

FORTUM POWER AND HEAT OY

**LOVIISAN VOIMALAITOKSEN
KALATALOUDELLINEN TARKKAILU VUONNA 2006**

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 151/2007

Janne Raunio & Jussi Mäntynen

ISSN 1458-8064

TIIVISTELMÄ

Loviisan voimalaitoksen kalataloudellisen tarkkailun tavoitteena on tuottaa tietoa voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien laskun vaikutuksista alueen kalastoon ja kalastukseen. Vuoden 2006 tarkkailu koostui ammattikalastajien saaliskirjanpidosta ja haastatteluista sekä kalojen gonadosomaattisista tutkimuksista.

Kirjanpitokalastajien vuosisaalis oli vuonna 2006 hieman edellisiä vuosia pienempi, mutta yksikkösaaliit olivat samalla tasolla kuin viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin. Keskeisistä saalislajeista hauen vuosisaalis oli edellisvuoteen nähden pudonnut eniten (17 %), kun taas kuhan osalta laskua oli vain 3 %. Keskeisin syy kokonaissaaliiden laskevaan trendiin on kirjanpitokalastajien ikääntyminen, jota on seurannut kalastusaktiivisuuden vähentyminen. Ammattikalastajien haastattelujen mukaan suurimmat kalastusta haittaavat tekijät olivat hylkeiden määrän lisääntyminen, kiihtynyt rehevöityminen jota on seurannut pyydysten likaantuminen ja alusveden heikko happitilanne, sekä kuha- ja ahvenkantojen heikkeneminen. Kalastajien keskuudessa kalakantojen heikkeneminen mielletään osaltaan jäähdytysvesien aiheuttamaksi. Lisäksi kalastajien kokemusten mukaan länteen suuntautuvat jäähdytysvedet tekevät jääolosuhteet hyvin arvaamattomiksi Hudofjärdenillä sekä Keipsalon itä- ja länsipuolella. Alueella kalastaneet olivatkin luopuneet talvikalastuksesta Tjuvön eteläpuolisilla alueilla. Kirjanpitokalastajien saaliista kuhan osuus saaliin kokonaisarvosta oli liki 55 %, seuraavaksi tärkeimmät lajit olivat lohi (15 %), hauki (10 %), made (9 %) ja ahven (5 %). Nämä lajit muodostivat siten 94 % kokonaissaaliin arvosta.

Gonadosomaattisissa tutkimuksissa ei vuoden 2006 aineistossa havaittu ahvenen osalta eroja vaikutus- ja vertailualoilta pyydettyjen kalojen kuntokertoimissa tai GSI-indeksin arvoissa. Sen sijaan särjen kohdalla ero oli kummankin muuttujan suhteen tilastollisesti merkitsevä, sillä vertailualueen näytekalojen indeksiarvot olivat korkeampia. Lisäksi vuoden 2006 aineistossa yhden vaikutusalueelta pyydetyn särkinaaraan gonadien voitiin todeta olleen degeneroituneet. Aikaisemmissa tarkkailututkimuksissa on lähes säännönmukaisesti todettu vertailualueen kalojen (sekä särki että ahven) kuntokertoimien ja GSI-indeksiarvojen olevan korkeampia. Tulokset viittaavat siten siihen, että Loviisan voimalaitoksen lauhdevesien vaikutusalueella kevätkutuisten kalojen lisääntyminen on heikentynyt. Haitallinen vaikutus tapahtuisi tässä tapauksessa mm. heikentyneenä mädintuotantona (alhaisemmat GSI-indeksiarvot) ja epäsynkronisena lisääntymisvalmiutena koiraiden ja naaraiden välillä. Toisaalta erot indeksiarvoissa ovat olleet melko pieniä eikä nykyisistä tuloksista voida päätellä vaikutusten suuruutta ahven- ja särkikantoihin. Lisäksi tuloksiin voivat vaikuttaa myös monet muut tekijät, joiden osuutta tuloksiin on vaikea arvioida.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	2
2.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito	2
2.2 Ammattikalastajien haastattelut	2
2.2 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset	2
3 TULOKSET	2
3.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito	2
3.2 Ammattikalastajien haastattelut	5
3.3 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset	7
4 JOHTOPÄÄTÖKSET, VERTAILU AIKAISEMPIIN VUOSIIN JA TARKKAILUN KEHITTÄMINEN	10
4.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito	10
4.2 Ammattikalastajien haastattelut	10
4.3 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset	11
VIITTEET	

Länsi-Suomen vesioikeus on myöntänyt 3.6.1976 (päätos nro 48/1976) Imatran Voima Oy:lle (nykyisin Fortum Power and Heat Oy) Loviisan voimalaitokselle luvan jäähdytysvesien johtamiseen mereen. Edelleen vesioikeus on 28.9.1995 (päätos nro 64/1995/1) tarkistanut toistaiseksi voimassa olevan luvan lupaehdot. Tämän päätöksen on vesiylioikeus vahvistanut eräin muutoksin 28.8.1996 (päätos nro. 107/1996). Vesioikeuden päätöksen (nro 64/1995/1) lupaehdon 4 mukaan merialueelta otettavan veden ja merialueelle johdettavien jäähdytys- ja jätevesien vaikutuksia kalakantoihin ja kalastukseen on tarkkailtava Uudenmaan maaseutuelonkeinopiirin (nykyisin Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikkö) hyväksymällä tavalla. Tämän lisäksi lupaehdon kohdan 8 mukaan luvan saajan on istutettava kalatalousviranomaisen hyväksymällä tavalla yrityksen vaikutusalueelle mereen vuosittain vähintään 5 000 kpl 20 cm:n pituisia lohen tai meritaimenen vaellusikäisiä poikasia. Lupaehdon 11 mukaan lupa on voimassa toistaiseksi.

Länsi-Suomen vesioikeus on 9.9.1998 antanut em. päätöksen muuttamista koskevan päätöksen (nro 61/1998/3), joka koskee Loviisan voimalaitoksen tehon nostoa n. yhdeksällä prosentilla. Lisäksi Länsi-Suomen vesioikeus on 27.10.1998 on antanut päätöksen (74/1998/3) koskien jäähdytysvesien mereen johtamisesta ammattikalastajille vuosina 1983-1993 aiheutuneiden vahinkojen korvaamista sekä vesioikeuden päätöksen nro 74/1984 A lupaehdon 8 tarkistamista. Päätöksen kohdan 1 mukaan luvan saajan on maksettava erälle ammattikalastajille jäähdytysvesien aiheuttamasta kelirikko- ja talviajan kalastuksen vaikeutumisen ja osittaisesta estymisestä sekä kalastusmatkojen pidentymisestä tietyt korvaukset. Kohdan 2 mukaan luvan saajan on suoritettava myös vuosittain vuodesta 1999 lähtien Uudenmaan TE-keskukselle 60 000 mk:n eli 10 091 e:n kalatalousmaksu, joka korvaa aikaisemman istutusveloitteen.

Loviisan voimalaitoksen kalataloudellisen tarkkailun tavoitteena on tuottaa tietoa voimalaitoksen jäähdytysvesien laskun vaikutuksista alueen kalastoon ja kalastukseen. Tarkkailuohjelman laati Fortum Engineering Oy (nykyinen ÅF-Enprima Oy) ja Uudenmaan TE-keskus on hyväksynyt sen kirjeellään (Dnro 4161/5723-97). Tarkkailumenetelminä käytetään kalastustiedustelua, ammattikalastajien saaliskirjanpitoa ja haastatteluja sekä kalojen gonadosomaattisia tutkimuksia. Tarkkailua suoritti aikaisemmin Ramboll Oy, mutta tarkkailujaksosta 2006-2010 vastaa Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Vuoden 2006 tarkkailu koostui ammattikalastajien saaliskirjanpidosta ja haastatteluista sekä kalojen gonadosomaattisista tutkimuksista.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito

Loviisan voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusalueen ammattikalastajien saaliita ja kalastukseen vaikuttavia tekijöitä seurataan saaliskirjanpidolla. Kirjanpito on ollut osana tarkkailuohjelmaa vuodesta 1978 lähtien, jolloin kirjanpitokalastajiksi ilmoitettiin neljä ammattikalastajaa. Kirjanpitokalastajien määrää on pyritty vuosien varrella kasvattamaan, mutta kirjanpitäjien lukumäärässä ja -kalastajissa on tapahtunut vuosittaisia vaihtumista (Vaajakorpi 2006). Vuoden 2006 osalta saaliskirjanpidon tulokset saatiin kahdeksalta kalastajalta. Näistä kuusi oli sivu- tai pääammattikalastajaa ja kaksi kotitarvekalastajaa.

2.2 Ammattikalastajien haastattelut

Saaliskirjanpitoon osallistuvat kalastajat haastateltiin tammikuussa (19-20.1.2007). Haastattelujen tarkoituksena oli saada yksityiskohtaisempaa tietoa pyyntiä haittaavista tekijöistä, kuten jääolojen muutoksista ja kelirikon pituudesta. Haastattelussa selvitettiin myös kalastusmatkojen määrää ja kulkureittejä kalastusalueille sekä saaliin keskimääräisiä myyntihintoja.

2.3 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset

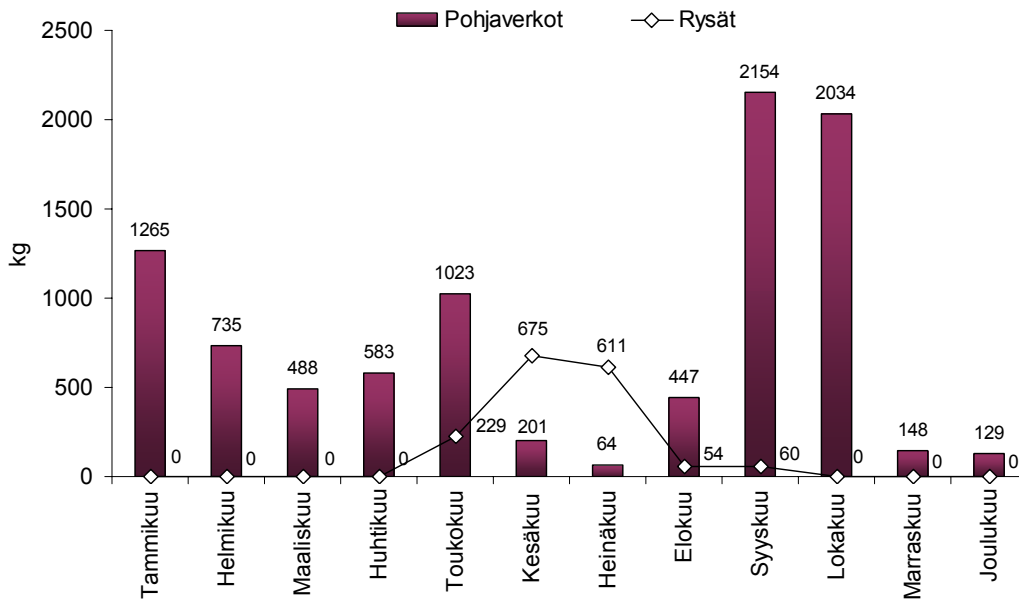
Jäähdytysvesien vaikutuksia kalojen lisääntymiseen tarkkaillaan ahvenen ja särjen gonadosomaattisilla tutkimuksilla. Jäähdytysvesien vaikutusalueelta ja vertailualueelta, Taasianjoen suulta, pyydettiin toukokuussa 2006 kummastakin lajista vähintään 50 sukukypsää naaraskalaa. Kalat mitattiin ja punnittiin, sekä ennen että jälkeen suolistuksen. Lisäksi kunkin kalan gonadit punnittiin ja niiden kunto arvioitiin silmämääräisesti. Aineistosta laskettiin kullekin kalalle gonadosomaattisen indeksin (GSI) ja kuntokertoimen arvot. Tutkimusalueiden kalojen välisiä eroja GSI-indeksin ja kuntokertoimen arvoissa vertailtiin kovarianssianalyysin (ANCOVA) avulla. Kovariaattina käytettiin kalan pituutta, jolla pyrittiin poistamaan kalan koon mahdollinen vaikutus indeksiarvoihin.

3 TULOKSET

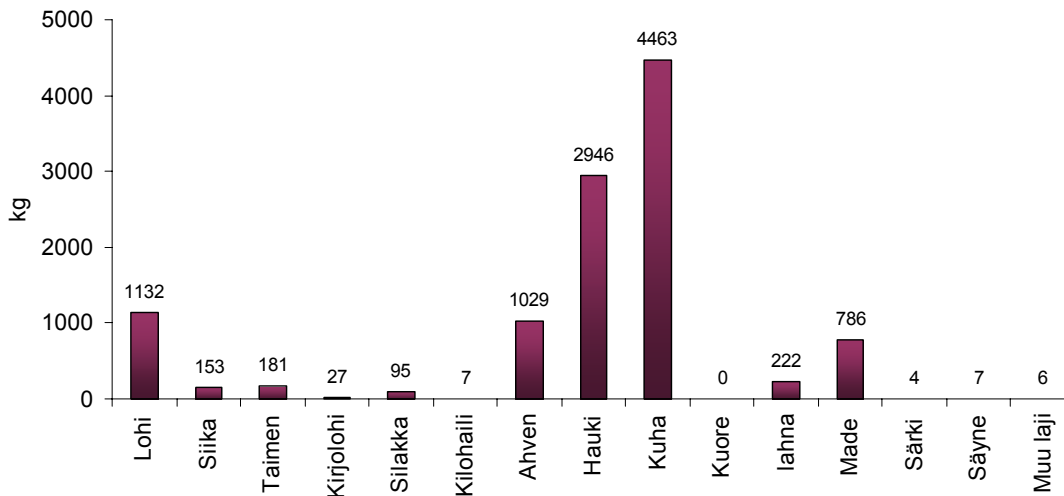
3.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito

Kahdeksan kirjanpitokalastajan kokonaissaalis vuonna 2006 oli 11 090 kg. Kalastajista kuusi kalasti alueella 4, yksi alueilla 2 ja 4 ja yksi alueilla 1 ja 3 (ks. myös Taulukko 2 ja liite 1), joten valtaosa saaliista pyydettiin vaikutusalueen ulkopuolelta (alue 4). Kalastus oli pääasiassa pohjaverkkokalastusta, mutta jonkin verran oli myös rysäkalastusta (em. yhteensä n. 98% saaliista). Verkkosaaliista suurin osa saatiin alkuvuodesta sekä erityisesti syys-lokakuussa, kun taas rysäsaalis pyydettiin pääasiassa keskikesällä (kuva 1).

Kirjanpitokalastajat saivat saaliikseen eniten kuhaa ja haukea, mutta näiden ohella myös lohi, ahven, lahna ja made olivat keskeisiä saalislajeja (kuva 2).

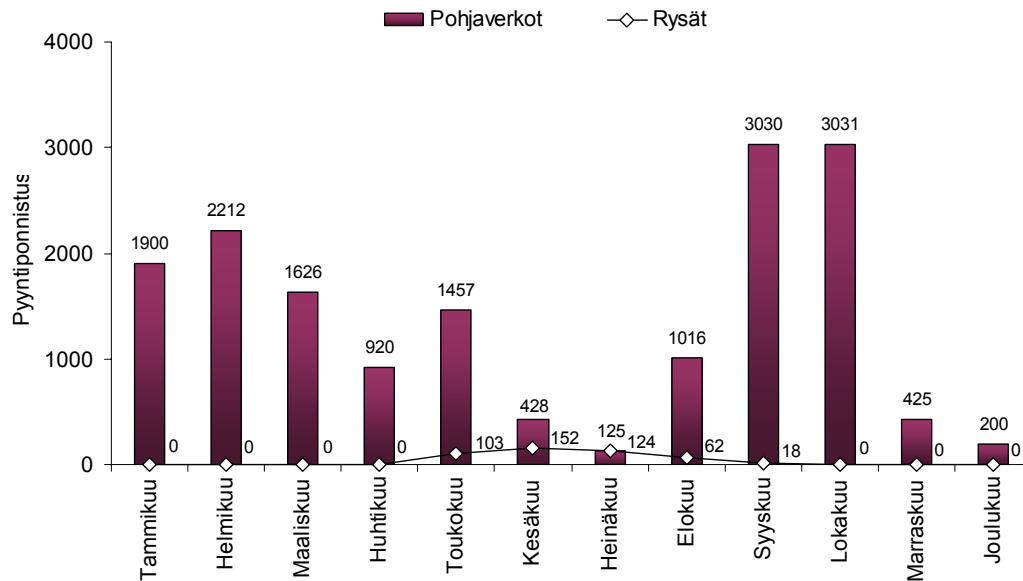


Kuva 1. Kirjanpitokalastajien pohjaverkko- ja rysäkalastuksen kokonaissaalis kuukausittain vuonna 2006.

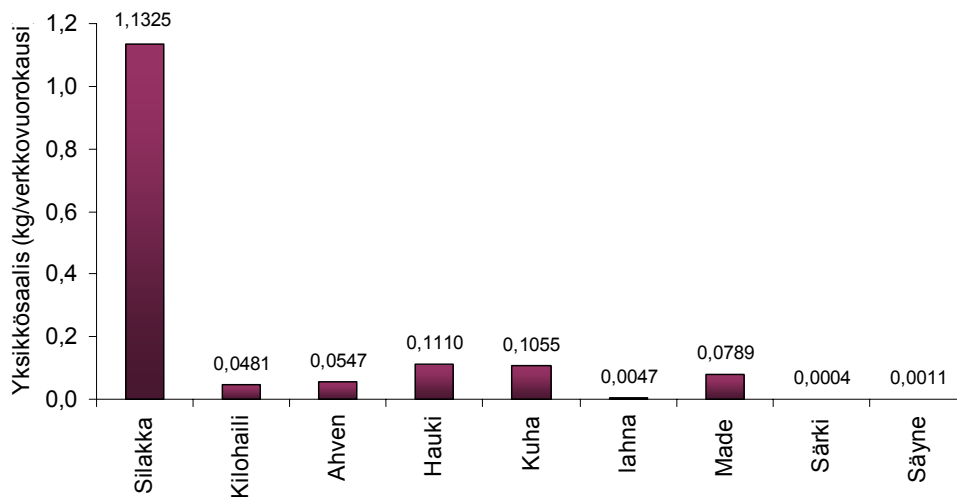


Kuva 2. Kirjanpitokalastajien saalislajit ja niiden kokonaissaaliit vuodelta 2006.

Vuonna 2006 pohjaverkko- ja rysäkalastuksen kokonaispyyntiponnistus oli 16 829 pyyntivuorokautta. Pyyntiponnistus heijastui melko tarkasti kuukausittaisiin kokonaissaaliisiin (kuvat 1 ja 3), mutta saaliissa oli myös jonkin verran pyyntiponnistukseen liittymätöntä hajontaa. Pohjaverkkokalastuksen yksikkösaalis oli keskimäärin 0.19 kg/verkkovrk., mutta lajienväliset erot olivat melko suuria (kuva 4). Selvästi paras yksikkösaalis oli silakan kohdalla (n. 1.3 kg/verkkovrk.), mutta muiden lajien suhteen yksikkösaaliit jäivät alle 0.12 kg:n verkkovuorokautta kohti.

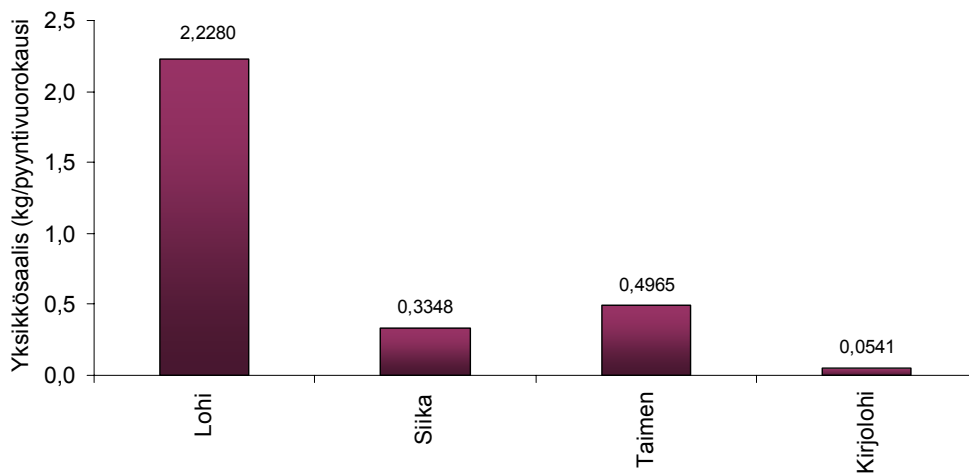


Kuva 3. Kirjanpitokalastajien pohjaverkko- ja rysäkalastuksen pyyntiponnistus (pyyntivuorokausia) kuukausittain vuonna 2006.



Kuva 4. Verkkokalastuksen keskeisimpien saalislajien keskimääräiset yksikkösaaliit (kg/verkkovrk) vuonna 2006.

Rysäkalastuksessa paras yksikkösaalis saatiin lohen kohdalla (keskimäärin n. 2.2 kg/pyyntivrk.) (kuva 5). Siikaa ja taimenta saatiin myös hyvin, mutta kirjolohta muita rysäkalastuksen saalislajeja selvästi huonommin. Rysäkalastuksen yksikkösaalis oli keskeisimpien lajien suhteen selvästi korkeampi kuin verkkokalastuksen (0.78 kg/pyyntivrk.).



Kuva 5. Rysäkalastuksen keskeisimpien saalislajien keskimääräiset yksikkösaaliit (kg/pyyntivrk) vuonna 2006.

3.2 Ammattikalastajien haastattelut

Haastatellut kalastajat tekivät kalastusmatkoja tarkkailualueelle vuoden 2006 aikana yhteensä 1448 kpl, näistä 451 kpl jääpeitteen aikaan, jotka kaikki suuntautuivat alueelle 4 (taulukko 1).

Taulukko 1. Kalastusmatkojen määrä alueittain.

Kalastaja	Alue 1		Alue 2		Alue 3		Alue 4	
	Avovesi	Jääpeite	Avovesi	Jääpeite	Avovesi	Jääpeite	Avovesi	Jääpeite
1							100	
2							80	
3							11	79
4							70	100
5							180	90
6							170	29
7			153				153	
8	68				12			
Yhteensä	68		153		12		764	298

Kalastajista yksi kalasti alueilla 1 ja 3, yksi alueilla 2 ja 4 ja loput pelkästään alueella 4. Kalastuksen kuukausittainen ajoittuminen ruokakunnittain eri alueille on esitetty taulukossa 2. Taulukosta 3 ilmenevät ammattikalastajien käytössä olleet pyydykset tarkkailualueella.

Taulukko 2. Kalastuksen kuukausittainen ajoittuminen ruokakunnittain eri alueille.

Kuukausi	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Alue 4
Tammikuu				4
Helmikuu				4
Maaliskuu				4
Huhtikuu	1	1	1	6
Toukokuu	1	1	1	7
Kesäkuu	1	1	1	5
Heinäkuu	1	1	1	5
Elokuu	1	1	1	5
Syyskuu	1	1	1	6
Lokakuu	1	1	1	7
Marraskuu	1		1	5
Joulukuu				4

Taulukko 3. Kalastajien käytössä olleet pyydykset alueittain.

Yhteensä	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Alue 4	Yhteensä
silakkaverkot	2	0	1	14	17
suomukalaverkot	25	30	10	328	393
lohiloukut	0	2	0	4	6
rantarysät	0	0	0	3	3

Ammattikalastajien tarkkailualueelta vuonna 2006 saama kokonaissaaliin arvo oli n. 28 576 €. Taulukossa 4 on esitetty saaliiden arvot alueittain ja lajeittain kalastajien ilmoittamien keskimääräisten myyntihintojen perusteella. Kuhan osuus saaliin kokonaisarvosta oli liki 55 %, seuraavaksi tärkeimmät lajit olivat lohi (15 %), hauki (10 %), made (9 %) ja ahven (5 %). Nämä lajit muodostivat siten 94 % kokonaissaaliin arvosta.

Taulukko 4. Haastateltujen kalastajien saamat saaliit ja saaliin arvot alueittain.

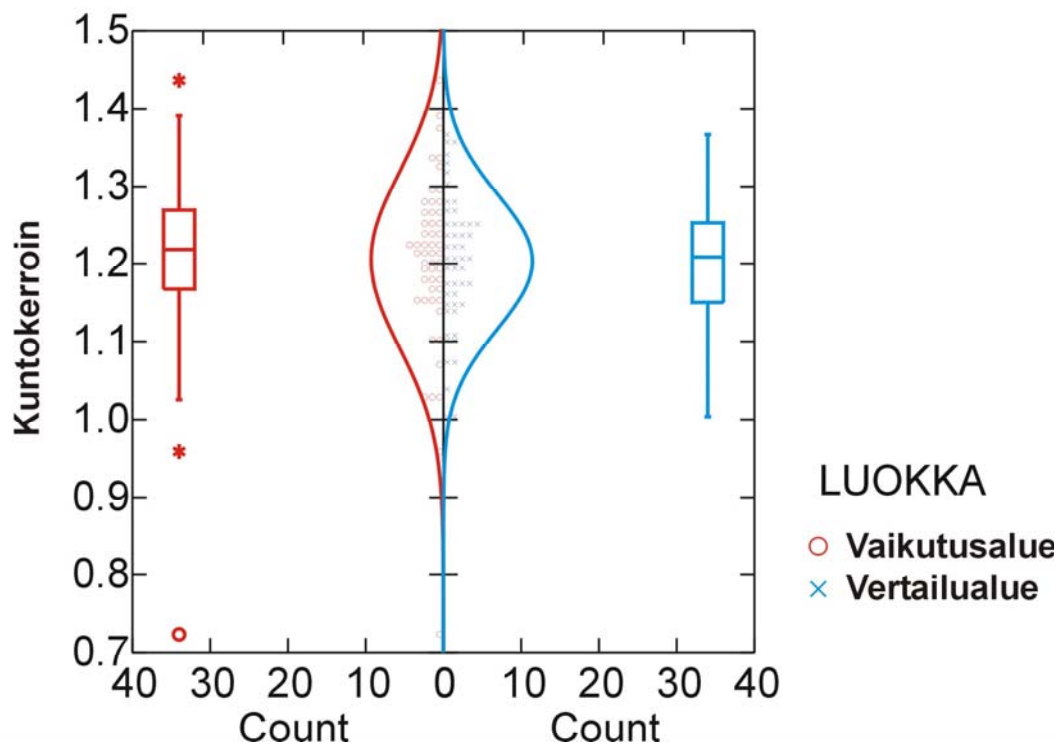
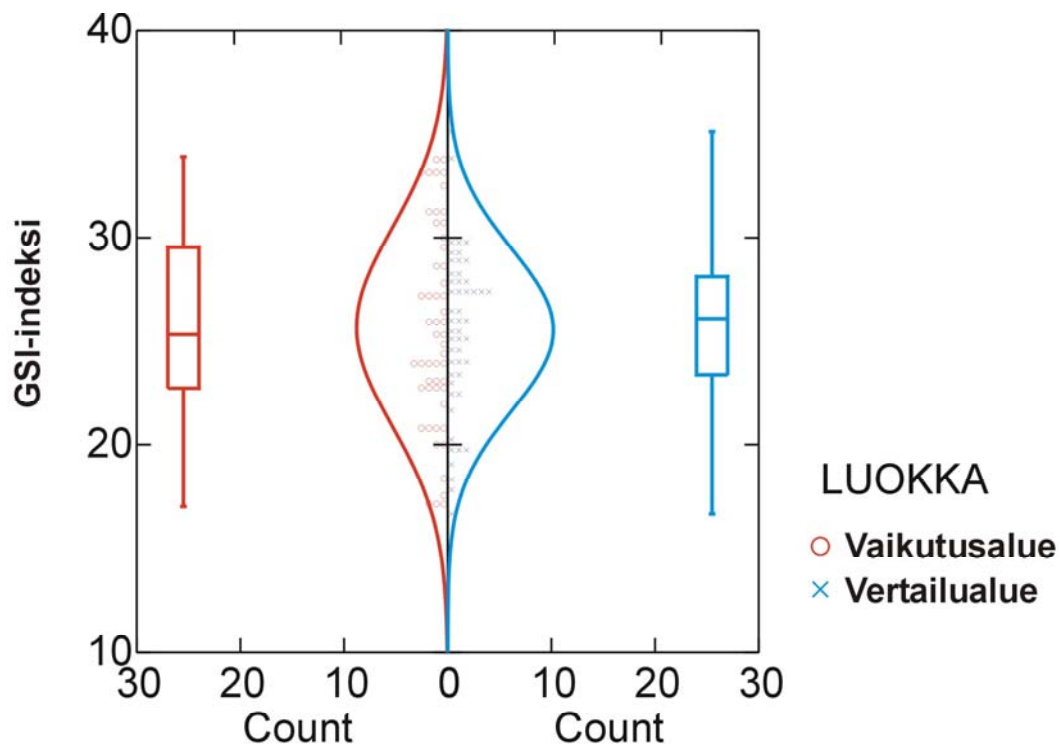
	€/kg	Alueet 1-3		Alue 4		Yhteensä		
		kg	€	kg	€	kg	€	%
Silakka	0,50	47	23,50	55	27,50	102	51,00	0,18
Kilohaili	0,50	4	2,00	2	1,00	6	3,00	0,01
Siika	3,90	62	241,80	109	425,10	171	666,90	2,33
Lohi, taimen	3,75	518	1942,50	817	3063,75	1335	5006,25	17,52
Kirjolohi	2,50	13	32,50	15	37,50	28	70,00	0,24
Hauki	1,00	70	70,00	2864	2864,00	2934	2934,00	10,27
Lahna	0,65	74	48,10	150	97,50	224	145,60	0,51
Säyne	0,50	8	4,00	0	0,00	8	4,00	0,01
Särki	0,50	4	2,00	0	0,00	4	2,00	0,01
Made	3,47	1	3,47	747	2589,60	748	2593,07	9,07
Kuha	3,52	453	1593,05	4006	14087,77	4459	15680,82	54,87
Ahven	1,33	162	214,65	909	1204,43	1071	1419,08	4,97
Yhteensä		1416	4177,57	9674	24398,14	11090	28575,71	100

Kahdeksasta haastatellusta kalastajasta viisi oli kalastanut myös jääpeitteen aikana, kaikki alueella 4. Tammi - helmikuun aikana vuonna 2006 heikot jääolosuhteet estivät kalastuksen Tjuvön - Hästholmenin linjan eteläpuolella. Maaliskuussa oli ajoittain ollut kantavaa jäätä, mutta kalastajien kokemusten mukaan länteen suuntautuvat jäähdytysvedet tekevät jääolosuhteet hyvin arvaamattomiksi Hudofjärdenillä sekä Keipsalon itä- ja länsipuolella. Alueella kalastaneet olivatkin luopuneet talvikalastuksesta Tjuvön eteläpuolisilla alueilla.

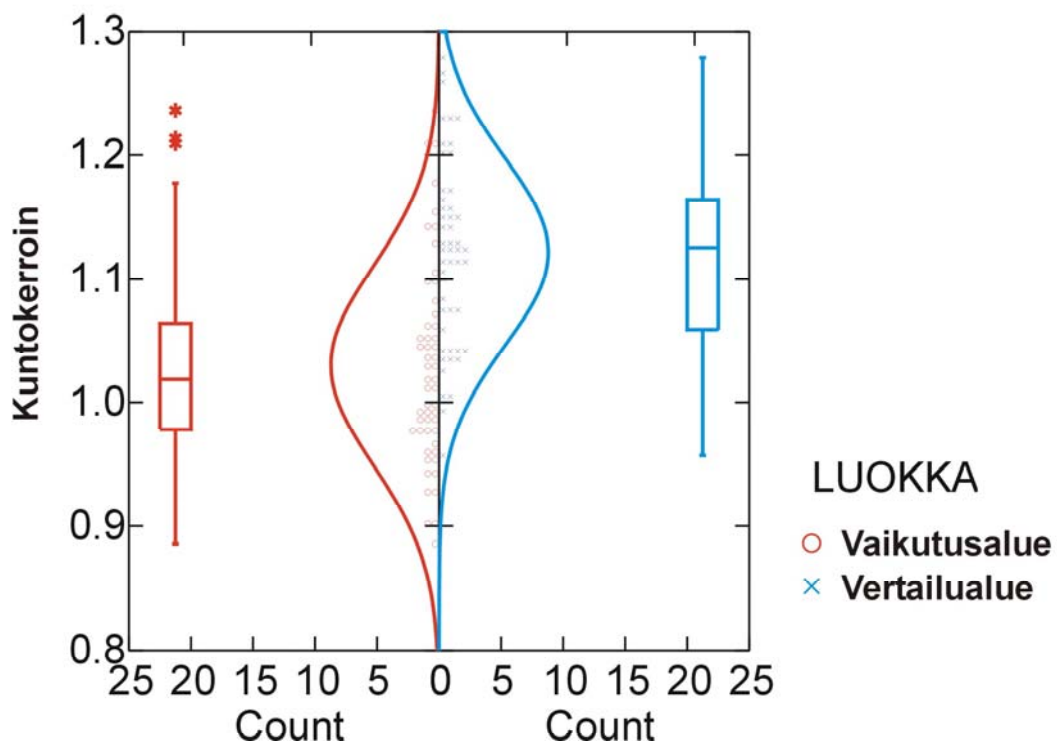
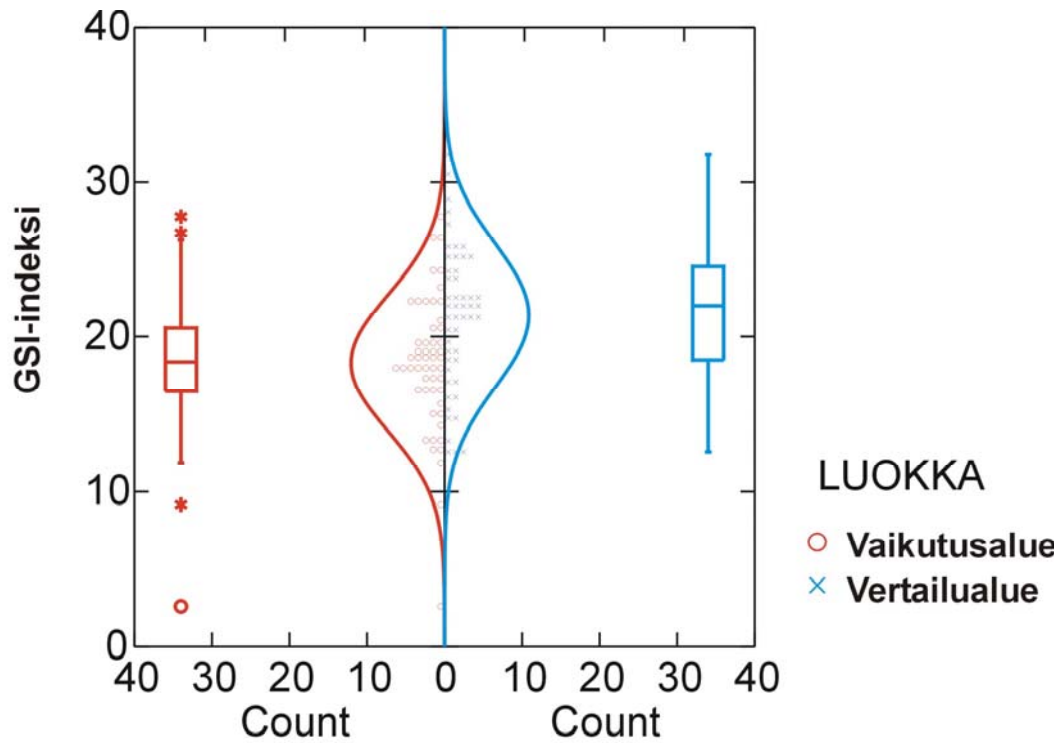
Muita kalastusta haittaavia tekijöitä tarkkailualueella olivat haastateltujen kalastajien mukaan hylkeiden määrän lisääntyminen, kiihtynyt rehevöityminen jota on seurannut pyydysten likaantuminen ja alusveden heikko happitilanne, sekä kuha- ja ahvenkantojen heikkeneminen. Kalastajien keskuudessa kalakantojen heikkeneminen mielletään osaltaan jäähdytysvesien aiheuttamaksi.

3.3 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset

Ahvenia pyydettiin kaikkiaan 53 kpl (vaikutusalue) ja 50 kpl (Taasianjokisuus). Kovarianssianalyysin (ANCOVA) perusteella ahvennaaraiden kunnossa tai gonadien painossa ei ollut alueidenvälisiä eroja: kuntokerroin: $p = 0.67$ ja GSI: $p = 0.69$ (kuva 6). Kalan koko (kovarianssi) oli kuntokertoimien vertailussa merkittävä vastemuuttujaan vaikuttava tekijä ($p < 0.05$), mutta GSI-indeksin osalta tilastollista merkitystä ei havaittu. Sen sijaan särkinaaraiden kunnossa ja gonadien painossa alueiden väliset erot olivat selviä: kuntokerroin: $p < 0.001^{***}$ ja GSI: $p = 0.05^*$ (kuva 7). Vertailualueella särkinaaraiden kuntokerroin ja GSI-indeksiä arvot oli vaikutusalueetta suuremmat. Särkien osalta kalan koko oli merkittävä sekä kuntokertoimeen että GSI-indeksiin vaikuttava tekijä ($p < 0.05$), joten sen huomioiminen analyysissä oli tulosten kannalta tärkeää. Vain yhden vaikutusalueelta pyydetyn särjen gonadit todettiin degeneroituneiksi.



Kuva 6. Ahvenen GSI-indeksin ja kuntokerroimen arvojen jakaumat Loviisan voimalaitoksen vaikutusalueelta ja Taasianjoen suun vertailualueelta pyydytyissä kaloissa. Box plot -kuvissa laatikot osoittavat mediaanin (keskiviiva) lisäksi lähimpien 50 %:n arvojen hajonnan keskiluvun ympärillä ja viikset lähimpien 50 %:n ulkopuolella olevien arvojen hajontaa. Poikkeavat havainnot on osoitettu tähdillä ja pisteillä viiksien ala- ja yläpuolella.



Kuva 7. Särjen GSI-indeksin ja kuntokertoimen arvojen jakaumat Loviisan voimalaitoksen vaikutusalueelta ja Taasianjoen suun vertailualueelta pyydetyissä kaloissa. Box plot - kuvissa laatikot osoittavat mediaanin (keskiviiva) lisäksi lähimpien 50 %:n arvojen hajonnan keskiluvun ympärillä ja viikset lähimpien 50 %:n ulkopuolella olevien arvojen hajontaa. Poikkeavat havainnot on osoitettu tähdillä ja pisteillä viiksien ala- ja yläpuolella.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET, VERTAILU AIKAISEMPIIN VUOSIIN JA TARKKAILUN KEHITTÄMINEN

4.1 Ammattikalastajien saaliskirjanpito

Saaliskirjanpitoon osallistuvien kalastajien (8 kpl) kokonaissaalis vuonna 2006 oli n. 11 090 kg ja kokonaispyyntiponnistus (rysät ja pohjaverkot) n. 16 829 pyyntivuorokautta. Kokonaissaalis oli siten hieman pienempi kuin edellisenä vuonna (2005: 11 609 kg). Näin siitäkin huolimatta, että kirjanpidon tulokset palautti useampi kalastaja kuin vuonna 2006. Toisaalta kuluneen vuoden verkkokalastuksen pyyntiponnistus (16 370) oli myös pienempi, sillä vuonna 2005 verkkovuorokausia kertyi 17 552. Laskeva trendi kirjanpitokalastajien saaliissa näyttäisi siten jatkuvan. Vertailun vuoksi mainittakoon, että vielä vuosina 2000 ja 2001 alueen ammattikalastajien kokonaissaalis ylitti 20:n tonnin rajan (Vaajakorpi 2006). Vuoden 2006 lohisaalis (1132 kg ja 10% saaliista) oli n. 6% pienempi kuin edellisenä vuonna ja haukisaalis (2946 kg ja 26% saaliista) n. 17% pienempi kuin vuonna 2005. Kahden muun keskeisen saalislajin osalta kokonaissaaliit olivat niin ikään pienempiä: kuhasaalis (4463 kg ja 40% saaliista) 3% pienempi sekä ahvensaalis (1029 kg ja 9% saaliista) jopa 33% pienempi kuin vuonna 2005. Keskeisin syy kokonaissaaliin laskevaan trendiin on kirjanpitokalastajien ikääntyminen, jota on seurannut kalastusaktiivisuuden vähentyminen. Tämä on näkynyt erityisesti ahven- ja kuhasaaliin pienentymisenä. Tosin kuhasaalis on säilynyt viimeisen kolmen vuoden ajan lähes saman suuruisena.

Kokonaissaaliin ohella tärkeä tieto on myös kalastuksen yksikkösaalis, joka kertoo mm. saalislajien kantojen vahvuudesta pitemmällä aikavälillä. Vuonna 2005 pohjaverkkojen yksikkösaalis (eri lajien yksikkösaaliiden summa) oli 528 g/verkkovrk. kun taas vuonna 2006 se oli 566 g/verkkovrk. Tarkkailujaksolla 1997-2005 kirjanpitokalastajien pohjaverkkojen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet välillä n. 420-680 g/verkkovrk. (Vaajakorpi 2006). Kuhan osalta yksikkösaalis (106 g) oli kuitenkin selvästi pienempi kuin vuonna 2005 (234 g) tai aikaisemmin tarkkailujaksolla 1997-2005 (Vaajakorpi 2006). Yhteenvedona kulunut vuosi oli kalastuksen kannalta siis melko samanlainen kuin edellinen vuosi. Kalaa saatiin pienemmästä pyyntiponnistuksesta johtuen vähemmän, mutta yleisesti ottaen hieman tehokkaammin kuin edellisenä vuonna. Joidenkin tärkeiden lajien, kuten hauen ja ahvenen saaliit olivat kuitenkin selvästi aikaisempia vuosia pienemmät. Tarkkailujakson 1997-2003 yksikkösaaliin keskiarvo on 557 g/verkkovrk. (vuonna 2006: 566 g/verkkovrk.) joten saaliiden voidaan yleisesti ottaen todeta olevan kutakuinkin samalla tasolla kuin viimeisen kymmenen vuoden aikavälillä.

4.2 Ammattikalastajien haastattelut

Kalastusmatkoja tarkkailualueelle vuoden 2006 aikana tehtiin yhteensä 1448 kpl, joten kasvua edellisvuoteen (1237 kpl) oli 211 kpl, tosin haastateltuja oli yksi enemmän. Kalastus painottui aikaisempien vuosien tapaan alueelle 4, vain yksi kalasti lisäksi alueella 2 ja yksi alueilla 1 ja 3. Jääpeitteen aikaista kalastusta tapahtui ainoastaan alueella 4.

Pyydyksiä kalastajilla oli ilmoitustensa mukaan käytössään edellisvuosia enemmän, esim. suomukalaverkkojen lukumäärä oli lähes kaksinkertainen. Pyynnissä oli myös 6 lohiloukkua, kun vuosina 2003-2005 määrä on vaihdellut 3-4 kpl.

Ammattikalastajien tutkimusalueelta vuonna 2006 saama kokonaissaalis oli 11 090 kg, eli 1286 kg vähemmän kuin vuonna 2005. Saaliskalalajien keskihinnat olivat suunnilleen samalla tasolla edellisvuoteen verrattuna. Saaliin kokonaisarvo, 28 576 €, oli saalismäärän mukaisesti pienempi kuin edellisenä vuonna (32 728 €). Kuhan osuus saaliin kokonaisarvosta oli liki 55 %, seuraavaksi tärkeimmät lajit olivat lohi, hauki ja made. Lohen osuus saaliin kokonaisarvosta oli laskenut (22,4 % v. 2005) ja samoin ahvenen osuus oli jatkanut edelleen laskua (6,6 % v. 2005). Mateen osuus sen sijaan oli kasvanut huomattavasti ollen yli 9 % (2,7 % v.2005).

Merentutkimuslaitoksen mukaan jäätalvi 2005/2006 oli keskimääräinen, jäätyminen alkoi joulukuun puolenvälin tienoilla ja jäätä muodostui ulkosaaristoon saakka vuodenvaihteeseen mennessä. Tammi- helmikuussa lauhat ja kylmät jaksot vuorottelivat; Suomenlahdella jään raja oli helmikuun puolivälissä Hanko-Pakri linjalla. Maaliskuun alkupuolella jäätä muodostui nopeasti lisää ja jääpeite oli laajimmillaan maaliskuun puolivälissä, jolloin koko Suomenlahti oli jäässä.

Hudöfjärdenillä ja Tjuvön eteläpuolella jäätilanne oli kalastajien mukaan ollut hyvin epävarma tammi-helmikuun ajan, vasta maaliskuussa oli ajoittain ollut kantavaa jäätä. Kalastajat pitivät jäähdytysvesivirtojen heikentävää vaikutusta Hudofjärdenin ja Keipsalon ympäristön jäätilanteeseen varsin selvänä. Kuha- ja ahvensaaliiden heikkeneminen alueella, kiihtynyt rehevöityminen ja sitä kautta alusveden heikko happitilanne ja pyydysten likaantuminen ovat yleisluontoisia ilmiöitä myös koko Suomenlahden rannikkoalueella, samoin kasvanut harmaahyljekanta. Kalastajat kokivat kuitenkin jäähdytysvesien vaikuttavan osaltaan näihin seikkoihin tarkkailualueella.

4.3 Ahvenen ja särjen gonadosomaattiset tutkimukset

Vuoden 2006 aineistossa ei ahvenen osalta havaittu eroja vaikutus- ja vertailualoilta pyydettyjen kalojen kuntokertoimissa tai GSI-indeksin arvoissa. Sen sijaan särjen kohdalla ero oli kummankin muuttujan suhteen tilastollisesti merkitsevä, sillä vertailualueen näytekalojen indeksiarvot olivat korkeampia. Lisäksi vuoden 2006 aineistossa yhden vaikutusalueelta pyydetyn särkinaaraan gonadien voitiin todeta olleen degeneroituneet. Vuoden 2006 tulokset eroavat hieman aikaisemmista tarkkailututkimuksista, joissa on lähes säännönmukaisesti todettu juuri vertailualueen kalojen (sekä särki että ahven) kuntokertoimien ja GSI-indeksiarvojen olevan korkeampia (eli gonadien koko on suuri suhteessa kalan kokoon). Loviisan voimalaitoksen tarkkailutulokset tukevat siten valtaosin aikaisempia tutkimustuloksia Itämeren eri alueilta, joissa jäähdytysvesille altistuneita kalakantoja on tutkittu (mm. Lukšienė ym. 2000). GSI-indeksin toimivuutta tarkastelevassa review-artikkelissa todettiin niin ikään, että indeksin arvot ovat systemaattisesti

vesistökuormituksen vaikutuspiirissä vertailualueita alhaisempia (Kime 1995). Lisäksi kokeellisissa tutkimuksissa on todettu särjen mädintuotannon häiriintyneen kun kaloja on pidetty kutua edeltävänä aikana normaalista poikkeavissa lämpötilaoloissa (Jafri 1989). Mekanismiksi on esitetty jäähdytysvesien vaikutusta kalojen fysiologiaan, joka johtaisi eroihin mm. gonadien kehityksessä ja kudun ajoittumiseen (Lukšienė & Sandström 1994). Toisaalta on huomioitava, että esim. paikallisella kalastuksella, jätevesikuormituksella (Diniz ym. 2005) tai sen puuttumisella voi jäähdytysvesien ohella olla suoria tai epäsuoria vaikutuksia indeksiarvoihin. Eri kalapopulaatioiden välillä voi olla myös luontaisia eroja ja koska jäähdytysvesien vaikutusalueella elävien kalojen ei ole todettu välttävän lämpimiä jäähdytysvesiä (Lukšienė ym. 2000), voi tämä osaltaan selittää havaittuja tuloksia. Lisäksi näiden tekijöiden vaikutus mitattuihin muuttujiin voi olla negatiivinen tai positiivinen. Suomessa on todettu gonadien degeneroitumisen olevan yhteydessä myös kalojen loisintaan, jolla näyttäisi olevan positiivinen korrelaatio veden lämpötilan kanssa (Wiklund ym. 1996). Huomioiden erilaiset tuloksiin vaikuttavat tekijät, jäähdytysvesien vaikutusalue saattaa erota vertailualueen kalastosta ennako-oletusten vastaisesti. Myös Loviisan voimalaitoksen tarkkailussa on havaittu vuosien välisistä eroja tuloksissa. Esimerkiksi vuonna 2004 vaikutusalueelta pyydettyjen särkien GSI-arvot olivat vertailualueelta korkeammat. Havaitut alueiden väliset erot saattavat myös syntyä jos esimerkiksi vaikutusalueelta saadaan näytekaloksi jo kuteneita yksilöitä ja vertailualueelta vasta kutuun valmistautuvia kaloja. Vuoden 2006 aineistossa ei ollut kummallakaan alalla yhtään kutenutta kalaa, joten havaittu ero liittyy todennäköisesti kalojen fysiologiaan. Aikaisemmissa tarkkailuraporteissa tuloksia on selitetty sillä, että vaikutusalueella aikaisemmin kutuun valmistuvilla kaloilla gonadien koko olisi pienempi, mikä näkyisi pienempinä indeksiarvoina (Vaajakorpi 2006). Käytännössä gonadien koko (ja siten myös GSI-arvot) kuitenkin kasvaa kutuajankohdan lähestyessä (mm. Tarkan 2006), joten alueiden välisten erojen olisi pitänyt olla päinvastaiset kuin mitä tarkkailussa on havaittu. Näin sillä oletuksella, että näytekaloiissa ei ole kuteneita yksilöitä. Tulokset viittaavat siten siihen, että Loviisan voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusalueella kevätkutuisten kalojen lisääntyminen on heikentynyt. Erot indeksiarvoissa ovat toisaalta olleet melko pieniä eikä nykyisistä tuloksista voida päätellä vaikutuksia kevätkutuisten kalojen (ahven ja särki) kantojen vahvuuteen. Haitallinen vaikutus tapahtuisi tässä tapauksessa esimerkiksi heikentyneenä mädintuotantona (alhaisempi GSI) ja epäsynkronisena lisääntymisvalmiutena koiraiden ja naaraiden välillä, joka edelleen voisi johtaa heikentyneisiin kalakantoihin. Huomionarvoista on se, että vaikutusalueen korkeampi veden lämpötila ei sinällään ole kaloille haitallista vaan pikemminkin luontaisen vuodenaikaisen lämpötilavaihtelun peittyminen, joka osaltaan ohjaa kalojen lisääntymiseen valmistautumista. Kalat saattavat suosia vaikutusalueelta korkeamman veden lämpötilan vuoksi, mutta sen hintana näyttäisi olevan heikentynyt lisääntymiskyky. Loviisan voimalaitoksen vaikutustarkkailun suhteen merkittävää olisikin tietoa toiminnan vaikutuksista kevätkutuisten ja erityisesti kalastuksen kannalta merkittävien saalislajien kantoihin (ainakin ahven ja hauki). Toisaalta jäähdytysvesien negatiivisia vaikutuksia kompensoi kalojen oletettavasti nopeampi kasvu vaikutusalueella, mutta nykyinen tarkkailu ei tuota tähän liittyvää tietoa. Näin ollen vaikutus- ja vertailualoilta pyydetty samankokoiset kalat

ovat todennäköisesti eri ikäisiä, jolla voi edelleen olla vaikutusta gonadien kokoon. Loviisan voimalaitoksen tarkkailua ehdotetaan tehostettavaksi kalojen iänmäärittämisillä (suomunäytteet tutkittavista särjistä ja ahvenista). Tarkkailuohjelmaa uudistettaessa tulisi myös arvioida Taasianjoen edustan soveltuvuutta vertailualueeksi. Makean jokiveden vaikutuspiirissä kyseinen alue eroaa selvästi Loviisan edustan merialueesta. Gonadosomaattisiin tutkimuksiin liittyy epävarmuustekijöitä, mutta yleisesti ottaen menetelmä on toiminut aikaisempiin tutkimuksiin perustuvan ennako-oletusten mukaisesti, joten sitä ehdotetaan jatkettavan Loviisan voimalaitoksen kalataloudellisessa tarkkailussa. Edellä mainittujen lisäselvitysten myötä menetelmän toimivuudesta saataisiin lisäselvyyttä ja tulevaisuudessa tarkkailuraporteissa gonadosomaattisten tutkimusten tarkoituksenmukaisuutta tullaan edelleen tarkastelemaan.

VIITTEET

Diniz, M. S., Peres, I., Magalhães-Antoine, I., Falla, J. & Pihan, J. H. 2005. Estrogenic effects in crusian carp (*Carassius carassius*) exposed to treated effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62: 427-435.

Jafri, S. I. H. 1989. The effects of photoperiod and temperature manipulation on reproduction in the roach *Rutilus rutilus* (L.) (Teleostei). *Pakistan Journal of Zoology* 21: 289-299.

Kime, D. E. 1995. The effects of pollution on reproduction in fish. *Review of Fish Biology and Fisheries* 5: 52-96.

Lukšienė, D. & Sandström, O. 1994. Reproductive disturbance in a roach (*Rutilus rutilus*) population affected by cooling water discharge. *Journal of Fish Biology* 45: 613-625.

Lukšienė, D., Sandström, O., Lounasheimo, L. & Andersson, J. 2000. The effects of thermal effluent exposure on the gametogenesis of female fish. *Journal of Fish Biology* 56: 37-50.

Tarkan, A. S. 2006. reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 131-138.

Vaajakorpi, H. 2006. Loviisan voimalaitoksen kalataloustarkkailu vuonna 2005 – laaja vuosiyhteenveto. Ramboll Oy, 19 s + liitteet.

Wiklund, T., Lounasheimo, L., Lom, J. & Bylund, G. 1996. Gonadal impairment in roach *Rutilus rutilus* from Finnish coastal areas of the northern Baltic Sea. *Diseases of Aquatic Organisms* 26: 163-171.

Liite 1. Ammattikalastajien saaliskirjanpidon osa-alueet.

