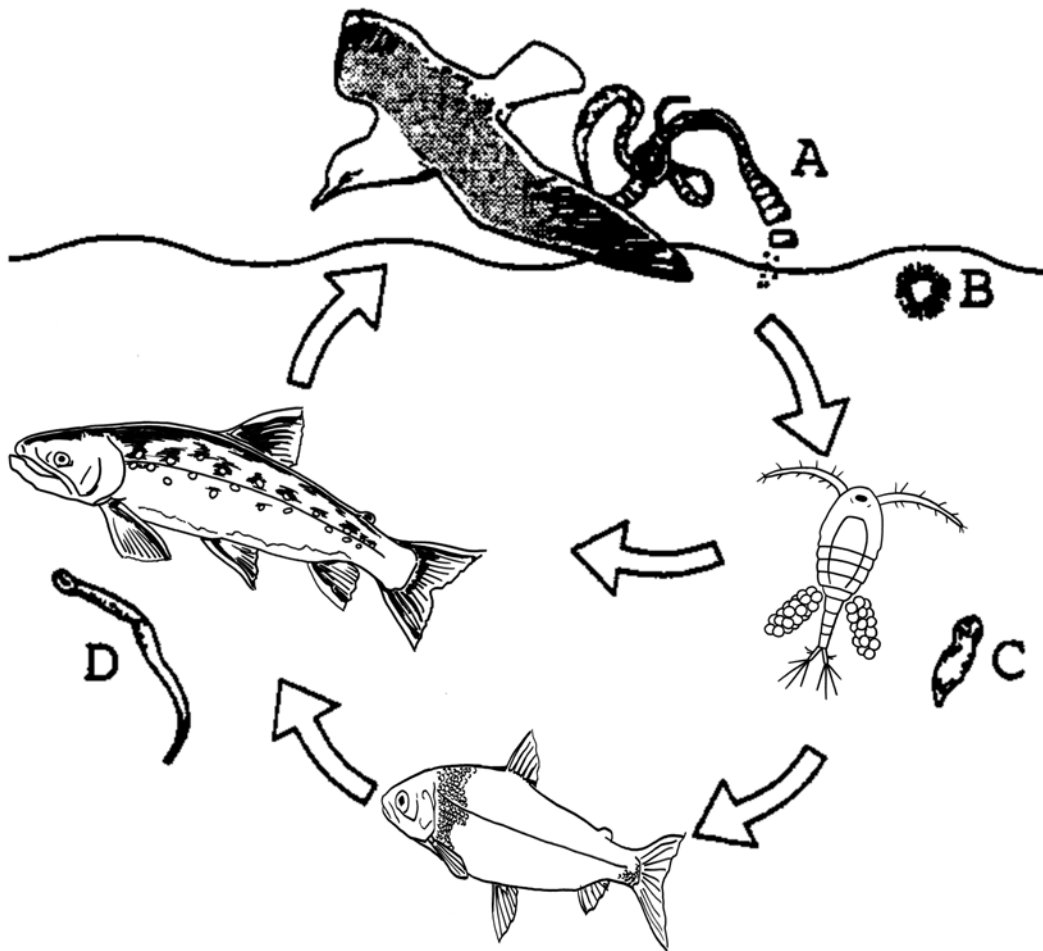
Kilpisjärvi on eräs Suomen korkeimmalla sijaitsevista suurista järvistä. Se sijaitsee Käsivarren luoteisosassa (69°03'N, 20°49'E) Suomen, Ruotsin ja Norjan rajalla (kuva 1). Kilpisjärvi on Tornio-Muoniojoen latvajärvi (463 m merenpinnasta), jonka pinta-ala on 37 km² ja maksimisyvyys 57 m. Keskisyvyydeltään (19,4 m) Kilpisjärvi lukeutuu Suomen syvimpien järvien joukkoon. Vesi on kirkasta (näkösyvyys 10 m) ja järvi luokitellaan veden laadultaan oligotrofiseksi (kok. P 4 µg/l, kok. N 170 µg/l). Kalastossa esiintyvät seuraavat lajit: siika (*Coregonus lavaretus* (L.)), nieriä (*Salvelinus alpinus* (L.)), taimen (*Salmo trutta* L.), harjus (*Thymallus thymallus* (L.)), hauki (*Esox lucius* L.), made (*Lota lota* (L.)), muttu (*Phoxinus phoxinus* (L.)) ja kirjoeväsimppu (*Cottus poecilopus* Heckel). Kalalajeista runsain on siika ja muita yleisiä lajeja ovat nieriä, made ja kirjoeväsimppu.



Kuva 1. Kilpisjärven sijainti Pohjois-Lapissa Käsivarren luoteisimmassa osassa. Järvi koostuu kahdesta toisiinsa yhteydessä olevasta syvästä altaasta. Harmaalla värillä on osoitettu yli 6 m syvät alueet, jossa näkyvät kalatiheyden arvointiin vuosina 2002 ja 2011 käytetyt kaikuluotauslinjat.

Siika on Kilpisjärven avainkalalaji, jota esiintyy kaikilla elinpaikoilla (Harrod ym. 2010). Se käyttää monipuolisesti Kilpisjärven ravintovaroja ja erityisesti eläinplanktonlajistoa (Hayden ym. 2012). Ravintoketjun huipulla on kookkaaksi kasvava nieriä, joka saa energiansa syömällä pääosin siikaa (Kahilainen ym. 2008). Siian lisäksi nieriä käyttää ravintonaan myös kirjoeväsimppua. Kilpisjärven ravintoverkkoon kuuluvat myös merkittävänä osana *Diphyllobothrium*-lapamadot (kuva 2). Loisten pääisäntänä toimivat lokit ja sukeltajasorsat, joita on runsaasti järven ympäristössä. Loisen elinkierto yhdistää eri trofiatasoja saalistuksen kautta (kuva 2). Kaikilla

tutkituilla sioilla ja nieriöillä on havaittu *Diphyllbothrium* sp. loisia. Siika kykenee kotoilemaan loiset mahalaukun pinnalle, mutta nieriällä loisia on kaikkialla ruumiinontelossa, sisäelimissä ja lihaksistossa.



Kuva 2. *Diphyllbothrium* sp. heisimadon elinkierto Kilpisjärven ravintoverkossa. Pääisäntänä ovat lokit (kuvassa) ja sukeltajasorsat (esim. koskelot), jotka kantavat aikuista heisimatoa (A). Linnun ulostaessa veteen heisimadon coracidium-munat (B) vapautuvat veteen. Osa munista päätyy hankajalkaisen (kuvassa Cyclopoida) ravinnoksi ja muodostaa väli-isännässä plerocercoidi-toukan (C). Osa loisituista hankajalkaisista päätyy kalojen, esimerkiksi siikojen tai nieriän poikasten, ravinnoksi ja muodostaa plerocercoidi-toukan (D). Kalaravintoon siirtyneet nieriät saavat plerocercoidi-toukat saaliiksi syömistään sioista.

3.1.2 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Kilpisjärveä kalastettiin koeverkkosarjoin vuosina 2005-2006 kalaston rakenteen selvittämiseksi (Kahilainen ym. 2008). Tässä tutkimuksessa käytettiin samoja pyyntimenetelmiä kuin aikaisempina vuosina vertailukelpoisen aineiston keräämiseksi. Pyynti tapahtui vuosina 2010 ja 2011 elokuukuussa. Nieriän pyynnissä käytettiin 5 m korkeita ja 60 m pitkiä viiden verkon sarjoja, joissa solmuvälit olivat 35, 40, 45, 50 ja 60 mm. Lisäksi käytettiin siikaverkkosarjoja, jotka koostuivat kahdeksasta kappaleesta 1,8 m korkeita ja 30 m pitkiä verkkoja (solmuvälit 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45, 60 mm). Verkkosarjoilla pyydettiin Kilpisjärven kaikilta elinpaikoilta: ulapalta (pinta, välivesi), rantavyöhykkeestä (pohja < 10 m) ja syvänteistä (pohja >10 m). Kaikki saadut kalat tunnistettiin, mitattiin 1 mm tarkkuudella ja punnittiin 1 g tarkkuudella. Verkkojen yksikkösaalis laskettiin saatujen kalojen kappalemäärien ja biomassan perusteella jakamalla saalis verkkotuntia kohti. Yksikkösaaliiden perusteella arvioitiin nieriä- ja siikakannan suhteellisen tiheyden sekä

kokorakenteen mahdolliset muutokset vuosien 2005-2006 ja 2010-2011 välillä. Tarkempi arvio Kilpisjärven kalamääristä tehtiin kaikuluotauksen avulla vuosina 2002 ja 2011.

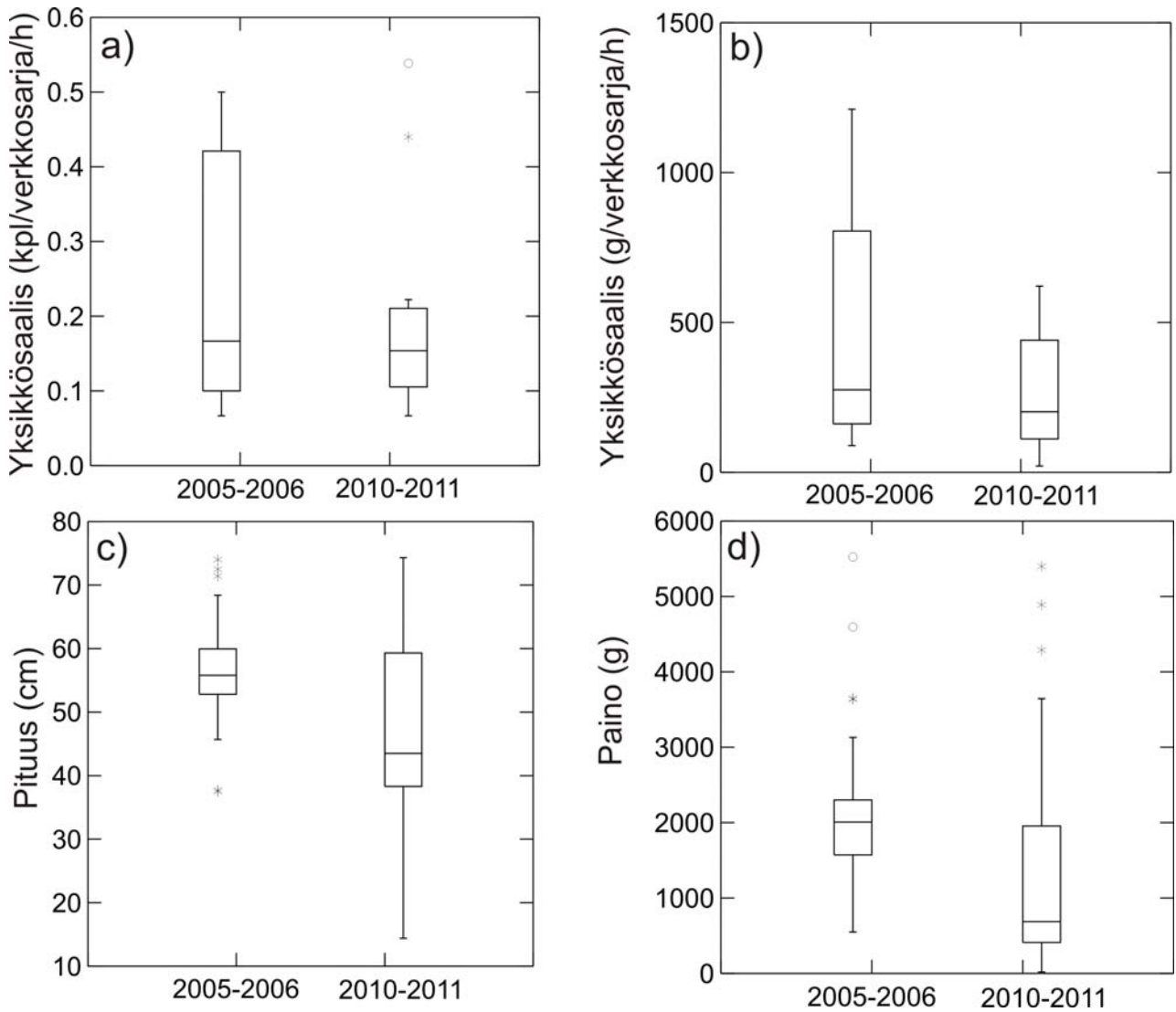
Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella ja lohkokeilaisella ES120-7C -anturilla. Kaikuluotaus tehtiin syyskuussa yöaikaan, joka on osoittautunut parhaaksi ajankohdaksi kalakanta-arvioiden tekemiselle Pohjois-Lapissa (Kahilainen ym. 2004). Kalatiheys laskettiin kaikuluotauslinjoilta (yhteensä 17 kpl) kerätyn aineiston perusteella. Tiheysarviota verrattiin vuonna 2002 vastaavilta kaikuluotauslinjoilta määritettyihin arvoihin.

Nieriöiden ja siikojen ikä määritettiin kuuloluiden (otoliittien) perusteella. Kasvun määrittämisessä käytettiin von Bertalanffyn epälineaarista kasvuyhtälöä (von Bertalanffy 1938). Siikasaaliista otettiin pituusjakauman perusteella edustava otos iän ja kasvun määrittämistä varten (Raitaniemi ym. 2000). Kuuloluista toista tarkasteltiin käsittelemättömänä ja toista paahdettuna luotettavan määrittämistuloksen saavuttamiseksi. Nieriöiden sukupuoli ja sukukypsyys määritettiin sukutuotteiden koon ja värin perusteella. Nieriöiden ravinnonkäyttö määritettiin käyttämällä pistemenetelmää (Hynes 1950), jossa kunkin ravintokohteen osuus vatsalaukun täyteisyydestä arvioitiin. Ravintokohteet pyrittiin määrittämään mahdollisimman tarkasti ja kalaravintokohteiden pituudet mitattiin 1 mm tarkkuudella. *Diphyllbothrium* sp. loiskystien lukumäärä laskettiin mahalaukun pinnalta ja lihaksesta.

Virkestyskalastuksen vaikutuksia Kilpisjärven kalakantojen tilaan tarkasteltiin tilastollisesti vertaamalla aikaisemmin kerättyjä aineistoja nykypäivän tilanteeseen käyttäen tarvittavia muunnoksia. Tilastollisissa vertailuissa käytettiin aineiston normaalisuuden perusteella joko parametrisia (t-testi, varianssianalyysi, regressioanalyysi) tai ei-parametrisia testejä (Mann-Whitneyn U-testi).

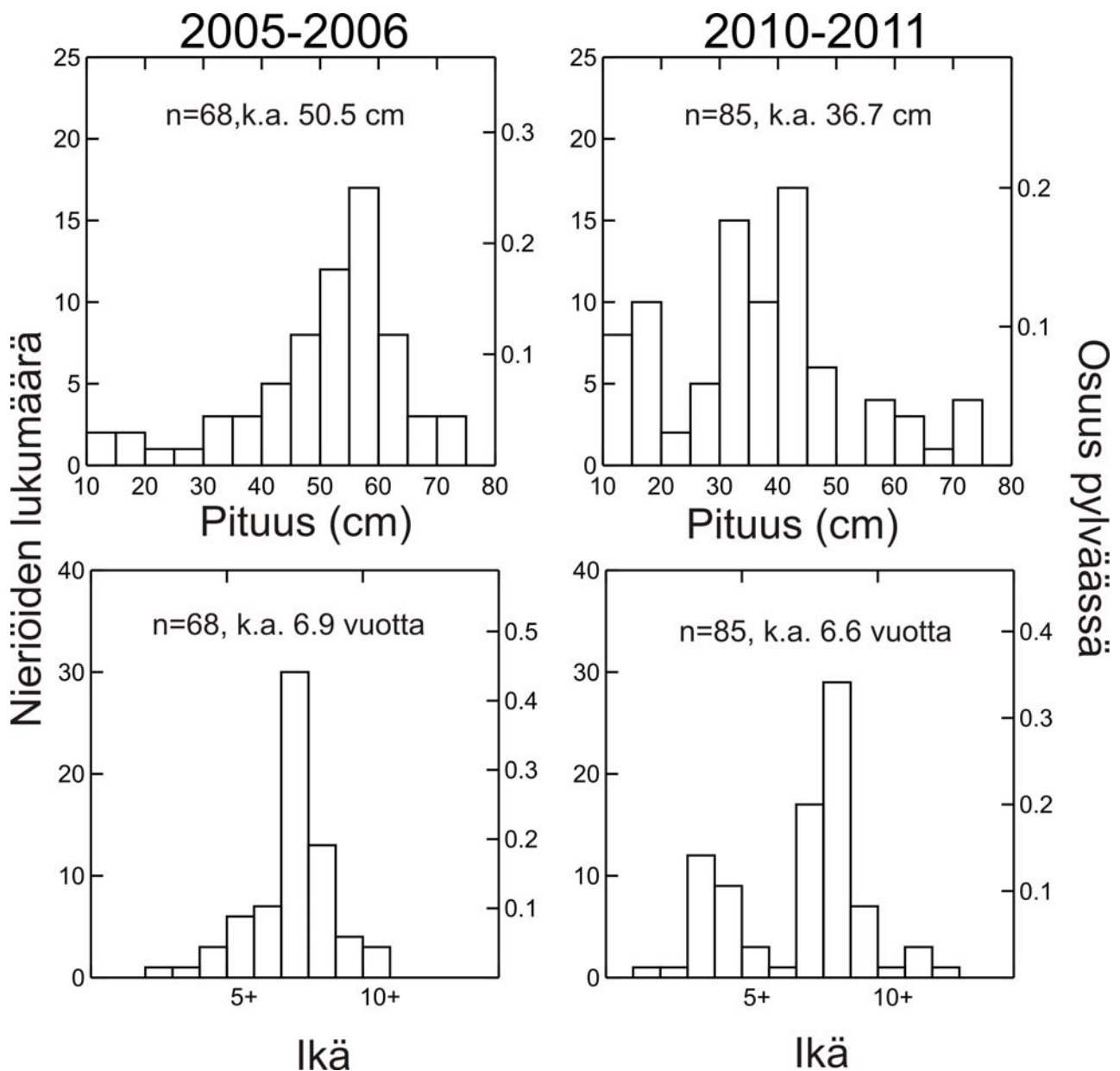
3.2 Tutkimustulokset

Kilpisjärven nieriäsaalis oli vuosina 2005-2006 keskimäärin 0,23 kpl ja 471 g verkkosarjaa kohti tunnissa ja vuosina 2010-2011 vastaavasti 0,19 kpl ja 263 g verkkosarjaa kohti tunnissa (kuva 3). Havaitut erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä (Mann-Whitneyn U-testi, $p > 0,05$). Sen sijaan saaliiksi saadut nieriät olivat merkitsevästi pienempiä vuosina 2010-2011 kuin vuosina 2005-2006 (kuva 3, t-testit, $p < 0,05$). Vuosina 2005-2006 nieriöiden keskipituus ja -paino olivat 56,5 cm ja 2065 g, kun taas vuosina 2010-2011 ne olivat 46,4 cm ja 1309 g.



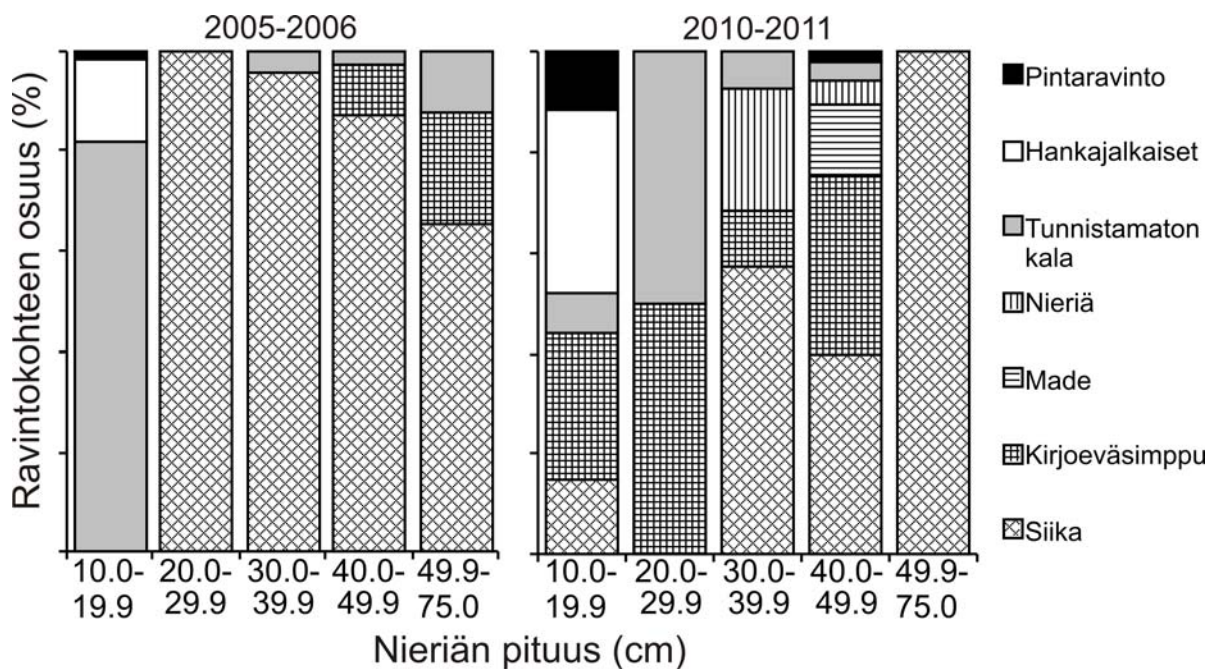
Kuva 3. Kilpisjärven nieriän lukumääräinen (a) ja painomääräinen (b) yksikkösaalis sekä mediaani pituudet (c) ja painot (d) petoverkkosarjoilla. Box-plot kuvan vaakaviiva on mediaani ja palkin laidat rajaavat aineiston 25% ja 75% kvartiilit.

Kilpisjärvestä saatiin saaliiksi vuonna 2005-2006 yhteensä 68 nieriää ja vuonna 2010-2011 yhteensä 85 nieriää kaikilla eri verkkosarjoilla. Näistä yksilöistä tehtiin tarkemmat ikä- ja loismääritykset. Saalis vuosina 2005-2006 koostui valtaosin kookkaista jo sukukypsistä yksilöistä kun taas vuosina 2010-2011 saatiin sekä kookkaita, sukukypsä kaloja että nuoria yksilöitä (kuva 4). Vuosina 2005-2006 saaliskalojen keskipituus oli merkittävästi suurempi kuin vuosina 2010-2011 (Kuva 4, Mann-Whitney U-testi, $p < 0,05$), mutta keski-ikä ei ollut eroja vuosien välillä.



Kuva 4. Nieriöiden pituus- ja ikäjakaumat saaliissa vuosina 2005-2006 ja 2010-2011 näyttemäärineen ja keskiarvoineen.

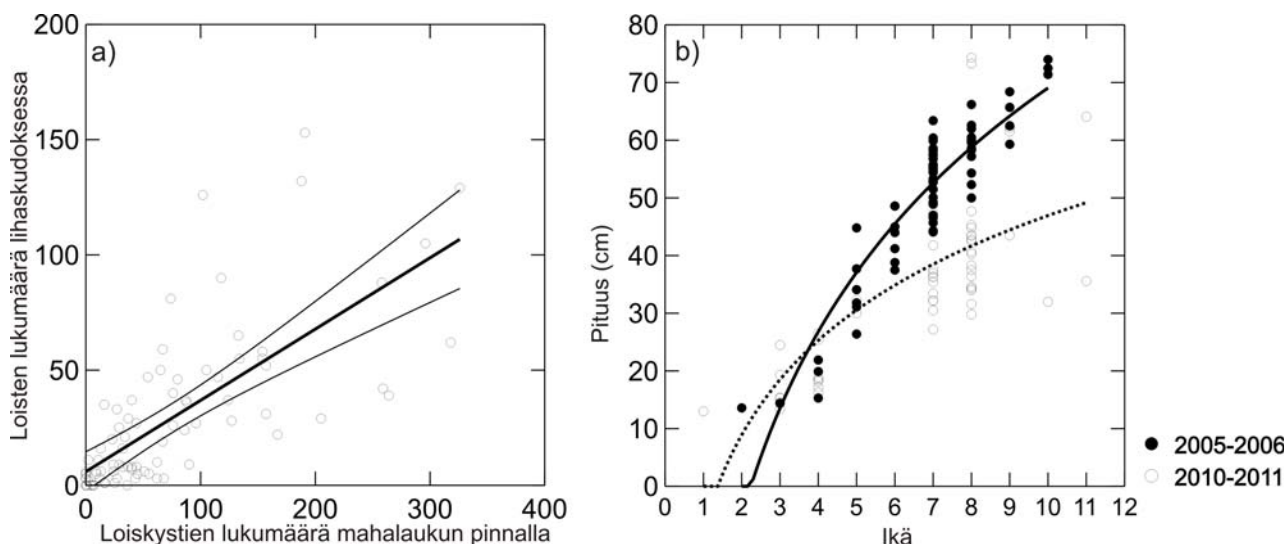
Nieriät käyttivät kaikkina tutkimusvuosina pääosin kalaravintoa (kuva 5). Pienimmän pituusluokan yksilöt käyttivät myös hyönteis- ja eläinplanktonravintoa, mutta suuri osa tästäkin pituusluokasta oli siirtynyt kalaravintoon erityisesti kirjoeväsimpluun ja siikaan. Siika oli pääravintokohde erityisesti vuosina 2005-2006, mutta vuosina 2010-2011 kirjoeväsimplun, mateen ja nieriän merkitys saaliskohteina kasvoi (kuva 5). Nieriän käyttämien kalaravintokohteiden pituus oli välillä 1,9-25,2 cm, joista pienimmät olivat kirjoeväsimpluja ja suurimmat siikoja. Kirjoeväsimplujen pituudet olivat 1,9-7,0 cm (n=49, k.a. 5,0 cm) ja siikojen 5,6-25,2 cm (n=67, k.a. 12,1 cm). Saalissiikojen keskipituudessa ei ollut merkitsevää eroa jaksojen 2005-2006 ja 2010-2011 välillä (t-testi, $p > 0,05$).



Kuva 5. Nieriän ravinto Kilpisjärvessä eri tutkimusvuosina.

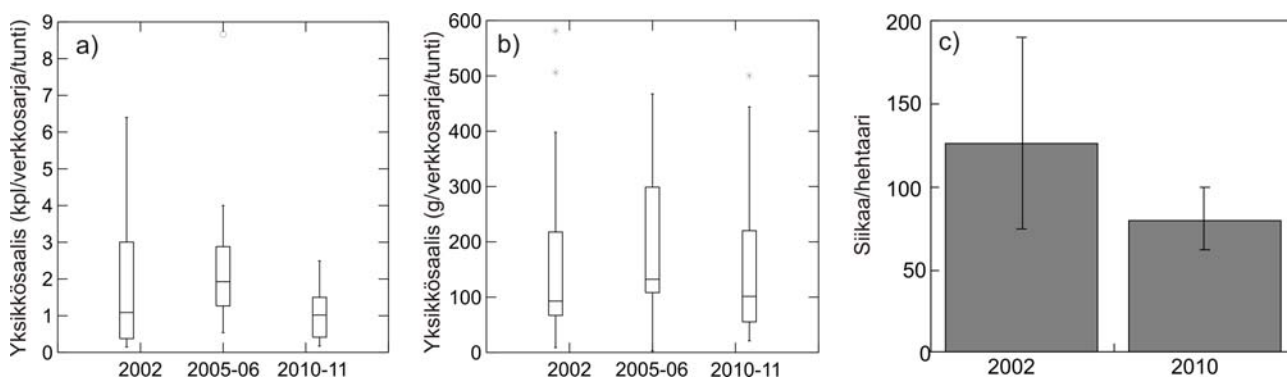
Kilpisjärven nieriöiden kuntokerroin kasvoi pituuden kasvaessa vuonna 2005-2006 (lineaarinen regressio, $y=0,008x+0,640$, $r^2=0,406$, $p<0,05$) ja vuosina 2010-2011 ($y=0,0105x+0,4332$, $r^2=0,743$, $p<0,05$). Vuonna 2005-2006 nieriöiden keskimääräinen kuntokerroin (1,044) oli korkeampi kuin vuosina 2010-2011 (0,818) (t-testi, $p<0,05$). Pituus-painosuhteiden mukaan vuosina 2005-2006 (eksponentiaalinen regressio, $y=0,0026x^{3,3513}$, $r^2=0,991$, $p<0,05$) saman pituiset nieriät olivat 30 cm pituuden jälkeen hieman painavampia kuin vuosina 2010-2011 ($y=0,0021x^{3,381}$, $r^2=0,994$, $p<0,05$). Nieriöiden loismäärä lisääntyi pituuden kasvaessa vuosina 2005-2006 (lineaarinen regressio, $y=2,203x-53,904$, $r^2=0,2886$, $p<0,05$) ja vuosina 2010-2011 ($y=3,7372x-64,034$, $r^2=0,5507$, $p<0,05$). Keskimääräinen loismäärä mahalaukun pinnalla oli 63 kappaletta/nieriä vuosina 2005-2006 ja 73 kappaletta/nieriä vuosina 2010-2011. Erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä (Mann-Whitneyn U-testi, $p>0,05$).

Loisten lukumäärä mahalaukun pinnalla korreloi selvästi myös lihaskudoksen loislukumäärän kanssa (kuva 6, lineaarinen regressio: $y=0.309x+5,918$, $r^2=0,524$, $p<0,05$) vuosina 2010-11. Keskimäärin lihaskudoksessa oli noin 29 kappaletta loisia verrattuna vatsalaukun 73 kappaleeseen. Täysin loisettomia yksilöitä oli kolme ja lihaskudokseltaan loisettomia yhdeksän kappaletta vuosina 2010-11. Täysin loisettomat olivat alle 15 cm pituisia ja lihakseltaan loisettomat alle 26 cm pituisia yksilöitä. Epälineaarisen von Bertalanffyn kasvuyhtälön mukaan Kilpisjärven nieriät kasvoivat selvästi kookkaammiksi vuosina 2005-2006 kuin vuosina 2010-11 (kuva 6). Maksimipituuden arvio oli $88,7\pm 2,0$ cm vuosina 2005-2006 ja vastaavasti $64,8\pm 1,5$ cm vuosina 2010-2011. Vuosina 2005-2006 nieriät saavuttivat sukukypsyyden 48,6 cm pituisina ja 6+ vuotiaina (logistiset regressiot, $p<0,05$) ja vastaavasti vuosina 2010-2011 54,2 cm pituisina ja 9+ vuotiaina (logistiset regressiot, $p<0,05$).



Kuva 6. *Diphyllobothrium* -lapamatojen lukumäärän suhde mahalaukussa ja lihaskudoksessa arvioituna lineaarisella regressioanalyysillä (suoraviiva) ja 95% luottamuväleillä (käyrät viivat) (a). Mahalaukun pinnalla olevat loiset olivat kysteissä, mutta lihaksessa pääosin vapaana. Kilpisjärven nieriän kasvukäyrät arvioituna von Bertalanffyn epälinearisella kasvuyhtälöllä (b).

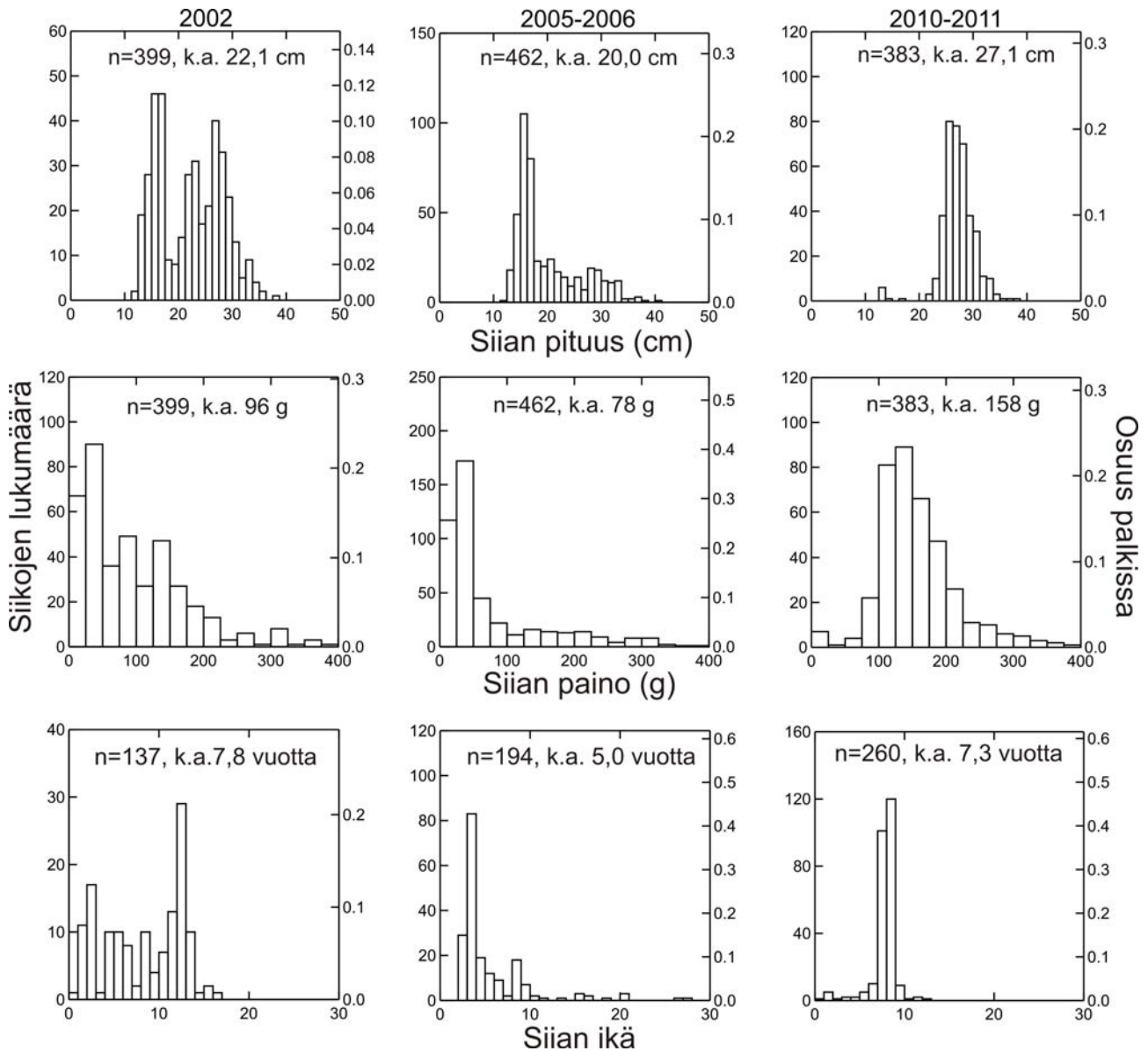
Siian yksikkösaaliissa havaittiin muutoksia eri tutkimusvuosina (kuva 7). Kappalemääräinen yksikkösaalis oli pienin (1 siika/verkkosarja/tunti) vuosina 2010-2011, suurin (2,5 siikaa/verkkosarja/tunti) vuosina 2005-2006 ja keskimääräinen vuonna 2002 (1,8 siikaa/verkkosarja/tunti). Vuosina 2005-2006 kappalemääräinen yksikkösaalis oli merkitsevästi suurempi kuin muina vuosina (varianssianalyysi ja Tukeyn parittaiset vertailut, $p < 0,05$). Samansuuntainen trendi havaittiin myös biomassayksikkösaaliissa, mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut vuosien välillä (varianssianalyysi, $p > 0,05$). Suurimmat biomassa yksikkösaaliit saatiin vuosina 2005-2006 (186 g/verkkosarja/tunti) ja pienimmät vuosina 2010-2011 (154 g/verkkosarja/tunti). Siikakannan tiheys oli syyskuussa 2002 noin 126 siikaa hehtaarilla ja syyskuussa 2010 noin 80 siikaa hehtaarilla (kuva 7). Luottamusvälit olivat hieman päällekkäisiä, joten siikatiheyden pienentymistä voidaan pitää vain trendin omaisena.



Kuva 7. Kilpisjärven siian kappalemääräinen (a) ja biomassa (b) yksikkösaalis esitettynä Box-plot kuvana, jossa vaakaviiva on mediaani ja palkkirajaa 25% ja 75% kvartiilit. Kilpisjärven kaiku- ja kalatutauksella arvioitu siikatiheys 95 % luottamuväleinen (c) eri tutkimusvuosina.

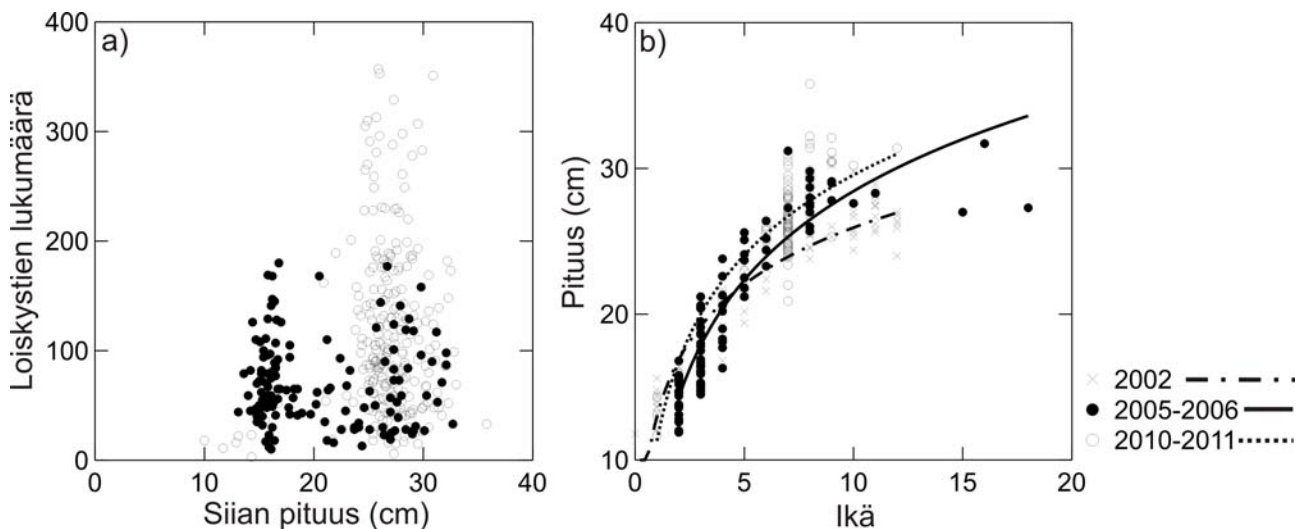
Siikasaaliin pituus-, paino- ja ikäjakaumissa oli selkeitä muutoksia vuosina 2002-2011 (kuva 8). Vuonna 2002 jakaumat olivat selvästi kaksihuippuisia, joissa oli edustettuna sekä nuoria ja pieniä siikoja että vanhempia ja kookkaampia kaloja. Vuosina 2005-2006 siikakantaa hallitsivat iältään 3-5 vuotiaat ja pituudeltaan 15-20 cm yksilöt, joiden paino oli alle 100 g. Vuosiluokka 2002 oli vahvin vuosina 2005-2006. Tämä vuosiluokka oli runsain myös vuosina 2010-2011. Pituusjakaumassa

tämä näkyi 25-30 cm pituisten ja painoltaan noin 120-170 g kalojen runsautena (kuva 8). Keskipituudet ja -painot erosivat merkitsevästi kaikkien jaksojen välillä (varianssianalyysit ja Tukeyn parittaiset vertailut, $p < 0,05$). Myös keski-ikä erosi jaksojen välillä (varianssianalyysi, $p < 0,05$) siten, että vuosina 2005-2006 siikojen keski-ikä oli alhaisempi kuin muina vuosina (Tukeyn testi, $p < 0,05$).



Kuva 8. Siian pituus-, paino- ja ikäjakaumat Kilpisjärvässä eri tutkimusvuosina. Tutkittujen kalojen lukumäärä ja keskiarvot on esitetty kaikissa kuvissa.

Diphyllbothrium -loisia esiintyi kaikilla tutkituilla sioilla vuosina 2005-2006 ja 2010-2011 (kuva 9). Vuosina 2005-2006 keskimääräinen loismäärä oli 70 kappaletta (vaihteluväli 10-180 kappaletta) ja vuosina 2010-2011 vastaavasti 114 (vaihteluväli 3-357 kappaletta). Vuosina 2010-2011 loismäärä oli merkittävästi korkeampi kuin vuosina 2005-2006 (Mann-Whitney U-testi, $p < 0,05$). Loismäärässä oli voimakasta yksilöiden välistä vaihtelua, eikä pituuden tai iän ja loismäärän välillä ei ollut merkitsevää yhteyttä (lineaariset regressioanalyysit, $p > 0,05$). Siian kasvu oli hitainta vuonna 2002 ja nopeampaa vuosina 2005-2006 ja 2010-2011 (kuva 9). Siikojen maksimipituuden arvio 95%:n luottamusvälineen oli von Bertalanffyn kasvuyhtälön mukaan vuosina 2002, 2005-2006 ja 2010-2011 oli $38,6 \pm 1,7$ cm, $31,2 \pm 0,31$ cm ja $36,1 \pm 1,4$ cm.



Kuva 9. *Diphyllobothrium* lapamatokystien lukumäärä siian vatsalaukun pinnalla Kilpisjärvessä (a). Tutkittujen kalojen lukumäärä vuosina 2005-2006 oli 144 yksilöä ja vuosina 2010-2011 yhteensä 260 yksilöä. Siian kasvu arvioituna von Bertalanffyn epälinearisella kasvumallia (b). Havaitut pituudet esitettyinä pisteinä.

3.3 Toteutusvaiheen arviointi

Hankkeen kenttätyöt toteutettiin tutkimussuunnitelman mukaisesti vuosina 2010-2011. Kalakantojen tiheyden arviointiin liittyy ongelmia ja epävarmuuksia, joita on vaikeaa korjata. Siikakantojen tiheyttä arvioitiin kaikuluotaamalla, joka onnistuu ainoastaan tyynellä säällä ja soveltuva ajankohta on lyhyt. Aikaisempien Pohjois-Lapin, mukaanlukien Kilpisjärvi, kaikuluotaustutkimusten perusteella siikakantojen tiheyden arviointi onnistuu parhaiten syyskuun pimeinä öinä (Kahilainen ym. 2003, 2004), jolloin siiat nousevat väliveteen ja parvet hajaantuvat. Kilpisjärvellä siikakantojen tiheyttä on pidettävä minimiarviona, koska osa kaloista pysyttelee pohjan tuntumassa myös öisin (Malinen ym. 2012). Kaikuluotauksella on myös vaikea arvioida eri kalalajien osuutta havaituista kohteista ja mahdollisesti Kilpisjärvelläkin osa kohteista oli nieriöitä. Nieriätiheyttä ei pystytä arvioimaan luotettavasti kaikuluotauksella, koska sen esiintyminen painottuu pohjan läheisyyteen (Kahilainen ym. 2007). Merkintä-takaisinpyynti voisi olla eräs mahdollinen menetelmä nieriäkannan arviointiin, mutta Kilpisjärven koon takia kalojen takaisinsaanti olisi todennäköisesti ongelma. Siten yksikkösaaliiden käyttö nieriäkannan suhteellisen koon arvioinnissa lienee varteenotettavin vaihtoehto. Myös virkistyskalastajien määrän ja saaliin tarkka arviointi on mahdotonta tai vähintään vaikeaa, koska Kilpisjärveen ei myydä erillisiä lupia vaan merkittävä osa kalastaa läänikohtaisella tai Käsivarren luvalla. Erillinen lupakäytäntö ja saalisraportti toisivat merkittävää etua virkistyskalastajien nieriäsaaliin arviointiin. Tässä tutkimuksessa sekä verkko- että virkistyskalastajien määrän arviointiin käytettiin Kilpisjärven kesähavaintoja järveltä vuosina 2002-2011. Myös Kilpisjärven uistelukilpailusta pitäisi kerätä tarkempaa tietoa kalastusveneiden määrästä ja kokonaisnieriäsaaliista. Tällä hetkellä tilastoidaan vain rantautettujen nieriöiden määrä ja perattu paino, joita ei voi käyttää uisteluyksikkösaaliin laskemiseen.

3.4 Julkaisut

Kerättyjä tutkimusaineistoja hyödynnettiin hankkeen aikana julkaisuissa ja käsikirjoituksissa (Harrod ym. 2010, Malinen ym. 2012, Hayden et al. 2012). Hankkeessa kerätystä aineistoista on odotettavissa kaksi tieteellistä julkaisua vuonna 2012-2013. Hankkeen aikana julkaistiin

sanomalehtiartikkeli (Karjalainen 2010). Loppuraportin hyväksymisen jälkeen hankkeen päätuloksista kirjoitetaan artikkeli Enontekiön Sanomiin tai Lapin Kansaan.

4. Tulosten arviointi

4.1 Tulosten käytännön sovellutuskelpoisuus

Hankkeen tulosten perusteella nieriäkannan keskimääräiset yksikkösaaliit osoittivat pienentymisen merkkejä, vaikka tilastollisesti erot eivät olleetkaan merkitseviä. Sen sijaan saalisnieriöiden keskipituus ja –paino oli merkittävästi pienempi vuosina 2010-2011 kuin vuosina 2005-2006. Virkistyskalastuksen voimistuttua kyseisellä kuuden vuoden ajanjaksolla, nieriän keskipituus pieneni 10 cm ja keskipaino 700 g. Myös nieriöiden kunto aleni ja kasvu hidastui tutkimusjaksolla. Kilpisjärven kylän asukkaiden harjoittama verkkokalastus kohdistuu lähinnä siikaan ja sivusaaliina saadaan hieman nieriää. Kokonaisuudessa verkkokalastuksen määrä on tutkimusjaksolla säilynyt ennallaan tai hieman laskenut. Sen sijaan Kilpisjärven tunnettavuus on vuonna 2007 aloitettujen Tosirautu-vetouistelukilpailujen jälkeen kasvattanut merkittävästi. Vetouistelijoiden määrä onkin Kilpisjärvellä vuosina 2002-2011 tehtyjen visuaalisten havaintojen lisääntynyt vuosi vuodelta. Sen sijaan paikallisten verkkokalastuksen määrä on pysynyt ennallaan tai vähentynyt ko. ajanjaksolla. Hankkeessa saadut tulokset kertovatkin siten mitä todennäköisimmin virkistyskalastuksen määrän lisääntymisestä ja sen vaikutuksista nieriäkantoihin kuin pelkästään luonnollisesta kantojen vaihtelusta. ***Tulosten perusteella tällä hetkellä nieriäkannan kalastus ei ole ekologisesti kestävällä tasolla ja erityisesti virkistyskalastusta tulisi rajoittaa.***

Kilpisjärvessä nieriät lisääntyvät ensimmäisen kerran varsin kookkaana, koiraat noin 50 cm ja naaraat noin 60 cm mittaisina. ***Kalastusta tulisi säädellä vähintään yhden kutukerran periaatteella säätämällä nieriän alamitaksi 60 cm.*** Kyseinen nieriän alamitta tulisi ottaa käyttöön välittömästi vetouistelukilpailuissa tai muuttaa kilpailut kokonaan pyydystä ja päästä-kalastuskilpailuiksi, koska kalastus kohdistuu kokonaisuudessaan luonnonkantoihin. ***Saaliskiintiöksi tulisikin asettaa yksi nieriä kalastuspäivää kohti. Koska nykyaikainen vetouistelu on varsin tehokasta toimintaa, tulisi virkistyskalastus sallia ainoastaan läänikohtaisella viehekortilla tai järvikohtaisella luvalla, joka rajoittaisi käytettyjen vapojen lukumäärän yhteen kappaleeseen kalastajaa kohti.*** Suurempaa vapamäärää saisivat käyttää ainoastaan paikalliset kalastusoppaat ollessaan itse tarjoamassa opaspalvelua maksaville asiakkaille. Kestävän kalastusmatkailun periaatteiden mukaisesti myös kalastusoppaiden osalta kiintiön tulisi olla korkeintaan yksi 60 cm alamitan täyttävä nieriä päivässä. Opastoinnin turvaamiseksi tulevaisuudessa oppaiden kannattaisi kuitenkin suosia Kilpisjärven nieriän osalta puhdasta pyydystä ja päästä -kalastusta ja tarjota asiakkaille ruokailut muista paremmista paikallisista aineksista.

Pyydystä ja päästä -kalastusta tulisi edistää erityisesti virkistyskalastajien keskuudessa, koska kaikilla saaliskokoisilla nieriöillä on runsaasti loppilinnun ja sukeltajasorsan lapamatoja lihaskudoksessaan. Loistartuntojen määrä on säilynyt samana tai jopa kasvanut hieman tutkimuksen aikana. Kilpisjärvessä loisten määrän vähentäminen on erittäin vaikeaa, koska valtaosa nieriöistä saa loistartunnan siiasta (Kahilainen ym. 2008), mateesta tai nieriästä. Kilpisjärven kaikki siiat ovat loisittuja ja niiden loismäärää ylläpitää todennäköisesti erittäin runsas sukeltajalintujen (kuikka, kaakkuri, koskelo) ja loppien määrä alueella. Loiset ovat olleet ja todennäköisesti tulevat olemaan tulevaisuudessakin merkittävä osa Kilpisjärven ravintoverkon rakennetta (Kahilainen ym. 2008).

Kilpisjärvessä nieriä on ravintoverkon huipulla (Kahilainen ym. 2008) ja laji säätelee saaliskalakantojen tiheyttä. Tutkimuksen ensimmäisenä vuonna 2002 saatiin saaliiksi vain muutama pieni ja hyvin loisittu nieriä. Siikakanta oli verraten tiheä ja se koostui valtaosin kookkaammista yli 20 cm sioista, jotka ovat turhan kookkaita nieriän ravintokaloiksi (Kahilainen & Lehtonen 2003).

Sen sijaan vuosina 2005-2006 Kilpisjärvessä oli runsaasti kookkaita nieriöitä, jotka kasvoivat nopeasti. Tuolloin Kilpisjärvessä oli saatavilla paljon pienikokoista alle 20 cm mittaista siikaa nieriöiden ravinnoksi. Vuosina 2010-2011 kookkaiden nieriöiden määrä oli vähentynyt saaliissa ja siikakanta koostui lähes pelkästään kookaista yli 20 cm sioista. Siikakantojen tiheys oli huomattavasti alhaisempi (noin 63% vuoden 2002 vuoden tasosta) ja siiat kasvoivat huomattavasti nopeammin. Pienten siikojen puuttuminen vuosina 2010-2011 liittyy ainakin osaltaan kookkaiden nieriöiden saalistukseen aikaisempina vuosina. ***Voimakkaan nieriäkannan saalistuksen vaikutus siikakantoihin siis heijastuu parempana siikojen kasvuna ja kookkaampina saalissiikoina verkkokalastuksessa.*** Siikatiheyden alentuminen ei vaikuttanut siikojen keskimääräiseen loismäärään. Tämä kuvastaa hyvin sitä, miten vaikeaa on vaikuttaa loismäärään Kilpisjärvessä.

4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Hankkeen tuloksien perusteella virkistyskalastuksella on merkittävä vaikutus petokalakantojen tiheyteen ja kokoon. Suomessa vapakalastuksen merkitystä kalakantojen tiheyteen ja kokoon on aikaisemmin pidetty verraten vähäisenä. Tutkimustulokset myös osoittivat nieriän saalistuksella olevan merkittävä vaikutus siikakantojen tiheyteen ja kokojakaumaan. Aikaisemmissa tutkimuksissa suuri loismäärä on tyypillistä tiheille kalakannoille, mutta tämän hankkeen tuloksien perusteella loismäärä voi pysyä korkeana myös kalakantojen harventuessa. Loiset näyttäisivät olevan kiinteä osa subarktisten järvien ravintoverkkoja. Hankkeen tuloksien julkaiseminen jatkuu vuosina 2012-2013.

Kirjallisuus

- Harrod, C., Mallela, J. & Kahilainen, K.K. 2010: Phenotype-environment correlations in a putative whitefish adaptive radiation. *Journal of Animal Ecology* 79: 1057-1068.
- Hayden, B., Harrod, C. & Kahilainen, K.K. 2012: Space (for) Invaders - Resource availability drives trophic interactions between cool- and cold water adapted species in subarctic lakes. Lähetty käsikirjoitus.
- Hynes, H. B. N. 1950: The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studied of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 19: 36-58.
- Kahilainen, K. & Lehtonen, H. 2003: Piscivory and prey selection of four predator species in a whitefish dominated subarctic lake. *Journal of Fish Biology* 63: 659-672.
- Kahilainen, K., Malinen, T., Tuomaala, A. & Alajärvi, E. 2003: Kaikuluotausmenetelmän soveltuvuus siikakantojen tiheyden arviointiin ja vertikaalivaellustutkimukset kahdessa subarktisessa järvessä. Raportti vuosien 2002-2003 tutkimuksista. Metsähallitus. 24 s.
- Kahilainen, K., Malinen, T., Tuomaala, A. & Lehtonen, H. 2004: Diel and seasonal habitat and food segregation of three sympatric *Coregonus lavaretus* forms in a subarctic lake. *Journal of Fish Biology* 64: 418-434.
- Kahilainen, K., Antti-Poika, P. & Malinen, T. 2007: Tuulisjärven nieriäkannan rakenne ja kaikuluotauksen soveltuvuus tiheyden arviointiin. Metsähallitus. 10 s.
- Kahilainen, K., Malinen, T. & Lehtonen, H. 2008: Tunturivesien kalat ja ympäristön muutos. Loppuraportti 26 s. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Malinen, T., Tuomaala, A., Lehtonen, H. & Kahilainen K.K. Hydroacoustic assessment of coregonid populations in subarctic lakes. Käsikirjoitus.
- Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I. 2000: Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Helsinki: F.G. Lönnberg Oy.
- von Bertalanffy, L. 1938: A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10: 181-243.

5. Loppuraportin tiivistelmä

Kestävän kalastusmatkailun edellytykset Kilpisjärvellä - virkistyskalastuksen vaikutukset nieriäkannan tilaan

Prerequisites of sustainable fishing tourism in Lake Kilpisjärvi - impacts of recreational fishing on Arctic charr stocks

Vastuuorganisaatio

Helsingin yliopisto, Kilpisjärven biologinen asema,
Käsivarrentie 14622, 99490 Kilpisjärvi

Yhteyshenkilö

Kimmo Kahilainen, puh. 040-1822261, fax. 016-3202100,
s-posti: kimmo.kahilainen@helsinki.fi

Kesto

2010-2012
(Loppuraportti 21.6.2012)

Rahoitus

Kokonaiskustannukset 62 000 euroa
MMM:ltä saatu kokonaisrahoitus 32 000 euroa
Tutkimuslaitoksen oma rahoitus 30 000 euroa

Avainsanat

kaikuluotaus, nieriä, siika, vetouistelu, yksikkösaalis

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää lisääntyneen nieriänkalastuksen vaikutukset Kilpisjärven nieriäkantaan ja mahdolliset vaikutukset siikakantaan. Osatavoitteissa selvitettiin miten lisääntynyt virkistyskalastus on vaikuttanut nieriäkannan yksikkösaaliisiin, kokojakaumaan, kasvuun, sukukypsyysskoon ja loismäärään. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli selvittää lisääntyneen nieriän virkistyskalastuksen epäsuorat vaikutukset siikakannan (nieriän pääravintokohde) tilaan. Osatavoitteina oli myös selvittää siikakannan koon, yksikkösaaliin ja kokojakauman muutokset sekä siian ikäjakauman, kasvun ja loismäärän muutokset. Tulosten avulla arvioitiin, miten voimistunut kalastus on vaikuttanut nieriäkantaan ja onko nykyinen kalastustaso kestäväällä pohjalla.

Hankkeen tutkimustuloksien perusteella nieriäkannan keskimääräiset yksikkösaaliit osoittivat pienentymisen merkkejä. Saalisnieriöiden keskipituus ja – paino oli merkittävästi pienempi vuosina 2010-2011 kuin vuosina 2005-2006. Virkistyskalastuksen merkittävästi voimistuttua kyseisellä kuuden vuoden ajanjaksolla, nieriän keskipituus laski 10 cm ja keskipaino 700 g. Myös nieriöiden kunto aleni ja kasvu hidastui tutkimusjaksolla. Kokonaisuudessa verkkokalastuksen määrä on tutkimusjaksolla säilynyt ennallaan tai hieman laskenut väestön ikääntyessä. Sen sijaan Kilpisjärven tunnettavuus on vuonna 2007 aloitettujen Tosirautu-vetouistelukilpailujen jälkeen kasvanut merkittävästi ja uistelijoiden määrä on näköhavaintojen mukaan lisääntynyt vuosi vuodelta. Hankkeessa saadut tulokset kertovat mitä todennäköisimmin virkistyskalastuksen määrän lisääntymisestä ja vaikutuksista nieriäkantoihin kuin kantojen luontaisesta vaihtelusta. Tällä hetkellä nieriäkannan kalastus ei ole nykyisin ekologisesti kestäväällä tasolla ja kalastusta tulisi rajoittaa.

Kilpisjärvessä nieriä on ravintoverkon huipulla ja säätelee saaliskalakantojen tiheyttä. Tutkimuksen ensimmäisenä vuonna 2002 saatiin saaliiksi vain muutama pieni ja hyvin loisittu nieriä. Siikakanta oli verraten tiheä ja se koostui valtaosin kookkaammista yli 20 cm sioista. Sen sijaan vuosina 2005-2006 Kilpisjärvessä oli runsaasti kookasta nieriää, jotka kasvoivat erittäin nopeasti. Tuolloin

Kilpisjärvessä oli saatavilla paljon pienikokoista alle 20 cm mittaista siikaa nieriöiden ravinnoksi. Vuosina 2010-2011 kookkaiden nieriöiden määrä oli vähentynyt saaliissa ja siikakanta koostui lähes pelkästään kookaista yli 20 cm sioista. Siikakantojen tiheys oli alhaisempi (noin 63 % vuoden 2002 vuoden tasosta) ja siiat kasvoivat huomattavasti nopeammin. Pienten siikojen puuttuminen vuosina 2010-2011 liittyy todennäköisesti kookkaiden nieriöiden saalistukseen aikaisempina vuosina. Voimakkaan nieriäkannan saalistuksen vaikutus siikakantoihin näyttäisi siis heijastuvan parempana siikojen kasvuna ja kookkaampina saalissiikoina verkkokalastuksessa.

Kilpisjärvessä nieriät lisääntyvät ensimmäisen kerran varsin kookkaana, koiraat noin 50 cm ja naaraat noin 60 cm mittaisina. Kalastusta tulisi säädellä vähintään yhden kutukerran periaatteella säätämällä nieriän alamitaksi 60 cm. Kyseinen nieriän alamitta tulisi ottaa käyttöön välittömästi vetouistelukilpailuissa tai muuttaa kilpailut kokonaan pyydystä ja päästä -kilpailuiksi, koska kalastus kohdistuu kokonaisuudessaan luonnonkantoihin. Virkistyskalastuksen osalta tulisi säätää 60 cm alamittan lisäksi saaliskiintiöksi yksi nieriä kalastuspäivää kohti. Koska nykyaikainen vetouistelu on varsin tehokasta toimintaa, tulisi virkistyskalastus sallia ainoastaan läänikohtaisella viehekortilla tai järvikohtaisella luvalla, joka rajoittaisi käytettyjen vapojen lukumäärän yhteen kappaleeseen kalastajaa kohti. Suurempaa vapamäärää saisivat käyttää ainoastaan paikalliset kalastusoppaat ollessaan itse tarjoamassa opaspalvelua maksaville asiakkaille. Kestävän kalastusmatkailun periaatteiden mukaisesti myös kalastusoppaiden osalta kiintiön tulisi olla korkeintaan yksi 60 cm alamittan täyttävä nieriä päivässä. Opastoiminnan turvaamiseksi tulevaisuudessa oppaiden kannattaisi kuitenkin suosia Kilpisjärven nieriän osalta puhdasta pyydystä ja päästä -kalastusta ja tarjota asiakkaille ruokailut muista paremmista paikallisista aineksista.

Pyydystä ja päästä -kalastusta tulisi edistää erityisesti virkistyskalastajien keskuudessa, koska kaikilla saaliskokoisilla nieriöillä on runsaasti loppilinnun ja sukeltajasorsan lapamatoja lihaskudoksessaan. Loistartuntujen määrä on säilynyt samana tai jopa kasvanut hieman tutkimuksen aikana. Kilpisjärvessä loisten määrän vähentäminen on erittäin vaikeaa, koska valtaosa nieriöistä saa loisen syömistään saaliskaloista. Kilpisjärven kaikki siiat ovat loisittuja ja niiden loismäärää ylläpitää todennäköisesti erittäin runsas sukeltajalintujen ja loppien lukumäärä alueella. Loiset ovat olleet ja todennäköisesti tulevat olemaan tulevaisuudessakin merkittävä osa Kilpisjärven ravintoverkon rakennetta.

Julkaisut

Harrod, C., Mallela, J. & Kahilainen, K.K. 2010: Phenotype-environment correlations in a putative whitefish adaptive radiation. *Journal of Animal Ecology* 79: 1057-1068.

Hayden, B., Harrod, C. & Kahilainen, K.K. 2012: Space (for) Invaders - Resource availability drives trophic interactions between cool- and cold water adapted species in subarctic lakes. Lähetty käsikirjoitus.

Malinen, T., Tuomaala, A., Lehtonen, H. & Kahilainen K.K. Hydroacoustic assessment of coregonid populations in subarctic lakes. Käsikirjoitus.