

Päijänteen Tehinselän muikku- ja siikakannat 1985–2010

Pentti Valkeajärvi, Timo J. Marjomäki ja Markku Raatikainen

www.rktl.fi



RIISTA – JA KALATALOUS
TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

3/2012

RIISTA- JA KALATALOUS

TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

3 / 2 0 1 2

Päijänteen Tehinselän muikku- ja siikakannat 1985–2010

Pentti Valkeajärvi, Timo J. Marjomäki ja Markku Raatikainen



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2012

Kannen kuvat: Pentti Valkeajärvi

Julkaisujen myynti:
www.rktl.fi/julkaisut
www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:
www.rktl.fi/julkaisut/

ISBN 978-951-776-881-8 (Painettu)
ISBN 978-951-776-882-5 (Verkkojulkaisu)

ISSN-L 1799-4748
ISSN 1799-4764 (Painettu)
ISSN 1799-4748 (Verkkojulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Abstract	6
1. Johdanto	7
2. Tutkimusalue	8
2.1. Troolikalastus on keskittynyt Tehinselälle.....	8
2.2. Päijänteessä on kolme siikamuotoa.....	9
3. Menetelmät.....	10
4. Muikku.....	12
4.1. Kutukanta ja vuosiluokkien vahvuus	12
4.2. Ikäjakaus, kuolevuus ja muikun kasvu.....	13
5. Siika	16
5.1. Siikamuotojen osuudet saaliissa	16
5.2. Ikärakenne, kuolevuus ja sukukypsyys	17
5.3. Kutukanta ja vuosiluokkien vahvuus	19
5.4. Siikojen kasvu.....	22
5.5. Pikkusiian kunto.....	24
6. Tarkastelu	25
6.1. Muikun kannanvaihtelut	25
6.2. Siian kannanvaihtelut	27
6.3. Muikku säätelee siikakantaa	28
6.4. Suosituksia.....	29
Kiitokset.....	31
Viitteet.....	32
Liitteet.....	34

Tiivistelmä

Päijänteen Tehinselän muikku- ja siikakantoja on seurattu 1980-luvun alkupuolelta lähtien troolikalastajien kirjanpidon ja elokuussa otettujen kalakantanäytteiden avulla. Tutkimusalue (250 km²) käsittää Tehinselän ja Judinsalonselän yleisvedet sekä läheiset osakaskuntien vedet. Yleisvesillä on kalastuslupa kuudelle troolarille. Vuosina 1985–2010 elokuussa siikakalojen saaliista muikun osuus oli 71 %, pikkusiian 23 % ja planktonsiian 6 %. Kokonaissaaliissa oli muita lajeja, kuten ahventa, särkeä ja kuoretta, keskimäärin noin 30 %.

Tehinselän muikkukannalle on ollut ominaista pitkät heikkojen vuosiluokkien jaksot ja runsaan kymmenen vuoden välein toistuvat muutamat vahvemmat vuosiluokat. Laaja-alainen muikkukato osui Päijänteellä vuosille 1983–1995. Kutukannan indeksi on ollut elokuussa keskimäärin 61 kg/troolin vetotunti (vaihtelu 4–234 kg/h) ja vuosiluokan vahvuuden indeksi 796 yks./h (vaihtelu 6–7 457 yks./h). Muikun rekrytoituvan vuosiluokan runsaus ei kasva suoraan verrannollisesti kutukannan kasvaessa, vaan melko pienikin kutukanta (20–50 kg/h, vain 0,3 kg/ha) voi riittää hyvissä oloissa melko vahvan vuosiluokan syntymiseen. Runsaimmillaan kutukanta on ollut noin 10 kg/ha Tehinselän ulapan alueella. Troolisaalis koostui etupäässä kaksikesäisistä muikuista. Kesänvanhan muikun keskipituus oli vuosina 1984–2009 keskimäärin 127 mm (vaihtelu 96–143). Saalismuikkujen keskipaino elokuussa on ollut keskimäärin 62 g (vaihtelu 25–117). Vuosiluokan vahvuuden ja kasvun välillä oli negatiivinen riippuvuussuhde.

Pikkusiian osuus siian troolisaaliista oli vuosina 1985–2010 elokuussa keskimäärin 81 % (vaihtelu 50–99) ja planktonsiian 19 % (vaihtelu 1–50). Planktonsiian istutukset ovat lisänneet merkittävästi siikasaalista ja parantaneet troolauksen kannattavuutta. Pikkusiikasaaliissa on ollut eniten 2- ja 3-vuotiaita kaloja (64 %). Pikkusiikanaaras saavuttaa sukukypsyyden valtaosin (89 %) kolmevuotiaana (3+), koiraista 60 % on sukukypsiä jo kaksivuotiaina (2+). Pikkusiioista keskimäärin 72 % ei ole vielä ehtinyt kutea ennen trooliin joutumistaan. Planktonsiioista 79 % on ollut 1–3-vuotiaita, ja niistä sukukypsiä noin 1 %. Pikkusiian kutukannan indeksi oli keskimäärin 12,4 kg/h ja vuosiluokan vahvuuden indeksi 48,3 yks./h. Kutukanta on taantunut voimakkaasti sitten 1980-luvun. Kutukannan ja rekrytoituvan vuosiluokan välillä havaittiin muikun tapaan kompensatorinen riippuvuus.

Vahva muikkukanta vaikuttaa negatiivisesti pikkusiian vuosiluokan runsauteen, kasvuun ja kuntoon sekä ilmeisesti ohjaa myös siikojen liikkeitä ulapan ja lahtivesien välillä. Muikun ja pikkusiian kutukantoihin ajoittain kohdistuva voimakas kalastus voi heikentää tulevien vuosien saaliita. Tehinselän muikku- ja siikakantoja on tarkasteltava huomattavasti kyseistä selkävettä laajemmin ja suunniteltava hoitotoimet sen mukaan.

Asiasanat: Kannanvaihtelu, kasvu, kunto, kutukanta, muikku, Päijänne, rekrytointi, siika, troolikalastus

Valkeajärvi, P., Marjomäki, T.J. & Raatikainen, M. 2012. Päijänteen muikku- ja siikakannat 1985–2010. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 3/2012. 35 s.

Sammandrag

Sedan 1980-talets förra hälft har man följt bestånden av siklöja och sik i Tehinselkä i sjön Päijänne med hjälp av trålfiskets bokföring och prover ur fiskbestånden tagna i augusti. Det undersökta området (250 km²) omfattar Tehinselkäs och Judinsalonselkäs allmänna vatten samt de närbelägna fiskelagens områden. På de allmänna vattnen ges fiskelicens för sex trålare. Under åren 1985–2010 innehöll fångsten av sikfiskar i augusti i genomsnitt 71 % siklöja, 23 % småsik och 6 % planktonsik. I den totala fångsten förekom också andra arter, som abborre, mört och nors, i medeltal cirka 30 %.

Typiskt för Tehinselkäs siklöjebestånd har varit långa perioder av svaga årsklasser och några starka årsklasser med drygt tio års mellanrum. Åren 1983–1995 drabbades stora områden av Päijänne av en stark nedgång för siklöjan. Indexet för lekbeståndet har i augusti i genomsnitt varit 61 kg/trålad timme (variationen 4–234 kg/h) och index för årsklassens styrka 796 ind./h (variationen 6–7457 ind./h). Styrkan hos den årsklass som rekryteras växer inte direkt proportionellt mot ett ökande lekbestånd, utan ett relativt litet lekbestånd (20–50 kg/h, endast 0,3 kg/ha) kan ge upphov till en stark årsklass om förhållandena är goda. Som störst har lekbeståndet legat på cirka 10 kg/ha i vattnen kring Tehinselkä fjärd. Trålfångsten består i första hand av tvåsomrig siklöja. Den genomsnittliga längden på ensomrig siklöja åren 1984–2009 var 127 mm (variationen 96–143). Medelvikten för siklöjorna i fångsten har i augusti varit 62 g (variationen 25–117). Årsklassens styrka och tillväxten har en omvänd relation till varandra.

Andelen småsik av sikkfångsten i tråldragen åren 1985–2010 i augusti var i genomsnitt 81 % (variationen 50–99) och planktonsikens andel 19 % (variationen 1–50). Utsättningsarna av planktonsik har avsevärt ökat sikkfångsterna och förbättrat trålfiskets lönsamhet. Bland den fångade småsiken har 2- och 3- åringar dominerat (64 %). Majoriteten (89 %) av småsikhonorna når könsmognad som treåringar (3+), medan 60 % av hanarna är könsmogna redan som tvååringar (2+). Av småsiken har i medeltal 72 % ännu inte hunnit leka förrän de hamnar i trålen. Av planktonsikarna har 79 % varit 1–3 åringar, och av dessa har cirka 1 % varit könsmogna. Småsikens index för lekbeståndet var i genomsnitt 12,4 kg/h och index för årsklassens styrka 48,3 ind./h. Det lekande beståndet har minskat kraftigt sedan 1980-talet. Mellan lekbeståndets storlek och den rekryterade årsklassen observerades, lika som hos siklöjan, ett kompenserande beroende.

Ett kraftigt bestånd av siklöja påverkar negativt storleken på småsikens årsklass, tillväxt och kondition och styr uppenbarligen också sikarnas rörelser mellan öppna vatten och inre vikar. Det tidvis kraftiga fiske som har riktats på lekbestånden av siklöja och sik kan minska kommande års fångster. Bestånden av siklöja och sik i Tehinselkä bör undersökas mer omfattande än i det aktuella området och i anslutning till det bör fiskevärden planeras.

Nyckelord: Beståndsväxling, kondition, lekbestånd, Päijänne, rekrytering, sik, siklöja, tillväxt, trålfiske

Valkeajärvi, P., Marjomäki, T.J. & Raatikainen, M. 2012. Bestånden av siklöja och sik i Päijänne 1985–2010. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 3/2012. 35 s.

Abstract

In Lake Päijänne, the stocks of vendace and European whitefish have been monitored since the beginning of 1980s. Six trawl fishermen have kept a record of their catches and fishing effort and some of them have collected catch samples. The studied part of the lake (Tehinselkä) consists of privately and state-owned waters, totalling 250 km². In 1985–2010, the average proportions of coregonids in trawl catch were: vendace (*Coregonus albula*) 71 %, European whitefish (*Coregonus lavaretus wartmanni*) 23 % and stocked whitefish (*C. l. pallasii*) 6 %. The total catch included also other species like perch, roach and smelt, about 30 %.

Over ten year periods of weak year classes between one or two stronger ones have been typical of vendace in Tehinselkä. A large scale recession of recruitment occurred in 1983–1995. The average index of spawning stock has been 61 kg/h (range 4–234) and the average index of recruitment 796 ind./h (range 6–7 457). Abundance of the recruiting year class is not directly proportional to spawning stock biomass. Thus, very small spawning stock (20–50 kg/h, even 0,3 kg/ha) can produce a strong year class in good conditions. The trawl catch consisted mostly of two-summer old vendace. In 1984–2009 the mean length of one-summer old vendace was 127 mm (range 96–143). The average mass of vendace in catch was 62 g (range 25–117). Year class strength and growth rate correlated negatively.

In 1985–2010, the mean proportion of the naturally reproducing European whitefish in trawl catch was 81 % (range 50–99) and the proportion of the stocked whitefish 19 % (range 1–50 %). The whitefish catch and profitability of trawling have increased prominently due to regular stocking. In the catch of European whitefish two and three year old fish have dominated (64 %). Females reach maturity mostly (89 %) at the age of three years (3+), whereas 60 % of males are mature already at the age of two year (2+). About 72 % of European whitefish were caught before their first spawning. The catch of stocked whitefish has consisted mostly of 1–3 year old fish (79 %). The spawning stock index of European whitefish was 12,4 kg/h and the index of year class strength 48,3 kg/h. The spawning stock has decreased strongly since 1980s. Compensatory relationship between spawning stock and recruited year class was found also for whitefish.

Strong vendace stock affects negatively the year class strength, growth rate and condition of European whitefish and probably also induces migrations of whitefish between the open part of the lake and bays. Occasionally intensive exploitation of vendace and whitefish spawning stocks may decrease catches in future years. The management of vendace and whitefish stocks should be considered in larger scale than only in Tehinselkä.

Keywords: Condition, growth rate, Lake Päijänne, stock fluctuations, recruitment, spawning stock, trawling, vendace, whitefish

Valkeajärvi, P., Marjomäki, T. J. ja Raatikainen, M. 2012. Vendace and whitefish stocks in Lake Päijänne in 1985–2010. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 3/2012. 35 p.

1. Johdanto

Siikakalat ovat sisävesiemme tutkituimpia kalalajeja. Muikkukantatutkimuksen historia ulottuu yli sadan vuoden päähän (Järvi 1909), ja lähes yhtä pitkälle ajalle ulottuvat tutkimukset siikakannoistamme (Järvi 1927). T. H. Järven pitkäaikaiset ja alueellisesti laajat tutkimukset antavat korvaamattoman vertailukohdan viime vuosikymmenien varsin intensiiviselle siikakalatutkimukselle, jossa myös Päijänne on ollut mukana. Kiinnostus muikkuun on ymmärrettävää ja perusteltua, sillä se on sisävesiemme ammattikalastajien tärkein saalislaji ja myös vapaa-aikalastajien tavoitteleva saalis. Muikun kokonaissaalis on vuosittain ollut keskimäärin 5–6 miljoonaa kiloa, josta ammattikalastajien osuus on ollut noin 40 % (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011).

Pisimmät muikku- ja siikakantojen tilasta kertovat aikasarjat ulottuvat 1970-luvulle, mutta valtaosin yhä jatkuvat seurannat ovat alkaneet 1980-luvulla (Marjomäki ym. 2004). Varhaisin tieto Päijänteen siikakannasta ja siikamuotojen suhteista on vuosilta 1938–1940 (Järvi 1953). Saalistilastojen valossa Päijänteen muikku- ja siikakannoista meillä on käsitys 1960-luvun lopun tilanteesta (Tuunainen 1970) ja jaksolta 1967–1986 tiedämme kalastajien haastateltuun perustuvan tuntuman muikkukannan tilasta (Valkeajärvi 1988). Nykyinen keskeytymätön seuranta alkoi muikun osalta vuonna 1984 ja siian kohdalla 1985, kun haluttiin tietoa juuri alkaneiden mittavien siikaistutusten tuloksellisuudesta (Valkeajärvi ja Raatikainen 1995). Vuonna 1964 alkaneen vedenpinnan säännöstelyn vaikutuksia siikakantaan tutkittiin 1990-luvun lopulla etsimällä yhteyttä siikakannan vaihtelun ja vedenpinnan vaihtelun välillä (Valkeajärvi 1999, Valkeajärvi ym. 2001). Aikasarjat mahdollistivat myös taimenen ja siian kalastuksen säätelyn mallintamisen (Heikinheimo ja Valkeajärvi 1998), taimenen, muikun ja kalastuksen vuorovaikutusten arvioinnin (Heikinheimo ym. 2002) sekä ammattikalastuksen ohjauksen kehittämisen (Sipponen ja Valkeajärvi 2002). Näiden hankkeiden jälkeen Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on jatkanut Päijänteen muikku- tai siikakantojen seurantaa osana valtakunnallista sisävesikalajien kantojen seurantaa (Valkeajärvi ym. 2010). Jyväskylän yliopisto on yhteistyötä tukien keskittynyt muikun ja siian poikastutkimuksiin (Urpanen ym. 2011).

Muikku on suurten järvenselkien avainlaji, jonka kannan tila heijastuu koko kalayhteisöön (Valkeajärvi ja Marjomäki 2004). Se on taimenen tärkein saaliskala (Koivurinta ym. 2000) ja vahva kilpailija muiden planktonravinnon käyttäjien kanssa (Svärdson 1976). Petokalojen lisäksi kalastuksella voi olla merkittävää vaikutusta Päijänteen muikku- ja siikakantoihin varsinkin 1980-luvun loppupuolelta alkaen, kun troolaukset johti pyyntiponnistuksen lisääntymiseen Tehinselällä (Valkeajärvi 1992).

Tässä tutkimuksessa analysoimme neljännesvuosisadan mittaisia muikun ja siian aikasarjoja Päijänteen Tehinselän alueella, tarkastelemme muikun ja siian välisiä vuorovaikutuksia ja arvioimme kalastuksen kestävyyttä suhteessa kantojen tilaan.

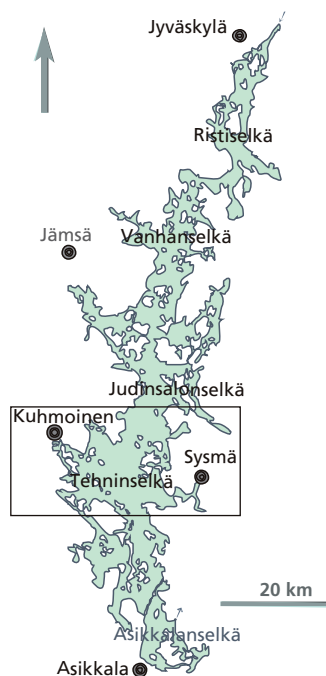
2. Tutkimusalue

2.1. Troolikalastus on keskittynyt Tehinselälle

Päijänne on Kymijoen vesistön keskusjärvi ja Suomen toiseksi suurin järvi (1 116 km²). Tämä tutkimus keskittyy järven suurimmalle selkävedelle Tehinselällä ja sen lähivesiin (noin 250 km²). Tällä Tehinselän ja Judinsalonselän alueella (kuva 1) on valtion yleistä vesialuetta yhteensä 89 km², mikä on vaikuttanut oleellisesti troolaukeskittymän syntymiseen.

Troolikalastuksesta tuli Päijänteen ammattikalastajien tärkein pyyntimuoto 1980-luvun puolivälissä (Sipponen ja Valkeajärvi 2002). Siitä lähtien alueella on kalastanut melko säännöllisesti kuusi troolikuntaa eli se maksimimäärä, jolle Päijänteen yleisvesitoimikunta on luvvat myöntänyt. Tämän lisäksi Päijänteen muissa osissa on kalastanut yleensä 2–3 muuta troolikuntaa. Yleisvesillä ammatikseen kalastavat pitävät kirjaa saaliista ja pyyntiponnistuksesta.

Päijänteen kokonaiskalansaalis on kyselytutkimusten mukaan vaihdellut 925–1 490 tonnin (8,3–13,3 kg/ha) välillä vuosina 1970–1996 (Tuunainen 1970, Valkeajärvi ja Salo 2000). Vuonna 1996 troolien osuus Päijänteen kokonaiskalansaaliista oli 23 %, muikkusaaliista 79 % ja siikasaaliista 45 %. Tehinselän alueella vastaavat osuudet olivat 66 %, 87 % ja 55 % ja kaikkien lajien hehtaarisaaalis oli 8,6 kg/ha. Vuonna 1998 Tehinselän ja sen lähivesien kokonaistroolisaalis oli kasvanut kirjanpidon mukaan 250 tonniin (10 kg/ha) (Sipponen ja Valkeajärvi 2002) ja vuosituhannen vaihteessa seuranta-ajan vahvimman muikkukannan aikana pelkästään muikkusaalis ylitti yhtenä vuotena (1999) 500 tonnin (20 kg/ha) rajan. Tuolloin lähes viidennes sisävesiemme ammattikalastajien muikkusaaliista tuli Päijänteeltä. Muiden lajien (lähinnä ahven, särki, kuore) osuus on ollut keskimäärin noin 30 %, vahvoina muikkuvuosina kuitenkin alle 10 %.



Kuva 1. Päijänteen kartta sekä Tehinselän tutkimusalue.

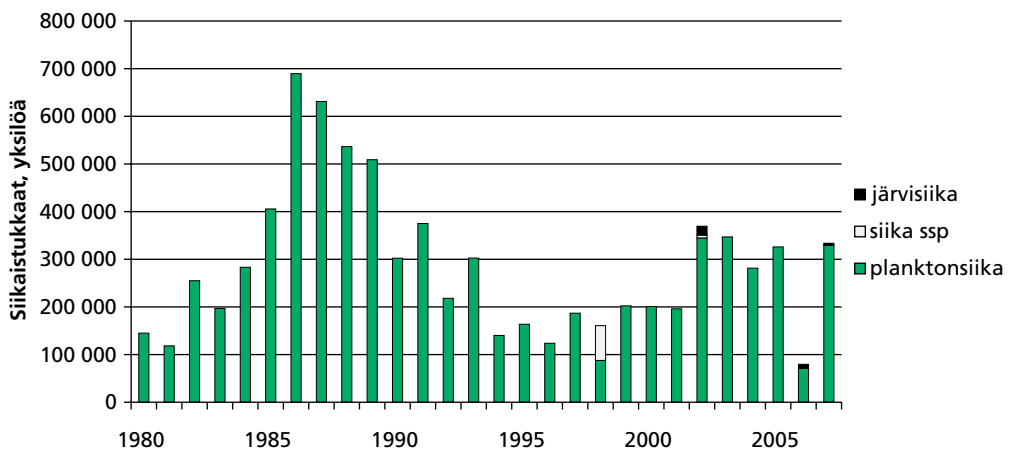
2.2. Päijänteessä on kolme siikamuotoa

Vanhin tieto Päijänteen siikakannasta on T. H. Järven tutkimus vuosilta 1938–1940 Tehinselän alueelta (Järvi 1953). Tutkimuksen mukaan Päijänteen luonnontilainen siikakanta käsitti kaksi siikamuotoa, pikkusiian eli vaellussiian (*Coregonus lavaretus wartmanni*) ja planktonsiian (*Coregonus lavaretus pallasii*). Aineistosta on kuitenkin tunnistettavissa kolmaskin siikamuoto, järvisiika (*C. lavaretus nilssonii*) (Valkeajärvi 1987). Pikkusiika oli runsaslukuisin siikamuoto saaliissa 1930-luvun lopussa (86 %) ennen järvisiikaa (10 %) ja planktonsiikaa (4 %).

Siikaa on istutettu Päijänteeseen ainakin 1960-luvulta lähtien, mikä on aiheuttanut vaihtelua siikamuotojen runsaussuhteisiin. Istutuksiin on käytetty järven omaa pikkusiikaa, peledsiikaa, jopa Itämeren karisiikaa ja varsinkin 1970-luvulla Säskylän Pyhäjärven järvisiikaa. Siinä lienee myös Päijänteen siikojen perimää, sillä Pyhäjärven siikakanta on istutuksin aikaansaatu (Järvi 1940).

Planktonsiista tuli yksinomainen istukassiika 1980-luvulla, kun puunjalostusteollisuuden velvoiteistutukset käynnistyivät (Valkeajärvi ja Raatikainen 1995). Aluksi istutettiin Kojatajoen planktonsiikakantaa, mutta 1990-luvun alussa se korvattiin Rautalammin reitin kannalla. Siikaistutusten huippu saavutettiin vuonna 1986, jolloin järveen vapautettiin lähes 1,2 miljoonaa kesänvanhaa planktonsiikaa (10,9 yks./ha). Istutukset painottuivat järven pohjoisosaan, ja Ristiselällä istukkaitten osuus verkkosaaliissa olikin merkittävä jo 1980-luvun puolivälissä. Tällöin Tehinselän troolisaaliissa ei istukkaita vielä juurikaan esiintynyt, vaan lähes kaikki saalissiikat olivat järven omia pikkusiikoja (Valkeajärvi 1987).

Etelä- ja Keski-Päijänteelle istutettiin vuosina 1980–2007 keskimäärin 288 000 kesänvanhaa siikaa (5,8 yks./ha, vaihtelu 1,6–13,9 yks./ha). Istukkaista 99 % on ollut planktonsiikoja (kuva 2). Tehinselän alueelle on 2000-luvulla kolmena vuotena istutettu myös Päijänteen omaa järvisiikaa, enimmillään vuonna 2002 noin 18 600 kesänvanhaa poikasta. Tätä Majutveteen kudulle nousevaa kantaa on aikoinaan siirretty Kuhmoisten Hahmajärveen. Tämä lähes kadonnut siikamuoto on todettu järven siioista nopeakasvuisimmaksi (Valkeajärvi 1987).



Kuva 2. Siikaistutukset Etelä- ja Keski-Päijänteellä vuosina 1980–2007 Hämeen ja Keski-Suomen ELY-keskusten mukaan.

3. Menetelmät

Tutkimus perustuu troolikalastuksen kalastuskirjanpitoon ja trooleista otettuihin saalisnäytteisiin. Käytettävissä on ollut Tehinselän troolareiden (6) kalastuskirjanpito vuosilta 1983–2010. Troolauskausi on kestänyt kalan tulosta riippuen muutamasta kesäkuukaudesta lähes koko avovesikauteen. Vuosittainen yksikkösaalis on laskettu elokuun kirjanpidosta vetotuntia kohden (kg/h) ja myös saalisnäytteet on otettu pääosin elokuun saaliista yleensä kolmelta eri pyyntipäivältä. Selkävesien saalis on tällöin monipuolisimmillaan, ja edellisen kesän muikku (1+) on jo rekrytoitunut trooleihin (perän solmuväli 13–14 mm).

Muikkunäytteet on kerätty vuosina 1984–2010. Tutkimuksessa käsiteltiin 5 280 muikkua (keskimäärin 196 yks./v). Saaliissa satunnaisesti esiintyviä alle vuoden ikäisiä hottamuikkuja ei otettu huomioon laskelmissa. Muikkuvuosiluokan vahvuuden eli rekryyttimäärän indeksinä käytettiin kaksikesäisten (1+) muikkujen lukumääristä yksikkösaalista (yks./h). Koska vuosiluokka 1982 näkyi saaliissa suurena osuutena monen vuoden ajan, sen vahvuus haluttiin arvioida kohtuullisella tarkkuudella, vaikka näytteenotto alkoi vasta 1984. Vuosiluokan vahvuus vuonna 1983 1+ -ikäisenä arvioitiin vuoden 1984 näytteestä 2+ -ikäisten runsausindeksistä (yks./h), joka korjattiin arvioimalla kuolevuudeksi 33 %. Tulevan syksyn kutukannan indeksinä käytettiin kokonaisyksikkösaalista (kg/h).

Siikanäytteet on kerätty vuosina 1985–2010 ja niitä käsiteltiin yhteensä 5 252 (190 yks./v). Niistä oli pikkusiikoja 3 842 (148 yks./v). Pikkusiian katsottiin rekrytoituvan trooliin pääosin kolmantena elinkesänä (2+). Tämän ikäryhmän yksikkösaalista (kg/h) käytettiin takautuvasti vuosiluokan vahvuuden indeksinä. Tulevan syksyn kutukannan vahvuuden mittarina käytettiin vähintään neljännellä (3+) kasvukaudella olevien siikojen yksikkösaalista. Naarassiiioista valtaosa (89 %) saavuttaa tässä vaiheessa sukukypsyyden.

Kaikista näytekaloista määritettiin kokonaispituus, tuorepaino, sukupuoli, sukukypsyys ja ikä. Suomuja käytettiin iän määrittämiseen. Siikamuoto tunnistettiin ensimmäisen kiduskaaren siivilähammasluvun perusteella. Pikkusiioiksi tulkittiin hammasluvultaan 25–43 olevat siiat. Planktonsiikojen siivilähammasluku asettui välille 44–65 (vrt. Valkeajärvi 1987). Sukukypsyys arvioitiin kummallakin lajilla gonadien kehittyneisyyden perusteella (Kestevenin asteikko). Kasvu määritettiin takautuvasti Monastyrskyn (1930) menetelmällä yleensä 20 kalan näytteestä ikäryhmää kohden/vuosi. Yhtälössä b:n arvona käytettiin muikulle 0,641, pikkusiialle 0,593 ja planktonsiialle 0,563. Kasvun tarkastelu rajoitettiin muikulla neljään ja pikkusiialla kuuteen ensimmäiseen ikävuoteen, sillä vanhempien kalojen osuus näytteissä oli pieni. Siikojen kuntoa arvioitiin pituuksissa 200, 250, 300 ja 350 mm vuosittaisesta pituus-paino-käyrästä lasketun painon odotusarvon avulla (standardoitu paino).

Muuttujien välisiä riippuvuuksia testattiin Spearmanin järjestyskorrelaatiolla ja keskiarvojen eroja t-testillä.

Vuosiluokan runsauden (rekryyttimäärä) riippuvuutta kutukannan runsaudesta tarkasteltiin sovittamalla logaritmoituihin rekryytti-indeksihavaintoihin lineaarinen, Cushingin, Rickerin sekä Bevertonin ja Holtin rekryyttimalli (esim. Marjomäki 2004). Lineaarisen mallin sopivuutta verrattiin muihin malleihin F-testillä ja mallien jäännöstarkastelujen avulla. Siian rekryyttimäärän riippuvuutta muikkukannan runsaudesta tutkittiin lisäämällä Rickerin rekryyttikäyrän tiheysriippuvaan osaan myös siian kutuvuoden muikkukannan runsauden vaikutusta ilmentävä parametri. Malli oli siis muotoa:

$$\ln R_s = \ln(\alpha SB_s \exp(-\beta SB_s - \mu SB_m)),$$

jossa R_s = siian rekryyttimäärän indeksi, SB_s = siian kutukantaindeksi, SB_m = muikun kutukantaindeksi ja α , β sekä μ ovat mallin estimoitavat parametrit.

Keskimääräinen hetkellinen kokonaiskuolevuus arvioitiin koko jakson saalisnäytteiden keskimääräisen ikäjakauman perusteella ikäryhmistä 1–7 muikulla ja 2–7 siialla (keskimäärin yli 1 %:n osuus) regressiomenetelmällä (esim. Jensen 1985)

$$\ln(p_i) = -Z_i + a,$$

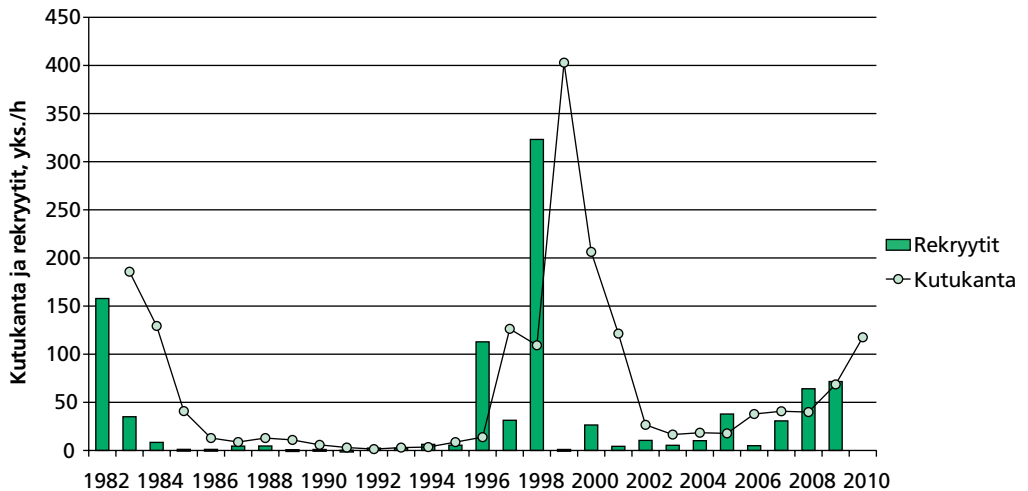
jossa p_i = ikäryhmän i keskimääräinen prosenttiosuus, Z = hetkellinen kokonaiskuolevuus ja a = vakiotermi. Hetkellinen kuolevuus muutettiin vuotuiseksi prosenttiluvuksi kaavalla

$$A = 1 - \exp(-Z).$$

4. Muikku

4.1. Kutukanta ja vuosiluokkien vahvuus

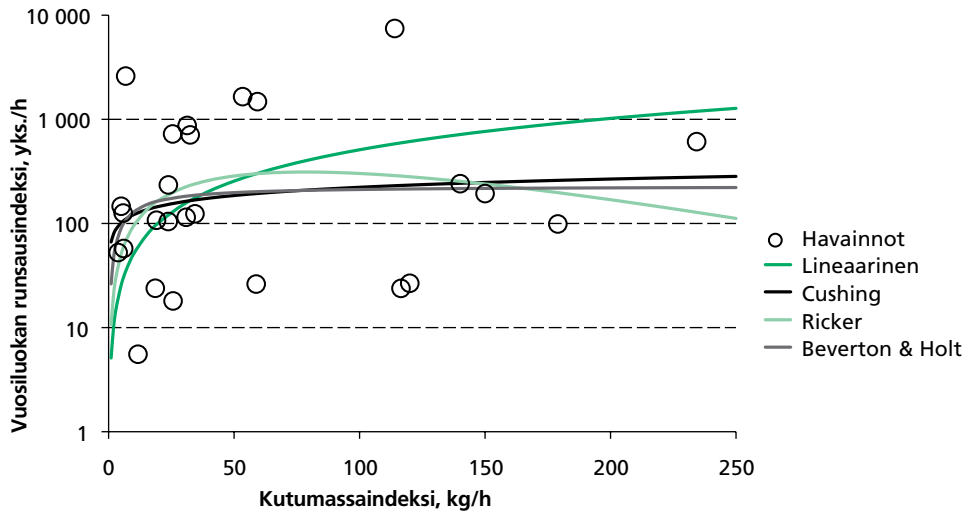
Päijänteen muikkukannassa oli vuosina 1982–2010 kaksi pitkää pienen kutukannan ja heikkojen vuosiluokkien jaksoa sekä kaksi lyhyttä vahvan kannan vaihetta (kuva 3). Seurannan alkaessa 1984 rekrytointi oli juuri romahtanut, mutta kutukanta (yksikkösaalis) oli vielä keskimääräistä runsaampi. Vuosien 1984–1995 vuosiluokat olivat erittäin heikkoja. Muikkukato päättyi keskimääräistä vahvempaan vuosiluokkaan 1996, joka syntyi vuoden 1995 varsin pienestä kutukannasta (6,8 kg/h). Vuosiluokka 1998 oli tätä vielä huomattavasti suurempi ja seurantajakson voimakkain. Tämä vuosiluokka muodosti kolmen seuraavan vuoden vahvat kutukannat. Seurannan vahvimasta kutukannasta vuonna 1999 syntyi vain keskinkertainen vuosiluokka 2000. Sitä seurasi neljä heikkoa vuosiluokkaa. Vuosina 2005–2010 vuosiluokat ja kutukannat olivat vahvistumassa.



Kuva 3. Muikun kutukannan ja vuosiluokan runsausindeksien (rekryytit) kehitys Tehinselällä vuosina 1982–2010.

Tutkimusjakson aikana kutukannan indeksi oli keskimäärin 61 kg/h (keskihajonta SD = 61, vaihtelu 4–234 kg/h). Rekryyttien määrää eli vuosiluokan vahvuutta kuvaava indeksi oli keskimäärin 796 yks./h (SD = 1 562, vaihtelu 6–7 457 yks./h).

Muikun kutukannan ja kalastukseen rekrytoituvan (ikä 1+) vuosiluokan välillä havaittiin kompensatorinen riippuvuus (kaikki kompensatoriset mallit olivat selitystehtaan merkitsevästi suurempia kuin lineaarinen, $P < 0,05$), mikä tarkoittaa, että rekrytoituvan vuosiluokan runsaus ei kasva suoraan verrannollisesti kutukannan kasvaessa, vaan melko pienikin kutukanta riittää vahvan vuosiluokan syntymiseen sopivissa oloissa (kuva 4). Tutkimusjakson vahvin vuosiluokka 1998 syntyi melko suuren kutukannan tuloksena (114 kg/h), mutta seuraavaksi vahvimpien vuosiluokkien syntymiseen on riittänyt pieni kutukanta (20–50 kg/h). Kutukannan runsaudesta riippumaton rekryyttimäärän epäennustettava vaihtelu oli hyvin suurta.



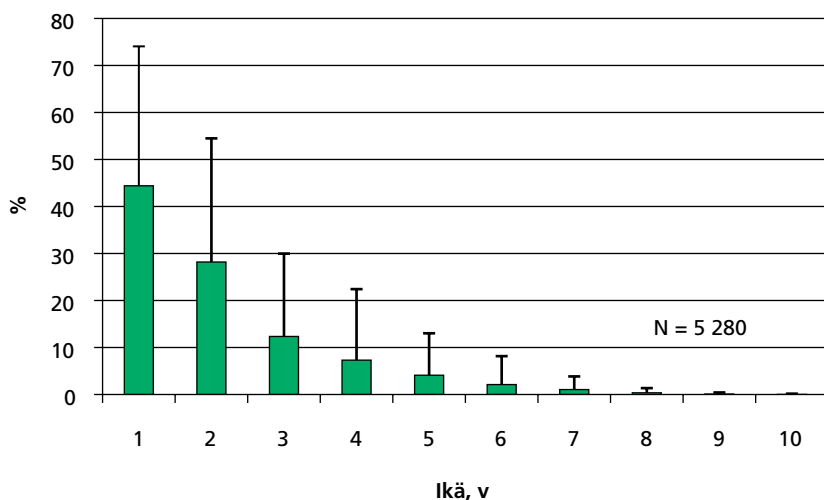
Kuva 4. Muikun kutukannan ja vuosiluokan runsauden välinen riippuvuus Tehinselällä eri malleilla kuvattuna. Y-akseli on logaritminen.

4.2. Ikäjakauma, kuolevuus ja muikun kasvu

Päijänteellä muikut rekrytoituvat troolin kalastettaviksi toisen kasvukauden alkupuolella. Valitseva ikäryhmä saaliissa on ollut 1+ (44 %), mutta myös 2+ -ikäryhmän muikkuja on saatu saaliiksi melko runsaasti (28 %) (kuva 5). Vanhimmat muikut olivat 11 vuoden ikäisiä.

Vuosien välinen vaihtelu saaliin ikäjakaumassa on ollut huomattava. Esimerkiksi toisella kasvukaudella olevien muikkujen osuus on vaihdellut nollan ja sadan prosentin välillä (liite 1). Heikon rekrytoinnin vuosina, kun dominoivaa vuosiluokkaa ei ole ollut, saaliin ikäjakauma on ollut monipuolinen. Toisaalta vahvassa vuosiluokassa on riittänyt kalastettavaa useiksi vuosiksi. Esimerkiksi vuosiluokan 1982 osuus saaliissa oli seitsemän vuoden kuluttua (1989) vielä 11 %, ja vuonna 1998 syntyneitten muikkujen 8 % vuonna 2005.

Ikäryhmille 1–7 laskettu keskimääräinen hetkellinen kokonaiskuolevuus (Z) oli 0,63 (95 %:n luottamusväli 0,59–0,66) ja näitä vastaavat vuotuiset prosentuaaliset kuolevuudet (A) 46 % ja 44–48 %.



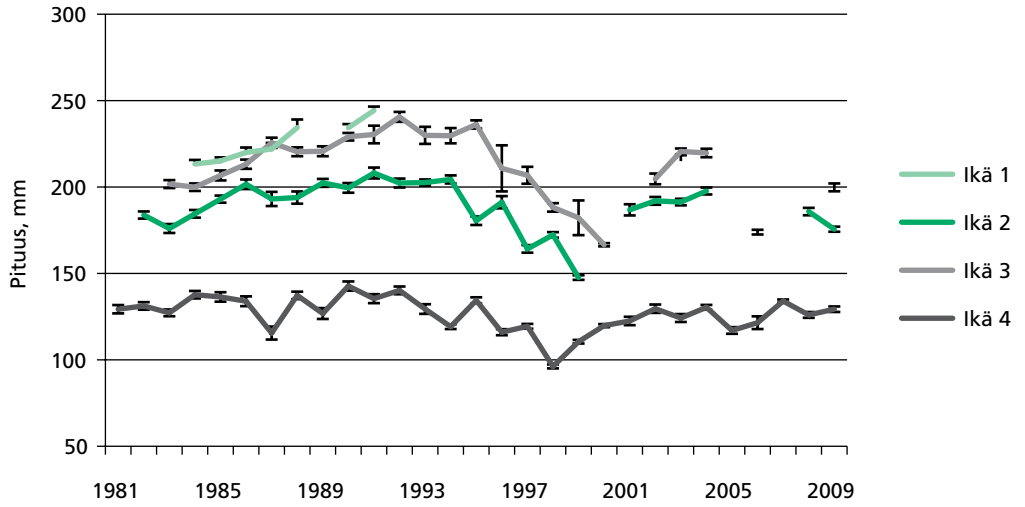
Kuva 5. Troolimuikkujen keskimääräinen ikäjakauma Tehinselällä vuosina 1984–2010. Keskihajonta (SD) on esitetty janan puolikkaalla.

Vuosina 1981–2009 kesänvanhan muikun (hotta) keskipituus oli Tehinselällä keskimäärin 127 mm (keskihajonta SD = 10, vaihtelu 96–143), kaksivuotiaan 188 mm (SD = 14, vaihtelu 148–208), kolmevuotiaan 212 mm (SD = 18, vaihtelu 167–241) ja nelivuotiaan 225 mm (SD = 11, vaihtelu 213–244). Keskiarvoihin sovitetun von Bertalanffyn kasvuyhtälön parametrien estimaatit ovat

Maksimipituus	$L_{\infty} = 233$ mm,	95 %:n luottamusväli	228–240 mm
Kasvukerroin	$K = 0,84$		0,61–0,93
	$t_0 = 0,064$		-0,49–0,12

Saalismuikkujen vuosittaisten keskipainojen keskiarvo elokuussa oli 62 g (SD = 23, vaihtelu 25–117). Pienimpiä muikkuja kalastettiin vuonna 1999 ja suurimpia vuonna 1992. Tällöin muikkukadon aikaan saaliskalat olivat myös keskimääräistä vanhempia: kaksi kolmasosaa saaliista oli kaksi- ja nelivuotiaita, vanhimmat kuusivuotiaita.

Pituuskasvun aikasarjojen mukaan kasvu oli nopeimmillaan 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa heikon muikkukannan aikana (kuva 6). Hitaimmin on kasvanut vuonna 1998 syntynyt vahva vuosiluokka. Vuosiluokan vahvuuden ja kasvun välillä on negatiivinen riippuvuussuhde. Riippuvuus on tilastollisesti merkitsevä ensimmäisestä kasvukaudesta alkaen ($r_s = -0,343$, $P < 0,05$) ja voimistuu ainakin kolmanteen kasvukauteen asti ($r_s = -0,906$, $P < 0,01$). Vahva vuosiluokka hidastaa myös seuraavan vuosiluokan yksilökasvua, mikä näkyy esimerkiksi erittäin heikon vuosiluokan 1999 keskimääräistä hitaampana kasvua.

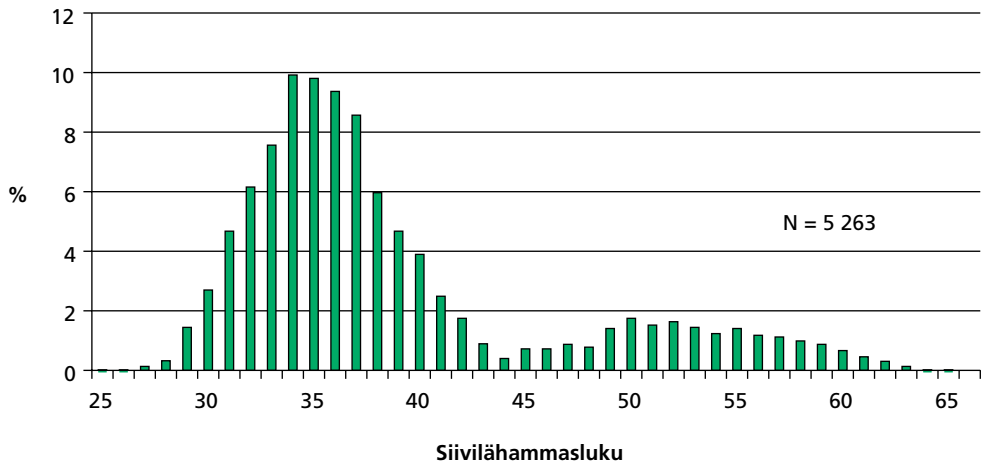


Kuva 6. Muikun takautuvasti laskettu keskimääräinen pituus ikäryhmittäin Tehinselällä vuosina 1981–2009. Keskiarvon keskivirhe (SE) on esitetty janalla.

5. Siika

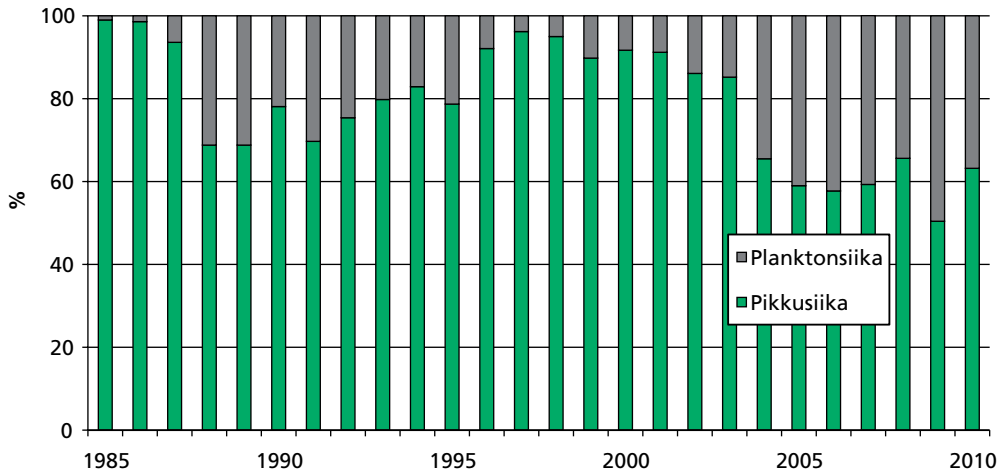
5.1. Siikamuotojen osuudet saaliissa

Vuosien 1985–2010 siivilähammasaineistosta erottuu selvästi kaksi siikamuotoa: pikkusiika eli vaellussiika ja planktonsiika (kuva 7). Pikkusiian siivilähammasluku on keskimäärin 35 (SD = 3,2, vaihtelu 25–43, N = 4 216) ja planktonsiian 53 (SD = 4,6, vaihtelu 44–65, N = 1 048). Mahdollisten järvisiikojen tunnistaminen siivilähammasjakaumasta ei ole mahdollista, koska planktonsiian jakauma peittää ne alleen. Varmimmin järvisiikoja voisivat olla siivilähammasluvultaan 44–46 olevat siiat. Tällaisten siikojen osuus oli koko aineistossa 2,5 % (SD = 1,8, vaihtelu 0–6,4 %). Niiden osuudessa ei havaittu selvää trendiä seurantavuosien aikana.



Kuva 7. Tehinselän troolisiikojen siivilähammasjakauma vuosina 1985–2010.

Tutkimusjakson alussa siikasaalis koostui lähes yksinomaan pikkusiioista, koska planktonsiian istutukset olivat vasta alkamassa (kuva 8). Pikkusiikojen lukumääräinen osuus on ollut troolisaaliissa keskimäärin 81 % (vaihtelu vuosien välillä 50–99 %) ja plankton- ja järvisiikoja yhteensä 19 % (1–50 %). Yksikkösaaliissa (kg/h) osuudet ovat jokseenkin samat (80 vs. 20 %). Tehinselän lähialueen planktonsiikaistutukset ovat parantaneet merkittävästi troolien siikasaalista, mikä on näkynyt erityisesti runsaiden istutusvuosien jälkeisessä saaliissa 1980-luvulla ja 2000-luvulla siikojen ollessa neljännellä kasvukaudella (3+) ($r_s = 0,520$, $P < 0,01$) (vrt. kuva 2).



Kuva 8. Pikkusiian ja planktonsiian osuuksien kehitys Tehinselän troolisaaliissa vuosina 1985–2010. Planktonsiian osuuteen sisältyvät mahdolliset järvisiikat.

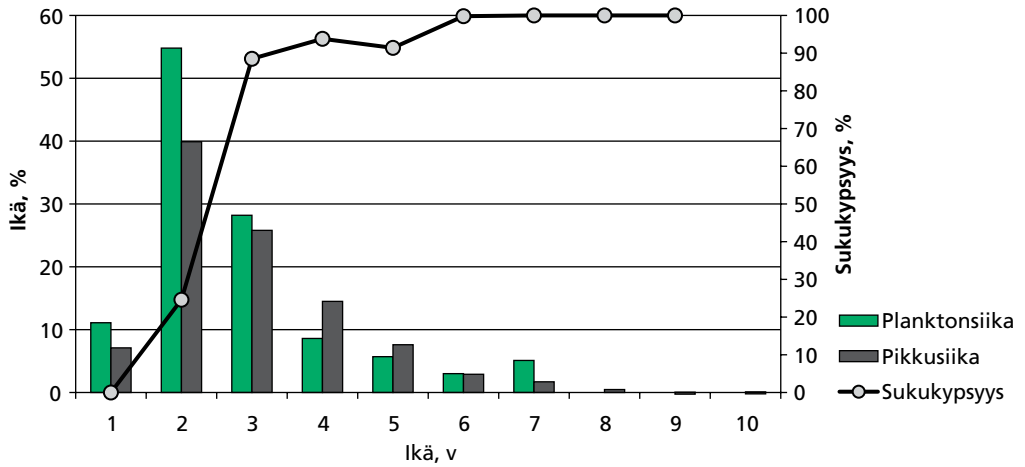
Koko Etelä- ja Keski-Päijänteen istutusmäärien vaihtelu sitä vastoin ei selittänyt Tehinselän planktonsiian yksikkösaaliin vaihtelua.

Siian ja muikun yksikkösaaliiden (= muikun kutukanta) vertailu havainnollistaa siian ajoittain suurta merkitystä Tehinselän troolisaaliissa (vrt. kuvat 3 ja 11). Vuosina 1985–2010 muikun yksikkösaalis elokuussa oli keskimäärin 56 kg/h (56 %), pikkusiian 19,5 kg/h (35 %) ja planktonsiian 4,9 kg/h (9 %). Tutkimusjakson alussa 11 vuoden ajan (poikkeus 1998) siikojen yksikkösaalis ylitti kuitenkin muikun yksikkösaaliin (kuva 8). Muikkukadon syvimpinä vuosina 1990-luvun alussa muikun osuus oli useana vuotena alle 20 % ja alle 5 kg/h. Siikojen yksikkösaalis oli tuolloin keskiarvon tuntumassa (runsaat 20 kg/h), joten saaliit olivat kaiken kaikkiaan varsin pieniä.

5.2. Ikärakenne, kuolevuus ja sukukypsyys

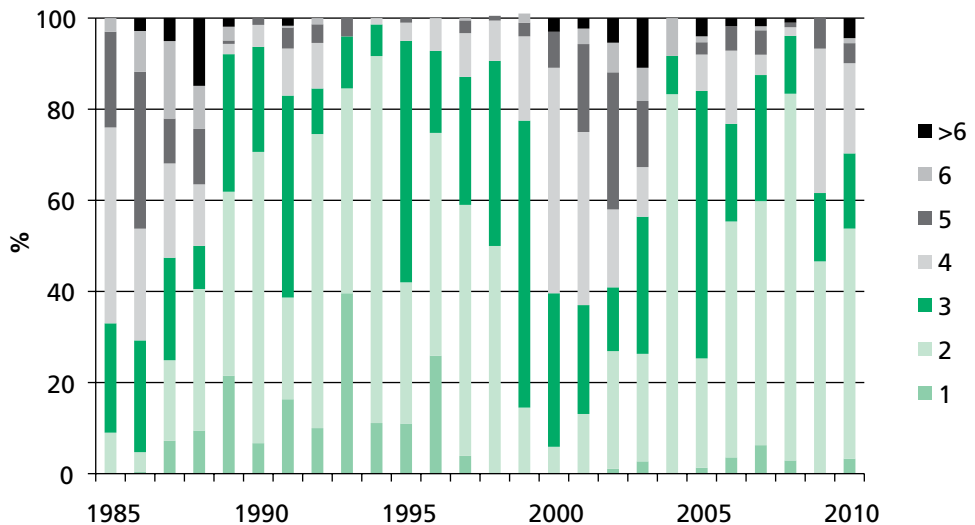
Vuosina 1985–2010 elokuussa Tehinselän troolien pikkusiikasaaliista kaksi kolmannesta koostui kaksivuotiaista (39 %) ja kolmevuotiaista (26 %) kaloista (kuva 9). Vanhin yksilö oli 11-vuotias. Ensimmäistä kesäänsä eläviä pikkusiikoja saalisnäytteissä ei ole ollut, mutta toisella ikävuodellaan olevat pikkusiikat alkavat jo näkyä saaliissa. Täysin ne rekrytoituvat vasta kolmantena (2+) kesänä, jolloin ne ovat levittäytyneet selkävesille.

Planktonsiikasaaliista keskimäärin yli puolet on ollut kaksivuotiaita (54 %) ja lähes kolmannes (29 %) kolmevuotiaita. Toisella kasvukaudellaan (1+) olevien planktonsiikojen osuus on troolivesillä ollut suurempi kuin samanikäisten pikkusiikojen. Kummankin siikamuodon troolikalastus kohdistuu varsin nuoriin yksilöihin.



Kuva 9. Pikkusiian ja planktonsiian keskimääräiset ikäjakaumat elokuun troolisaaliissa sekä pikkusiikanaaraiden sukukypsyys kehitys Tehinselällä vuosina 1985–2009.

Saaliissiikojen ikäjakauma on vaihdellut huomattavasti vuosien välillä (kuva 10). Kaksivuotiaiden siikojen osuus on ollut suurimmillaan jopa 80 % ja pienimmillään alle 20 %. Heikkoina muikkuvuosina on pyydetty nuoria siikoja ja vahvan muikkukannan aikana saaliissa on suhteessa enemmän vanhempia siikoja.



Kuva 10. Pikkusiian ikäjakauma Tehinselän troolisaaliissa vuosina 1985–2010.

Pikkusiian ikäryhmille 2–7 laskettu keskimääräinen hetkellinen kokonaiskuolevuus (Z) oli 0,66 (95 %:n luottamusväli 0,55–0,76) ja näitä vastaavat prosentuaaliset vuotuiset kuolevuudet (A) olivat 48 % ja 42–53 %. Kokonaiskuolevuus oli siis jokseenkin samanlainen kuin muikulla. Koska luonnollinen kuolevuus on siialla todennäköisesti muikkua pienempi, niin pikkusiian kalastuskuolevuus lieene muikkua suurempi.

Planktonsiian kokonaiskuolevuus (Z) oli huomattavasti suurempi kuin pikkusiian, 1,12 (95 %:n luottamusväli 1,03–1,20) ja vastaavat prosentuaaliset vuotuiset kuolevuudet (A) olivat 67 % ja 64–70 %.

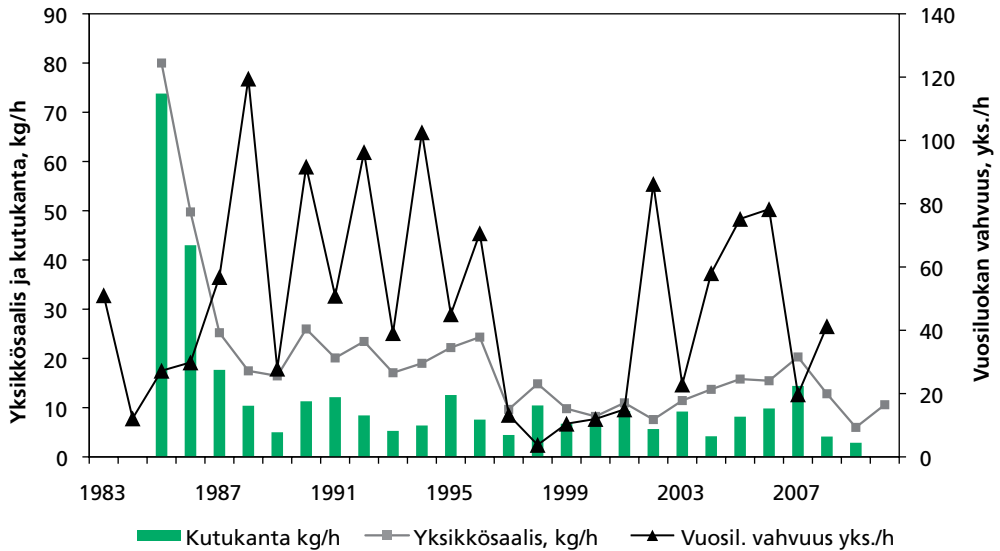
Sukukypsyyden pikkusiikanaaraista valtaosa (89 %) saavuttaa kolmen vuoden iässä (3+), mutta vuosien välinen vaihtelu on suurta (50–100 %) (kuva 9). Vasta vähintään nelivuotiaat naarassiiioista valtaosa on ehtinyt kutemaan vähintään kerran. Näitä on siikasaaliissa ollut keskimäärin 28 %. Koiraat tulevat kutuvalmiiksi vähän nuorempina, sillä kaksivuotiaista on sukukypsiä keskimäärin 60 % ja kolmevuotiaista 92 %. Vuosina 1999–2001, kun muikkuja oli runsaasti, kolmevuotiaista naaraista oli sukukypsiä vain 67–77 %. Myös muikkukatovuosina esiintyi keskimääräistä hitaampaa sukukypsyyden kehitystä. Muikkukannan vahvuuden ja pikkusiian sukukypsyyden kehittymisen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta.

Planktonsiikat saavuttavat sukukypsyyden pikkusiikaa vanhemmalla iällä. Aineiston varmoista planktonsiikanaaraista (N = 347) sukukypsiä oli 0,9 %. Kaikki olivat nelivuotiaita (4+). Koiraista (N = 424) sukukypsiä oli 2,8 %. Nuorimmat olivat kaksivuotiaita. Planktonsiian luontainen lisääntyminen on Päijänteessä jokseenkin olematonta.

5.3. Kutukanta ja vuosiluokkien vahvuus

Vuosina 1985–2010 pikkusiian yksikkösaalis oli elokuussa keskimäärin 19,5 kg/h (SD = 15,1, vaihtelu 6,0–80,0) (kuva 11). Yksikkösaalis oli suurimmillaan tutkimuksen alkaessa (80 kg/h), jonka jälkeen saalis putosi neljänneksen muutamassa vuodessa. Kutukannan kehitys noudattaa pitkälle yksikkösaaliin kehitystä. Vuonna 1985 pikkusiian kutukanta oli korkeimmillaan ja viimeisimpänä vuotena 2009 alhaisimmillaan. Vuodesta 1988 lähtien kutukanta on pysynyt melko vakaana mutta harvalukuisena, vain noin 15 %:n tasolla lähtötilanteesta. Koko seurantaajan aikana kutukannan indeksi oli 12,4 kg/h (SD = 15,0, vaihtelu 2,9–73,8).

Pikkusiian vuosiluokan vahvuus eli rekryytti-indeksi oli keskimäärin 48,3 yks./h (SD = 32,9, vaihtelu 3,8–119,5). Vuosiluokkavaihtelussa on esiintynyt kahdentyyppisiä jaksoja, voimakas kaksivuotisen vaihtelun jakso sekä kaksi lievemmän vaihtelun jaksoa (kuva 11). Viimeksi mainitut jaksot osuvat vahvan muikkukannan aikaan, seurannan alkuun sekä vuosituhtaan vaihteeseen, kun taas vahvat vuosiluokat ja nopea syklistyys on ilmennyt muikkukadon aikaan vuosina 1985–1995.

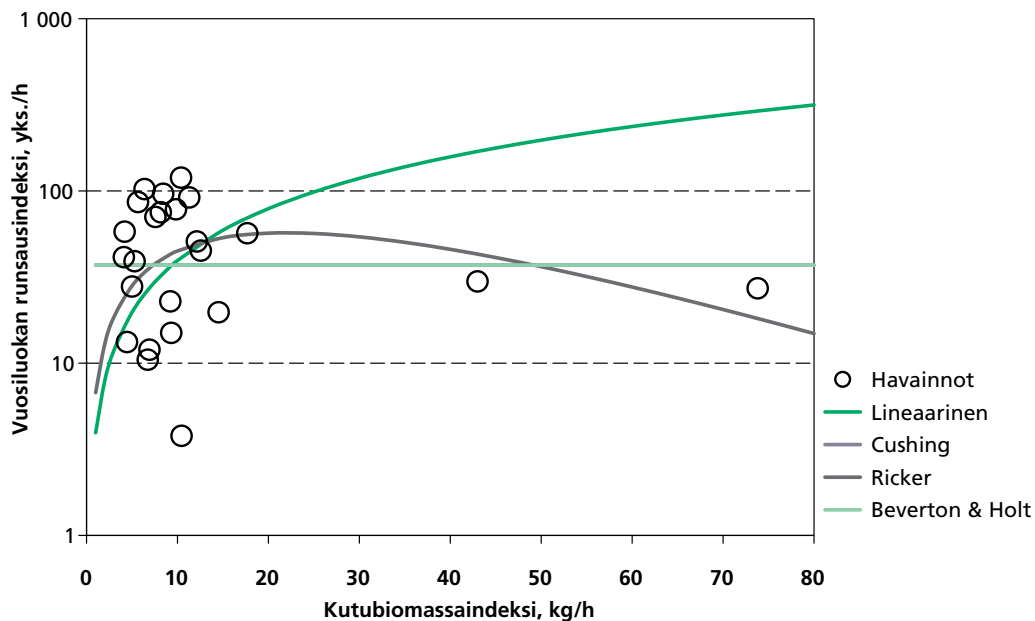


Kuva 11. Pikkusiian kutukannan ja vuosiluokan vahvuuden indeksit sekä elokuun yksikkösaalis vuosina 1983–2010 Tehinselällä.

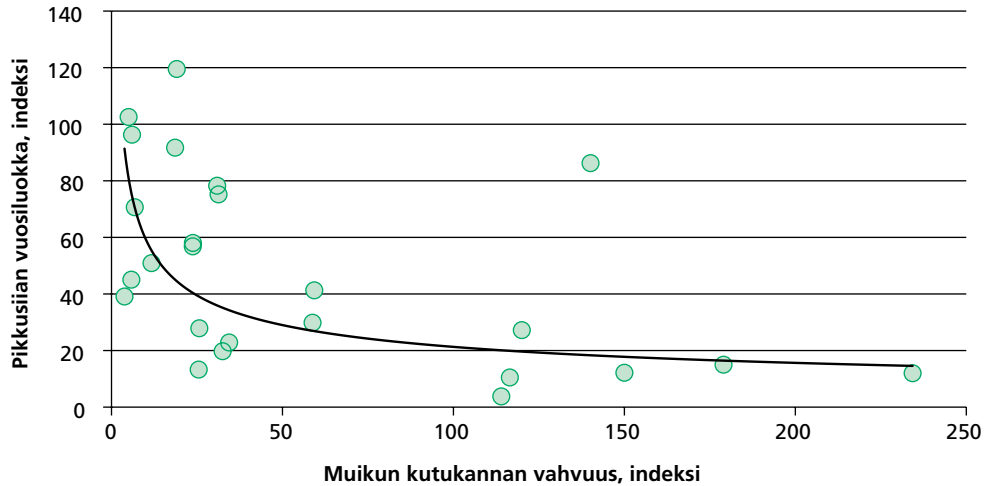
Pikkusiian kutukannan ja kalastukseen rekrytoituvan (ikä 2+) vuosiluokan välillä havaittiin kompensatorinen riippuvuus (kaikki kompensatoriset mallit merkitsevästi parempia kuin lineaarinen, $P < 0,01$), mikä tarkoittaa, että rekrytoituvan vuosiluokan runsaus ei kasva suoraan verrannollisesti kutukannan kasvaessa vaan melko pienikin kutukanta riittää vahvan vuosiluokan syntymiseen sopivissa oloissa (kuva 12). Keskimääräinen tai heikko kutukanta on tuottanut sekä heikkoja että vahvoja vuosiluokkia. Kahtena vuotena kutukanta oli selvästi keskimääräistä suurempi, mutta niistä syntyneet vuosiluokat olivat runsaudeltaan keskinkertaisia.

Muikku on merkittävä pikkusiian rekrytointiin vaikuttava tekijä. Muikun kutukanta korreloi negatiivisesti seuraavana vuonna syntyvän ja kahden vuoden kuluttua kalastukseen rekrytoituvan vuosiluokan kanssa ($r_s = -0,621$, $P < 0,01$) (kuva 13). Myös pikkusiian kutukanta-rekryttimalli parani merkitsevästi ($P < 0,001$), kun siian kutukannan lisäksi myös muikkukannan runsaus kutuvuonna lisättiin malliin. Sitä vastoin muikku- ja siikavuosisluokkien vaihtelun välillä ei havaittu riippuvuutta. Seurantajaksolle tosin on osunut vain neljä keskimääräistä selvästi vahvempaa muikkuvuosiluokkaa.

Malli parani myös tilastollisesti suuntaa-antavasti ($P = 0,059$), kun malliin lisättiin selittäjäksi edellisen pikkusiikavuosisluokan runsaus. Tehinselän pikkusiialla näyttää siis esiintyvän kaksivuotista syklistä kannanvaihtelua.



Kuva 12. Pikkusiiian kutukannan ja vuosiluokan vahvuuden välinen riippuvuus Tehinselällä vuosina 1985–2009.



Kuva 13. Muikun kutukannan ja seuraavan vuoden siikavuosisluokan vahvuuden välinen riippuvuus Tehinselällä vuosina 1984–2008.

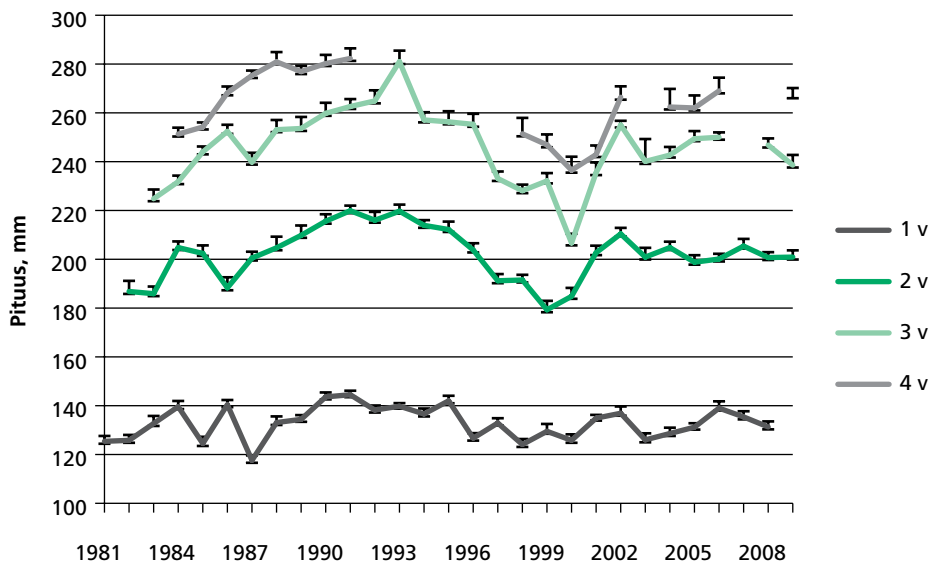
5.4. Siikojen kasvu

Pikkusiiian saaliskoko on vaihdellut voimakkaasti tutkimusvuosien aikana (kuva 14). Kasvu on ollut nopeaa 1980-luvun puolivälin jälkeen usean vuoden ajan. Sen jälkeen kasvu hidastui ja oli heikoimmillaan vuosituhanen vaihteessa. Nopein kasvu on ajoittunut muikkukatovuosiin ja hitain muikkukannan huippuvuosiin. Muikkukannan (yksikkösaalis) vaikutus pikkusiiian kasvuun on jo ensimmäisenä kasvukautena tilastollisesti merkitsevä ($r_s = -0,461$, $P < 0,05$), mutta on toisesta neljanteen kasvukauteen erittäin merkitsevä ($r_s = -0,907$, $P < 0,01$).

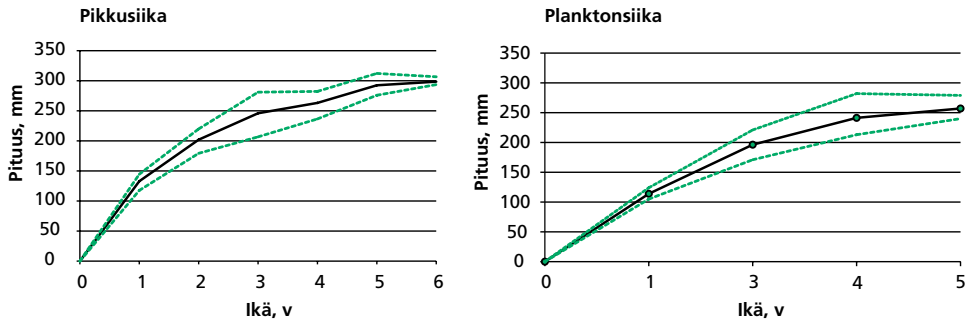
Pikkusiiat saavuttavat ensimmäisenä kesänä keskimäärin 133 mm:n pituuden (vaihtelu 118–146). Ne ovat tässä vaiheessa vain hiukan muikkuja (127 mm) suurempia. Toisena kasvukautena pikkusiiat ovat jo keskimäärin 202 mm pitkiä (vaihtelu 179–220) (kuva 15). Pikkusiiian pituuskasvu hidastuu voimakkaasti viiden ikävuoden jälkeen. Vaihtelu tuskin pienenee kuten kuvasta 15 näyttää, sillä neljä- ja viisivuotiaitten siikojen aineisto on pieni. Vanhimpia 10–11-vuotiaita siikoja oli aineistossa neljä kalaa. Niiden pituus oli enimmillään 330 mm.

Kuvan 15 aineistoon sovitetun von Bertalanffyn kasvuyhtälön parametrien estimaatit ovat

Maksimipituus	$L_{\infty} = 318 \text{ mm}$,	95 %:n luottamusväli	279–341 mm
Kasvukerroin	$K = 0,45$		0,30–0,84
	$t_0 = -0,205$		-0,99–1,02



Kuva 14. Pikkusiiian pituuskasvun kehitys Tehinselällä ikäryhmittäin vuosina 1981–2009. Janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (SE).



Kuva 15. Pikkusiian ja planktonsiian keskimääräinen pituuskasvu ja sen vaihtelurajat Tehinselällä vuosina 1981–2009.

Kesänvanhojen planktonsiikojen istutuspituus on ollut takautuvasti laskettuna keskimäärin 114 mm (vaihtelu 105–124) (kuva 15). Kaksivuotiaana pituus on ollut 196 mm (171–221) ja nelivuotiaana 257 mm (240–279). Kuvan 15 aineistoon sovitun von Bertalanffyn kasvuyhtälön parametrien estimaatit ovat:

Maksimipituus	$L_{\infty} = 277 \text{ mm,}$	95 %:n luottamusväli	265–295 mm
Kasvukerroin	$K = 0,73$		0,60–1,05
	$t_0 = -0,20$		-0,20–0,72

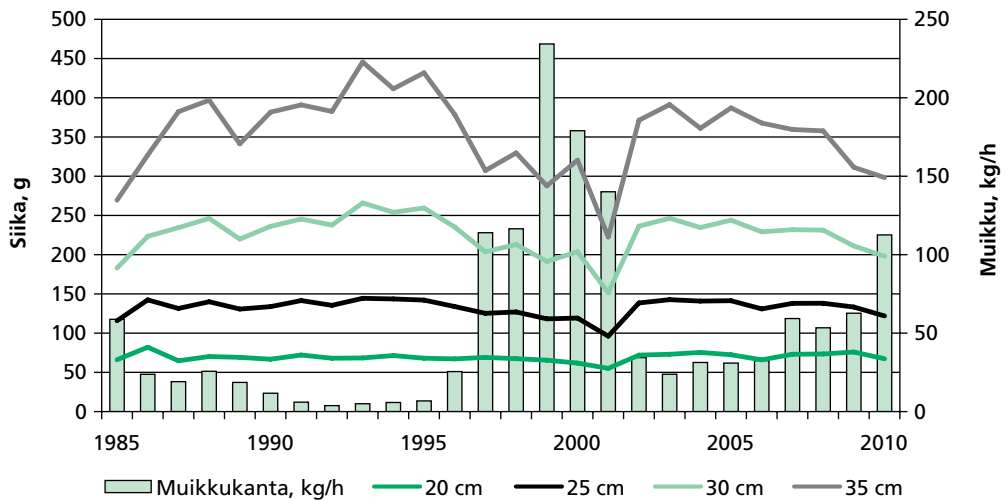
Planktonsiian kasvussa esiintyy pikkusiian tapaan muikkukannan vaihtelusta johtuvaa vuosien välistä vaihtelua. Pikkusiian keskipituus on ollut vuoden vanhana tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin samanikäisen planktonsiian (t-testi, $t = 0,9$, $P < 0,01$). Ikäryhmissä 2–4 tilastollisesti merkitsevää eroa ei havaittu, joten tässä vaiheessa molemmat siikamuodot kasvoivat jokseenkin yhtä nopeasti.

Troolilla saatujen pikkusiikojen keskipaino on ollut elokuussa keskimäärin 145 g (vuosien välinen vaihtelu 105–182). Pienimpiä siikoja kalastettiin vuonna 1998, jolloin ne olivat myös varsin nuoria: 90 % saaliista koostui 1–3-vuotiaista kaloista. Keskipainoltaan suurimpia pikkusiikat olivat vuonna 1988. Tällöin alle nelivuotiaitten siikojen osuus oli 50 %.

Planktonsiikojen keskipaino on ollut elokuun troolisaaliissa 141 g (vaihtelu 98–213). Keskipainoltaan kookkaimmat siikat tavattiin vuonna 1993 ja pienimmät vuonna 1998.

5.5. Pikkusiian kunto

Pikkusiian kunnossa (paino suhteessa pituuteen) on tutkimusjakson aikana esiintynyt melkoista vaihtelua. Edellä käsiteltiin pituuskasvun vaihtelua, joten siihen nähden ei ole yllättävää, että muikkukannan runsaus säätelee myös siian kuntoa (kuva 16). Mitä kookkaampia ja vanhempia siiat ovat, sitä enemmän muikun läsnäolo vaikuttaa. Pituudeltaan 20 cm:n (tyypillisesti 2-vuotiaiden) siikojen kuntoon muikku ei vielä ehdi vaikuttaa, mutta pituuksissa 25, 30 ja 35 cm vaikutuksen suhteellinen suuruus ja tilastollinen merkitsevyys kasvavat koko ajan (vähintään $r_s = -0,714$, $P < 0,01$). Pituudeltaan 20–30 cm:n siika voi painaa 50 % enemmän heikon muikkukannan aikana. Esimerkiksi 30 cm pitkän siian laskennallinen painovaihtelu on ollut 150–266 g.



Kuva 16. Pikkusiian standardoidun painon (kunnan) kehitys pituuksittain Tehinselällä vuosina 1985–2010 suhteessa muikkukannan vahvuuteen.

6. Tarkastelu

6.1. Muikun kannanvaihtelut

Viimeisimmän koko Päijänteen kattaneen kalastustiedustelun mukaan ammattikalastajat pysyivät vuonna 1996 Päijänteen muikkusaaliista 90 % (135 t) (Valkeajärvi ja Salo 2000). Trooli-en osuus muikkusaaliista oli koko Päijänteellä 79 % ja Tehinselällä 87 %. Tehinselällä kalastaneitten ammatti- ja vapaa-ajankalastajien muikkusaalis oli yhteensä 79 t (3,1 kg/ha). Vuonna 1998, jolloin muikkusaalis oli kasvussa mutta ei vielä huipussaan, saalis oli Tehinselän alueella 15 kg/ha (pelkkä yleisvesi 25 kg/ha). Muikkukannan voimakkaat vaihtelut ovat tuoneet ajoittain haasteita kalastuksen kannattavuuteen, mutta useimmat Tehinselän lähivesillä 1980-luvulla aloittaneet troolarit ovat vielä 2000-luvulla mukana.

Muikkukannoille ovat tunnetusti tyypillisiä voimakkaat vuosiluokkavaihtelut. Melko tavallisen lyhytjaksoisen vaihtelun lisäksi esiintyy jaksottaisuutta, jossa vahvojen vuosiluokkien väliä on useita vuosia, jopa vuosikymmen. Tällöin puhutaan usein muikkukadosta (Valkeajärvi ja Marjomäki 2004). Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana Järvi-Suomen muikkukannat ovat olleet alueelle tyypillisellä tasolla. Lyhytjaksoinen kannanvaihtelu, jossa runsas vuosiluokka syntyy 2–3 vuoden välein, on ollut vallitseva useimmissa järvissä. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin 1980-luvun puolivälistä 1990-luvun puoliväliin kestänyt laaja-alainen muikkukato (Valkeajärvi ym. 2010).

Vanhimmat julkaistut tiedot Päijänteen Tehinselän muikun vuosiluokista ulottuvat vuosiin 1967 ja 1969, joiden arvioitiin olleen keskimääräistä vahvempia (Valkeajärvi 1988). Seuraava vahva vuosiluokka syntyi vuonna 1982 ja seuraavia saatiin odottaa vuosiin 1996 ja 1998. Heikkoja vuosiluokkia on huippuvuosiluokkien jaksojen välillä ollut 12–13. Myös 2000-luku on alkanut huonojen tai keskinkertaisten vuosiluokkien merkeissä. Samalla rytmillä ennustaan 2010-luvun alkupuolella olisi vuorossa vahva vuosiluokka. Vuosina 2008–2009 Tehinselän muikkukanta on ollut kasvussa, joten edellytykset todella vahvalle vuosiluokalle ovat olemassa.

Lähekkäisten järvien muikkukantojen on havaittu vaihtelevan usein samassa rytmissä, lähinnä ulkoisten syiden, kuten sääolojen, vaikutuksesta (Marjomäki ym. 2004). Päijänteen muikkukanta ei ole kuitenkaan noudattanut naapurijärvien rytmiä vaan vaihdellut omaa tahtiin. Edellä mainittu 1980- ja 1990-lukujen muikkukato ajoittui Päijänteellä kyllä samaan aikaan kuin muuallakin, mutta siihen yhtäläisyydet loppuvat.

Muikkukadon syyksi on epäilty lajisuhteiden vaihtelua, lähinnä petokalojen voimakasta runsastumista. Kato osuikin yksin monissa järvissä voimistuneitten ahvenkantojen ja voimakkaitten taimenistutusten kanssa (Valkeajärvi ym. 1997, Valkeajärvi ja Marjomäki 2004, Sarvala 2008). Petokalojen merkitys lieenee suuri, mutta esimerkiksi suhteellisen vähäisellä ahvenkannan harventamisella ei ole vaikutusta muikkukantaan (Urpanen ym. 2011). Sen sijaan ahvenkannan huomattava harveneminen tehokkaan kalastuksen ja kuhan predaation vuoksi saattoi osaltaan nopeuttaa Höytiäisen muikkukannan toipumista kadosta (Haakana 2008).

Päijänteellä taimenen runsautta on pidetty keskeisenä syynä muikkukatoon tai ainakin sen pitkittymiseen, vaikka ahveniakin oli selkävessillä 1980-luvulla tavallista enemmän (Valkeajärvi ym. 1997). Muikkukannan ollessa harva myös ahven ja särki levittäytyvät ulapalle siian tapaan, mistä osoituksena ovat näiden lajien yksikkösaaliiden vaihtelut (Ranta, T., julkaisematon aineis-

to). Ahvenen, kuhan ja taimenen yksikkösaaliissa oli aluksi kasvua 2000-luvulla, mutta 3–4:n viime vuoden aikana yksikkösaaliit ovat pienentyneet. Samaan aikaan muikkukanta on vahvistunut. Taimenen istutukset ovat olleet Päijänteellä 2000-luvulla pienempiä kuin muikkukadon aikaan, mutta täsmällisiä lukuja ei ole tiedossa. Istutusrekisteriin päätyy valitettavasti vain osa istutuksista. Yksiselitteistä syytä Päijänteen muikkukannan omaperäiseen vaihteluun ei ole tiedossa.

Troolaus ei kohdistu Päijänteellä mainittavasti kesänvanhoihin hottamuikkuihin vaan yksivuotiaisiin ja sitä vanhempiin kaloihin. Vuotuinen keskimääräinen kokonaiskuolevuus ($A = 46\%$) on Päijänteellä varsin kohtuullinen verrattuna moniin muihin suomalaisiin järviin. Viljasen (1986) kirjallisuuskatsauksen mukaan kokonaiskuolevuus on vaihdellut eri järvissä 40–85 %:n välillä. Säskylän Pyhäjärvessä vuotuinen kuolevuus oli 1980- ja 1990-luvuilla säännöllisesti yli 90 %, mutta populaatio säilytti siitä huolimatta tasonsa ilmeisesti vähäisen petojen aiheuttaman saalistuksen vuoksi (Helminen ym. 1992).

Muikun kohdalla epäilyt liikakalastuksesta ovat harvinaisia. Sellainen mahdollisuus on kuitenkin tuotu esille esimerkiksi Inarijärvellä (Salonen 1998). Toisaalta Puulavedessä troolikalastuksen intensiteetin ja ulappakalatiheyden välillä ei havaittu olevan yhteyttä, minkä tulokittiin johtuvan muikun kyvystä kompensoida tehokkaasti kannan harventaminen (Marjomäki ja Huolila 2001).

Troolauksessa, kuten muussakin ammattikalastuksessa, toimii yleensä itsesäätely: kun muikkua on vähän, niin pyyntiponnistus vähenee (Marjomäki ym. 1995, Sipponen ja Valkeajärvi 2002). Aluksi kuitenkin kalastuskuolevuus kasvaa kun kalakanta harvenee: pyyntivälineitä kehitetään ja pyyntiponnistusta, kuten troolien vetoaikaa, lisätään (Marjomäki ym. 1995). Esimerkiksi Tehinselällä 1980-luvulla vetotuntien määrä kasvoi voimakkaasti vuoteen 1990 asti, vaikka muikkukanta oli ollut useita vuosia hyvin harva (Sipponen ja Valkeajärvi 2002). Myös Oulujärvellä vetotunteja lisättiin muikkukannan harvetessa (Sutela ym. 2001). Muikkukadon aikana siian merkitys saaliskalana kasvoi Oulujärvellä kuten Päijänteelläkin, missä se oli pääsaalis yli kymmenen vuoden ajan. Vasta kun siian ja muikun kokonaisyksikkösaalis väheni Päijänteellä riittävän pieneksi (alle 50 kg/h), troolareitten määrä väheni kuudesta neljään useiksi vuosiksi. Samanlainen kehitys tapahtui 2000-luvulla.

Vahva vuosiluokka syntyy Tehinselällä todennäköisimmin keskinkertaisesta kutukannasta, esimerkkinä portaittain vahvistuvat vuosiluokat 1996 ja ennätysvahva 1998. Niitä edelsi hidas kutukannan vahvistuminen. Vuosiluokan 1998 ansiosta kutukanta oli erittäin vahva vuosina 1999–2001. Niistä rekrytoitui kuitenkin erittäin heikkoja vuosiluokkia, vaikka vastakuoriutuneita poikasia löytyi melko runsaasti toukokuun poikastutkimuksissa (Anon. 2012). Kutukannan ja seuraavan kevään poikastiheyden välillä onkin merkitsevä korrelaatio Tehinselällä ($r_s = 0,882$, $P < 0,01$). Kalastukseen rekrytoituvan vuosiluokan vahvuus määräytyy kuitenkin pääosin ensimmäisen kesän kuolevuuden perusteella, eikä kutukannan ja rekryyttien välillä myöhemmin enää havaittukaan positiivista yhteyttä.

Tehinselällä jo melko pieni kutukanta (20–50 kg/h) on tuottanut keskivahvan vuosiluokan. Tutkimusjakson vahvin vuosiluokka syntyi selvästi vahvemmassa kutukannasta (114 kg/h). Kutukannan tiheyden havainnollistamiseksi se arvioitiin karkeasti myös pinta-alaa kohden, kun tunnettiin troolien keskimääräinen vetonopeus (4 km/h) ja vetoleveys (70 m). Lisäksi oletettiin, että kolmannes vesipatsaan muikuista ei ole jäänyt trooliin: osa on jäänyt alapuolelle ja osa on mennyt harvoilta läpi (kalastaja Jorma Käävän arvio). Näin laskien jo noin 10 yks./

ha (noin 0,3 kg/ha) kutumuikkuja (koiraita ja naaraita) voi hyvissä oloissa riittää keskimääräistä vahvempaan vuosiluokkaan (1996). Vastaavasti runsaimmillaan kutupopulaatio on ollut noin 400 yks./ha (10 kg/ha). Arviointiajankohdan elokuun jälkeen populaatio vielä pienenee, kun kalastuskausi jatkuu pari kuukautta.

Puulavedellä noin 5 kg/ha:n (keskimääräisellä koolla 400 yks./ha) kutukannan arvioitiin tuottavan keskimäärin runsaimmat vuosiluokat (Marjomäki 2004). Kuitenkin sielläkin noin 0,4 kg/ha:n kutukanta kykeni tuottamaan kohtalaisen runsaan vuosiluokan lämpimänä ja tyytenä keväänä 1992. Myös Säskylän Pyhäjärvässä noin 20 kpl/ha:n kutukanta on tuottanut runsaita vuosiluokkia useana vuotena (Helminen ym. 1992). Säskylän Pyhäjärvellä Sarvala (2008) myös osoitti, että vaikka muikku kykenee hyvin kompensoimaan pyynnin aiheuttaman kannanvähennyksen, niin voimakas kalastus voi estää kannan toipumista kadosta. Sarvala (2008) korosti, että kutukannan tietoinen suojaaminen aikaisemmassa vaiheessa olisi vähentänyt kalastajien taloudellisia menetyksiä.

Syynä Tehinselän muikkukannan (1+ ja vanhemmat muikut) harvalukuisuuteen runsaimmillaankin voi olla sopivien kutualueitten niukkuus suhteessa laajoihin selkävesiin. Suhteellisen harvan populaation ansiosta muikut kasvavat nopeasti. Vuosina 1981–2009 hottamuikun koko on vain kerran jäänyt alle 10 senttimetrin (9,6 cm vuonna 1998). Muikun nopeasta kasvusta on kalakaupassa suuri merkitys silloin, kun useimmista muista järvistä saatu muikku on pienikokoista (Valkeajärvi ym. 2010).

Tehinselän tapauksessa on syytä kuitenkin korostaa, että muikut eivät ole jakautuneet tasaisesti. Havainnot viittaavat siihen, että muikkuja kertyy Tehinselälle laajalta alueelta. Ulapalla siis kalastetaan ehkä siihen verrattuna noin kaksinkertaisen alueen lisääntymistulosta. Havaituilla poikasmäärillä, arvioituilla rekrytitiheyksillä ja kasvulla sekä kuolevuudella Tehinselällä ei yksin pysty tuottamaan suurimmillaan 500 tonnin vuosisaalista (Sipponen ja Valkeajärvi 2002, Valkeajärvi, julkaisematon). Ajatusta tukee myös se, että Tehinselän muikun kutukanta ei selittänyt rekryttimäärää juuri ollenkaan (vaikka selittikin poikasmäärää). Todennäköisesti suuri osa rekryteistä tulee muista kutukannoista. Myös istukastaimenten vaellusten suuntautuminen laajalta alueelta, jopa Päijänteen yläpuolisista reittivesistä, juuri Tehinselälle tukee ajatusta muikkujen kertymisestä Tehinselälle muilta alueilta (Syrjänen ym. 2010).

6.2. Siian kannanvaihtelut

Siika on muikun jälkeen Päijänteen ammattikalastajien tärkein saaliskala. Vuonna 1996 ammattikalastajien siikasaalis (66 t) oli puolet muikkusaaliista (135 t). Kaikkiaan ammattikalastajat pyysivät tuona vuonna 58 % Päijänteen siikasaaliista (Valkeajärvi ja Salo 2000). Siian osuus on 2000-luvulla luultavasti jäänyt pienemmäksi. Troolilla pyydettiin koko Päijänteen siikasaaliista 44 % ja Tehinselän saaliista 55 %. Tehinselän ammatti- ja vapaa-ajankalastajien siikasaalis oli vuonna 1996 yhteensä 55 t (2,1 kg/ha). Vuosina 1995–2010 yleisvedellä kalastaneitten troolien saaliista muikun osuus oli keskimäärin 61 %, siian 13 % ja muiden lajien 26 % (Ranta, T., julkaisematon aineisto).

Siikamuotojen runsaussuhteet ovat muuttuneet Tehinselällä sitten 1930-luvun lopun, jolloin T. H. Järvi laski siikojen siivilähampaita (Järvi 1953). Seitsemänkymmenen vuoden takainen pikkusiian valta-asema (86 %) on hiukan horjunut (vuosina 1985–2010 keskimäärin

81 %) planktonsiian istutusten vuoksi ja luontaisen lisääntymisen heikennyttyä. Planktonsiian istutukset on todettu Päijänteellä kannattaviksi (Valkeajärvi ja Raatikainen 1995), ja myös troolikalastus on niistä hyötynyt etenkin huonoina muikkuvuosina. Itse asiassa istutukset turvasivat troolauksen jatkuvuuden 1990-luvulla. Planktonsiian osuus on ollut troolien siikasaa- liista suurimmillaan 50 %.

Siian kutukanta romahti 1980-luvun puolivälin jälkeen, ja kanta on pysynyt pienenä jo yli 20 vuotta. Vaikka rekrytointi näyttää olleen vahvaa erityisesti heikkoina muikkuvuosina, kutukanta ei ole kuitenkaan vahvistunut eikä yksikkösaalis kasvanut. Tähän lienee kaksi syytä: kalastus on ollut liian tehokasta ja se on kohdistunut nuoriin 1–3-vuotiaisiin yksilöihin. Samalla saaliskalojen keskipaino on jäänyt pieneksi. Kasvu on ollut melko nopeaa, mutta siiat eivät ole ehtineet kasvaa riittävästi ennen joutumistaan pyydetyiksi. On tapahtunut sekä kasvun että lisääntymisen liikakalastusta.

Pikkusiian kokonaiskuolevuus on ollut muikun kuolevuuden tasoa. Koska siian luonnol- linen kuolevuus on todennäköisesti pienempi kuin muikulla, niin siian kalastuskuolevuuden täytyy olla muikkua suurempi tai sitten siikoja vaeltaa pois Tehinselältä. Tämä on mahdollista, mutta pikkusiiat voivat myös vältellä muikkuja painumalla syvemmälle ja syvänteiden penk- koihin, mistä niitä on vaikeampi troolata. Mahdollisesti tällaisesta välttelystä johtuu, että vah- van muikkukannan aikana siian yksikkösaalis on ollut keskimääräistä pienempi.

Planktonsiian pikkusiikaakin suurempi kokonaiskuolevuus voi johtua planktonsiian pe- lagisemmasta elintavasta, pysymisestä ulapan pinta- ja välivedessä, jolloin se joutuu trooliin muikun mukana.

Toisaalta vahvoilta vaikuttaneet pikkusiian vuosiluokat eivät ole ehkä olleetkaan kovin vahvoja. Selkävesien planktonravinnon tehokäyttäjän, muikun, kannan harvetessa siika levit- täytyy selkävesille entistä nuorempana (Svårdson 1976), mikä Päijänteen tapauksessakin näyt- tää ilmeiseltä. Sama on havaittu myös ahvenen ja särjen kohdalla troolikalastuksen yksikkösa- aliita tarkasteltaessa (Ranta, T., julkaisematon aineisto). Pikkusiian levittäytyminen selkävesille voi johtaa vuosiluokan runsauden yliarviointiin. Pikkusiialla havaittu kaksivuotissykli vuosina 1987–1997 ja lievempänä 2000-luvulla ilmentää kuitenkin kannan todellista vaihtelua.

Vahvoilta vaikuttaneet pikkusiian vuosiluokat eivät ole kuitenkaan vahvistaneet kutu- kantaa. Myöskään rekrytoituvan vuosiluokan ei havaittu olevan suoraan verrannollinen kutu- kannan runsauteen. Kuoriutumisen ja rekrytoitumisen välisen kahden vuoden viiveen aikana vuosiluokkaan ehtivätkin jo vaikuttaa kompensoivan tiheysriippuvuuden ohella myös monet riippuvuutta hämärtävät tekijät, kuten petokalat ja jonkin verran myös kalastus. Siian kohdalla ei havaittu riippuvuutta edes kutukannan ja seuraavan kevään poikastiheyden välillä, päinvas- toin kuin muikulla (Anon. 2012). Ulkoiset tekijät, ja niistä lähinnä muikku, vaikuttaa monin tavoin Päijänteen pikkusiikaan.

6.3. Muikku säätelee siikakantaa

Kalastuksen ohella muikulla on erittäin suuri vaikutus siikakantaan Tehinselällä. Runsaan muikkukannan aikana pikkusiian vuosiluokat pienenevät, kalat laihtuvat ja kasvu hidastuu. Kun kutevat kalat ovat aiempaa pienempiä, niin myös yksilökohtainen mädintuotanto vähe- nee. Siika heikompana ravintokilpailijana myös väistää muikkuparvia (Svårdson 1976) ja

levittäytyy selille suuremmassa määrin muikkujen vähetessä sieltä. Tämä voi liittyä myös saalistuksen välttämiseen, joka voidaan olettaa suuremmaksi rantojen lähellä (Kahilainen ja Lehtonen 2002). Taimenen tai kuhan ravinnossa siikaa ei ole Päijänteen tutkimuksissa havaittu (Koivurinta ym. 2000, Keskinen ym. 1999).

Verkkokalastajat ovat ajoittain valitelleet siikojen vähyyttä. Siikakannan ilmeisen taantumisen lisäksi myös siikojen kasvun vaihtelu vaikuttaa verkkosaaliiseen. Pienimmillään troolien saalissiiat olivat vuosituhannen vaihteessa. Silloin pikkusiian ja planktonsiian saaliskoko troolissa ylitti niukasti 100 g. Kolme vuotta myöhemmin keskipaino oli kasvanut 180 grammaan. Jos verkkokalastaja ei ole ottanut huomioon siikojen koon vaihtelua verkon solmuväliä valitessaan, saalis on voinut jäädä hyvin niukaksi tiheän muikkukannan aikana.

Troolauksen alkaminen 1980-luvulla lisäsi merkittävästi pyyntiponnistusta Tehinselän ulapalla. Tästä johtuva siikapopulaation harveneminen arveltiin tuolloin syyksi pikkusiian kasvun nopeutumiseen (Valkeajärvi 1992). Pitkän aikasarjan ansiosta tiedämme nyt, että kasvun parantuminen johtui ennen kaikkea harventuneesta muikkukannasta ja lajien välisen ravintokilpailun vähenemisestä. Siian populaatiotiheys on ollut Päijänteellä niin pieni, ettei lajinsisäinen kilpailu ole oleellisesti vaikuttanut kasvuun.

6.4. Suosituksia

Päijänteen yleisvedellä ja ympäröivissä osakaskunnissa muikun ja siian kalastus ja kantojen hoito on nykyisin kohtuullisen hyvin järjestetty. Seuraavassa kuitenkin muutamia huomioon otettavia seikkoja alueen kalatalouden kehittämiseksi:

- 1) Tehinselän ja Judinsalonselän yleisvesien sekä niiden lähialueitten muikku- ja siikavarojen hyödyntämiseen riittää nykyinen kuuden troolarin kalusto yhdessä alueella harjoitetun vapaa-ajankalastuksen kanssa. Vuosina 1985–2010 on ollut vain lyhyitä muutaman vuoden jaksoja, jolloin saalista olisi riittänyt tätä suuremmalle troolimäärälle. Useimmilla troolikalastajilla on käytössään myös osakaskuntien vesialueita, mikä tasaa kalastuspainetta alueellisesti. Muikun ajoittain hyvin pieni kutukantakaan ei puolla pyyntiponnistuksen lisäämistä. Kun kutukanta näyttää menevän huolestuttavan pieneksi, mikä näkyy yhä heikkenevinä yksikkösaaliina, olisi tulevien vuosien saaliiden turvaamiseksi syytä ajoissa vähentää pyyntiponnistusta eikä kalastaa maksimaalisesti kannattavuuden rajoille asti.
- 2) Siika on tärkeä saaliskala sekä ammatti- että vapaa-ajankalastajille, mutta troolaajille se on muikun ohella useimmiten sivusaalista. Tästä johtuukin, että siikaa pyydetään tarpeetoman paljon pienikokoisena ja nuorena, tahattomasti. Kasvun ja lisääntymisen liikakalastus vaikuttaa ilmeiseltä selkävesiltä kerätyn aineiston perusteella. Matalampien lahtivesien siikareserviä emme tunne. Pikkusiian ja planktonsiian nuorten ikäryhmien kalastuskuolevuutta olisi hyvä vähentää kaikissa pyyntimuodoissa. Vähentäminen on kuitenkin troolauksessa vaikeaa siikojen eläessä samoilla alueilla muikun kanssa.

- 3) Planktonsiian istutukset ovat parantaneet merkittävästi troolauksen kannattavuutta varsinkin niinä vuosina, jolloin muikkua on ollut vähän. Oletettavasti myös verkkokalastajille on ollut hyötyä istutuksista. Pikkusiian tavoin myös planktonsiika päätyy trooleihin turhan pienenä ja nuorena. Istutusten tuoton parantamiseksi olisi hyvä antaa istukkaille ainakin pari vuotta enemmän kasvuaikaa. Tällöin ne saavuttaisivat sopivamman pyyntikoon verkoilla ja troolilla. Suosimalla lahtivesiä istutuspaikkoina voidaan ehkä parantaa istukkaitten kasvua ja hidastaa niiden levittytyymistä laajoille selkävesille pienikokoisina.
- 4) Järvitaimenen istutukset ja muikkukannan hoito liittyvät yhteen. Muikku on taimenen tärkein ravintokohde Päijänteessä. Voimakkaat taimenistutukset voivat pitää muikkukannan pienenä, mistä kärsii varsinkin ammattikalastus, mutta taimenen hidastuneen kasvun kautta myös vapaa-ajankalastus, kun istutusten tulokset jäävät heikoiksi. Istutukset tulisi sopeuttaa muikkukantaan, kuten jo vuosikymmenet on todettu. Istutusten tilastointia tulisi nykyisestä parantaa ja toimia suunnitelmallisesti.
- 5) Suomen toiseksi suurimman järven, Päijänteen, kalakantojen seurannan jatkuvuus on turvattava. Vastuu on ensisijaisesti vesialueiden omistajilla, mutta tiedon hyödyntämisen kannalta tiivis yhteistyö tutkimuslaitosten ja viranomaisten kanssa on välttämätöntä. Aineiston keruussa tulisi noudattaa tieteellisen tutkimuksen periaatteita, jolloin tuloksista saadaan mahdollisimman luotettavaa tietoa.
- 6) Tehinselkä ei ole suljettu systeemi, vaan siellä tapahtunut toiminta vaikuttaa laajalti ympäristöön ja päinvastoin. Siksi kalataloussuunnittelun tulee olla laaja-alaista ja kattaa mieluiten koko Päijänne.

Kiitokset

Seurantatutkimuksen käynnistymiseen ja jatkumiseen sekä aineiston keruuseen ja käsittelyyn on osallistunut melkoinen joukko ihmisiä lähes kolmenkymmenen vuoden aikana. Alkuvaiheessa Keski-Suomen ELY-keskuksesta Matti Sipposella oli merkittävä rooli siikais-
tutusten vaikutuksia koskeneen tutkimuksen käynnistymiselle ja 1990-luvulla säännöstelyn vaikutuksia kalakantoihin tutkittiin Mika Marttusen johdolla. Pääosassa ovat olleet kuitenkin Päijänteen kalastajat, joilta on saatu välttämätöntä pyydyskohtaista yksikkösaalistietoa sekä tarvittavat muikku- ja siikanäytteet. Koska seuranta on keskittynyt Tehinselälle, sen alueen troolikalastajat ovat olleet tärkeimmät yhteistyötahot. Eniten tutkimusta ovat avustaneet Jorma ja Juhani Kääpä, mutta jossakin vaiheessa ovat olleet mukana myös useimmat muut Päijänteen troolikalastajat kuten Veli Heinonen, Erkki Kääpä, Ari Sorvari, Tapio Peltomäki ja edesmennyt Esko Peltomäki. Näytteiden käsittelyssä on saatu huomattavaa apua Leena Kytömaalta. Kuhmoisten sekä Etelä- ja Keski-Päijänteen kalastusalueet ovat pääosin maksaneet kalanäytteet. Kalastuskirjanpito tiedot on keskitetysti koottu Keski-Suomen ELY-keskukseen, jossa yhteys-
henkilönä on ollut Veli-Matti Paananen. Sieltä, Hämeen ELY-keskuksesta sekä Hämeen kala-
talouskeskuksesta on saatu tiedot istutuksista. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalastusalueen isän-
nöitsijä Tomi Ranta on uurastanut myös kalastuskirjanpitojen karhuamisessa, kommentoinut käsikirjoitusta sekä osaltaan yhdessä Markku Lapin kanssa ollut aktiivinen rahoituksen saami-
seksi tälle seuranta-aineistojen yhteenvedolle. Kiitämme kaikkia tämän seurantatutkimuksen toteutumiseen vaikuttaneita henkilöitä.

Viitteet

- Anon. 2012. CORNET. Tuloksia. <http://www.paijanne.org/cornet/tuloksia.htm>. Lukupäivä 19.1.2012.
- Haakana, H. 2008: Effects of predation and fish stock management on the abundance of larval vendace: experimental and field evidence in a large oligotrophic lake. University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology 57: 1–29.
- Heikinheimo, O. & Valkeajärvi, P. 1998. Taimenen ja siian kalastuksen säätely Päijänteellä. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 140. 40 s.
- Heikinheimo, O., Valkeajärvi, P. & Helminen, H. 2002. Interactions between brown trout, vendace, and the fishery in Lake Päijänne. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 601–613.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1992. Impact of fishing on vendace (*Coregonus albula*) population in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. Polskie Archiwum Hydrobiologii 39(3–4): 779–787.
- Jensen, A. L. 1985: Comparison of catch-curve methods for estimation of mortality. Transactions of the American Fisheries Society 114: 743–747.
- Järvi, T.H. 1909: Keski-Suomen muikkukalastusta koskevia kysymyksiä. Suomen Kalastuslehti 18: 170–180.
- Järvi, T.H. 1927: Kysymys siikalajeista ja siikavesistä. Valvoja-Aika 1927: 118–133.
- Järvi, T.H. 1940. Pyhäjärven siikakanta. Suomen Kalatalous 14: 1–94.
- Järvi, T.H. 1953. Über die Coregonen s.str. im Päijänne und einigen anderen Gewässern Mittelfinnlands. Acta Zoologica Fennica 75: 1–33.
- Kahilainen, K. & Lehtonen, H. 2002: Brown trout (*Salmo trutta* L.) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.) as predator on three sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) forms in the subarctic Lake Muddusjärvi. Ecology of Freshwater Fish 11: 158–167.
- Keskinen, T., Marjomäki, T.J., Valkeajärvi, P., Salonen, S. & Helminen, H. 1999. Kuhakantojen hoito Keski-Suomessa. Nykytila ja kehittämissuunnitelma. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 37. 46 s.
- Koivurinta, M., Sydänoja, A., Marjomäki, T.J., Helminen, H. & Valkeajärvi, P. 2000. Taimenen ja järvilohen ravinto ja kasvu Puulassa, Päijänteessä, Konnevedessä ja Säkylän Pyhäjärven vuosina 1995–1996. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 154. 32 s. + 2 liitettä.
- Marjomäki, T.J. 2004: Analysis of the spawning stock–recruitment relationship of vendace (*Coregonus albula* (L.)) with evaluation of alternative models, additional variables, biases and errors. Ecology of Freshwater Fish 13: 46–60.
- Marjomäki, T.J. & Huolila, M. 2001. Long-term dynamics of pelagic fish density and vendace (*Coregonus albula* (L.)) stocks in four zones of a lake differing in trawling intensity. Ecology of Freshwater Fish 10: 65–74.
- Marjomäki, T.J., Kirjasniemi, J. & Huolila, M. 1995. The response of fisheries to decline in the vendace (*Coregonus albula* (L.)) stock of Lake Puulavesi, Finland. Archivum Hydrobiologii Special Issues: Advanced Limnology 46: 421–428.
- Marjomäki, T.J., Auvinen, H., Helminen, H., Huusko, A., Sarvala, J., Valkeajärvi, P., Viljanen, M. & Karjalainen, J. 2004. Spatial synchrony in the inter-annual population variation of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Finnish lakes. Annales Zoologici Fennici 41: 225–240.
- Monastyrsky, G.N. 1930. Über Methoden zur Bestimmung des linearen Wachstums der Fische nach der Schuppe (Russian with German summary). Rept. Sci. Inst. Fish. Cult. 5(4): 5–44.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011. Vapaa-ajankalastus 2010. Riista- ja kalatalous – Tilastoja 7/2011. Suomen Virallinen Tilasto – Maa-, metsä- ja kalatalous. 57 s.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. Boreal Environment Research 3: 307–319.
- Sarvala, J. 2008. Kalastus ja muikkukannat. 100 vuotta suomalaista muikkututkimusta – mitä on opittu? Jyväskylän yliopiston ja Keski-Suomen TE-keskuksen kalatalousyksikön järjestämä seminaari Jyväskylässä 2.12.2008. <http://users.jyu.fi/~tmarjoma/Muikku%20ja%20kalastus%20Sarvala.pdf> Lukupäivä 19.1.2012.

- Sipponen, M. & Valkeajärvi, P. 2002. The manageability of inland fisheries for Lake Päijänne, Finland: The case of co-management and self-regulation. *Archivum Hydrobiologii Special Issues Advanced Limnology* 57: 589–600.
- Sutela, T., Hyvärinen, P. & Ylitalo, A. 2001. Troolikalastus vakiinnutti asemansa Oulujärvellä. Kala- ja riistaraportteja 218. 21 s.
- Svärdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. *Reports of the Institute of Freshwater Research Drottningholm* 55: 144–171.
- Syrjänen, J., Valkeajärvi, P. & Urpanen, O. 2010. Istutettujen ja villien taimenten sekä istukasjärvilohien tuotto, kalastus ja vaellukset Päijänteessä ja sen sivuvesissä vuosina 1990–2007. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia 4/201. 31 s.
- Tuunainen, P. 1970. Päijänteen kalataloustutkimus. Alustava tutkimuslause ja hoitosuunnitelma I. Jyväskylän hydrobiologisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 7. 101 s.
- Urpanen, O., Keskinen, T., Marjomäki, T.J., Sakomaa, V., Salo, H., Syrjänen, J., Viljanen, M. & Karjalainen, J. 2011. Effect of mass removal on coregonid larval abundance in a large mesotrophic lake. *Fundamental and Applied Limnology, Advances in Limnology* (painossa).
- Valkeajärvi, P. 1987. On the species and growth of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) in Lake Päijänne. *Biological Research Reports from the University of Jyväskylä* 10: 133–145.
- Valkeajärvi, P. 1988. Stock fluctuations in the vendace (*Coregonus albula* L.) in relation to water temperature at egg incubation time. *Finnish Fisheries Research* 9: 233–265.
- Valkeajärvi, P. 1992. Effects of increased fishing effort on the European whitefish (*Coregonus wartmanni*) stock in Lake Päijänne. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 39: 817–825.
- Valkeajärvi, P. 1999. Päijänteen säännöstelyn vaikutus siikakantaan. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 161. 34 s.
- Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T.J. 2004. Perch (*Perca fluviatilis*) as a factor in recruitment variations of vendace (*Coregonus albula*) in lake Konnevesi, Finland. *Annales Zoologici Fennici* 41: 329–338.
- Valkeajärvi, P. & Raatikainen, M. 1995. Siikaistutusten tuloksellisuus Päijänteessä 1980-luvulla. Kala- ja riistatutkimuksen julkaisuja 14. 36 s.
- Valkeajärvi, P., Marjomäki, T.J., Helminen, H. & Koivurinta, M. 1997. Istutettu taimen muikkukannan säätelijänä. Kala- ja riistaraportteja 100. 18 s.
- Valkeajärvi, P. & Salo, H. 2000. Kalastus ja kalastuksen arvottaminen Päijänteellä vuonna 1996. Kala- ja riistaraportteja 196. 21 s. + 43 liitettä.
- Valkeajärvi, P., Riikonen, R. & Keskinen, T. 2001. Siian katusyvyys ja säännöstelyn vaikutus siikaan Päijänteessä. Kala- ja riistaraportteja 232. 25 s.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2010. Muikkukannat 2009–2010. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 12/2010. 23 s.
- Viljanen, M. 1986. Biology, propagation, exploitation and management of vendace (*Coregonus albula* L.) in Finland. *Archivum Hydrobiologii Beiheft, Ergebnisse der Limnology* 22: 73–97.

Liitteet

Liite 1. Muikun (*Coregonus albula*) ikäjakauma (%) Tehinselän troolisaaliissa elokuussa vuosina 1984–2010. Ensimmäistä kesäänsä eläviä nollavuotiaita muikkuja ei otettu huomioon.

Vuosi/ikä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N
1984	27,1	66,7	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48
1985	20,5	20,2	52,1	6,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	307
1986	9,0	13,4	16,8	52,4	7,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	380
1987	13,0	18,5	8,8	16,2	37,5	5,1	0,5	0,5	0,0	0,0	216
1988	35,1	2,6	9,7	4,4	6,1	29,8	7,0	4,4	0,9	0,0	114
1989	42,5	31,7	2,6	2,6	2,6	4,4	10,9	1,2	1,5	0,0	341
1990	13,4	43,0	33,5	1,1	2,8	2,2	1,1	2,8	0,0	0,0	179
1991	34,1	10,1	34,7	18,4	0,9	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	337
1992	17,1	41,4	4,5	23,4	12,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	111
1993	83,5	6,4	6,0	0,8	1,1	0,8	0,4	0,0	0,4	0,8	534
1994	64,6	31,7	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	164
1995	73,2	18,3	7,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	178
1996	39,5	56,8	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	424
1997	89,3	8,2	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	159
1998	28,7	66,0	4,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	188
1999	80,2	16,1	3,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	187
2000	0,5	97,1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	210
2001	21,8	0,9	75,5	0,9	0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	106
2002	16,1	19,4	1,6	58,1	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62
2003	63,2	3,1	5,3	0,0	28,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95
2004	29,1	52,5	1,4	5,0	0,7	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	141
2005	57,3	13,3	18,7	0,0	2,7	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	75
2006	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114
2007	12,2	79,4	2,8	2,8	1,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	107
2008	77,0	5,0	18,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
2009	89,9	8,5	0,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	188
2010	60,9	30,7	7,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	215
Keskiarvo	44,4	28,2	12,3	7,3	4,1	2,1	1,1	0,4	0,1	0,0	196

Liite 2. Pikkusiian (*Coregonus lavaretus wartmanni*) ikäjakauma (%) Tehinselän troolisaaliissa elokuussa vuosina 1985–2010.

Vuosi/ikä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	N
1985	0,0	9,0	24,0	43,0	21,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
1986	0,5	4,3	24,5	24,5	34,4	9,0	2,4	0,5	0,0	0,0	0,0	212
1987	7,2	17,7	22,5	20,7	9,9	17,0	4,8	0,3	0,0	0,0	0,0	335
1988	9,5	31,1	9,5	13,5	12,2	9,5	10,8	4,1	0,0	0,0	0,0	74
1989	21,5	40,4	30,2	2,3	0,8	3,0	0,8	1,1	0,0	0,0	0,0	265
1990	6,7	63,9	23,1	4,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	269
1991	16,3	22,3	44,3	10,3	4,7	0,3	0,0	0,7	0,3	0,3	0,3	300
1992	10,0	64,6	10,0	10,0	4,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	220
1993	39,6	45,0	11,4	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	149
1994	11,1	80,6	6,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	144
1995	11,0	31,0	53,0	4,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
1996	25,9	48,9	18,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	139
1997	3,9	55,1	28,1	9,6	2,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	178
1998	0,0	50,0	40,6	8,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	194
1999	0,0	14,5	63,0	18,5	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	184
2000	0,0	5,9	33,7	49,5	7,9	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	101
2001	0,0	13,1	23,9	38,0	19,3	3,4	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	176
2002	1,1	25,8	14,0	17,1	30,1	6,5	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	93
2003	2,7	23,6	30,1	10,9	14,5	7,3	9,1	0,9	0,9	0,0	0,0	110
2004	0,0	83,3	8,4	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36
2005	1,3	24,0	58,7	8,0	2,7	1,3	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75
2006	3,6	51,8	21,4	16,1	5,4	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	56
2007	6,3	53,6	27,7	4,5	5,4	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	112
2008	2,9	80,5	12,7	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	103
2009	0,0	46,6	15,0	31,7	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60
2010	3,3	50,5	16,5	19,8	4,4	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	1,1	91
Keskiarvo	7,1	39,9	25,8	14,5	7,6	2,9	1,7	0,5	0,1	0,1	0,1	149



JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Viikinkaari 4
PL 2
00791 Helsinki
Puh. 0205 7511

www.rktl.fi