

# **Tuusulanjärven kalatiheys ja –biomassa vuonna 2006 kaikuluotauksella ja koetroolauksella arvioituna**

Tommi Malinen, Antti Tuomaala, Pekka Antti-Poika & Zeynep Pekcan-Hekim

Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos  
PL 65  
00014 Helsingin yliopisto

## **1. Johdanto**

Tuusulanjärven kalatutkimusten päämääränä on ollut seurata tehokalastushankkeen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia kalayhteisössä. Järven kalakantojen kehitystä on seurattu vuoden 1999 jälkeen sekä verkkokoekalastuksilla (Vesala & Ruuhijärvi 2007) että samanaikaisilla kaikuluotauksilla ja koetroolauksilla (Tuomaala & Malinen 2006). Lisäksi on vuodesta 2005 alkaen alettu kerätä aineistoa populaatioanalyysien tekemiseen särjelle, lahnalle ja pasurille (Lehtonen ym. 2007).

Vuoden 2006 kaikuluotaus- ja koetroolaustutkimusten tavoitteena oli arvioida Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa lajeittain sekä ulappa-alueen runsaimman kalalajin, kuoreen, osalta kannan koko ikäryhmittäin. Lisäksi tavoitteena oli arvioida kuhan poikastuotannon onnistumista mm. poikasten kasvun ja tiheysarvioiden perusteella.

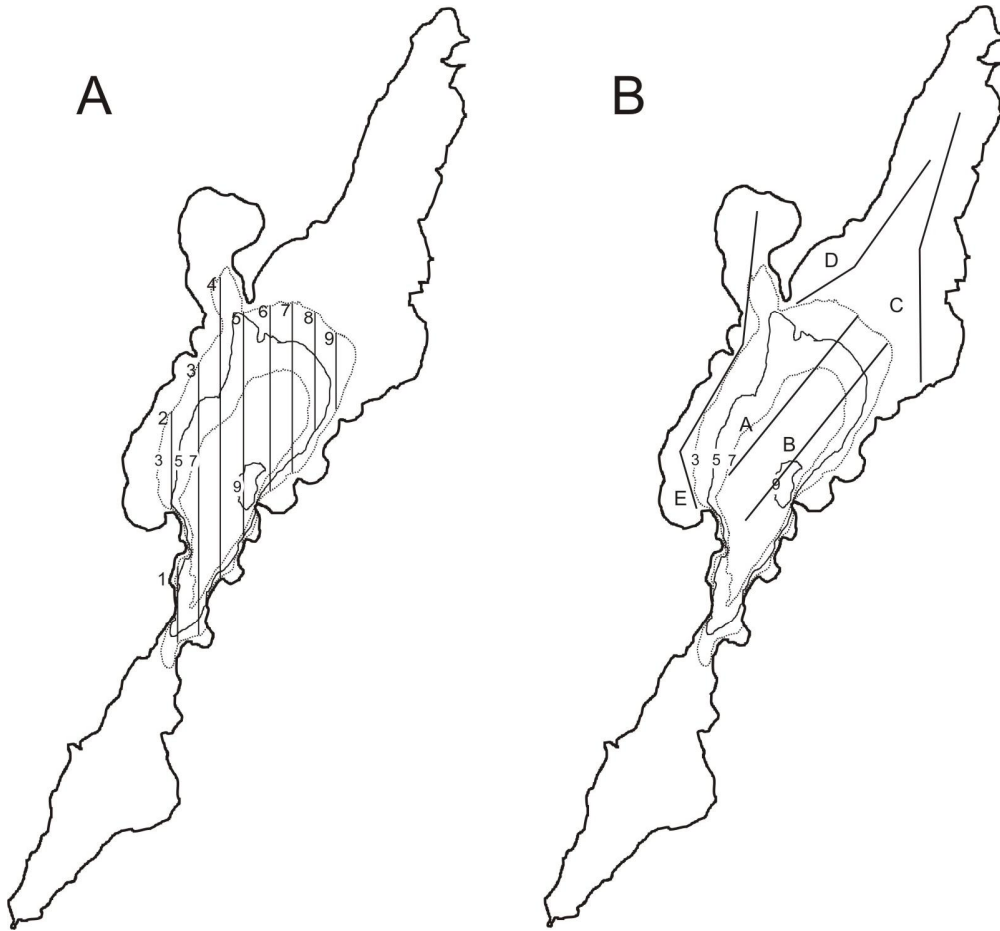
## **2. Aineisto ja menetelmät**

### **2.1 Aineisto**

Vuoden 2006 kaikuluotaus- ja koetroolaustutkimukset aloitettiin 21. elokuuta. Tällöin kaikuluodattiin ja koetroolattiin yli 3 m syvät alueet pohjois-etelä suuntaisia, 200 m välein sijaitsevia linjoja pitkin (kuva 1A). Välivedessä tehtiin 4 vetoa syvyyksillä, joissa havaittiin runsaasti kaloja (linjat A ja B, kuva 1B). Lisäksi tehtiin pintakatvealueen kalamäärän arvioimiseksi 2 troolivetoa 0-2 m syvyydellä.

Seuraavaksi Tuusulanjärvellä kaikuluodattiin ja koetroolattiin 3. marraskuuta. Tällöin jouduttiin tutkimus tekemään kahdella veneellä ja vajaalla miehistöllä, eikä aika riittänyt niin kattavaan otantaan kuin elokuussa. Kaikuluotaukset tehtiin linjoilla 1, 2, 4, 6 ja 8. Välivedessä troolattiin yksi veto ja kaikuluotaimen pintakatvealueella yksi veto. Lisäksi käytettävissä oli kalanäyte kalastaja Turtiaisen samana päivänä vetämästä nuottavedosta. Veto tehtiin Sarvikallion edustalla paikalla, jossa havaittiin kaikuluotaimella runsaasti kalaa.

Välittömästi toisen tutkimuskerran jälkeen järvi jäätyi. Jääpeite ei kuitenkaan ollut pitkäaikainen, ja joulukuun 17. päivänä pystyttiin toteuttamaan vielä yksi tutkimuskerta. Tällöin kaikuluodattiin yli 3 m syvät alueet samoilla linjoilla kuin elokuussa (kuva 1A). Välivedessä tehtiin yksi trooliveto syvyydellä, jossa havaittiin runsaasti kaloja. Pintakatvealueen kalamäärän arvioimiseksi tehtiin 2 vetoa 0-2 m syvyydellä. Lisäksi troolattiin myös matalilla, 1,5 – 3 m syvillä alueilla 3 vetoa (linjat C, D ja E, kuva 1B) kaikuluotausotannan ulkopuolisten alueiden kalamäärän arvioimiseksi.



Kuva 1. Tuusulanjärvellä kaikuluodattut (A) ja koetroolatut (B) linjat.

## 2.2 Menetelmät

### 2.2.1 Kaikuluotaus

Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella, joka oli varustettu lohko-keilaisella ES120-7C -anturilla (äänen taajuus 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7°). Aineisto analysoitiin EP500- ja Excel -ohjelmilla. EP500 -ohjelma erittelee yksittäisistä kaloista ja kalaparvista heijastuneet kaiut. Kalojen vertikaalisen etäisyyden toisistaan ja pohjasta tulee olla

vähintään 30 cm, jotta ne havaittaisiin yksittäisinä. Kaikuluotaimen pintakatvealue oli tuulen veen sekoittamien ilmakuplien seurauksena kaikkina tutkimusajankohtina 2 metriä. Elokuussa pohjasta nousseiden metaanikuplien vaikutus kalakanta-arvioihin poistettiin jättämällä kuplia sisältävät pulssit analyysien ulkopuolelle.

Yli 5 m syvien alueiden kalatiheys laskettiin käyttämällä otosyksikköinä kokonaisia kaikuluotauslinjoja. Kalatiheys 3-5 m syville alueille laskettiin käyttämällä otosyksikköinä niitä linjojen osia, joissa syvyys oli 3-5 m. Otosyksikön kalatiheys laskettiin seuraavasti:

- 1) Kaikuintegraalin vertikaalijakauman ja troolisaaliin lajikoostumuksen perusteella vesipatsas jaettiin kalatiheyden, lajiston ja/tai kokojakauman perusteella eroaviin kerroksiin, jotka analysoitiin erikseen.
- 2) Laskettiin vesikerroksen kalatiheys jakamalla kokonaiskaikuintegraali vesikerroksen keskimääräisellä yhdestä kalasta heijastuvalla integraalilla ( $\sigma$ ). Tämä määritettiin vesikerroksen koetroolisaaliin pituusjakauman tai kaikuluotaimen antaman kohdevoimakkuusjakauman perusteella. Pituusjakaumasta laskettiin  $\sigma$  käyttämällä kohdevoimakkuuden ja kalan pituuden välistä yhtälöä (Malinen & Tuomaala, julkaisematon).
- 3) Kokonaiskalatiheys muutettiin lajikohtaiseksi troolisaaliin lajijakauman perusteella.

Kalalajikohtaiset biomassat laskettiin lajikohtaisten tiheysarvioiden ja troolisaaliin lajikohtaisten keskipainojen avulla. Alueiden keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa sekä niiden varianssit laskettiin otosyksikköjen pituuksilla painotettuna keskiarvona (Shotton & Bazigos 1984). Kalatiheyden ja -biomassan 95 % luottamusvälit laskettiin Poisson -jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990).

### 2.2.2 Koetroolaus

Koetroolauksissa käytettiin pientä paritroolia, jonka suuaukon korkeus oli 1,5 m (1,5-3 m syvät alueet) tai 2 m (yli 3 m syvät alueet), leveys 5 m ja perän silmäharvuus 3 mm. Troolin vetonopeus oli keskimäärin 1,5 solmua.

Koetroolaustutkimuksen tavoitteena oli:

- 1) Kalalajien (erityisesti kuoreen ja kuhanpoikasten) runsaussuhteiden ja kokojakauman selvittäminen ulappa-alueella eri vesikerroksissa kaikuluotauksien laskentaa varten
- 2) Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheyden ja -biomassan arviointi
- 3) Matalien (1,5-3 m syvien) alueiden kalatiheyden ja -biomassan arviointi
- 4) Kuoreaineiston hankinta ikä- ja loismäärityksiä varten

Kunkin lajin vetokohtainen saalis punnittiin gramman tarkkuudella. Saaliin lajeittaiset yksilömäärät laskettiin joko kaikista kaloista tai otoksesta lasketun keskipainon perusteella. Lisäksi syvännealueen vedoista mitattiin lajeittaiset pituusjakaumat millimetrin tarkkuudella.

Kaikuluotaimen pintakatvealueen lajeittaiset kalatiheydet ja -biomassat hehtaaria kohti laskettiin elo- ja joulukuussa kahden sekä marraskuussa yhden 0-2 m syvyydeltä vedetyn troolivedon perusteella. Matalien alueiden kalamääräarviot laskettiin joulukuussa kolmen 0-1,5 m syvyydeltä vedetyn troolivedon perusteella.

### 2.2.3 Kuorekannan koko

Kuorekannan koko arvioitiin erikseen 0-vuotiaille ja vanhemmille kuoreille laskemalla yhteen yli 3 m syvien alueiden kaikuluotausarvio ja troolauksella saatu pintakatvealueen tiheysarvio. Koska marraskuussa ei ehditty järven jäätyminen takia troolaamaan alle 3 m syvillä alueilla, ei näille alueille saatu kuoretiheysarviota. Kannan koko laskettiin olettamalla näiden alueiden kuoretiheys nolllaksi. Koska tästä voi aiheutua merkittävää virhettä kanta-arvioon, laskettiin kuorekannan koko myös joulukuun tutkimuskerran aineistosta. Tällöinhän troolattiin myös matalilla alueilla. Toisaalta joulukuun aineisto ei sovellu yhtä hyvin kuorekannan koon laskemiseen, koska aiempina vuosina kannan koko on laskettu loka-marraskuussa. Kuoreen kuolevuusarviot laskettiin vuoden 2005 marraskuun koko kannan koon (Tuomaala & Malinen 2005) ja vuoden 2006 marras- (ja joulukuun) 0-vuotiaita vanhempien kuoreiden lukumäärän suhteeseen perustuen.

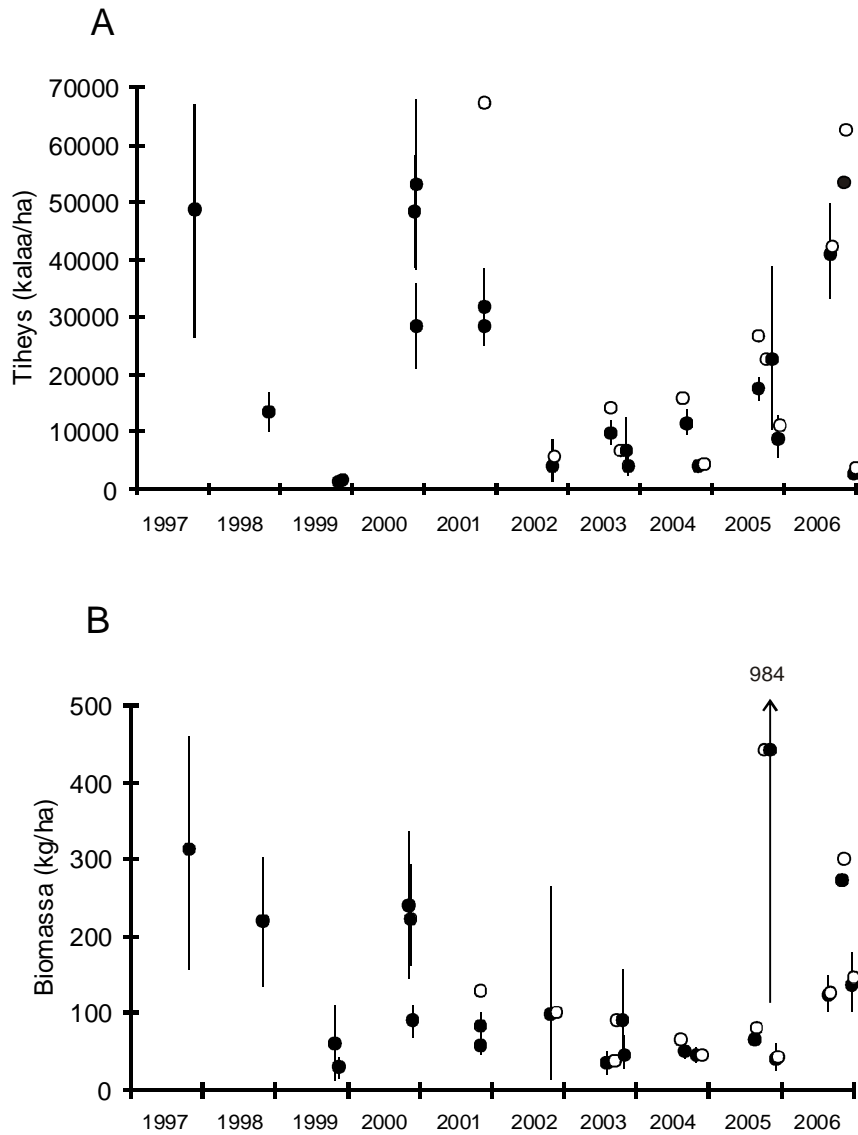
### 2.2.4 Kuhanpoikasten tiheys ja koko

Kesänvanhojen kuhanpoikasten tiheys arvioitiin yli 3 m syville alueille laskemalla yhteen kaikuluotausarvio ja troolauksella saatu pintakatvealueen tiheysarvio. On huomattava, että arvio koskee vain yli 3 syviä alueita, eivätkä kaikuluotaimen pohjakatvealueella olleet kuhat sisälly arvioon. Lisäksi laskettiin kuhanpoikasten pituusjakaumat, keskipituudet ja keskipainot troolisaaliista.

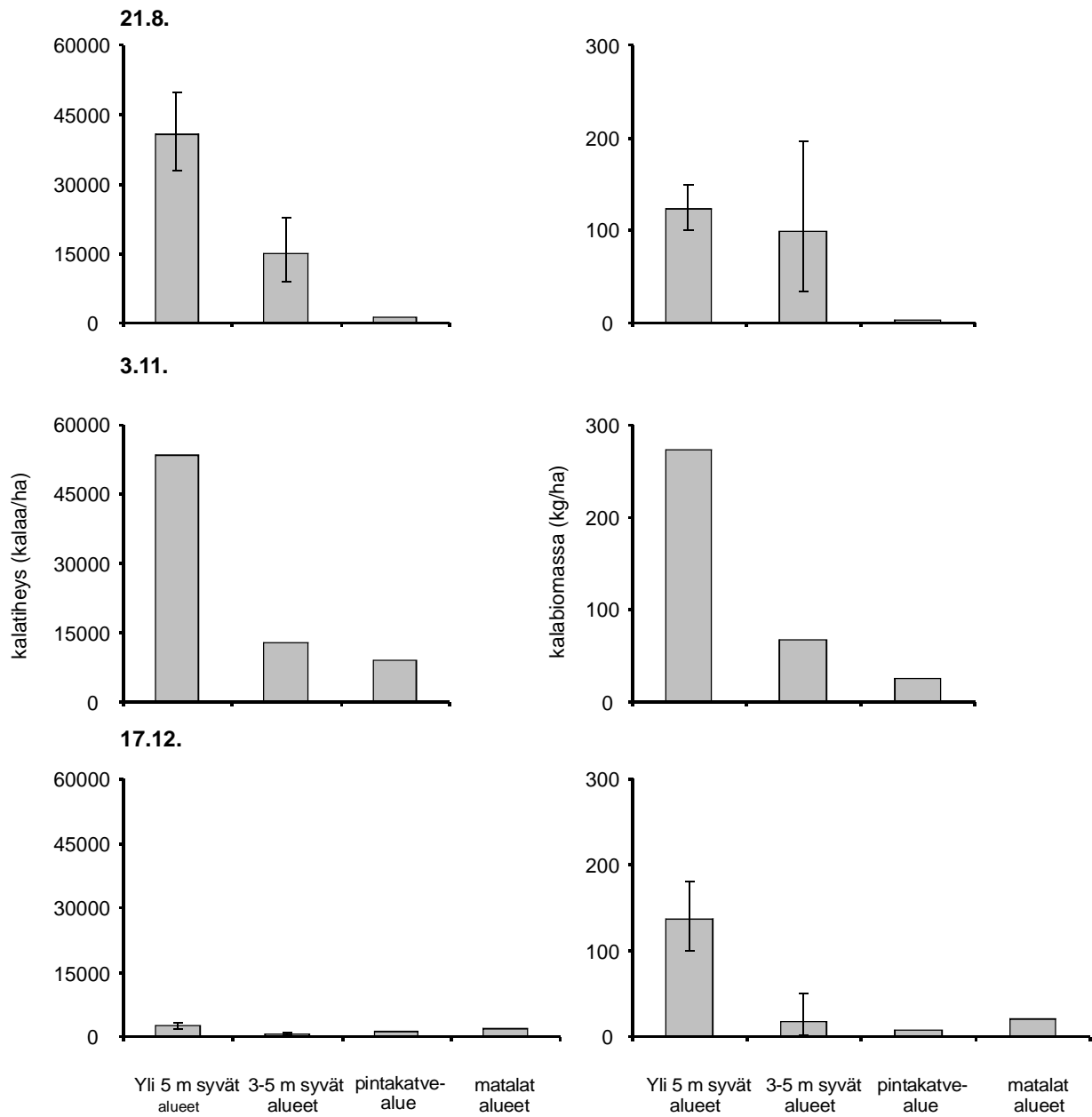
## 3. Tulokset

Tuusulanjärven yli 5 m syvien alueiden kalatiheys (kaikuluotausarvio + pintatroolausarvio) oli vuoden 2006 elokuussa n. 42000, marraskuussa 63000 ja joulukuussa 4000 kalaa/ha (kuva 2A). Vastaavat kalabiomassat olivat elokuussa n. 130 kg, marraskuussa 300 ja joulukuussa 150 kg/ha (kuva 2B). Kalatiheys oli elo- ja marraskuussa selvästi suurempi kuin viime vuosina. Myös kalabiomassa oli elokuussa suurempi kuin viime vuosina. Marraskuun kalabiomassa oli sen sijaan pienempi kuin vuonna 2005, mutta molempien vuosien marraskuun arviot ovat epätarkkoja kalojen laikuttaisen esiintymisen ja kaikuluotauslinjojen pienen lukumäärän takia.

Elokuussa kalat olivat jakautuneet siten, että yli 5 m syvien alueiden kalatiheys oli n. 41000 kalaa/ha (pintakatve ei mukana), kun taas 3-5 m syvien alueiden tiheys oli alhaisempi, 15000 kalaa/ha (kuva 3). Kalabiomassa oli tasaisemmin jakautunut yli 3 m syville alueille. Pintakatvealueen kalatiheys- ja biomassa olivat pieniä. Marraskuussa kalat olivat vielä voimakkaammin keskittyneet syvännealueelle: yli 5 m syvien alueiden tiheys oli 53000 kalaa/ha ja biomassa 270 kg/ha, kun taas 3-5 m syvien alueiden vastaavat luvut olivat 13000 kalaa/ha ja 70 kg/ha. Pintakatvealueen kalatiheys oli suurempi kuin elokuussa. Joulukuussa kaikki muut arviot olivat hyvin pieniä, paitsi yli 5 m syvien alueiden kalabiomassa, joka oli 140 kg/ha.

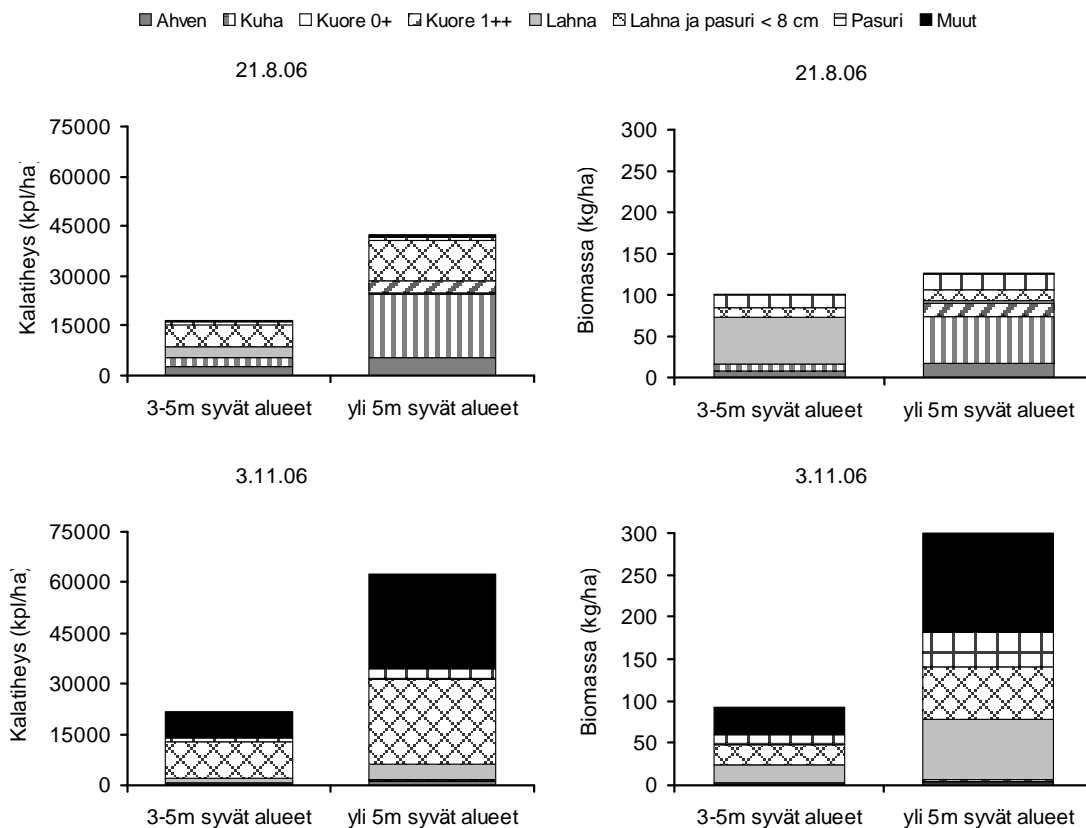


Kuva 2. Tuusulanjärven yli 5 m syvien alueiden kalatiheys (A) ja -biomassa (B) sekä niiden 95 % luottamusvälit kaikuluotauksella arvioituna vuosina 1997-2006. Vuodesta 2001 alkaen (pois lukien vuoden 2003 marraskuu) on esitetty myös kaikuluotausarvion ja koetroolauksista lasketun pintakatvealueen arvion summa (o -merkki). Vuoden 2006 marraskuun arvioille ei ole esitetty luottamusväliä normaalia suppeamman otannan takia. Vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi kuvassa on esitetty ainoastaan päivällä tehtyjen tutkimusten tulokset.

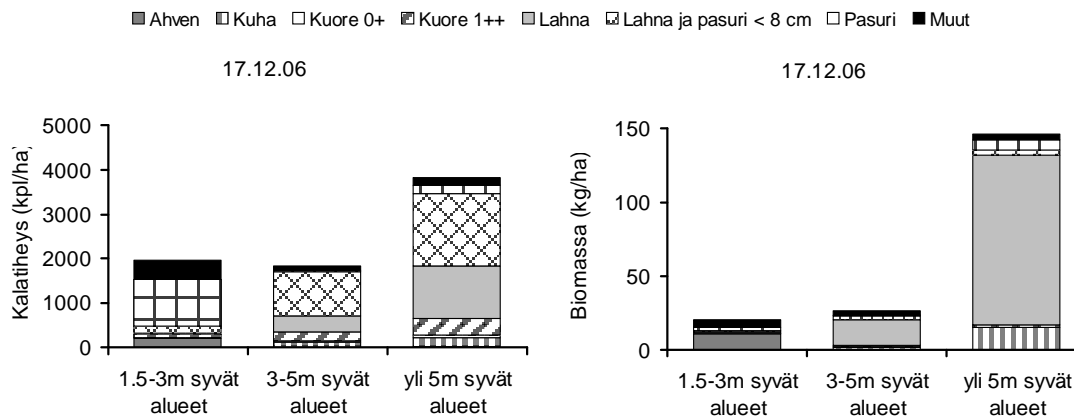


Kuva 3. Tuusulanjärven kalatiheys ja -biomassa syvyysvyöhykkeittäin elo-joulukuussa 2006. Yli 5 m ja 3-5 m syvien alueiden arviot perustuvat kaikuluotauksiin. Kaikuluotaimen pintakatvealueen sekä matalien (1,5-3 m syvien) alueiden arviot perustuvat koetroolauksiin. Marraskuun arvioille ei ole esitetty luottamusvälejä normaalia suppeamman otannan takia.

Elokuussa lukumääräisesti runsain laji oli kuha (kuva 4). Myös pienten lahnojen ja/tai pasureiden tiheys oli melko suuri. Kuhatiheys koostui yli 99 %:sti kesänvanhoista poikasista. Näiden esiintyminen oli keskittynyt yli 5 m syville alueille. Myös ahvenenpoikasista esiintyi melko runsaasti. Kalabiomassat antavat kalojen runsaussuhteista hieman erilaisen kuvan, niissä suurempien lahnojen ja pasureiden merkitys korostuu. Marraskuussa lukumääräisesti eniten esiintyi pientä lahnaa ja/tai pasuria (kuva 4). Suurin osa luokan ”muut” kaloista oli särkeä (lukumäärästä 86 % ja painosta 74 %). Särkibiomassa oli yli 5 m syvillä alueilla n. 86 kg/ha. Myös suurten lahnojen kerääntyminen syvänealueelle oli alkanut, niiden biomassa yli 5 m syvillä alueilla oli n. 72 kg/ha. Joulukuun arviot olivat muuten alhaisia, mutta yli 5 m syvien alueiden lahnabiomassa oli 115 kg/ha (kuva 5).



Kuva 4. Tuusulanjärven kalatiheys ja -biomassa lajeittain elo- ja marraskuussa 2006 eri syvyysvyöhykkeillä kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella. Kuore 1++ tarkoittaa 1-vuotiaita ja vanhempia kuoreita.



Kuva 5. Tuusulanjärven kalatiheys ja -biomassa lajeittain joulukuussa 2006 eri syvyysvyöhykkeillä kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella. Kuore 1++ tarkoittaa 1-vuotiaita ja vanhempia kuoreita. Huom! Akselien asteikot erilaiset verrattuna kuvaan 4.

Syvännealueen lajeittaiset tiheys ja -biomassa-arviot ovat vaihdelleet melko paljon viime vuosina (kuva 6). Vuosina 2000 ja 2001 runsaana esiintynyt kuore on vähentynyt voimakkaasti, kun taas särkikalajien, etenkin lahnan tiheys ja biomassa ovat kasvaneet. Särkitiheys ja biomassa olivat vuonna 2006 suurempia kuin viime vuosina.

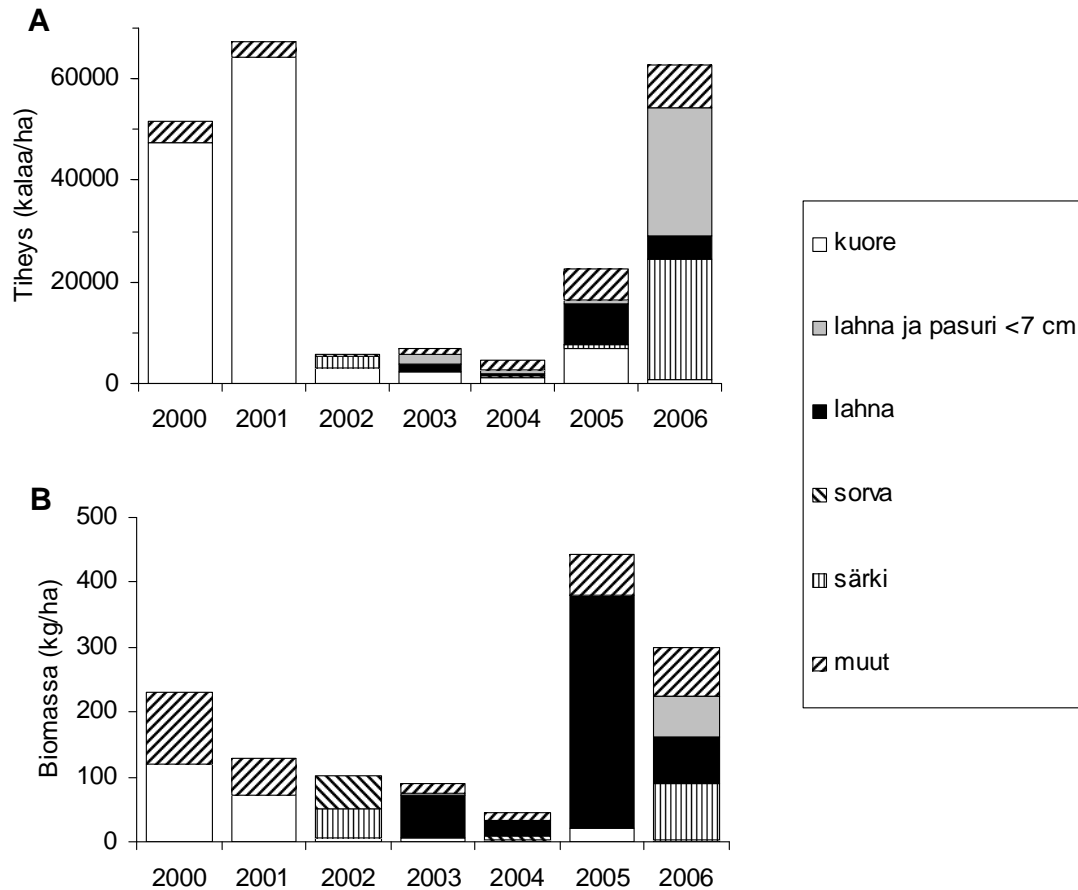
Kuorekannan koko on pienentynyt entisestään (kuva 7). Runsasta vuosiluokkaa ei ole muodostunut kertaakaan vuoden 2001 jälkeen. Marraskuussa 2006 arvio yli 3 m syvien alueiden kuorekannan koosta oli n. 100000 yksilöä (kesänvanhoja 44100 ja vanhempia 55400 yksilöä). Joulukuun arvio yli 1,5 m syvien alueiden kuorekannan koosta oli n. 88000 yksilöä (8700 kesänvanhoja ja 79300 vanhempia). Vuonna 2005 ja aikaisemmin syntyneiden kuoreiden kuolevuus vuoden aikana (loppusyksy 2005 – loppusyksy 2006) oli 92 – 94 % riippuen siitä, käytetäänkö marras- vai joulukuun 2006 arvioita. Kesänvanhat kuoreet erottuivat pituusjakaumassa erillisenä ryhmänä elokuussa, jolloin niiden keskipituus oli n. 46 mm (kuva 8). Marras-joulukuussa kesänvanhojen ja vanhempien kuoreiden pituusjakaumat alkoivat jo olla päällekkäisiä.

Kuoreen loistilanne on parantunut huomattavasti. Aikaisemmin runsaana esiintynyttä *Glugea*-loista ei enää esiintynyt juuri lainkaan (kuva 9). Vuonna 2005 ei loisittuja kaloja osunut näytteeseen lainkaan, ja vuonna 2006 niitä löytyi ainoastaan yksi.

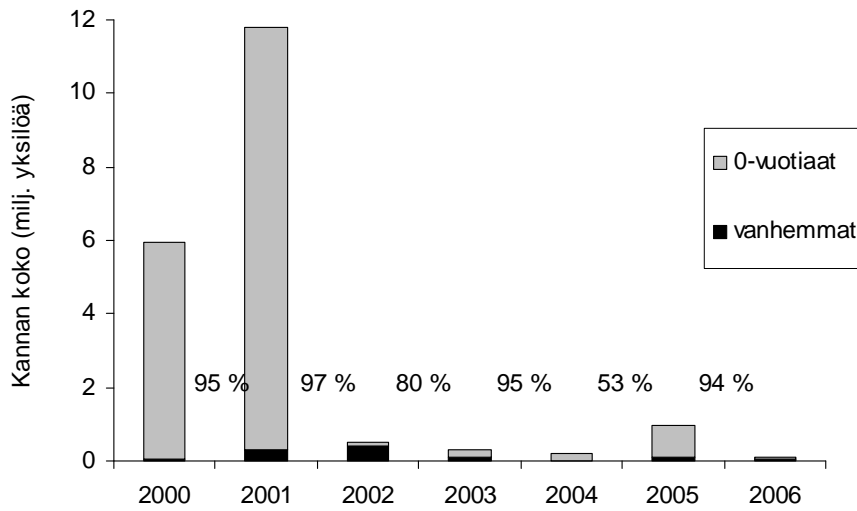
Kuhanpoikasia esiintyi erittäin runsaasti elokuussa etenkin syvännealueella (kuva 4 ja taulukko 1). Tuolloin niiden keskipituus oli n. 64 mm ja keskipaino n. 1,6 g. Marraskuussa poikasia tavattiin tutkimusalueella paljon vähemmän. Niiden keskipituus oli 70,5 mm ja keskipaino 1,9 g. Kuhanpoikastiheys kehittyi tutkimusalueella aivan samalla tavalla kuin vuonna 2005; molempina syksyinä marraskuun alussa poikasten tiheys syvännealueella oli n. 100 yksilöä/ha. Vuonna 2005 tavattuja suurikokoisia, kalaravintoon siirtyneitä poikasia ei kuitenkaan vuonna 2006 juuri tavattu (kuva 10). Kuhanpoikasten kuolevuus syksyn aikana oli edellisen vuoden tapaan suuri. Nuottakalastuksen kuhanpoikassaalis ei kuitenkaan tähän oleellisesti vaikuttanut. Laskennallisesti nuottaus vaikutti kuhanpoikastiheyteen siten, että marraskuun tiheyden n. 100 kpl/ha sijasta ilman kalastusta tiheys olisi ollut n. 115 kpl/ha. Tämä on ehdottomasti maksimi-arvio nuottauksen vaikutuk-



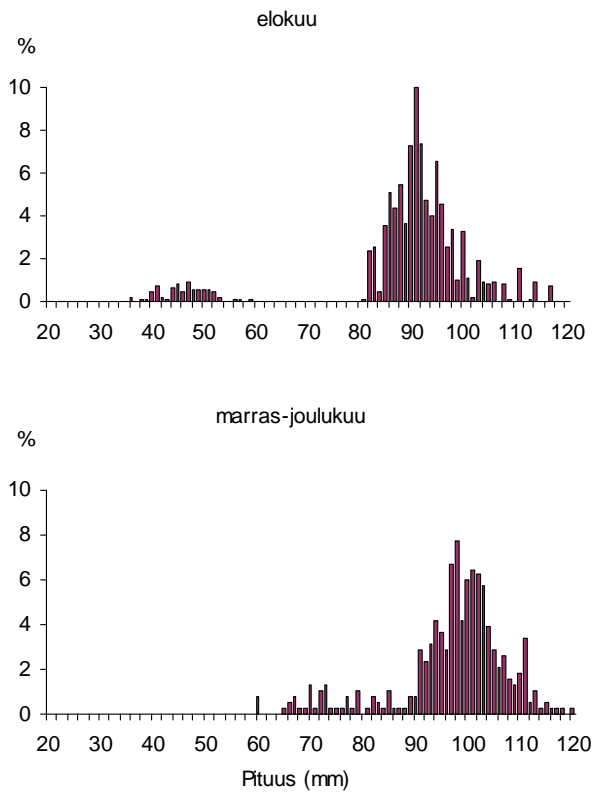
selle. Todennäköisesti sen vaikutus on tätä pienempi, koska marraskuussa osa kuhanpoikasista on luultavasti ollut otannan ulkopuolisilla alueilla (lähinnä kaikuluotaimen pohjakatvealueella).



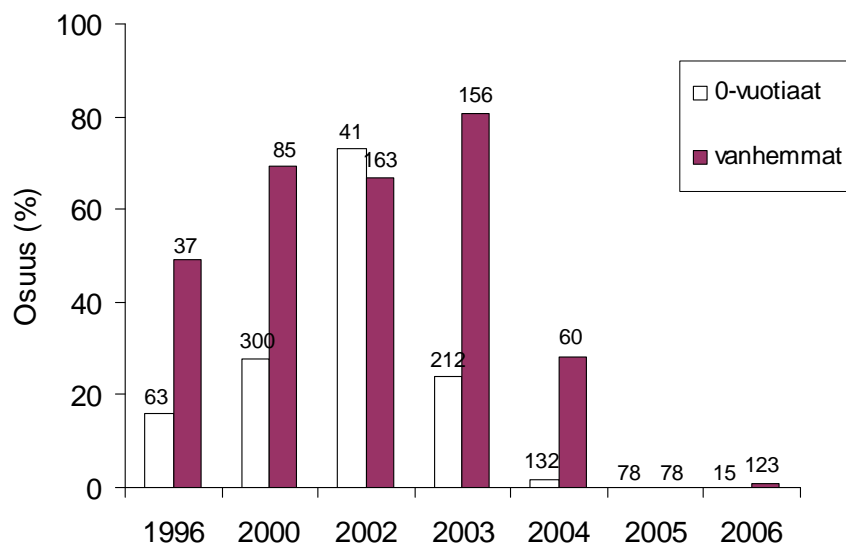
Kuva 6. Yli 5 m syvien alueiden kalatiheysarviot (A) ja kalabiomassa-arviot (B) kaikuluotausten ja pintatroulausten perusteella loppusyksyllä vuosina 2000-2006 (päiväarviot). Vuosina 2000 ja 2001 luokka "muut" sisältää kaikki muut lajit paitsi kuoreen.



Kuva 7. Tuusulanjärven kuorekannan kehitys vuosina 2000-2006 loppusyksyllä tehtyjen kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella (päiväarviot). Tutkimusajankohtien välillä tapahtunut kuolevuus on ilmoitettu prosentteina pylvaiden välillä.



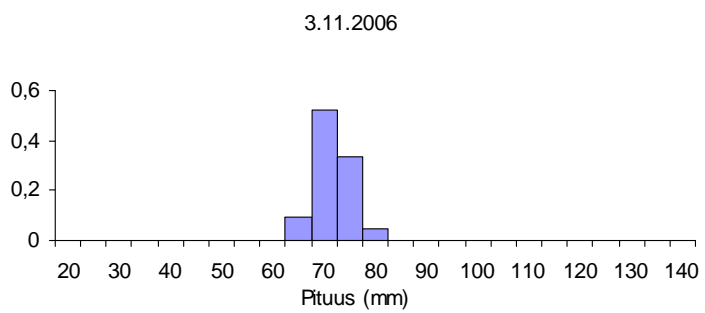
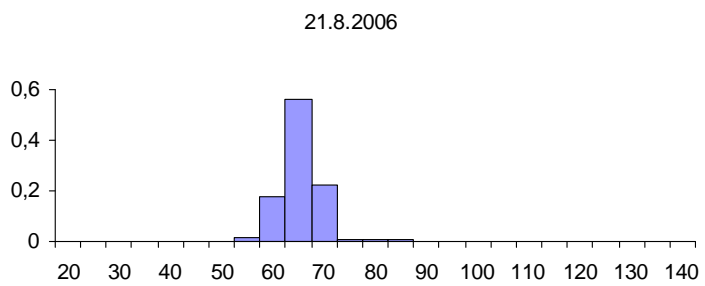
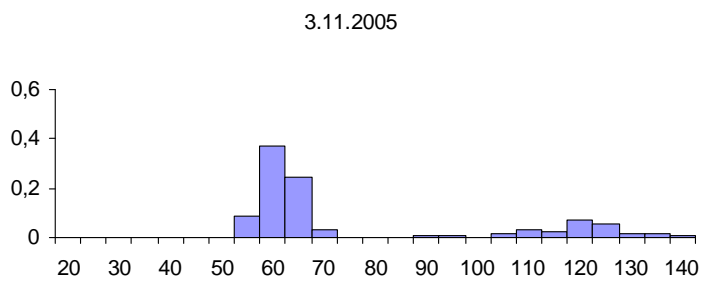
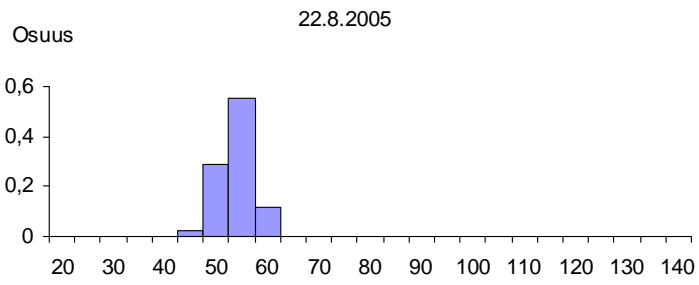
Kuva 8. Tuusulanjärven kuoreen pituusjakauma elokuussa ja marras-joulukuussa koetroolausten mukaan. Y-akselilla on suhteellinen prosenttiosuus kaikista kuoreista.



Kuva 9. *Glugea*-loisen esiintyvyys 0-vuotiailla ja vanhemmilla kuoreilla vuosina 1996-2006. Tutkittujen kuoreiden lukumäärä on esitetty kunkin pylvään päällä.

Taulukko 1. Kuhanpoikasten keskipituus ja paino koetroolauksen mukaan sekä poikasten tiheys syvännealueella kairakuluotauksen mukaan vuosina 2004-2006.

	2004		2005		2006	
	elokuu	loka-marraskuu	elokuu	loka-marraskuu	elokuu	loka-marraskuu
pvm	25.8.	27.10.	22.8.	3.11.	21.8.	3.11.
keskipituus (mm)	61,3	66,7	60,2	80,4	63,6	70,5
keskipaino (g)	1,47	1,72	1,64	4,57	1,58	1,87
mitattujen lkm	308	173	576	132	431	194
tiheys (kpl/ha)	3400	340	14000	100	13500	100



Kuva 10. Kuhanpoikasten pituusjakaumat koetroolauksissa elo-marraskuussa 2005 ja 2006.

#### 4. Tulosten tarkastelu

Kaikuluotausten ja koetroolausten mukaan on Tuusulanjärven ulappa-alueen valtalaji vaihtunut 2000-luvulla. Vielä vuosina 2000 ja 2001 kuoretta esiintyi runsaasti. Vuosina 2002-2004 kuorekannan romahdettua ulappa-alueen kalamäärä oli syksyllä varsin alhainen, mutta syksyinä 2005-2006 se oli jälleen selvästi suurempi. Erityisesti pienikokoisia lahnoja ja/tai pasureita ja särkiä esiintyi ulappa-alueella runsaasti. Koska molempien vuosien arvioihin liittyy epävarmuutta särkikalojen laikuttaisen esiintymisen takia, voidaan laskettuja lukuja (300-450 kg/ha) pitää ainoastaan suuntaa antavina. Joka tapauksessa särkikalakantojen kehitys vaikuttaa järven kunnostuksen kannalta huolestuttavalta.

Kuhanpoikastiheys oli syksyllä samaa tasoa kuin vuonna 2005. Poikaset olivat kuitenkin melko pienikokoisia. Niiden keskipituus oli marraskuussa 70,5 mm, eikä suurikokoisia, kalaravintoon siirtyneitä poikasia esiintynyt troolisaaliissa. Nuottavedoista tehdystä otannassa kuitenkin löytyi jonkin verran suurempikokoisia kuhanpoikasia. Niitä oli kuitenkin ainoastaan n. 1 % kaikista poikasista (Kervinen, J., julkaisematon aineisto). Pituudeltaan n. 70 mm:n poikasten kuolevuuden on havaittu olevan suurta ensimmäisen talven aikana (Lappalainen ym. 2000, Lappalainen ym. 2005). Koska kuolevuus riippuu kuitenkin paljon olosuhteista, on vaikea ennustaa kuhavuosi- luokan 2006 voimakkuutta. Toisaalta vuosiluokasta 2006 ei tarvitsekaan tulla erityisen voimakasta hyvien saaliiden säilymiseksi, koska edellisestä vuosiluokasta (2005) tulee todennäköisesti hyvä (Tuomaala & Malinen 2006).

Tuusulanjärven kuorekannan tila vaikuttaa heikolta. Vuonna 2005 tapahtunut lievä runsastuminen jäi tilapäiseksi. Vuosiluokka 2006 on erittäin heikko. Koska tiheys on pysynyt alhaisena *Glugea*-loisten katoamisesta huolimatta, rajoittaa jokin muu tekijä kuoreen runsastumista. Todennäköisin selitys on lämpötila: kuoreelle kesällä tärkeää viileätä alusvettä ei järvestä nykyään juuri ole. Näin ollen kannan runsastuminen lähivuosina ei näytä todennäköiseltä. Tämä saattaa olla järven kunnostuksen kannalta haitallista, koska särkikalat voivat täyttää kuoreelta tyhjäksi jääneen ekologisen lokeron. Uusien resurssien vapautuminen esimerkiksi särki- tai pasurikannan käyttöön ei tietenkään ole toivottavaa.

Elokuun kaikuluotaus- ja koetroolaustutkimus onnistui hyvin, mutta loka-marraskuussa 2006 vallinneet olosuhteet aiheuttivat hankaluuksia tutkimuksille. Ensin lokakuun lopussa vallinnut voimakas tuuli esti kaikuluotauksen. Marraskuun alussa tuuli heikkeni, mutta samalla ilma kylmeni ja järvi jäättyi nopeasti. Juuri ennen järven jäätymistä, 3.11. ehdittiin tekemään supistettu kaikuluotaus- ja koetroolaustutkimus. Normaalia harvemman otannan takia arviot jäivät kuitenkin epätäsmällisiksi. Jääpeite ei ollut pysyvä, ja joulukuun 17. päivänä pystyttiin toteuttamaan vielä yksi tutkimuskerta. Kalojen oleskelualueet olivat kuitenkin jääpeitteen alla muuttuneet: joulukuussa syvännealueen kalamäärä oli vähäinen koostuen lähinnä lahnasta. Myöskään matalammilla alueilla ei havaittu suuria kalamääriä. Todennäköisesti kalat olivat kaikuluotaimen pohjakatvealueella ja/tai sellaisilla matalilla alueilla, joissa ei troolattu. Koska myös vuoden 2005 joulukuussa havaittiin kaikuluotauksella ja koetroolauksella poikkeuksellisen alhaisia kalamääriä (Tuomaala & Malinen 2006), vaikuttaa siltä, että joulukuu sopii huonosti Tuusulanjärven ulappa-alueen kalamäärän arviointiin.

Jatkossa Tuusulanjärven kaikuluotaus ja koetroolaukset kannattaa tehdä siten, että elokuun lopussa ja loka-marraskuun vaihteessa kaikuluodataan yli 3 m syvät alueet tiheällä linjastolla, jotta saataisiin luotettavat kanta-arviot kuoreesta ja kuhanpoikasista sekä arviot niiden kuolevuuksista. Jos ulappa-alueella esiintyy suuria särkikalaparvia, kannattaa niiden lajijakauma yrittää selvittää tekemällä mahdollisimman monta troolivetoa runsaskalaisissa paikoissa. Koska syksyllä valoisan ajan lyhyys rajoittaa troolivetojen lukumäärää, yksi tai kaksi nuottavetoa kaikkein runsaskalaisimmassa paikassa parantaisi huomattavasti tulosten luotettavuutta.

## Lähdeluettelo

- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 189: 415-420
- Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J. & Lehtonen, H. 2000: Size-dependent winter mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57: 451-458.
- Lappalainen, J., Vinni, M. & Kjellman, J. 2005: Diet, condition and mortality of pikeperch (*Sander lucioperca*) during their first winter. Arch. Hydrobiol. Spec. Issued Advanc. Limnol. 59: 207-217.
- Lehtonen, H., Kervinen, J. & Malinen, T. 2007: Tuusulanjärven särkikalakantojen koon arviointi populaatioanalyysillä. Väkiraportti vuoden 2006 tutkimuksista. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 7 s.
- Shotton, R. & Bazigos, G. P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Tuomaala, A. & Malinen, T. 2006: Tuusulanjärven kalatiheys ja -biomassa vuonna 2005 kaikuluotauksella ja koetroolauksella arvioituna. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Tutkimusraportti. 17 s.
- Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2007: Tuusulanjärven verkkokoekalastukset vuonna 2006. RKTL, Evon riistan- ja kalantutkimus. Moniste, 20 s.