

Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt

Meri Härmä, Heikki Auvinen ja Richard Hudd



RIISTA - JA KALATALOUS — SELVITYKSIÄ

16/2008

RIISTA- JA KALATALOUS

S E L V I T Y K S I Ä

1 6 / 2 0 0 8

Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt

Meri Härmä, Heikki Auvinen ja Richard Hudd





Julkaisija:

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Kannen kuva: Andreas Blom ja Richard Hudd

Muut kuvat: Meri Härmä ja Andreas Blom

Julkaisujen myynti:

www.rktl.fi/julkaisut

www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:

www.rktl.fi/julkaisut

ISBN 978-951-776-649-4 (painettu)

ISBN 978-951-776-650-0 (verkkójulkaisu)

ISSN 1796-8887 (painettu)

ISSN 1796-8895 (verkkójulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print

Sisällys

Tiivistelmä	5
Sammandrag	6
Abstract	7
1. Johdanto.....	8
2. Poikastutkimuksia 18 alueella	9
3. Merenlahdet 18 kalalajin lisääntymisalueena	10
3.1 Vastakuoriutuneet poikaset kertovat kutualueista	10
3.2 Kesänvanhoja poikasia useita lajeja	11
3.3. Myös nuoria ja aikuisia kaloja saaliiksi	13
3.4. Veden lämpötilassa ja suolapitoisuudessa eroja.....	14
4. Johtopäätökset	17
Kiitokset.....	18
Viitteet.....	18
Liitteet.....	20
Liite 1	20
Liite 2	25
Liite 3	26
Liite 4	27
Liite 5	28

Tiivistelmä

Uudenkaupungin, Kustavin ja Taivassalon alueella kunnostettiin 1990-luvulla yhteensä 18 mataloitunutta merenlahtea KOR-varoin (Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusväline). Kanavaruoppauksina toteutettujen kunnostustöiden tavoitteena oli kalanpoikastuotannon säilyttäminen, ennallistaminen tai parantaminen mataloituneilla alueilla. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos tutki kalanpoikastuotantoa näissä kunnostetuissa, mataloituneissa merenlahdissa vuosina 2003, 2004 ja 2007. Tulokset osoittavat, että kunnostetuilla alueilla on edellytyksiä kalojen kutu- ja poikastuotannolle, sillä kaikilta 18 alueelta löydettiin sekä vasta-kuoriutuneita että suurempia, ensimmäistä kesäänsä eläviä kalanpoikasia. Alueilla lisääntyi tai löytyi poikasina yhteensä 18 kalalajia, joista 6 kuuluu talouskaloihin. Lajirunsaus oli samankaltainen sekä flada/kluuvijärvityypin että salmi/kannastyypin alueilla. Poikasmäärät ja -tiheydet sen sijaan osoittautuivat suuremmiksi salmiin ja kannaksiin kuuluvilla alueilla. Fladoissa ja kluuvijärvissä särki ja ahven olivat valtalajeja, kun taas salmissa ja kannaksissa kolmipiikin- ja tokenpoikaset olivat yleisimpiä. Talouskalalajien, hauen-, ahvenen-, kuhan- ja silakan kesänvanhojen poikasten osuus kokonaissaalista oli 14 %, josta hieman yli puolet saatiin salmi- ja kannasalueilta. Seuranta osoitti, että kunnostustoimenpiteinä tehdyt kanavat toimivat kalateinä suljettuihin merenlahtiin. Flada/kluuvijärvityypin alueilla kunnostustoimenpiteet ovat voineet vaikuttaa myönteisesti kalojen lisääntymisolosuhteisiin ja edelleen alueen kalakantoihin avaamalla uusia, suotuisia lisääntymisalueita kalojen käyttöön. Salmiin ja kannaksiin lukeutuvilla alueilla veden vaihtuvuus ja kalojen liikkuvuus oli todennäköisesti mahdollista jo ennen kunnostuksia. Näillä paikoilla ruopatut kanavat ovat tuskin parantaneet kalojen lisääntymisolaja.

Asiasanat: ruoppaus, lisääntymisalueet, rantavyöhykkeet, poikastuotanto, kalanpoikaset, ennallistaminen, kalakannat

Härmä, M., Auvinen, H. & Hudd, R. 2008. Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 16/2008. 28 s.

Sammandrag

I regionen kring Nystad, Gustavs och Töfsala restaurerades under 1990-talet totalt 18 uppgrundade havsvikar med KOR-medel (Europeiska unionens finansieringsinstrument för fiskeriekonomisk styrning). Målsättningen med restaureringsåtgärderna, som gjordes i form av kanalmuddring var att bibehålla, återställa och förbättra produktionen av fiskyngel i de uppgrundade havsvikar, som restaurerats. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet undersökte år 2003, 2004 och 2007 produktionen av fiskyngel i de restaurerade havsvikarna. Resultaten visar att det i restaurerade områden finns förutsättning för fisklek och yngelproduktion, då det i samtliga 18 områden påträffades både nykläckta och större ensomriga fiskyngel. Inom områdena konstaterades reproduktion och yngel från sammanlagt 18 fiskarter, därav 6 arter av ekonomisk betydelse. Artrikedomen var liknande både i sjöar av typen flada/glo och i områden av typen sund/näs. Yngelmängder och -tätheter visade sig däremot vara större i områden typ sund/näs. I flador och glon var mört och abborre de dominerande arterna, medan däremot storspigg och bultar var vanligare i typen sund/näs. Andelen sommargamla yngel av de ekonomiskt intressanta arterna gädda, abborre, gös och strömming var 14 % , därav kom något över hälften från sund- och näsområden. Uppföljningen visar att de kanaler som muddrades fungerar som fiskvandringvägar till de stängda havsvikarna. I områden av typen flada/glo har restaureringen inverkat positivt på fiskens reproduktionsförhållanden och vidare på områdenas fiskbestånd genom att öppna nya, lämpliga reproduktionsområden. I områden kategoriserade som sund och näs var vattenomsättning och fiskvandring sannolikt möjlig redan före restaureringen. I dessa områden har de muddrade kanalerna sannolikt inte förbättrat fiskarnas reproduktionsförhållanden.

Nyckelord: muddring, reproduktionsområden, strandzoner, yngelproduktion, fiskyngel, återställande, fiskbestånd

Härmä, M., Auvinen, H. & Hudd, R. 2008. Fiskyngelsamhällen i uppgrundade havsvikar, som restaurerats. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 16/2008. 28 s.

Abstract

In the 1990s, 18 shallow coastal bays in the Uusikaupunki, Kustavi and Taivassalo area of Finland were restored with funds from the EU's Financial Instrument for Fisheries Guidance (FIFG). The water area restoration in the form of canal dredging was designed to maintain, restore and improve fish production in the area. The Finnish Game and Fisheries Research Institute conducted an extensive study in 2003, 2004 and 2007 to study fish larvae production in these restored bays. The results show that all of the 18 shallow coastal bays studied had both newly-hatched larvae and young-of-the-year fish and, therefore qualified as spawning and larval areas. The larvae of 18 fish species were caught in this area, six of them belonging to commercially exploitable fish species. Species richness was similar in both flada bays and inlets, the study groups in question. Larvae numbers and densities, however, proved to be higher in the inlet study areas. In the flada bays, roach and perch were the most abundant species, whereas in inlets three-spined sticklebacks and gobies were most abundant. Commercially exploitable species, like pike, perch, pike-perch and Baltic herring, constituted 14% of the total larval catch, with the majority caught from the inlet study areas. The study showed that the restorations enabled fish to access new potential reproduction areas in the enclosed flada bays and, therefore, had a positive impact on the reproduction conditions of fish in the most sheltered bays and, furthermore, on the fish population size in the area. The restoration is not likely to have had the same positive impact on the inlets, however, as they were already better exposed before the restoration. It is doubtful that the restoration had an influence on inlet reproduction conditions, since fish had easy access to these areas already before the restoration.

Keywords: fish production, dredging, reproduction area, coastal zone, larval fish, restoring, fish stock

Härmä, M., Auvinen, H. & Hudd, R. 2008. Young fish assemblages in restored shallow coastal bays. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 16/2008. 28 p.

1. Johdanto

Kalakannan koon määräytymisessä on ensisijaisen tärkeää lisääntymisen onnistuminen ja vuosittain henkiin jäävien kalanpoikasten määrä eli vuosiluokan vahvuus. Kalanpoikasvaihe on herkin vaihe kalan elämässä ja onnistunut lisääntymistapahtuma edellyttää, että olot sekä kutu- että poikasalueella ovat suotuisat (Urho 2002). Kalat leviävät näiltä suppeilta lisääntymisalueilta laajalle alueelle saaristoon, joten pienikin lisääntymisalue voi ylläpitää suurta kalakantaa.

Hyvä poikasalue sijaitsee lähellä kutupaikkaa. Se on lämpötila- ja muilta ympäristöoloiltaan suotuisa alue, jossa poikasille soveltuvaa ravintoa on tarjolla. Hyvällä poikasalueella kilpailijoita ja saalistajia on riittävän vähän tai suojapaikkoja saalistuksen varalta riittävästi (Urho 2002). Itämerellä tällaisia paikkoja ovat jokisuut sekä suojaiset rannikkoalueet, kuten matalat merenlahdet, jotka toimivat kutu- ja poikasalueina sekä sisävesi- että merikaloille (Urho ym. 1990). Matalat ja suojaiset merenlahdet ovat usein kasvillisuudeltaan runsaita ja lämpenevät keväällä ympäröiviä vesialueita nopeammin tarjoten siten sekä suojaa sekä suotuisat kasvuolot kalanpoikasille. Merenlahdet ovat osoittautuneet monen rannikon kalalajin tärkeäksi lisääntymis- ja poikastuotantoalueeksi (esim. Lehtonen ja Hudd 1988, Lappalainen ym. 2005, Lappalainen ja Urho 2006).

Maan nousu ja rakentaminen aiheuttavat muutoksia lahtien virtausoloihin ja usein seurausena on lahtien liiallinen mataloituminen ja umpeenkasvaminen. Näitä muutoksia yritetään torjua erilaisilla kunnostustoimilla. Saaristomeren ja Selkämeren alueella toteutettiin kalataloudellisia kunnostuksia 1990-luvun lopulla. Useimmilla alueilla mataloituminen oli ainakin osittain seurausta aiemmin tapahtuneesta tien rakentamisesta. Kaikilla alueilla kunnostus tapahtui ruoppaamalla kanava kohdealueelle. Useilla alueilla kunnostukseen kuului myös tierummun parantaminen. Kunnostuksilla tähdättiin kalanpoikastuotannon säilyttämiseen, ennallistamiseen tai parantamiseen mataloituneilla alueilla.

Varsinais-Suomen TE-keskuksen kalatalousyksikkö pyysi vuonna 2003 Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitosta selvittämään kalojen lisääntymisololoja näillä kunnostetuilla, mataloituneilla merenlahdilla. Koska kunnostusten tavoitteena oli kalanpoikastuotannon parantaminen, seurantatutkimus päätettiin suunnata kalanpoikasten esiintymisen tutkimiseen. Alueista ei ole seurantatietoa ennen kunnostusten toteuttamista, joten kunnostustoimien tarkkoja vaikutuksia on vaikea arvioida. Tässä työssä kuvataan alueiden kalanpoikasyhteisöjen rakenne vuosien 2003, 2004 ja 2007 poikasnäytteenoton perusteella sekä esitetään arvio kunnostustoimien vaikutuksista kalojen lisääntymisolosuhteisiin ja kalakantoihin toimenpidealueilla. Tutkimus rahoitettiin Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusvälineen (KOR) kautta.

2. Poikastutkimuksia 18 alueella

Kalanpoikasten esiintymistä tutkittiin 18 alueella, jotka sijaitsevat Varsinais-Suomen rannikolla Taivassalon, Kustavin, Uudenkaupungin ja Pyhärannan kunnissa (kuva 1). Tutkitut alueet jakautuvat kahteen päätyyppiin: salmiin/kannakseen ja fladoihin/kluuvijärviin (Sydänoja 2008). Käytettyjen menetelmien tarkemmat kuvaukset löytyvät liitteestä 1 ja näytealojen kuvaukset liitteestä 2.



Kuva 1. Toimenpidealueiden sijainti. Salmi/kannastyypin alueet on merkitty punaisella ja flada/kluuvijärviyyypin alueet mustalla.

3. Merenlahdet 18 kalalajin lisääntymisalueena

3.1 Vastakuoriutuneet poikaset kertovat kutualueista

Tutkituilta alueilta löytyi yhteensä 9 lajin vastakuoriutuneita poikasia (taulukko 1), joten niiden kutu ja poikasten kuoriutuminen on onnistunut seurantavuosina joko seuranta-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä. Hauen, mateen, särki- ja piikkikalajien vastakuoriutuneet poikaset viettävät ensimmäiset elinviikkonsa hyvin lähellä kutupaikkaa, ja siten näiden lajien on täytynyt kutea ja poikasten kuoriutua toimenpidealueilla. Sen sijaan esim. ahvenen, siian, kuoreen, silakan ja myöhemmin myös mateen poikaset levittäytyvät ensimmäisenä kesänä ulapavesiin ja ovat saattaneet uimalla siirtyä seuranta-alueelle muualta.

Fladoista ja kluuvijärvistä löydettiin 7 lajin poikasia (taulukko 1). Salmi- ja kannasalueilta löydettiin 8 lajin poikasia. Löydetyistä lajeista talouskaloihin luetaan hauki, ahven, made,

Taulukko 1. Vastakuoriutuneiden kalanpoikasten esiintyminen eri toimenpidealueilla touko-kesäkuussa (+ merkinä lajin löytymisestä). Taulukkoon on yhdistetty sekä kauha- ja valkolevymenetelmällä vuosina 2003, 2004 ja 2007 että heittohaavilla vuonna 2003 kerätyt poikastiedot.

Flada/kluuvijärvi-tyypin alueet

Alue	Hauki	Ahven	Made	Piikkikalat	Särki	Muut särkikalat	Siika	Kuore	Silakka
4				+					
7			+	+					
10	+	+	+	+	+	+			
11	+	+			+			+	
13	+	+			+				
15	+		+		+	+			
16	+	+	+		+				
17			+	+		+			

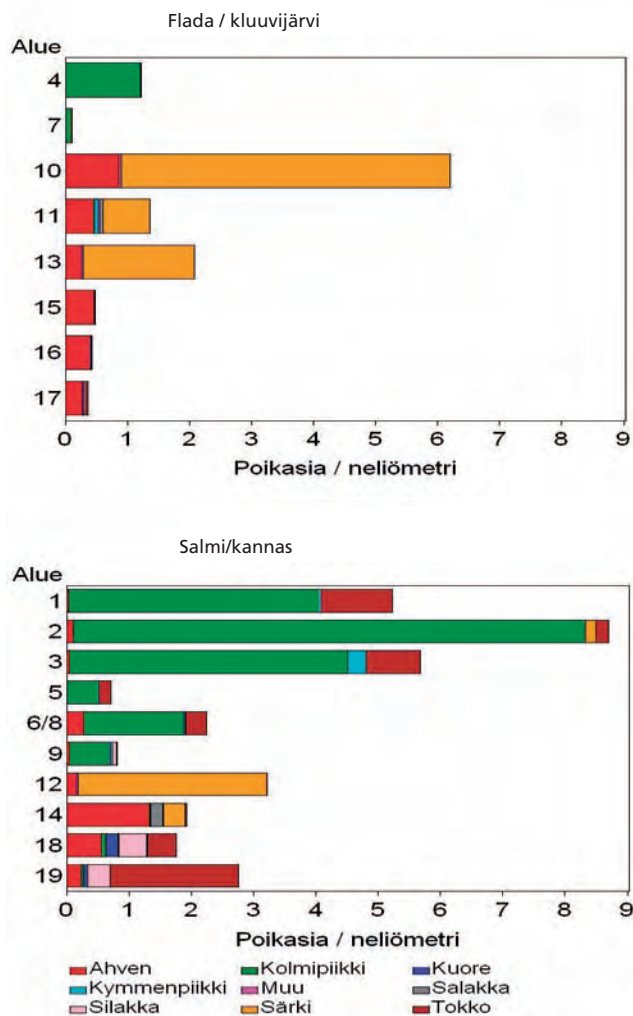
Salmi/kannas-tyypin alueet

Alue	Hauki	Ahven	Made	Piikkikalat	Särki	Muut särkikalat	Siika	Kuore	Silakka
1			+	+			+		
2		+	+						
3			+	+			+		
5			+	+					
6/8	+	+	+	+	+	+			
9	+		+	+			+		
12	+		+		+	+			
14		+	+	+	+	+			
18	+	+	+	+		+			+
19	+		+	+		+			

siika ja silakka. Siian vastakuoriutuneita poikasia löydettiin vain kolmelta salmiin tai kannaksiin lukeutuvalta alueelta. Kolmen rannikkoalueella yleisen lajin, hauen, mateen ja ahvenen poikasia löytyi tasaisesti sekä fladoista/kluuvijärvistä että salmista/kannaksista. Kuoreen- ja silakanpoikasia löytyi molempia vain yhdeltä alueelta.

3.2. Kesänvanhoja poikasia useita lajeja

Seuratuilta alueilta löydettiin yhteensä 16 kalalajin kesänvanhoja poikasia. Näitä olivat hauen, ahvenen, kuhan, kiiskan, tokkojen, kuoreen, silakan, kolmipiikin, kymmenpiikin, särjen, salakan, lahnan/pasurin, suutarin, sorvan, ruutanan ja mudun poikaset. Saaliiksi saadut 0+ -poikaset ovat joko kuoriutuneet alueilla tai sitten ne ovat pienpoikasvaiheessa siirtyneet kutualueilta



Kuva 2. Kesänvanhojen kalanpoikasten tiheys flada/kluuvijärvi- ja salmi/kannastyypisillä alueilla laskettuna poikasnuotan pyyhkäisy-pinta-alan mukaan. Poikasten keskiarvotiheydet molemmilla aluetyypeillä on merkitty katkoviivoilla.

tutkituille alueille. Fladoista ja kluuvijärvistä löydettiin yhteensä 14 lajin poikasia, sillä kuhaa ja kiiskeä ei havaittu. Myös avoimemmilta salmi- ja kannasalueilta löydettiin yhteensä 14 lajin poikasia lämpimien kasvillisuusrantojen tyyppilajien sorvan ja ruutanan puuttuessa lajistosta.

Poikasten runsaudet erosivat erityyppisillä koealueilla, sillä fladojen ja kluuvijärvien poikasten osuus kokonaissaaliista oli vain 23 %. Salmi- ja kannasalueiden osuus kokonaissaaliista oli 77 %. Salmiin ja kannaksiin kuuluvilla alueilla kalanpoikasten keskimääräinen esiintymistiheys 3,3 yksilöä/m² oli suurempi kuin fladojen ja kluuvijärvien keskimääräinen poikastiheys 1,5 yksilöä/m² (ero tilastollisesti merkitsevä). Todennäköisesti syynä on fladojen ja kluuvijärvien sulkeutuneisuus, vaikka avatut kanavat edistänevätkin kalojen liikkumista. Kun vähemmän kaloja pääsee nousemaan kudulle, myös poikastuotanto on fladoissa vähäisempää. Pienempiin poikastiheyksiin saattaa vaikuttaa myös ravinnon vähäisyys, kilpailu tai saalistus, minkä vuoksi poikaskuolleisuus saattaa olla sulkeutuneissa merenlahdissa suurempaa. Keskimäärin suurimmat 0+ -kalanpoikasten esiintymistiheydet (nuotan pyyhkäisy-pinta-alan perusteella mitattuna) saatiin flada-alueelta 10 ja salmiin ja kannaksiin kuuluvilta alueilta 1, 2 ja 3 (kuva 2). Pienimmät poikastiheydet olivat fladoissa 7 ja 17 (kuva 2).

Poikastiheyksiä ja runsauksia käsitellessä tulee muistaa, että 0+ -poikasyhteisö koostuu sekä parvia muodostavista lajeista, kuten särjestä ja kolmipiikistä, että harvalukuisemmin esiintyvistä saalistajista, kuten hauesta. Satunnaisnäytteenotto ja poikasten epätasainen jakau-

Taulukko 2. Yhteenlasketut kalanpoikasten prosentiosuudet flada/kluuvijärvi- ja salmi/kannas-tyypin alueilla sekä yhteenlasketut yksikkösaaliit (yksilöä/nuotanveto) lajeittain. Poikaset on pyydetty poikasnuotalla kesä-heinäkuussa vuosina 2003, 2004 ja 2007.

	Flada / kluuvijärvi	Salmi / kannas	Yksikkösaalis (yks/veto)
Kolmipiikki	23,5 %	47,8 %	2086,9
Särki	29,0 %	11,5 %	1144,1
Ahven	40,9 %	13,3 %	546,2
Tokot	1,9 %	18,7 %	537,0
Silakka	1,0 %	4,6 %	90,2
Kuore	1,7 %	1,7 %	35,1
Kymmenpiikki	0,9 %	1,2 %	49,0
Salakka	0,5 %	1,1 %	27,3
Ruutana	0,1 %	0 %	3,2
Hauki	0,3 %	0,02 %	2,4
Lahna/pasuri	0,1 %	0,004 %	1,5
Suutari	0,04 %	0,002 %	0,6
Kiiski	0 %	0,002 %	0,01
Kuha	0 %	0,001 %	0,001
Sorva	0,01 %	0 %	0,001
Mutu	0,01 %	0,001 %	0,001
Yhteensä	100 %	100 %	4524,1

tuminen esimerkiksi parveutumisen takia johtivat muutaman lajin osalta saaliin suureen vaihteluun ja nollanäytteiden yleisyyteen. Näiden lajien osalta aineiston luotettavuus ei ole parhain mahdollinen.

Lajeja oli enemmän salmi/kannas-tyyppisillä alueilla (taulukko 2), joissa tavattiin keskimäärin 8,3 lajia. Fladoissa ja kluuvijärvissä keskiarvo oli 7,3 lajia. Lajikirjo oli suurin flada-alueella 11, jossa tavattiin 11 lajia, ja salmi/kannasalueilla 12, 14 ja 19, joissa tavattiin 10 lajia (liite 3). Pienin lajirunsaus oli flada-alueella 4, missä tavattiin vain 4 lajia (liite 3).

Kolmipiikinpoikaset olivat 48 % osuudellaan runsain laji kesänvanhojen kalanpoikasten kokonaissaaliissa (taulukko 2). Kolmipiikinpoikaset olivat keskimäärin runsaampia salmiin ja kannaksiin kuuluvilla alueilla. Toiseksi yleisin laji (24 % kokonaissaaliista) oli fladoissa ja kluuvijärvissä yleisempi särki. Kolmannen sijan jakoivat lähes yhtä runsaat ahven ja tokot, joista ahven oli yhtä runsas sekä fladoissa että salmissa, kun taas tokot olivat runsaampia salmissa ja kannaksissa (liite 4). Fladoissa ja kluuvijärvissä särki ja ahven olivat valtalajeja ja salmissa ja kannaksissa taas kolmipiikki ja tokot (kuva 2, taulukko 2, liite 4).

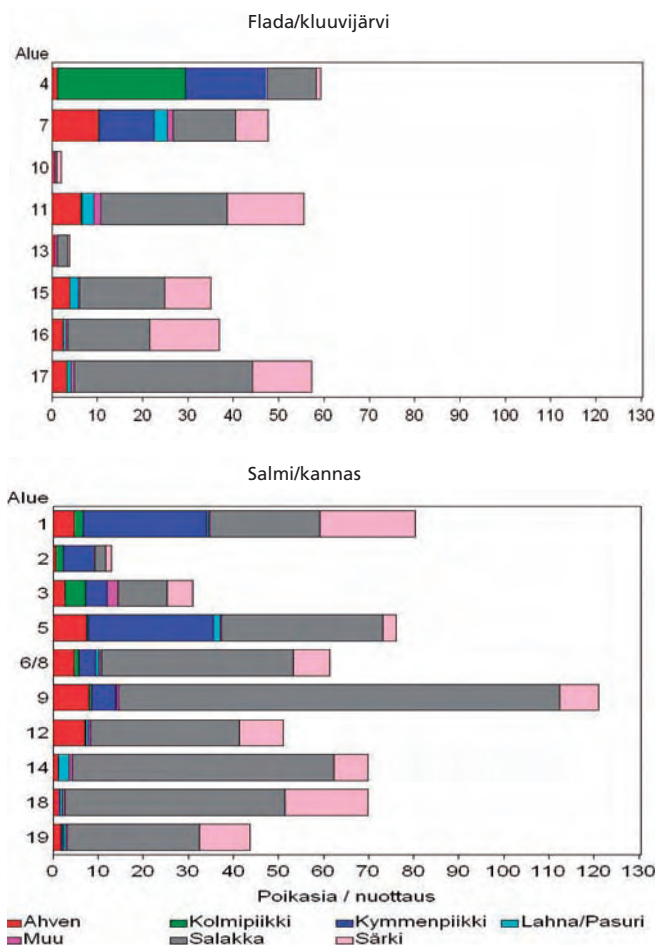
Talousskalalajien, hauen, ahvenen, kuhan ja silakan, poikaset muodostivat 14 % kokonaissaaliista. Talousskalalajien poikasista 38 % saatiin fladoista ja kluuvijärvistä ja 62 % salmista ja kannaksista. Talousskaloista ahvenenpoikaset esiintyivät muita lajeja runsaampina 12 % osuudella. Ahvenenpoikasia esiintyi runsaimmin (keskimäärin yli 40 poikasta vedolla) fladoihin kuuluvilla aloilla 11, 15 ja 16 sekä salmialalla 18. Silakka oli toiseksi yleisin talousskala ja silakanpoikasia esiintyi runsaammin (keskimäärin yli 35 poikasta vedolla) salmialoilla 18 ja 19.

3.3. Myös nuoria ja aikuisia kaloja saaliiksi

Toista kesäänsä eläviä (1+) ja sitä vanhempia kaloja löytyi yhteensä 15 lajia. Näitä olivat hauki, ahven, kuha, kiiski, tokot, kolmipiikki, kymmenpiikki, särki, salakka, lahna/pasuri, suutari, sorva, ruutana, säyne ja siloneula (liite 5). Fladat/kluuvijärvet-ryhmän alueilla esiintyivät kaikki 15 kalalajia, kun taas salmet/kannakset-ryhmästä löytyi vain 12 lajia, sillä kuhaa, suutaria ja ruutanaa ei havaittu. Yleisimpinä esiintyivät salakka, kymmenpiikki, särki, kolmipiikki ja ahven (kuva 3, liite 5). Näiden lajien kohdalla myös vaihtelu yksikkösaaliin koossa eri vetojen välillä oli suurinta.

Neljä lajia, kuore, silakka, mutu ja siika, tavattiin alueilla poikasina, mutta ei enää vanhempina kaloina. Selitys löytynee näiden lajien elintavoista. Kuore, silakka ja siika ovat avoimessa vedessä viihtyviä lajeja, kun taas mutu viihtyy paremmin hieman virtaavissa, hapekkaissa vesissä.

Nuottaus soveltuu huonosti pikkupoikasia suurempien kalojen pyyntiin, sillä kalan koko vaikuttaa pyydystettävyyteen ja poikasnuotta on liian kömpelö nopeasti uiville kaloille. Säynettä ei tavattu toimenpidealueilla poikasena, mutta vanhempana kyllä. Syy tähän saattaa olla pyynnin ajoittaminen.

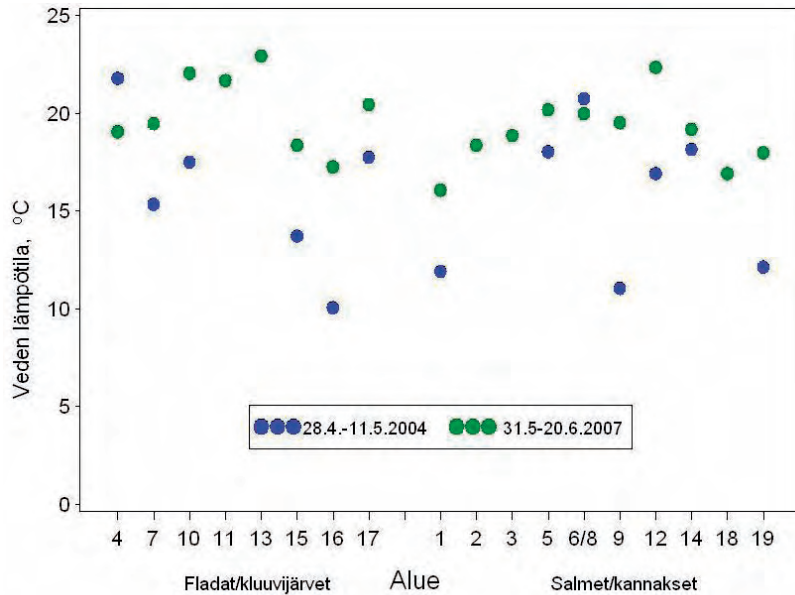


Kuva 3. 1+ ja sitä vanhempien kalojen yhteenlaskettu yksikkösaalis flada/kluuvijärvi- ja salmi/kannas-tyypin alueilla poikasnuotan yhtä vetoa (pinta-ala 100 m²) kohti.

3.4. Veden lämpötilassa ja suolapitoisuudessa eroja

Veden lämpötilat olivat 15,2–22,5 °C vuonna 2007 ja 11,1–21,8 °C vuonna 2004 (kuva 4). Veden lämpötilat olivat keskimäärin hieman matalampia salmet/kannakset-ryhmässä kuin fladat/kluuvijärvet-ryhmässä (taulukko 3) mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Lämpötilaeroa selittää veden huonompi vaihtuvuus ja viileämmän meriveden pienempi vaikutus suljetuissa fladoissa ja kluuvijärvissä kuin avoimemmilla salmi- tai kannasalueilla. Kaikki alueet olivat matalia rantavesiä, joten aurinkoisen sään aiheuttama lämpötilan nousu voi olla useampia asteita. Osa lämpötilaeroista alueiden välillä johtuu todennäköisesti mittausajankohdan ja säätilan aiheuttamasta vaihtelusta: osa arvoista on mitattu aamu- ja osa iltapäivällä.

Veden suolapitoisuudet toimenpidealueilla olivat 3,5–5,6 ‰ vuonna 2007 ja 2,8–6,3 ‰ vuonna 2004 (kuva 5). Suolapitoisuudet olivat keskimäärin hieman matalampia flada- ja kluuvijärvi-tyyppisillä alueilla kuin salmiin ja kannaksiin lukeutuvilla alueilla (taulukko 3). Eroa



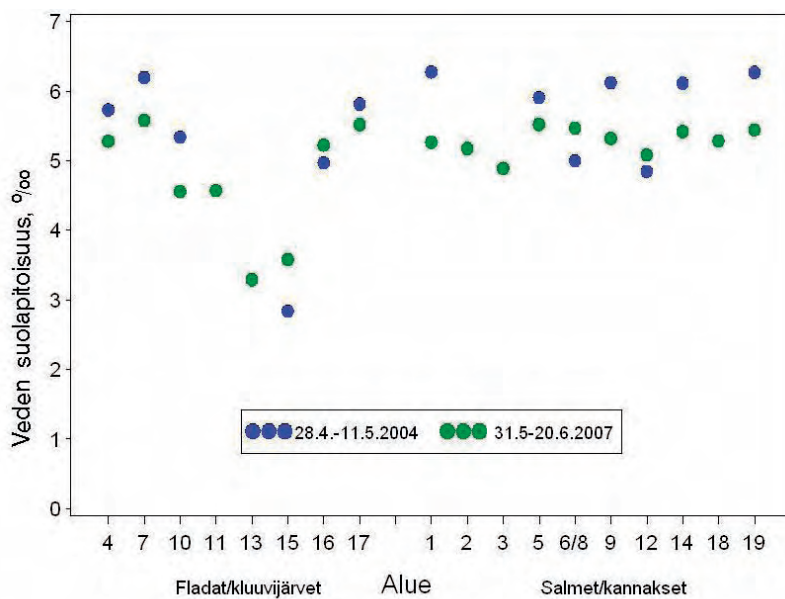
Kuva 4. Veden lämpötilan keskiarvot tutkimusalueilla vuosina 2004 ja 2007.

Taulukko 3. Lämpötilojen ja suolapitoisuuksien keskiarvot ja niiden keskihajonnat fladat/kluuvijärvet- ja salmet/kannakset-ryhmiin luokitelluilla alueilla vuonna 2007.

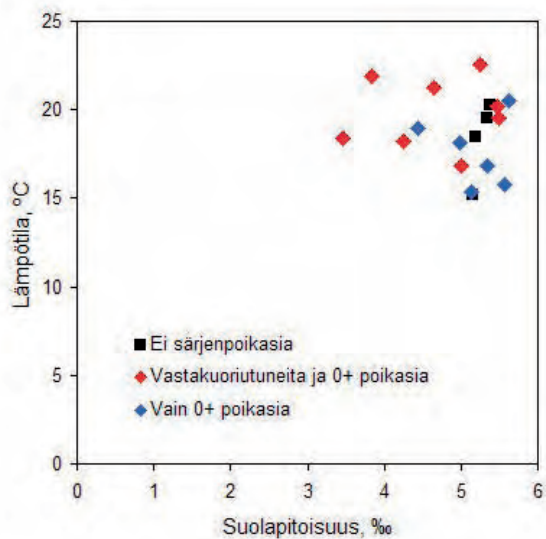
	Lämpötila (°C)	Suolapitoisuus (‰)
Fladat/kluuvijärvet	19,0 ± 2,1	4,7 ± 0,8
Salmet/kannakset	18,6 ± 2,3	5,2 ± 0,3

selittää veden huono vaihtuvuus suljetuissa fladoissa ja kluuvijärvissä, joissa makean veden valuman vaikutus kasvaa ja pitää veden suolapitoisuuden ympäröiviä merialueita hieman matalampana.

Laboratoriokokeiden mukaan suolapitoisuus rajoittaa särjen lisääntymistä (Jäger ym. 1981, Klinkhardt ja Winkler 1989). Myös viimeaikaisten RKTL:n kartoitusten mukaan särki lisääntyy Suomen lounaisella merialueella vain rannanläheisillä ruovikkoalueilla, joissa suolapitoisuus on toukokuussa särjen kutuaikaan alle 4 ‰ ja makean valumaveden vaikutus on suuri. Tässä tutkimuksessa vastakuoriutuneita särjenpoikasia löytyi viideltä flada/kluuvijärvi-toimenpidealueelta (10, 11, 13, 15, 16) ja kolmelta salmi/kannas-alueelta (6/8, 12, 14). Näiden lisäksi 0+ -särjenpoikasia löytyi lisää vielä yhdeltä flada-alueelta (7) sekä viideltä salmi/kannas-alueelta (2, 3, 4, 18, 19). 0+ -särjenpoikaset olivat yleisimpiä alueilla 10 (keskimäärin 530 yksilöä/nuotanveto), 11 (keskimäärin 76 yksilöä/nuotanveto), 12 (keskimäärin 303 yksilöä/nuotanveto) ja 14 (keskimäärin 34 yksilöä/nuotanveto). Alueilla, joilta särjenpoikasia löytyi, suolapitoisuus oli 3,5–5,6 ‰ kesäkuun lopulla–heinäkuussa 2007 (kuva 5). Kaikilla näillä alueilla kasvoi myös ruovikkoa ja muuta tiheää vesikasvillisuutta. Osassa alueita, joista löytyi



Kuva 5. Veden suolapitoisuuden keskiarvot tutkimusalueilla vuosina 2004 ja 2007.



Kuva 6. Suolapitoisuuden ja lämpötilan yhteys vastakuoriutuneiden ja 0+ -särjenpoikasten esiintymiseen.

särjenpoikasia, suolapitoisuus oli vielä kesä–heinäkuussa alle 4 ‰ (kuva 6). Näillä mittauksilla matalan suolapitoisuuden yhteys särjen lisääntymiseen vaikuttaa heikolta, mutta tilannetta vääristää liian myöhäinen suolapitoisuuden mittausaika. Matalissa merenlahdissa suolapitoisuus on matalimmillaan toukokuussa särjen lisääntymisaikaan sulamisvesien vuoksi ja niistä aiheutuvasta valumapiikistä, ja suolapitoisuus kohoaa kesän mittaan. Alueilla, joilla särjen 0+ -poikasia oli runsaasti, suolapitoisuus on ollut todennäköisesti matala (alle 4 ‰) toukokuun alussa.

4. Johtopäätökset

Kunnostetuilla alueilla on edellytyksiä kalojen kutu- ja poikastuotannolle, sillä kaikilta alueilta löydettiin sekä vastakuoriutuneita että 0+ -kalanpoikasia. Alueilla lisääntyi tai löytyi poikasina yhteensä 18 kalalajia, joista 6 kuuluu talouskaloihin. Kaikilla 18 alueella esiintyi vesikasvillisuutta, mikä on tärkeää kasvillisuuden seassa viihtyvälle 0+ -poikasille (Hudd ja Kålx 1997).

Kahdeksan toimenpidealuetta luokiteltiin flada/kluuvijärvi-tyyppiin ja kymmenen salmi/kannas-tyyppiin. Lajirunsaus oli samankaltainen sekä fladoissa/kluuvijärvissä että salmissa/kannaksissa, vaikka fladoissa ja kluuvijärvissä odotettiin olevan vähemmän lajeja kuin salmissa ja kannaksissa. Voidaan olettaa, että sulkeutuneissa fladoissa ja kluuvijärvissä on ollut suppea lajisto ennen ruoppauksia. Kunnostustoimina kaivetut kanavat ovat saattaneet avata tien useammille kalalajeille fladoihin ja kluuvijärviin ja siten siellä saattaa nyt lisääntyä useampi laji kuin ennen toimenpiteitä.

Poikasmäärät osoittautuivat odotetusti suuremmiksi salmiin ja kannaksiin kuuluvilla toimenpidealueilla: 0+ -poikasten kokonaissaalis oli melkein kolminkertainen salmissa ja kannaksissa fladoihin ja kluuvijärviin verrattuna. Myös 0+ -poikasten keskimääräinen tiheys oli yli kaksinkertainen salmissa/kannaksissa verrattuna fladojen ja kluuvijärvien poikastiheyksiin. Poikasmäärän perusteella mitattuna kalojen lisääntymisolosuhteet vaikuttavat olevan suotuisimmat salmi- ja kannasalueilla verrattuna fladoihin ja kluuvijärviin, mutta tämän seurannan perusteella ei voi sanoa johtuuko ero alueiden paremmasta saavutettavuudesta vai kalanpoikasten suuremmasta eloonjäännistä.

Kolmipiikin-, särjen-, ahvenen- ja tokenpoikaset olivat runsaimpia 0+ -poikasten saaliissa. Fladoissa ja kluuvijärvissä särki ja ahven olivat valtalajeja, kun taas salmissa ja kannaksissa kolmipiikin- ja tokenpoikaset olivat yleisimpiä. Talouskalalajien, hauen-, ahvenen-, kuhan- ja silakan 0+ -poikasten osuus kokonaissaalista oli 14 % ja niistä suurempi osa (62 %) saatiin salmi- ja kannasalueilta. Talouskaloista ahvenenpoikaset olivat ylivoimaisesti runsain ryhmä.

Kunnostustoimien vaikutuksia alueiden kalantuotantoon on vaikea arvioida, koska toimenpiteitä edeltävän tilanteen tiedot puuttuvat. Matalat merenlahdet lämpenevät keväisin nopeasti ja ovat yleensä tärkeitä lämpimän veden kalojen lisääntymisalueita ja nuoruusvaiheiden elinympäristöjä. Kalojen lisääntyminen lahtialueilla edellyttää, että yhteys mereen on auki, jotta aikuiset kalat pääsevät nousemaan kudulle. Myös vedenlaadun ja ympäristöolosuhteiden on oltava riittävän hyvät, jotta poikaset kuoriutuvat ja selviytyvät menestyksekkäästi poikas-

vaiheesta. Kunnostuksissa kaivetut kanavat toimivat parhaimmillaan myös kalateinä suljetuihin merenlahtiin ja siten flada/kluuvijärvi-tyyppisillä toimenpidealueilla kunnostukset ovat voineet vaikuttaa positiivisesti kalojen lisääntymisolosuhteisiin ja edelleen alueen kalakantoihin avaamalla uusia, suotuisia lisääntymisalueita kalojen käyttöön. Toimivien kalateiden puolesta todistavat havainnot mm. vastakuoriutuneista mateenpoikasista, jotka ovat menestyksekkäästi levinneet viiteen kahdeksasta flada- ja kluuvijärvi-alueesta. Fladoissa ja kluuvijärvissä veden keskilämpötilat olivat hieman salmialueita korkeampia, joka myös osoittaa niiden sopivuuden ainakin lämpimän veden kalojen lisääntymis- ja poikasalueeksi. Toisaalta poikasmäärät jäivät fladoissa ja kluuvijärvissä pienemmiksi, joten alueet eivät ehkä kykene pitämään yllä kovin runsasta poikastuotantoa. Salmiin ja kannaksiin lukeutuvilla alueilla veden vaihtuvuus ja kalojen liikkuvuus oli todennäköisesti mahdollista jo ennen kunnostustoimenpiteitä. Näillä paikoilla ruopatut kanavat ovat tuskin parantaneet kalojen lisääntymisoloja, vaan mahdollisesti jopa heikentäneet niitä samentamalla vettä ainakin paikallisesti. Ruoppaukset on useassa tapauksessa toteutettu kalastovaikutusten kannalta tarpeettoman syvinä. Suurempi ruoppauskanava avaa toimivan veneväylän mutta samentaa vettä kalojen kannalta tarpeettoman paljon. Turhan syvä ruoppauskanava lisää myös veden virtausta, jonka seurauksena veden lämpötila vaihtelee merenlahdella ja voi laskea lämpimän veden kalanpoikasille haitallisen matalaksi.

Kiitokset

Kiitokset Johan Ahlqvistille, Andreas Blomille, Marika Granlundille, Eva Högforsille, Heidi Ingmanille, Britt-Marie Jakobssonille, Nina Jungnellille ja Veera Vuorenpäälle avusta kentätöissä.

Viitteet

- Cyr, H., Downing, J. A., Lalonde, S., Baines, S.B. & Pace, M. L. 1992. Sampling larval fish populations: Choice of sample number and size. *Transactions of the American Fisheries Society* 121: 356–368.
- Hudd, R., Urho, L. & Hildén, M. 1983. Occurrence of burbot, *Lota lota* L., larvae at the mouth of Kyrönjoki in Quarken, Gulf of Bothnia. *Aquilo Serie Zoologica* 22: 127–130.
- Hudd, R. & Kålx, P. 1997. 0+ kalanpoikasten esiintyminen ja 0+ kalanpoikasten esiintymisbiotoopit Kyrönjoen alaosalla. *Suomen Ympäristö* 144. 85 s.
- Jäger, T., Nellen, W., Schöfer, W. & Shodjai, F. 1981. Influence of salinity and temperature on early life stages of *Coregonus albula*, *C. lavaretus*, *R. rutilus* and *L. lota*. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International pour L'Exploration scientifique de la Mer Medeterranee* 178: 345–348.
- Klinkhardt, M.B. & Winkler, H.M. 1989. Einfluss der salinität auf die Betrachtungs- und Entwicklungsfähigkeit der Eier von vier Süßwasserfischarten Plötz (*Rutilus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) and Zander (*Stizostedion lucioperca*). *Wissenschaftliche Zeitung Universität Rostock, N-Reihe* 38: 23–30.
- Lappalainen, A., Härmä, M. & Urho, L. 2005. Hauen, mateen ja särjen pienpoikasten esiintyminen Tammi-

- saaren kaupungin eri asteisesti rehevillä lähivesillä keväällä 2005. Raportti, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 16 s.
- Lappalainen, A. & Urho, L. 2006. Young-of-the-year fish species composition in small coastal bays in the northern Baltic Sea, surveyed with beach seine and small underwater detonations. *Boreal Environment Research* 11: 431–440.
- Lehtonen, H. & Hudd, R. 1988. The importance of estuaries for the reproduction of freshwater fish in the Gulf of Bothnia. *Julkaisussa: van Densen, W.L.T., Steinmetz, B. & Hughes, R.H. (toim.), Management of freshwater fisheries: s. 82-89. Pudoc Wageningen 1990. 649 s.*
- Sydänoja, A. 2008. Saaristomeren ja Selkämeren fladat. *Lounais-Suomen Ympäristökeskuksen raportteja* 1/2008. 69 s.
- Urho, L., Hildén, M. & Hudd, R. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Environmental Biology of Fishes* 27: 273–283.
- Urho, L. 1997. Fish larvae indicating biodiversity. – *Abstract of IX International Congress of European Ichthyologists (CEI 9) "Fish Biodiversity", Napoli-Trieste, Italia, s. 95.*
- Urho, L. 2002. The importance of larvae and nursery areas for fish production. Väitöskirja. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Helsingin yliopisto. 118 s.

Liite 1. Käytetyt menetelmät

Kahdentyyppisiä tutkimusalueita

Tutkimus toteutettiin 18 tutkimusalueella. Näistä eteläisimmän ja pohjoisimman tutkimusalueen välimatka oli noin 60 km. Tutkitut alueet jakautuvat kahteen päätyyppiin: salmiin/kannaksiin ja fladoihin/kluuvijärviin. Salmi- tai kannastyypisiin alueisiin on ruopattu kanava, jonka molemmat suuaukot avautuvat merelle (kuva 1). Fladoihin tai kluuvijärviin on ruopattu kanava, joka yhdistää muuten melko eristyneen merenlahden merelle (kuva 2). Salmi/kannastyypisillä toimenpidealueilla näytteenottoalueet rajattiin nuottauksia varten ulottumaan noin 500 metriä toimenpidekanavien suuaukoista molempiin suuntiin niin, että seuranta toteutettiin toimenpidealueiden eli ruopattun kanavan välittömässä läheisyydessä (kuva 1). Fladat/kluuvijärvet käsiteltiin jokainen yhtenä näytteenottoalueena (kuva 2). Näytteenottoalueen rajat digitoitiin paikkatietomenetelmin ja vesipinta-alat laskettiin ArcGIS-ohjelmalla (taulukko 1).



Kuva 1. Salmi/kannas-tyyppin alue, jossa meri avautuu kanavan molemmille puolille (alue 18). Kuvaan on merkitty toimenpidekanavan suulta 500 m säteellä rajattu seuranta-alue (Maanmittauslaitoksen kartta)



Kuva 2. Flada/kluuvijärvi-tyyppin alue (alue 11), joka käsiteltiin yhtenä seuranta-alueena (Maanmittauslaitoksen kartta).

Taulukko 1. Toimenpidekanavien koordinaatit (KKJ-peruskoordinaatisto), näytteenottoalueiden vesipinta-alat, toimenpidekuvaukset ja toteutusvuodet, veden suolapitoisuudet sekä tieto halkooko tie toimenpidealueen, esitettyinä erikseen salmissa ja kannaksissa sekä fladoissa ja kluuvijärvisä.

Salmi/kannas-tyypin alueet

Alue	Sijainti (P/lat)	Sijainti (l/lon)	Pinta-ala (ha)	Toimenpidekuvaus	Toimenpide-vuosi	Suola-pitoisuus (‰)	Tie halkoo alueen
1	6768870	1519325	13.0	kanava ja rumpu	1997	5.0 – 5.4	X
2	6764630	1517545	19.8	kanava	1998	4.9 – 5.3	X
3	6764200	1521020	21.3	kanava ja rumpu	1998	4.2 – 5.3	X
5	6746755	1513460	3.5	kanava ja rumpu	1998	5.4 – 5.7	X
6/8	6746740	1514610	34.2	kanava, kanava ja rumpu	1998, 1997	5.2 – 6.2	X
9	6745995	1519965	20.4	kanava	1997	5.2 – 5.4	
12	6724198	1523238	17.6	kanava ja rumpu	1996	4.0 – 5.4	X
14	6719482	1526919	11.8	kanava ja rumpu	1996	5.3 – 5.5	X
18	6712434	1532201	21.0	kanava ja rumpu	1996	4.9 – 5.5	X
19	6710172	1530926	36.1	kanava ja rumpu	1998	5.2 – 5.6	X

Flada/kluuvijärvi-tyypin alueet

Alue	Sijainti (P/lat)	Sijainti (l/lon)	Pinta-ala (ha)	Toimenpidekuvaus	Toimenpide-vuosi	Suola-pitoisuus (‰)	Tie halkoo alueen
4	6753360	1512990	23.6	kanava	1998	4,9 – 5.4	
7	6744995	1513220	9.2	kanava	1998	5.5 – 5.6	
10	6729723	1520074	53.3	kanava ja rumpu	1997	4.0 – 4.6	X
11	6723345	1515578	17.8	kanava	1996	3.6 – 4.8	
13	6724465	1525266	69.8	kanava	1999	2.3 – 3.7	X
15	6715705	1520869	29.0	kanava	1998	3.5 – 3.8	
16	6714235	1520367	16.8	kanava	1996	5.2 – 5.5	
17	6710878	1527415	25.0	kanava	1996	5.3 – 5.6	

Poikasia pyydettiin useilla menetelmillä

Nuottaus pääpyyntimuoto

Poikasnuottausta käytettiin tämän seurantatutkimuksen päämenetelmänä (kuva 3). Nuottaamalla tutkittiin ensimmäistä kesäänsä elävien (0+) kalanpoikasten esiintymistä rannanläheisessä vedessä vuosina 2003, 2004 ja 2007. Saaliiksi saatiin myös toisen kesän poikasia (1+) ja sitä vanhempia kaloja. Poikasnuotan vetonarujen pituus oli 20 m, siipien pituus ylä- ja alapaulassa 9 m, perän pituus 3,5 m ja perän syvyys 2,5 m. Nuotanvedon pinta-alan laskeminen perustui oletukseen, jonka mukaan vetovaiheessa nuotan keskimääräinen pyyhkäisyveys oli 5 m. Tällöin yhden nuotanvedon pinta-alaksi 20 m vetoköysillä tuli 100 m². Solmuväli siivissä oli 5 mm ja perässä 1 mm, joten nuotta pyysi hyvin melko pieniäkin kalanpoikasia. Nuotta asetettiin veteen soutamalla ja vedettiin joko kasvillisuuteen ankkuroituun veneeseen tai rantaan käsivoimin 20 m pitkillä köysillä.

Nuottaukset tehtiin 1.–17.7.2003, 1.–26.7.2004 ja 26.6.–11.7.2007 aloittaen joka vuosi eteläisimmistä alueista. Vuosittain vedettiin kaikilla alueilla 7–14 apajaa arvotuissa paikoissa. Nuottaukset tapahtuivat päivällä klo 9–21. Veden syvyys, pohjan tyyppi ja kasvillisuus nuottauspaikalla kirjattiin ylös. Kalasaalis erotettiin nuotan perälle kerääntyneestä materiaalista käsin poimimalla. Kalat jaoteltiin jo pyyntipaikalla saman vuoden poikasiin (0+) ja vanhempiin kaloihin ($\geq 1+$). Vanhemmat kalat määritettiin lajilleen ja laskettiin paikan päällä. Saman vuoden poikaset säilöttiin 70 % etanoliin ja laskettiin myöhemmin laboratoriossa. Nämä kalanpoikaset määritettiin lajitasolle, paitsi hieta- ja liejutokon poikaset, jotka yhdistettiin ryhmään tokot ja särkikaloihin kuuluvat lahnat ja pasurit, jotka yhdistettiin ryhmään lahna/pasuri (LaPa).

Nuottaustuloksista laskettiin yksikkösaaliit lajeittain (yksilömäärä/nuotanveto, CPUE). Kunkin tutkimusalueen yksikkösaalis laskettiin erikseen saman vuoden poikasille ja sitä vanhemmille poikasille. Tarkastelussa on mukana kolmena vuonna vedetyt yhteensä 639 nuottanvetoa. Erot yksikkösaalissa toistojen välillä voivat 0+ -poikasten nuottauksissa olla suuria ja siksi tilastollisen tarkkuuden selvittämiseksi laskettiin keskiarvon variaatiokerroimet eri lajien yksikkösaaliille Cyr ym:n (1992) mukaan. Variaatiokerroin (%) osoittaa kuinka paljon havaintoarvojen keskihajonta on havaintoarvojen keskiarvosta ($CV\bar{x} = s * \bar{x}^{-1} n^{-0.5}$, jossa \bar{x} = keskiarvo, s = keskihajonta ja n = näytemäärä).

0+ -kalanpoikasyhteisön monimuotoisuutta eli lajirunsautta ja lajisuhteita arvioitiin alueittain ja fladat/kluuvijärvet- ja salmet/kannakset -ryhmissä tarkastelemalla lajimäärää. Monimuotoisuutta kuvataan yleensä monimuotoisuus-indeksillä, mutta sen käyttö poikasyhteisöjä kuvattaessa on ongelmallista. Monimuotoisuus-indeksi ei kerro esiintyykö laji harvalukuisena luontaisista syistä tai ympäristömuutoksen vuoksi (Hudd ja Kålx 1997). Esimerkiksi luontaisesti harvalukuisena esiintyvä hauki vaikuttaa aina negatiivisesti monimuotoisuus-indeksin arvoon. 0+ -poikasten esiintymistiheyksiä arvioitiin yksikkösaaliiden sekä nuotan pyyhkäisy-pinta-alan perusteella.



Kuva 3. Poikasnuotan veto veneeseen (kuva: Andreas Blom/RKTL).

Heittohaavilla vastakuoriutuneita poikasia

Heittohaavia käytettiin poikasnuottausta täydentävänä menetelmänä. Heittohaavilla pyrittiin pyydystämään eri kalalajien varhaisvaiheen poikasia mahdollisimman kattavasti. Heittohaavi sopii pyyntimenetelmäksi lajeille, joiden vastakuoriutuneet poikaset viihtyvät kuoriuduttuaan rannan läheisyydessä avoimessa vedessä. Heittohaavin silmäkoko on 300 cm ja suuaukko 44 cm. Heittohaavin pussina käytettiin GULF V-poikaspyydyksen pussia, joka oli varustettu keräilypullolla.

Heittohaavia käytettiin vuonna 2003 aluetta 17 lukuun ottamatta kaikilla alueilla. Näytteitä kerättiin 7.5.–13.6.2003 kullakin tutkimusalueella 2–3 kertaa. Yhdellä näyteenotokerralla saatiin 1–7 näytettä molemmin puolin toimenpidealuetta ja kanavaa. Näyte kerättiin heittämällä haavi viuhkassa noin 10 m päähän rannasta. Haavi vedettiin narulla välittömästi takaisin, jolloin näyte kerättiin aivan pintavedestä. Pyydytyt 0+ -poikaset säilöttiin 70 % etanoliin ja laskettiin myöhemmin laboratoriossa. Muut lajit määritettiin lajitasolle, paitsi piikkikalojen poikaset, jotka yhdistettiin ryhmäksi piikkikalat. Särkikaloista vain särjet määritettiin lajilleen, muut särkikalat yhdistettiin ryhmäksi muut särkikalat. Tässä loppuraportissa heittohaavipyynnin tulokset yhdistettiin valkolevy- ja kauhamenetelmällä saatuihin on/ei-tietoihin vastakuoriutuneiden kalanpoikasten esiintymisestä.

Valkolevy havainnointiin ja kauha kasvillisuuden sekaan

Valkolevy- ja kauhamenetelmää (Hudd ym. 1983, Urho ym. 1990, Urho 1997) käytettiin poikasnuottausta ja heittohaavia täydentävänä menetelmänä. Menetelmä soveltuu vastakuoriutuneiden kalanpoikasten tutkimukseen kasvillisuudeltaan usein tiheässä ja matalassa rantavedessä, kun tieto poikasten esiintymisestä riittää. Valkolevyn (halkaisija noin 20 cm) toiminta perustuu pienten, pituudeltaan noin 6–20 mm, kalanpoikasten erottumiseen vedestä, kun varren päähän asennettua valkoista muovilevyä liikutellaan varovasti 20–30 cm syvyydessä (kuva 4). Vastakuoriutuneet kalanpoikaset ovat muutaman viikon ikään asti suhteellisen heikkoja uimareita, joten niiden havainnointi onnistuu valkolevyllä. Ruovikon tms. kasvillisuuden muuttuessa tiheäksi valkolevyn käyttö vaikeutuu ja kalanpoikasten etsintä on helpompi tehdä kauhalla, jolla on mahdollista pyydystää poikaset tiheästäkin kasvillisuudesta kauhaisemalla nopeasti vettä. Valkoisesta, yleensä kahden litran vetoisesta kauhasta tummat poikaset ja mätimunat erottuvat hyvin (kuva 5).

Varhaisvaiheen kalanpoikasten seuranta valkolevy- ja kauhamenetelmällä tehtiin jokaisena seurantavuotena yhdestä kolmeen kertaan kullakin toimenpidealueella. Ajankohdat olivat 7.5.–13.6.2003, 28.4.–11.5.2004 ja 30.5.–21.6.2007. Näytepaikkojen lukumäärä oli 3–11 kullakin toimenpidealueella. Näytteitä kerättiin potentiaalisen näköisistä, ruovikkoisista maa- ja hauenpoikasten elinympäristöistä. Näytteitä otettiin sekä toimenpidekanavassa että kanavan kummankin pään ulkopuolella. Yleensä poikaset vapautettiin lajintunnistuksen jälkeen pyyntipaikkaansa. Särkikaloista otettiin kuitenkin muutama näytteeksi, säilöttiin 70 % etanoliin ja määritettiin lajilleen myöhemmin laboratoriossa. Muut lajit määritettiin lajitasolle, paitsi piikkikalojen poikaset, jotka yhdistettiin ryhmäksi piikkikalat. Särkikaloistakin vain särjet määritettiin lajilleen, muut särkikalat yhdistettiin yhdeksi ryhmäksi.



Kuva 4. Kalanpoikasten pyydystys valkolevy- ja kauhamenetelmällä (kuva: Meri Härmä/RKTL).



Kuva 5. Kolme hauenpoikasta ja kaksi piikkikalanpoikasta erottuvat tummina selkeästi valkoisesta kauhasta (kuva: Meri Härmä/RKTL).

Ilmakuvat apuna alueiden kehityksen seurannassa

Hankkeen yhteydessä otettiin ilmakuvia alueista, jotta tapahtuneita muutoksia voitaisiin tarkastella tulevaisuudessa (taulukko 2). Ilmakuvia ei ole tässä raportissa tarkemmin analysoitu, vaan ne otettiin vertailukohdaksi tulevaisuutta varten.

Taulukko 2. Vuoden 2004 ilmakuvausten tiedot.

Päivämäärä	Spektraalinen resoluutio	Lento-korkeus	Resoluutio	Geokoodaus ja oikaisu	Tarkkuus
13.5.	Näkyvä valo	260–275 m	~25 cm	Polynomiaali, MML-maastotietokanta (vektoritiedot)	± 2 m
21.–22.7.	Punaisen, vihreän ja infrapunaisen valon aaltopituudet	290–295 m	~50 cm	Orto-oikaisu, EnsoMOSAIC, tukikoordinaatteina lentokoneesta otetut GPS-koordinaatit	± 0,2 m tunnetut kohteet

Pintaveden lämpötila ja suolapitoisuus mitattiin

Pintaveden suolapitoisuus ja lämpötila mitattiin nuottaus- ja kauhanäytteenottojen yhteydessä osalla toimenpidealueista vuonna 2004 ja kaikilla alueilla vuonna 2007. Veden lämpötilan ja suolapitoisuuden keskiarvojen eroja fladat/kluuvijärvet- ja salmet/kannakset-ryhmien välillä testattiin tilastollisesti yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Tilastotestit tehtiin SAS Enterprise Guide 4.1 tilasto-ohjelmalla.

Liite 2. Näytealojen kuvaukset

<http://www.rktl.fi/julkaisut/c/3/> (pdf 4,7 mb)

Liite 4.

Kesänvanhojen poikasten yhteenlasketut yksikkösaaliit (yksilöä/nuotanveto) flada/kluuvijärvi- ja salmi/kannas-ryhmissä sekä yhteenlaskettu yksikkösaalis lajeittain. Poikaset on pyydetty poikasnuotalla kesä-heinäkuussa vuosina 2003, 2004 ja 2007.

	Flada/kluuvijärvi	Salmi/kannas	Yhteensä
Kolmipiikki	130.2	1956.7	2086.9
Särki	787.8	356.3	1144.1
Ahven	270.2	276.0	546.2
Tokot	4.6	532.4	537.0
Silakka	2.5	87.7	90.2
Kuore	5.7	29.4	35.1
Kymmeniikki	8.3	40.7	49
Salakka	5.5	21.8	27.3
Ruutana	3.2	0	3.2
Hauki	2.1	0.3	2.4
Lahna/pasuri	1.4	0.1	1.5
Suutari	0.5	0.1	0.6
Kiiski	0	0.01	0.01
Kuha	0	0.001	0.001
Sorva	0.001	0	0.001
Mutu	0.001	0.001	0.001

Liite 5.

1+-ikäisten ja sitä vanhempien kalojen yksikkösaaliit (yksilöä/veto eli yksilöä/100 m2) lajeittain flada/kluuvijärvi- ja salmi/kannas-ryhmissä. Kalat on pyydetty poikasnuotalla heinäkuussa vuosina 2003, 2004 ja 2007.

Flada/kluuvijärvi-typin alueet

	4	7	10	11	13	15	16	17
Hauki		0.03	0.04	0.26	0.04	0.1	0.2	
Ahven	1.1	10.2	0.5	6.4	0.6	3.9	2.5	3.2
Kuha		0.03						
Kiiski		0.5		0.1				0.3
Tokot	0.04							
Kolmipiikki	28.4	0.1		0.2				0.1
Kymmenpiikki	17.8	12.2					0.04	0.1
Särki	1.1	7.3	1	16.8	0.6	10.1	15.4	13.0
Salakka	10.7	13.7	0.4	28.0	2.3	18.9	18.1	39.4
Lahna/pasuri	0.1	2.9		2.7		1.9	0.6	0.8
Suutari				0.04				0.1
Sorva	0.2	0.7	0.04	0.9	0.3	0.1	0.2	0.4
Ruutana		0.03	0.04	0.2	0.04			
Säyne		0.03		0.1	0.2	0.04	0.1	
Siloneula		0.1						
Yhteensä	59.4	48.3	2.0	55.8	4.0	35.5	37.5	57.6

Salmi/kannas-typin alueet

	1	2	3	5	6/8	9	12	14	18	19
Hauki	0.03		0.1		0.1	0.03	0.2	0.03	0.1	0.2
Ahven	4.7	0.5	2.5	7.3	4.7	7.9	7.1	1.1	1.2	1.6
Kuha										
Kiiski	0.1		0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.4	0.03
Tokot	0.1	0.1	0.03		0.1		0.1			0.03
Kolmipiikki	1.9	1.8	4.8	0.5	1.1	0.6	0.1		0.1	0.5
Kymmenpiikki	27.6	6.7	4.8	27.7	3.7	5.3			0.03	0.1
Särki	21.2	1.3	5.7	2.8	8.2	8.6	9.9	7.5	18.3	11.3
Salakka	24.2	2.4	11.0	35.8	42.4	97.8	32.9	58.1	48.8	29.3
Lahna/pasuri	0.4	0.04		1.5	0.7	0.1	0.6	2.3	0.6	0.5
Suutari										
Sorva	0.1		2.1	0.2	0.1		0.3	0.6	0.1	0.03
Ruutana										
Säyne	0.1		0.03	0.1			0.1	0.1		0.03
Siloneula					0.1					0.1
Yhteensä	80.7	12.9	31.0	77.6	62.1	121.1	51.4	70.0	70.3	43.9



JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0205 7511, faksi 0205 751 201

www.rktl.fi