

---

RKTL:n työraportteja 6/2011

# Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa

Tekijät: Lauri Urho

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2011

---



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2011

ISBN 978-951-776-824-5 (Verkkójulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkójulkaisu)

RKTL 2011

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Lauri Urho			
<b>Nimeke</b> Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa			
<b>Vuosi</b> 2011	<b>Sivumäärä</b> 111	<b>ISBN</b> 978-951-776-824-5	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> Kalantutkimusyksikkö			
<b>Hyväksynyt</b> Martti Rask, kalantutkimusyksikkö			
<b>Tiivistelmä</b> Tutkimuksessa on esimerkkien avulla tuotettu tietoa siitä miten rannikon kalakannat ja kalasto sekä kalastus ovat muuttuneet ja tulevat mahdollisesti muuttumaan ilmaston muutoksen seurauksena. Lämpimät kesät tuottavat hyviä ahven- ja kuhavuosisiluokkia, jotka normaalisti näkyvät parempina saaliina noin 4-10 vuoden kuluttua. Siika- ja madekannat sen sijaan ovat kärsineet ja niiden saaliit vähentyneet lämpiminä jaksoina ja niiden jälkeen. Paitsi kohonneet lämpötilat yleisesti, niin myös rehevöityminen yhdessä talvisen lämpökuorman takia ovat muodostaneet epäedullisemmat olosuhteet näille lajeille, joiden lisääntyminen tapahtuu kylmän veden aikana. Lisäksi tarkasteltiin vieraslajitilannettamme ja siinä tapahtuneita muutoksia. Uusimmista lajeista mustatäplätokko ja hopearuutana ovat voimakkaasti runsastumassa rannikollamme.			
<b>Asiasanat</b> ilmastonmuutos, kalakannat, vieraslajit			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/kalasto_ilmastonmuutos.pdf">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/kalasto_ilmastonmuutos.pdf</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Lauri Urho, etunimi.sukunimi@rktl.fi			
<b>Muita tietoja</b> Loppuraporttia varten tietoja ovat tuottaneet useat henkilöt. Tekijäksi on merkitty vain Lauri Urho, joka on koonnut tiedot, tekstin ja johtopäätökset, sillä muut mukana olleet eivät ole voineet ajan puutteen takia vaikuttaa kaikkien eri osien sisältöön ja siten vastata koko sisällöstä. Riikka Puntila (RP) ja Jussi Pennanen (JP) ovat varsinaisesti ottaneet osaa myös kirjoitustyöhön; JP lähinnä vieraslajien osalta ja RP ympäristömuuttujien sekä saalistietojen vertailussa. RP on lisäksi vastannut pitkälti kuvien piirtämisestä, aineiston tilastollisesta ja muusta käsittelystä yhdessä Zeynep Peckan-Hekimin kanssa. Richard Hudd on osallistunut potentiaalisia vieraslajeja, madetta ja siikaa käsittelevien osien valmistumiseen. Lari Veneranta osallistui siikaosaan ja potentiaalisiin vieraslajeihin. Outi Heikinheimo, Jari Raitaniemi ja Heikki Auvinen ovat osallistuneet kuha-, ahven- ja siikaosaan. Jyrki Lappalainen osallistui kuhaosaan ja Hannu Lehtonen sampia käsittelevään osaan.			

# Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>Yhteenveto</b>	<b>7</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>11</b>
1.1. Yleistä ilmastonmuutoksesta	11
1.1.1. Ilmastonmuutos Suomessa	11
1.1.2. Muutoksia ja mitä niistä seuraa?	11
1.2. Hankkeen tavoitteet	12
1.3. Menetelmät	12
1.3.1. Historian näkökulma	14
1.3.2. Saalistiedot	15
1.3.3. Lisääntyminen	15
1.3.4. Vieraslajit ja levittäytyjät	15
1.4. Ympäristömuutoksesta Itämeressä	15
1.4.1. Lämpenemistä lähes kaikkialla meressä	15
1.4.2. Jääpeite hupenee lämpimien vuosien mukana	24
1.4.3. Suolapitoisuus pulsseista ja virtaamista	25
1.4.4. Rehevyyden kuvaajat	28
<b>2. Ilmasto kalaston ja kalakantojen muokkaajana</b>	<b>30</b>
2.1. Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa	30
2.2. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia rannikon kalojen levinneisyyteen, kannan kokoon ja saaliisiin, esimerkkeinä kuha, siika, ahven ja made	31
2.2.1. Kuha ja sen kalastus hyötyvät lämpenemisestä	31
2.2.2. Ahvenen hyötymiselle useita käyttäjiä	40
2.2.3. Made ja sen kalastus kärsineet	47
2.2.4. Siiat sinnittelevät – istutuksista saalista	56
2.2.5. Useimmat särkikalat hyötyvät lämpenemisestä	65
2.2.6. Kilohaili näyttäisi hyötävän lämpimämmistä talvista	66
2.2.7. Kampelasaaliit pohjalukemissa	67
2.2.8. Nokkakala on alkanut lisääntyä Suomen rannikolla	69
2.2.9. Mahdollisia muita etelästä levittäytyviä lajeja	70
2.2.10. Joesta mereen levittäytyminenkin mahdollista	71
2.3. Vieraslajitilanne nykyisten ja joidenkin potentiaalisten lajien osalta	71
2.3.1. Nykyiset vakiintuneet vieraslajit ja niiden tilanne	72
2.3.2. Mustatäplätokko tuli jäädäkseen	72
2.3.3. Hopearuutana lisääntyy tehokkaasti, hyötyy lämmöstä ja rehevyydestä	75
2.3.4. Piikkimonna sinnittelee lähinnä sisävesissä	78

2.3.5. Sampikaloissa vierailevia vieraslajeja	80
2.3.6. Viisiipiikki - harvinaisena harmiton	82
2.3.7. Allikkosalakkaa levitetty harmittomana	83
2.3.8. Karppeja istutettuna järvissä ja merialueella muutamilla alueilla	83
2.3.9. Puronieriä on vieraslajistrategiassa luokiteltu haitalliseksi	83
2.3.10. Kirjolohi viljelyssä ja istutettuna	83
2.3.11. Peledsiika	84
2.3.12. Harmaanieriä	84
2.4. Potentiaalisimmat uudet tulokaskalalajit	84
2.4.1. Putkikuonotokko ( <i>Proterorhinus marmoratus</i> )	85
2.4.2. Rohmutokko ( <i>Percottus glenii</i> )	86
2.4.3. Muita mahdollisia lajeja	86
<b>3. Mitä muutokset tarkoittavat ja miten sopeutua muutoksiin?</b>	<b>87</b>
3.1. Alkuperäislajien hyötyjät saaliiksi kantokyvyn puitteissa ja häviäjille tukitoimia muita paineita helpottamalla	87
3.1.1. Kuhakantojen järkevä käyttö turvattava	87
3.1.2. Ahvenkantojen hyödyntämisessä soveltamista	90
3.1.3. Madekantojen tarkkailu syytä käynnistää ja ehkä hoitokin	92
3.1.4. Kampelakantojen tulevaisuus epäselvä	95
3.1.5. Kilohailin runsastumisen yhteys lämpimiin talviin lisätutkimusta samoin kuin sen merkitys ekosysteemitasolla	96
3.1.6. Muut kalat	96
3.1.7. Kriittisiä arvoja lämpötiloissa	96
3.2. Uhanalaiset lajit puristuksessa	96
3.2.1. Siikakannat hälyttävän uhanalaisia	96
3.2.2. Harjus meressä – menetettykö?	98
3.3. Vieraslajien levittäytyminen kiihtymässä	98
3.3.1. Hopearuutana uhkana sisävesien kalastolle	98
3.3.2. Mustatäplätokkoa kannattaisi tarkkailla	99
3.3.3. Pitäisikö piikkimonna saada hyötykäyttöön?	99
3.3.4. Vieraslajeja tulossa	99
3.4. Sopeutumiseen huomioita ja toimenpidetarpeita	99
<b>4. Alan tietoaikkoja ja mihin tutkimusta tulisi suunnata</b>	<b>100</b>
4.1. Ilmastonmuutoksen seurannan kehittäminen	100
4.2. Kalakantaseurannan kehittäminen	100
4.3. Vaikutukset kalayhteisöön ja ekosysteemiin selvitettävä	100
4.4. Merikalakantojen ja eliöyhteisö tason muutoksia seurattava	101
<b>5. Viitteet</b>	<b>102</b>

<b>6. Liitteet</b>	<b>106</b>
6.1. Julkaisut, käsikirjoitukset ja tiedottaminen	111

## Yhteenveto

Ilmastonmuutoksen myötä Itämeren olosuhteissa on jo tapahtunut suuria muutoksia, jotka heijastuvat sekä kalakantoihin että kalastukseen. Suomenlahdella ja Saaristomerellä meriveden pintalämpötila kasvukaudella on arviomme mukaan noussut noin 0,8-0,9 astetta siirryttäessä 1980-luvulta 2000-luvulle. Meriveden pintalämpötila on kaikilla merialueillamme noussut, paitsi kasvukaudella niin myös talvella, ja jääpeitteisyysaika on samalla vähentynyt. Suolapitoisuuden vaihtelut ovat olleet verrattain vähäisiä, mutta hienoisen nousun jälkeen suolapitoisuus laski viime vuosisadan lopussa kaikilla alueilla noin puoli promillea. Fosforipitoisuudet ovat viime vuosikymmeninä olleet eteläisimmillä alueilla selvästi korkeimpia ja niiden vaihtelut suurempia kuin pohjoisemmilla alueilla. Saaristomerellä suunta näyttäisi olevan vielä rehevämpään päin. 2000-luvulla pintavesien lämpeneminen on selvästi kiihtynyt, ja varsinkin talvilämpötilat ovat kohonneet.

Kalansaaliit ovat tunnetusti vaihtelevia, ja niihin vaikuttavat merkittävästi sääolot ja ilmasto paitsi kalastuksen, niin myös kalakantojen tilan kautta. Kalakantojen tilaan vaikuttavat kalojen vuosittainen lisääntymismenestys ja lisääntymisajan olosuhteet. Saalismuutoksia tarkasteltiin ensisijaisesti jaksolla 1980–2009, mutta myös aikaisemmista muutoksista etsittiin tietoa. Made- ja siikasaaliit ovat voimakkaasti pienentyneet, kun taas ahven- ja kuhasaaliit ovat kasvaneet. Lämpimät kesät ovat tuottaneet hyviä ahven- ja kuhavuosisiluokkia ja mahdollistaneet ahven- ja kuhasaaliiden paranemisen. Kantojen kehityksessä on silti eroja merialueiden välillä. Useiden lajien kalastuksessa on viime vuosikymmenien aikana tapahtunut muutoksia, jotka näyttävät merkittävältä osin olevan seurausta ilmastonmuutoksesta, joko suoraan tai välillisesti, mahdollisesti myös kalojen muuttuneen käyttäytymisen takia. Jäätalven lyheminen ja jääpeitteen väheneminen on muuttanut kalastusaikoja ja kalapaikkoja. Pyyntiajat ovat useilla lajeilla pidentyneet.

Lämpimien kesien synnyttämät runsaat vuosiluokat ovat tuottaneet ennätyksellisiä kuhasaaliita. Parhaiden vuosien 1988 ja 1997 kuhavuosisiluokat tuottivat ammattikalastajien noin neljännesvuosisadan (1980–2007) kuhasaaliista Saaristomerellä 29 % ja Suomenlahdella 27 %. Eli ns. vahvojen vuosiluokkien osuus kuhasaaliissa on erittäin merkittävä. Vajaan asteen lämpimämmät olosuhteet viimeisen kahden vuosikymmenen aikana 1980-lukuun verrattuna voidaan arvioida antaneen noin 10 miljoonaa kiloa enemmän kuhaa merialueelta, mikä nykyisten tuottajahintojen mukaan vastaa noin 35 miljoonaa euroa.

Hyvistä kuhavuosisiluokista ja kannan koosta huolimatta kuhasaaliit ovat vuodesta 2003 alkaen laskeneet pyyntiponnistuksen vähennyttyä. Tämä johtuu osin yksilökoon pienenemisestä. Ammattikalastus ei siis ole pystynyt täysimääräisesti hyödyntämään kuhakannan kasvua. Tämä on voinut johtua osittain hylkeiden aiheuttamasta haitasta, mutta myös kuhien käyttäytyminen näyttää muuttuneen. Syy kalojen käyttäytymismuutoksiin ei ole selvillä, mutta se saattaa liittyä ilmastonmuutokseen. Uusien pyyntitapojen ja pyyntipaikkojen löytäminen sekä suurempi solmuvälisen verkkojen käyttäminen voisi auttaa ammattikalastusta, tehostaen suuremmiksi kasvaneiden kuhien pyyntiä ja vähentäen alamittaisia sekä sivusaalista. Tämän suhteen tarvitaan lisätutkimusta, joka auttaisi kalastuksen ohjaamisessa. Suurten vuosiluokkien todennäköisyys kuhakannoissa kasvaa, jos ilmastonmuutos skenaarioiden ennustukset lämpenevistä kesistä toteutuvat.

Tilastojen mukaan noin miljoona kesänvanhaa kuhaa on myös istutettu vuosittain. Suurin osa istutuksista on kuitenkin todennäköisesti väärin kohdistettuja, sillä lämpiminä vuosina istutuksia kuha-

vesiin ei juuri kannata tehdä. Jos kuhaistutuksia halutaan tehdä, niin ne kannattaisi joko tehdä kylminä kesinä tai sitten pohjoisemmille alueille, missä ei ole kuhan luonnontuotantoa.

Suomenlahdella ja Saaristomerellä kuha- ja ahvenkannat näyttävät usein tuottavan samoina lämpiminä vuosina hyviä vuosiluokkia, mutta niiden kalastuksessa on jonkin verran eroja. Ahven on mm. kalastuksen kohteena pidempään, hyvät vuosiluokat jopa 13 vuotta. Ilmastonmuutoksen myötä ahvenen kalastuskausi on pidentynyt ja kalastuksen painopisteen muuttuminen pois kutukalastuksesta on terve piirre ahvenen hyödyntämisen kannalta. Ahvenen kalastusta tulisi vielä pyrkiä sovittamaan niin, että sivusaaliiksi ei tulisi alamittaisia kuhia eikä taimenia. Usein ahvenen kalastuksessa käytetyt 38–45 mm verkot ovat sivusaaliin kannalta liian tiheitä.

Pitkään nousussa olleet ahvensaaliit ovat viime vuosina kääntyneet laskuun. Saaristomerellä jopa yksikkösaaliit ovat laskeneet. Keskimääräistä heikommät vuosiluokat 2003–2005 ja kantojen voimakas kalastus ovat paikoin pudottaneet ahvenkannan kokoa. Paitsi kalastus, niin ahvenia verottavat ainakin hylkeet, merimetsot, kuhat, hauet ja isommat ahvenet. Rehevöityminen, levien runsastuminen ja vähähappiset alueet yhdessä muuttuneiden lämpötilojen kanssa ovat saattaneet vaikuttaa ahvenen lisääntymiseen, mutta myös niiden käyttäytymiseen. Voimakkaamman rehevöitymisen haittaa ahvenkannoille ei vielä kovin hyvin tunneta ja myös kumpuamisen johdosta tapahtuvien muutosten merkitystä ahvenille olisi syytä selvittää. Kalastuksesta riippumattomia näytteitä tai arvioita tarvittaisiin, jotta voitaisiin arvioida tulevia saalismahdollisuuksia nopeammin ja tarkemmin.

Kylmänveden lajit ovat sen sijaan heikoimmassa asemassa ilmaston lämmitessä. Talvella kutevana mateen alkionkehitys on herkkä lämpötilan vaihteluille, erityisesti nousulle. Vaikka made on Suomessa yleinen järvi- ja rannikkoalueen kala, niin sitä ei esiinny Etelä-Euroopassa ja Keski-Euroopassa lähes lainkaan ja se on monin paikoin pohjoisempanakin käynyt harvinaiseksi tai jopa uhanalaiseksi. Made kärsii voimakkaasta rehevöitymisestä ja happamoitumisesta. Rannikollamme saaliit ovat myös laskeneet ennätysalhaisiksi ja ennen kutuaikaa saatu saalis on vähentynyt eniten. Mateen kalastus on keskittynyt vuodenvaihteen molemmin puolin ja leudot talvet ovat vaikeuttaneet mateen kalastusta. Perämerellä saaliskausi on selvästi pisin. Saaliiden väheneminen selittyy vain osittain pyyntiponnistuksen vähenemisellä, ja kohonneilla lämpötiloilla ja rehevöitymisellä näyttäisi myös olevan vaikutusta lisääntymisen heikkenemisen takia. Runsaimmat madevuosiluokat näyttävät syntyvän kylminä talvina. Alimmillaan madesaaliit olivatkin 2000-luvulla, jolloin talven lämpötilat ovat olleet korkeimmillaan ja toisaalta tätä edelsivät 1990-luvun niukempijäiset talvet. Mateenpyynnin tulevaisuus näyttäisi olevan kiinni kunnan talvista. Vuoden 2010–2011 talven kylmyys antaisi odottaa käännettä parempaan. Jos madesaaliit eivät huomattavasti ja pysyvästi lähde paranemaan on syytä harkita viljely- ja istutustoimia. Myös madekantojen tarkempi seuranta ja kalakantanäyden kerääminen ja analysointi olisi syytä käynnistää. Vuonna 2008 madesaalis oli kautta aikain pienin, vain 36 tonnia.

Siika on myös kylmää vettä suosivana lajina selvästi vähentynyt koko Itämeren alueella. Meilläkin kari- ja vaellussiikat on luokiteltu uhanalaisiksi. Siikojen luontainen lisääntyminen on Merenkurkun eteläpuolella selvästi heikompaa kuin pohjoispuolella ja Suomen rannikolla siikasaaliit vähenevät selvästi etelään päin. Sekä karisiika- että vaellussiikasaaliit ovat vähentyneet Pohjanlahdella. Siikasaaliiden väheneminen alkoi jo 1970–80 luvun taitteessa, mutta siikaistutusten ansiosta saaliit alkoivat taas nousta. 1990-luvulta saaliit ovat lähteneet uudelleen laskuun, vaikka merialueelle istutetaan kymmeniä miljoonia vastakuoriutuneita ja 4-8 miljoonaa kesänvanhaa siikaa vuosittain. Suomenlahdella ja Saaristomerellä istukkaat selvästi ovat parantaneet saalistasoa.



Ilmasto vaikuttaa siikakantoihin ilmeisesti lämpötilojen kautta. Myös rehevöitymisellä on vaikutuksensa, sillä siian mätimunissa alkioit kehittyvät pohjalla koko talven ja voimakas rehevöityminen voi aiheuttaa happikatoa pohjien tuntumaan. Kokeellisissa tutkimuksissa poikasten kuoriutumisen todettiin olevan mahdollista vielä Saaristomerellä ja Hankoniemen pohjoispuolella, mutta kuoriutuneiden poikasten määrä oli vähäinen. Luonnosta löydettyjen poikasten määrä oli etelässä niin ikään vähäisempi, ja joillakin alueilla lisääntymistä ei havaittu ollenkaan ja toisilla vain jonain vuosina.

Siian maantieteellisen esiintymisen painopiste on siirtymässä pohjoisemmaksi ilmastonmuutoksen myötä. Muutoksia on silti havaittavissa kaikilla alueilla. Saaliin vähenemistä voidaan hidastaa istutuksilla, vaikka niiden tuloksellisuudessa näyttäisi olevan parannettavaa. Siian lisääntymiseen kohdistuu paineita useista suunnista; jääpeitteisyyden väheneminen, lämpeneminen, rehevöityminen, rihmalevien ja ruovikon runsastuminen, hapettomat alueet, vesistö rakentaminen, happamuus, tuuli- ja ydinvoimalaitokset ja jokien patoaminen. Siikakantojen pelastamiseksi pitäisi ryhtyä tarmokkaihin toimenpiteisiin. Kokeellista tutkimusta ja poikasseurantoja tarvitaan lisää, jotta tarkempi syy siian lisääntymisen heikkenemiseen saataisiin selville.

Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa myös muiden kalalajien kantoihin ja elinalueisiin. Kilohailikannoille ja -saaliille on tyypillistä voimakas jaksoittaisuus peräkkäisten hyvien tai huonojen vuosiluokkien seurauksena. Kilohailisaaliit moninkertaistuivat 1990-luvun puolivälissä. Tämä näyttäisi olevan yhteydessä lämpimiin talviin. Kampelasaaliiden väheneminen 2000-luvulla ovat mahdollisesti yhteydessä suolapitoisuuden vähenemiseen, mutta myös muut tekijät ovat voineet vaikuttaa tähän voimakkaaseen saaliiden ja yksikkösaaliiden vähenemiseen. Nokkakala on mahdollisesti ilmaston lämpenemisen seurauksena voinut laajentaa lisääntymisalueitaan Suomen lounaisrannikolle asti. Vuoden 2003 jälkeen nokkakala on onnistunut lisääntymään rannikollamme useassa paikassa Inkoon ja Uudenkaupungin välisellä alueella. Nokkakalan pyyntimahdollisuuksien voi odottaa paranevan lähivuosina, niinpä pyyntimahdollisuuksia pitäisi kartoittaa ja lajin lisääntyminen hyödyntää.

Ilmastonmuutoksen ja kasvaneen laivaliikenteen seurauksena Suomeen on jo asettunut vieraslajeja. Näiden määrä tulee todennäköisesti kasvamaan. 2000-luvulla Suomesta on löytynyt jo kaksi uutta vierasta kalalajia. Nämä kaksi kalalajia, mustatäplätokko ja hopearuutana, ovat alkaneet lisääntyä ja levittäytyä rannikollamme.

Mustatäplätokko, joka on tullut Itämereen laivojen mukana Mustan- ja Kaspianmeren alueelta, on alkanut lisääntyä ainakin Helsingissä, ja se levittäytyy paikallisen runsastumisen kautta.

Aasiasta kotoisin olevaa hopearuutanaa levitettiin viime vuosisadan puolivälissä Baltian maiden sisävesiin, ja Itämereen päästyään se runsastui Viron matalissa rantavesissä ja levittäytyi 2000-luvulla Suomenlahden pohjoisosiin. Hopearuutanaa tavataan nyt Suomen rannikkovesissä Kotkan ja Turun välisellä alueella ja sitä on noussut ainakin pariin jokeen ja muutamiin mereen yhteydessä oleviin lampiin. Eräissä lammikoissa se on lisääntynyt suvuttomasti muodostaen triploideja naaraskantoja. Hopearuutanan tehokas lisääntyminen, nopea kasvu ja vähähappisten ja rehevien olosuhteiden sietäminen, lämmenneistä vesistä hyötyminen ja nousuhalukkuus jokiin ja ojiin, tekevät tästä lajista uhan sisävesien kalastolle. Kymmenen hehtaarin lammikon yli kuuden tonnin poistosaalis on esimerkki hopearuutanan kyvystä lisääntyä erittäin tehokkaasti ja tuottaa paljon kilpailukykyisiä jälkeläisiä, uhaten alkuperäislajeja. Sieltä kerätyn saalismateriaalin ja näytteiden avulla voitaisiin osoittaa miten hopearuutana meillä vaikuttaa alkuperäislajeihin. Jos lajien syrjäytymistä ilmenee, mihin alustavat tiedot viittaavat, niin vastaavanlaisia paikkoja tulisi etsiä ja ryhtyä niissä torjuntatoimiin. Hopearuutanan eteneminen sisävesiin tulisi pyrkiä estämään tai ainakin hidastamaan. Hopearuutanan siirtämisen estämiseksi tulisi myös lisätä valistusta.

Slovakiaan, Puolaan ja Pohjois-Amerikan suurille järville levinneitä vieraslajeja, rohmutokkoa ja putkikuonotokkoa, on jo tavattu naapurimaissamme Venäjällä ja Virossa, joten niiden ilmestyminen meillekin on mahdollista. Akvaarioissa pidettäviä rohmutokkoja ei missään nimessä saisi päästää luonnon vesiin.

Meille 1920-luvulla tuotua piikkimonnia levitettiin aikoinaan kymmeniin järviin Etelä-Suomessa. Muutamista lammista piikkimonni on ilmeisesti hävinnyt talvisten happikatojen takia. Vielä 2000-luvulla sitä on siirretty muutamiin paikkoihin.

Kalastajat ovat jo joutuneet osittain sopeutumaan Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin kalastossa toisten kantojen heiketessä, toisten vahvistuessa. Kalapaikkojen ja kalastusaikojen muutoksiin sopeutuminen on vielä kesken. Runsaiden istutusten vuoksi siikasaaliit eivät ole romahtaneet, vaikkakin monin paikoin ne ovat heikentyneet. Sopeutumistoimia tarvitaan vielä jatkossakin kun muutokset jatkuvat. Ennusteiden mukaan ilmastonmuutoksen vauhti vain kiihtyy.

# 1. Johdanto

## 1.1. Yleistä ilmastonmuutoksesta

Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli, IPCC, on todennut maapallon ilmaston ja maapallon merien lämmenneen merkittävästi viimeisen 50 vuoden aikana ja ennusteiden mukaan lämpeneminen jatkuu kiihtyvällä tahdilla tulevina vuosikymmeninä (IPCC 2007). Keskilämpötilan nousu on ollut merkittävintä arktisilla alueilla, missä lämpeneminen viimeisen sadan vuoden aikana on ollut kaksi kertaa voimakkaampaa kuin maapallolla keskimäärin (IPCC 2007). Maapallon meret ovat sitoneet ilmakehän lisääntyneestä lämmöstä noin 80 % ja vesimassojen on havaittu lämmenneen jopa 3000 metrin syvyyksissä. Tämä on heijastunut erityisesti meren pinnan tasoon, minkä on raportoitu nousseen keskimäärin 3,1 mm vuodessa jäätiköiden ja mannerjäiden sulamisen ja lämpölaajenemisen johdosta vuosina 1996–2003 (IPCC 2007). Maapallon ilmaston odotetaan jatkavan lämpenemistään seuraavan kahden vuosikymmenen aikana keskimäärin 0,2 celsiusastetta vuosikymmenessä ja pohjoisten alueiden ennustetaan lämpenevän vielä voimakkaammin. Eri mallien lämpötilaennusteiden välillä on kuitenkin suuria eroja varsinkin tarkastelujaksojen loppupäissä vuosisadan loppupuolella, johtuen useista epävarmuustekijöistä ja tulevaisuudessa tehtävistä päätöksistä ja toimenpiteistä päästöjen rajoittamiseksi (IPCC 2007).

Ilmastonmuutoksesta aiheutuvia tulevaisuuden ilmastossa ja ekosysteemeissä tapahtuvia muutoksia on vaikea arvioida varmuudella, sillä paikallisilmastossa ja varsinkin säätiloissa tapahtuu suurta luonnollista vaihtelua (Jylhä ym. 2009, The BACC Author Team 2008 a). Pitkän aikavälin ennusteisiin vaikuttaa lisäksi se, miten ilmastonmuutosta aiheuttavia kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään (IPCC 2007). Pohjois-Euroopan ilmastoa määrittelee voimakkaasti myös Pohjois-Atlantin Oskillaatio, NAO. Oskillaation vaihe vaikuttaa Pohjois-Euroopassa erityisesti talven säätiloihin ja leutojen länsituulten voimakkuuteen. Ilmastonmuutoksesta aiheutuvat muutokset lämpötiloissa ja sateisuudessa saattavat siis lyhyen aikavälin tarkasteluissa jäädä muiden ilmastoon vaikuttavien tekijöiden, kuten NAO, varjoon (Jylhä ym. 2009).

### 1.1.1. Ilmastonmuutos Suomessa

Suomen ilmasto on muuttunut ja muuttumassa. Ilmatieteenlaitoksen mukaan vuosikeskilämpötila on viimeisen 100 vuoden aikana kohonnut noin asteen ja voimakkainta lämpeneminen on ollut kevätkuukausina (maalis-toukokuu) - vajaat 2 astetta (Tietäväinen ym. 2011). Talvet ovat lämmenneet 0,7 °C sekä kesät ja syksyt puolisen astetta. Kun ilmasto tarkastellaan 30-vuoden jaksoissa 1800-luvulta lähtien, on viimeisin jakso 1981–2010 ollut kaikkein lämpimin (Tietäväinen ym. 2011).

### 1.1.2. Muutoksia ja mitä niistä seuraa?

Ilmastonmuutoksen myötä Itämeren lämpötilassa, suolapitoisuudessa, jääpeitteessä ja ravinnepitoisuuksissa, sadannassa sekä myös jokien virtaamisissa tapahtuu muutoksia, jotka vaikuttavat kalojen lisääntymiseen. Sen vuoksi on todennäköistä, että muutoksia tapahtuu myös Suomen kalastossa ja kalakannoissa. Lajeista osa hyötyy ja osa taantuu. Ilmastonmuutos (jo lämpeneminen) tulee aiheuttamaan merkittäviä muutoksia kalojemme levinneisyyteen, runsauteen ja kasvuun. Yleisen käsityksen mukaan ns. lämpimänveden lajit luultavasti hyötyvät ja kylmänveden lajit taantuvat. Asia ei kuitenkaan ole aivan yksiselitteinen, sillä vaikuttavia tekijöitä on muitakin.

Vieraslajit ovat lajeja, jotka ovat levinneet luontaiselta levinneisyysalueeltaan uudelle alueelle ihmisen avustamana joko tahattomasti tai tarkoituksella (kts. tarkemmin Suomen alustava vieraslajistrategia). Ne voivat järkyttää ekosysteemejä ja jopa syrjäyttää alkuperäislajeja. Lukuisat varottavat kansainväliset esimerkit vieraslajien aiheuttamista muutoksista, kuten alkuperäislajien katoamisesta tai voimakkaasta taantumisesta ja muista haitoista, ovat tiukentaneet tuontimääräyksiä ja lisänneet suosituksia asioista, jotka tulisi selvittää ennen uusien lajien tuontia (Gollasch ym. 2004). Viime vuosikymmeninä Suomeen ei olekaan tuotu luontoon istutettaviksi uusia kalalajeja. Sen sijaan ruokakalakasvatukseen on tuotu mm. siperiansampi, kitasampi ja nelma sekä värimuunnoksia edustavat kultasäyne ja kultakirjolohi. Itämereen on niin ikään ilmestynyt uusia lajeja, myös kalalajeja. Niitä tulee uusille elinalueille sekä itse uimalla, levittäytymällä, että ihmisen avustamana, esimerkiksi laivojen mukana. Vieraslajeista tai joskus jopa levittäytyjistä saattaa olla haittaa alkuperäislajeille, mutta ainakin osaa tulisi pyrkiä hyödyntämään. Suomen vieraslajistrategia on valmistumassa ja siinä otetaan tarkemmin kantaa vieraslajeihin ja eri lajien haitallisuuteen.

## 1.2. Hankkeen tavoitteet

Tässä hankkeessa selvitettiin mitä muutoksia Suomen merialueilla on jo tapahtunut ja miten nämä muutokset ovat mahdollisesti vaikuttaneet kalakantoihin tai kalastukseen. Hankkeessa selvitettiin myös onko muutoksia tapahtunut kaikilla merialueilla ja ovatko ne kaikkialla samansuuntaisia. Tulkin-taa muutosten vaikutuksista vaikeuttaa kuitenkin vuosittainen luonnollinen vaihtelu, ekosysteemin sisäiset muutokset ja kalaistutukset. On myös epäselvää, ovatko muutokset kaikilla alueilla vielä riit-tävän voimakkaita että kalakannat ovat niihin reagoineet. Aineiston perusteella voidaan lähinnä arvi-oida miten muutokset ovat vaikuttaneet kalakantoihin ja kalastukseen lähimenneisyydessä, mutta arvioita varsinkaan pitkälle tulevaisuuteen ei tässä yhteydessä tehdä.

Hankkeen tuloksilla pyritään auttamaan muutoksiin sopeutumisessa. Tavoitteena oli arvioida miten ilmastonmuutos on vaikuttanut ja tulee mahdollisesti vaikuttamaan tulevaisuudessa Suomen kalas-toon, kalakantoihin ja kalasaaliisiin. Erityistä huomiota kiinnitettiin vieraslajeihin.

- Tuotetaan esimerkkilajien avulla arvioita siitä, miten Suomen kalasto ja kalakannat muuttuvat ilmas-ton muuttuessa
- Kartoitetaan tulokas/vieraskalalajitilanne nykyisten ja joidenkin potentiaalisten tulokaslajien osalta
- Arvioidaan potentiaalisimmat tulokas/vieraskalalajit sekä niiden ja täällä jo olevien lajien riskitekijöitä ja hyödyntämismahdollisuuksia
- Selvitetään alan tietoaaukkoja ja sitä mihin tutkimusta tulisi suunnata

## 1.3. Menetelmät

Aineistoa tarkastelua varten kerättiin eri lähteistä. Ympäristöviranomaiset ja yliopistojen asemat ovat tarkkailleet vesien tilaa jo pitkään. Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämästä Hertta-tietokannasta on saatavilla aikasarjoja eri abiottisista muuttujista mittauspisteistä Suomen rannikon mittauspisteistä. Lämpötila, suolaisuus ja klorofyllipitoisuustietoja kerättiin pääasiassa Hertta-tietokannasta. Lisäksi tietoja täydennettiin HELCOM:in (Helsinki Commission) tietokannasta, mistä oli saatavilla myös pitkän aikavälin (1899–2010) sarjoja. Tutkimuksessa käytettyjen mittausasemien sijainnit on listattu liitteessä 1. Mittauspisteiden tiedoista valittiin vain pintavedestä (yläsyvyys 0-1 m ja

alasyvyys max. 4 m) mitatut tulokset, jotta asemien väliset mittaustiedot olivat keskenään vertailukelpoisia.

Koska meriveden lämpötiloista ei ole päivittäisiä mittauksia, merialueiden lämpötiloja mallinnettiin perustuen ilman lämpötiloihin ja hajanaisiin vedenlämpötila mittauksiin Perämerellä, Saaristomereillä ja Suomenlahdella. Tällä tavoin saatiin mm. laskettua näille merialueille biologisesti merkittävä suure, lämpösumma, eri ajanjaksoille.

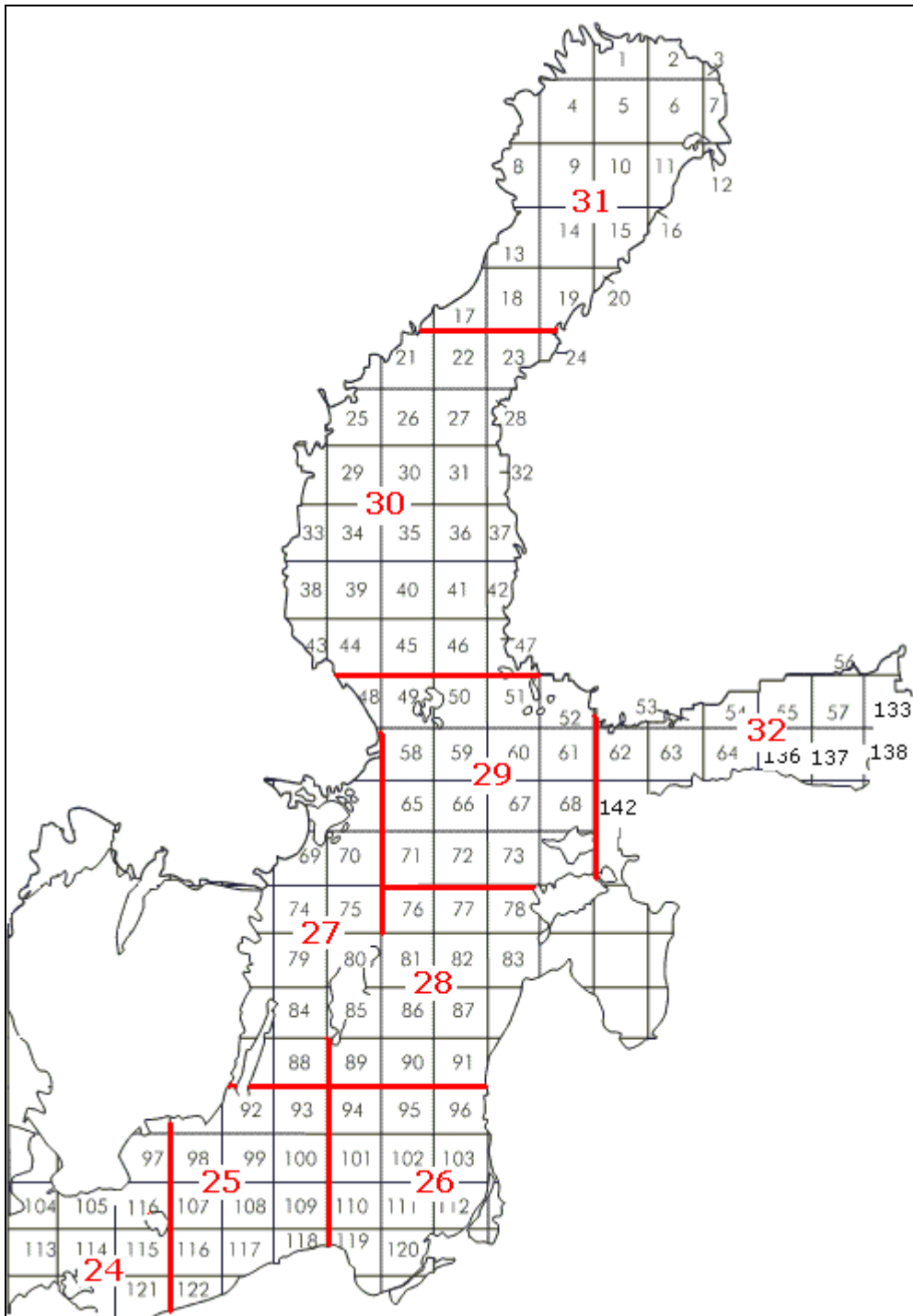
Suolapitoisuus, fosforipitoisuus ja klorofyllipitoisuus eri merialueille laskettiin useamman mittauspisteen keskiarvona. Fosforipitoisuutta varten valittiin touko-heinäkuun keskiarvo niiltä vuosilta, joilta oli vähintään kaksi mittaustulosta. Klorofyllipitoisuutta varten valittiin kesä-elokuun keskiarvo ja tuloksiin sisällytettiin vain ne vuodet joilta oli mittaustulos kaikilta kolmelta kuukaudelta. Merialueen keskiarvo on aina laskettu vähintään neljän pisteen mittaustuloksista.

Pitkät aikasarjat, 1901–2009 on koostettu käyttäen HELCOM:in aineistoja. Koska mittauksia ei kaikkina vuosina ole tehty samoihin aikoihin, vuosittaisia keskiarvoja ei voitu laskea. Lämpötila-aineistosta onkin poimittu kesä-heinäkuun keskilämpötila, jonka muutosta seurataan vuosien välillä. Suolapitoisuuteen on poimittu mittaukset kesä-elokuulta, jolloin suolapitoisuus vaihtelee vähän. Näiden muutosta seurattiin vuosien välillä.

Kalansaalaisaineisto on koottu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) keräämistä saalistilastoista. Tarkastelu on jaoteltu ICES-alueiden mukaan neljään merialueeseen: Perämeri (31), Selkämeri (30), Saaristomeri (29) ja Suomenlahti (32) (Kuva 1). Tarkasteluissa on tilastoruutu 47 liitetty Saaristomereen, mikäli toisin ei ole mainittu, sillä ekologisesti kalat ovat samoja kuin Saaristomeren alueella, vaikka tilastoinnissa ruutu kuuluukin Selkämeren alueeseen. Kuhan ja ahvenen kohdalla käytettiin myös RKTL:ssa kerättyjä, ikämääritettyjä saalisnäytteitä, joiden avulla voitiin saaliista arvioida saalisosuudet eri vuosina ja ympäristöolosuhteissa alkunsa saaneille kaloille.

Kala-aineistoa tarkasteltiin kokonaissaaliin tai yksikkösaaliin muodossa. Yksikkösaaliissa on otettu huomioon pyyntiponnistus (pyyntivälineiden lukumäärä\*pyyntipäivien lukumäärä). Yksikkösaalis heijastaa paremmin kalakannan kokoa, sillä pyyntiponnistus vaikuttaa yleensä saatuun saaliiseen. Yksikkösaalis laskettiin jakamalla kokonaissaalis pyyntiponnistuksella. Yksikkösaalis laskettiin erikseen rysä- ja verkkopyynnille, mutta eripituisia tai erikorkuisia verkkoja ei ole eritelty, vaan ne on kaikki käsitelty yhtenä verkkoyksikkönä mitoista välittämättä.

Saalistilastoinnissa on tapahtunut vuosien varrella jonkun verran muutoksia. Ammattikalastajien rekisteröintitapa muuttui vuonna 1988. Myös ammattikalastajien saaliin arviointimenetelmät muuttuivat vuonna 1988, mutta saalistilastot vuosilta 1980–1986 on myöhemmin päivitetty käyttäen uutta menetelmää. Tiedot pyyntiponnistuksista ovat kaikkein luotettavimpia vuodesta 1998 lähtien ja luotettavuus on hieman heikompaa 1980-luvun alussa. Tämä aiheuttanee pienen virhelähteen analyysiin.



Kuva 1. Tarkastelussa käytetty merialuejaottelu.

### 1.3.1. Historian näkökulma

Aikaisempien lämpimien ja kylmien kausien aikana tapahtuneet muutokset ovat eräs mahdollisuus arvioida tulevaa kalastoa ja saaliita. Tämä osuus perustuu kirjallisuuteen.

### 1.3.2. Saalistiedot

Saalis- ja lisääntymistietojen yhdistäminen ympäristömuuttujiin oikealla tavalla voi antaa tietoa jo tapahtuneista ilmastomuutoksen vaikutuksista ja auttaa tulevan muutoksen hallintaa. Yhdistettäessä saaliita ympäristönmuutoksiin vaikutus voi ilmetä joko suorana kalastusmahdollisuuksien esim. kalastusolosuhteiden kautta tai kalojen käyttäytymisen kautta. Usein muutos ilmenee lisääntymisen muutoksen kautta ja näkyy saaliissa vasta myöhemmin. Saaliskuutoksissa on usein mukana monia tekijöitä. Yksikkösaalissa kalastuksen pyyntiponnistus on pyritty ottamaan huomioon. Tilastollista yhteyttä ilmastomuutoksiin ei kuitenkaan yksikkösaaliidenkaan avulla usein löydetä, jos peräkkäiset vuodet eivät ole samankaltaisia keskenään ja peräkkäiset vuosiluokat vaihtelevat samassa saaliissa erisuuruuksina. Näiden erottaminen vaatii näytteenottoa saaliista ja saaliskalojen ikämäärityksiä. Yksikkösaalietietojen ja ikämäärätettyjen saalisnäytteiden avulla on mahdollisuus löytää selkeämpiä yhteyksiä. Vertaamalla nykyistä ja mennyttä saaliskehitystä, kalakantoja ja kalastusta voidaan arvioida miten kalastus mahdollisesti tulee reagoimaan muutoksiin.

### 1.3.3. Lisääntyminen

Lisääntymisalueilla tapahtuvat muutokset vaikuttavat herkästi kannan kokoon. Alkio(mäti) ja poikasvaihe ovat herkkiä ympäristön muutoksille ja muutokset eloonjäännissä vaikuttavat helposti kannan kokoon. Vuosittaiset vaihtelut ovat normaaleja eikä yksi huono vuosi useinkaan vaikuta kalastettavan kannan kokoon, mutta jos huonoja vuosia on useita peräkkäin, niin tämä alkaa jo näkyä kannan koossa. Pidempiaikaiset muutokset lisääntymisolosuhteissa vaikuttavat siten kannan kokoon. Saaliissa nämä muutokset näkyvät eri lajeilla eri aikoina, lyhytikäisillä lajeilla jo kahden - viiden vuoden kuluttua, mutta pidempi-ikäisillä viiden jopa vielä kymmenenkin vuoden kuluttua. Koska kalastuksessa on usean eri-ikäisiä kaloja samassa saaliissa, niin yhden vuoden vaikutukset usein peittyvä muiden vuosien alle.

### 1.3.4. Vieraslajit ja levittäytyjät

Vieraat ja muut levittäytyvät lajit voivat ilmastomuutoksen ansiosta voimakkaasti yleistyä uudella alueella ja syrjäyttää alkuperäislajeja. Vieraslajien tilannetta Suomessa ja lähialueilla selvitetiin kirjallisuuden, tiedustelujen, havaintojen ja koekalastusten avulla. Koekalastuksia tehtiin mm. Virolahdella, Kotkassa, Helsingissä, Hangossa, Salossa ja Turussa. Mustatäplätokon (aiemmin mustakitatokko) kantojen tilaa tutkittiin tarkemmin Helsingin alueella ja hopearuutanan Helsingissä ja Salossa keräämällä näytteitä. Piikkimonni otettiin vertailukohdaksi vanhemmasta vieraslajista, jonka asettumisesta on jo kulunut yli 80 vuotta. Piikkimonnin koekalastuksia tehtiin Etelä-Suomessa noin 15 paikalla, joista piikkimonnitietoja saaduista yksilöistä tai istutuksista oli saatavilla.

## 1.4. Ympäristömuutoksesta Itämeressä

### 1.4.1. Lämpenemistä lähes kaikkialla meressä

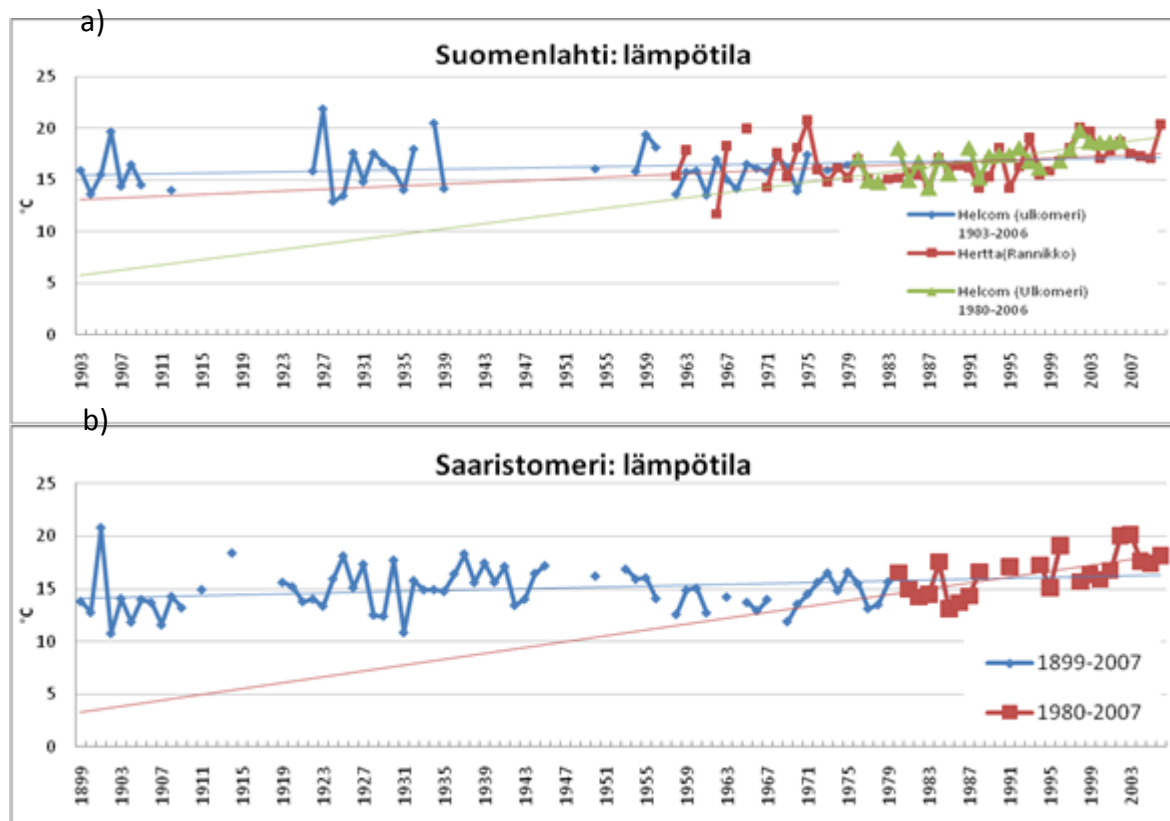
Historiallisesti Itämeren alueen ilmastossa on ollut kylmempiä ja lämpimämpiä kausia. Viimeisen jääkauden (n. 115 000–11 500 vuotta sitten) jälkeen oli ns. Atlanttinen lämpökausi (n. 11 000-4 500 vuotta sitten) ja sen lämpimin ajanjakso oli noin 6 800-5 500 vuotta sitten, jolloin lämpötila oli 2-3 celsiusastetta nykyistä lämpimämpi ja ilmasto kosteampi. Itämeren suolapitoisuus on ehkä ollut sama tai jopa 4 PSU (Practical Salinity Unit) korkeampi kuin nyt (Emeis ym. 2003) ja myös veden pinta kor-

keammalla. Ilmasto on ollut lämpimin, mutta ei kuitenkaan nykyistä lämpimämpi, myös viime vuosisadan alkupuolella, mm. 1930-luvulla (Tietäväinen 2011). Keskimääräistä lämpimämpiä vuosia on ollut ainakin 1890-luvulla, 1930-luvulla, 1970-luvulla, 1990-luvulla ja erityisesti 2000-luvulla useita.

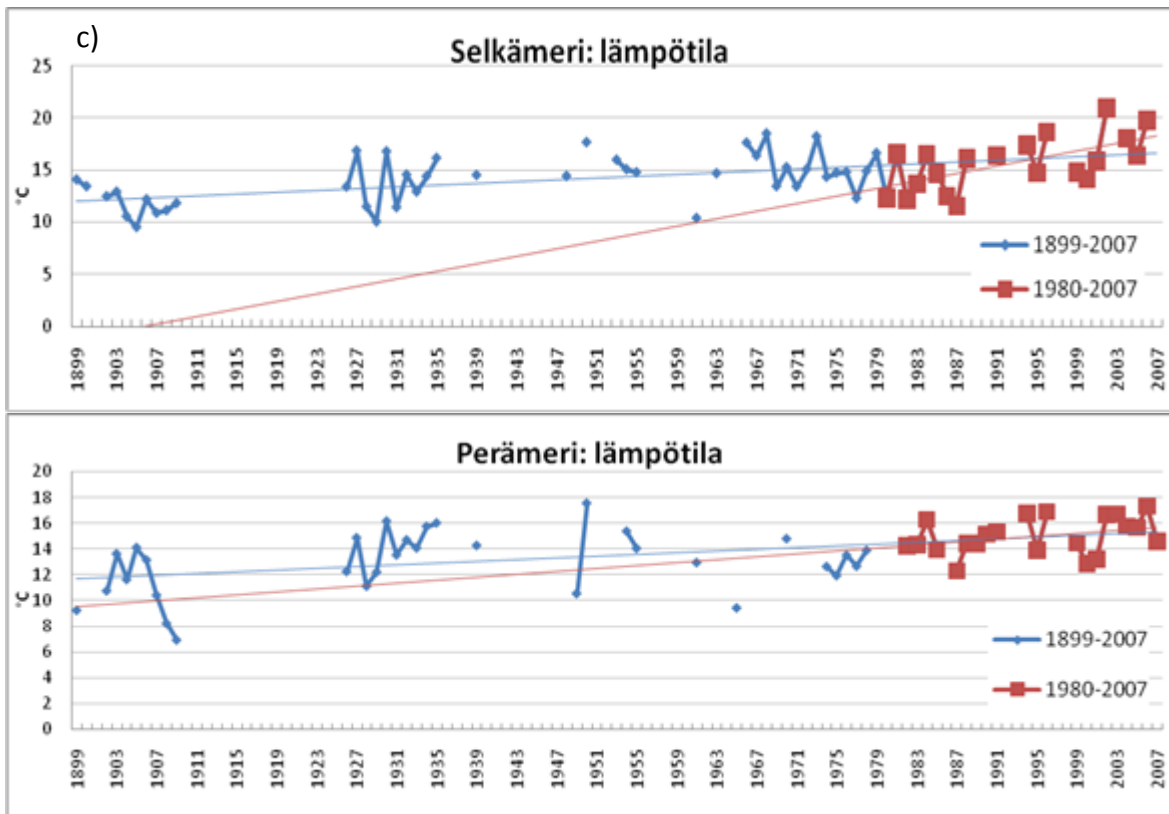
Itämeren alueella keskimääräisten lämpötilojen nousun on raportoitu olleen pidemmällä tarkastelujaksolla (1861–2005) noin 0,08 astetta vuosikymmenessä, mikä on nopeampaa kuin maapallon keskimääräinen lämpeneminen 0,05 astetta vuosikymmenessä (HELCOM 2007). Keskimäärin täkäläinen ilmasto on siis lämmennyt maapallon keskiarvoa, 0,75 astetta (IPCC 2007), enemmän.

Suomen osalta on arvioitu, että vuosikymmenen (2011–2020) aikana ilmasto lämpenee keskimäärin yhden asteen edelliseen havaintokauteen (1971–2000) verrattuna (Jylhä ym. 2009). Suomen oloissa suurimmat muutokset ilmaston lämpötilassa keskittyvät talviin. Vuosisadan loppupuolella talvilämpötilat tulevat arvioiden mukaan olemaan keskimäärin 3-9 astetta korkeammat ja terminen talvi (vuorokauden keskilämpötila on pakkasen puolella) lyhenee ja todennäköisesti häviää Etelä – Suomesta ja lounaisrannikolta (Jylhä ym. 2009). Maanlaajuisesti suurimmat muutokset havaitaan talven alimmissa minimilämpötiloissa ja pakkaspäivien määrän vähenemisessä (Jylhä ym. 2009).

Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa myös merien ja maa-alueiden lämpötiloihin ja muutokset etenkin talvilämpötiloissa heijastuvat voimakkaasti myös Itämereen ja sen hydrologiaan. Itämeren lämpötilan on havaittu nousseen jo viime vuosisadan aikana (Mackenzie ja Köster 2004, Mackenzie ym. 2007 sekä Kuva 2 a-d) ja sen arvioidaan nousevan 2-4 astetta vuosisadan loppuun mennessä (Döscher ja Meier 2004). Lauhojen talvien (Hagen ja Feistel 2005) ja sademäärien (Hänninen 2000) on myös raportoitu lisääntyneen Itämeren alueella viime vuosikymmeninä.

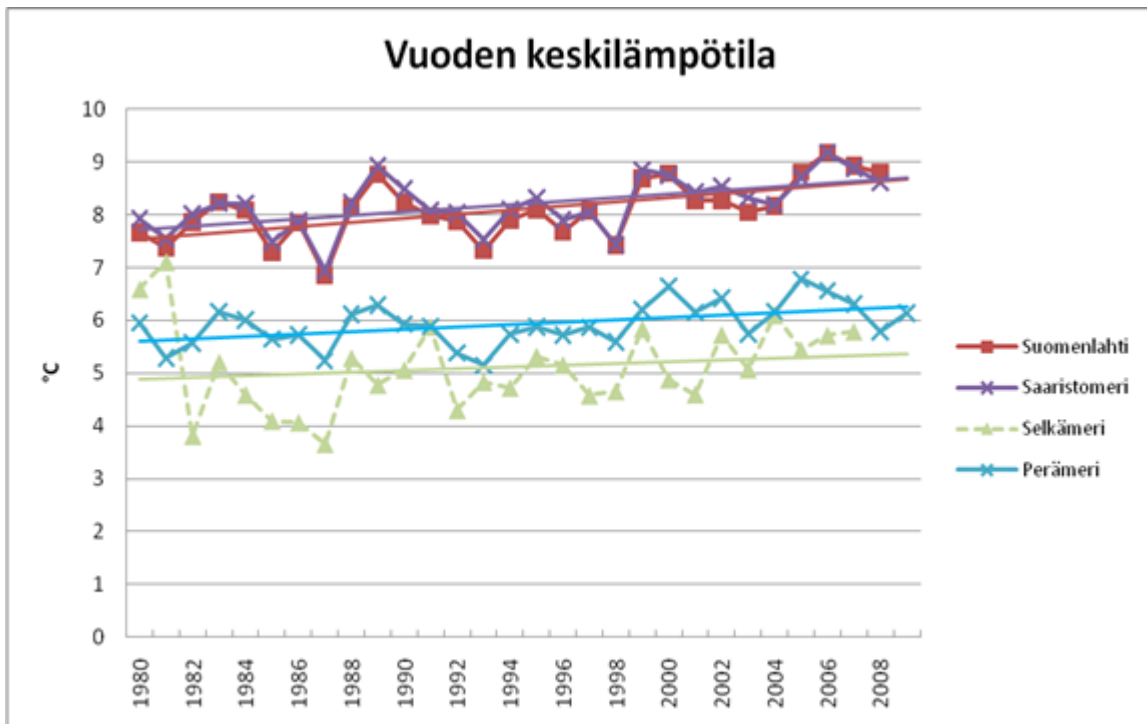






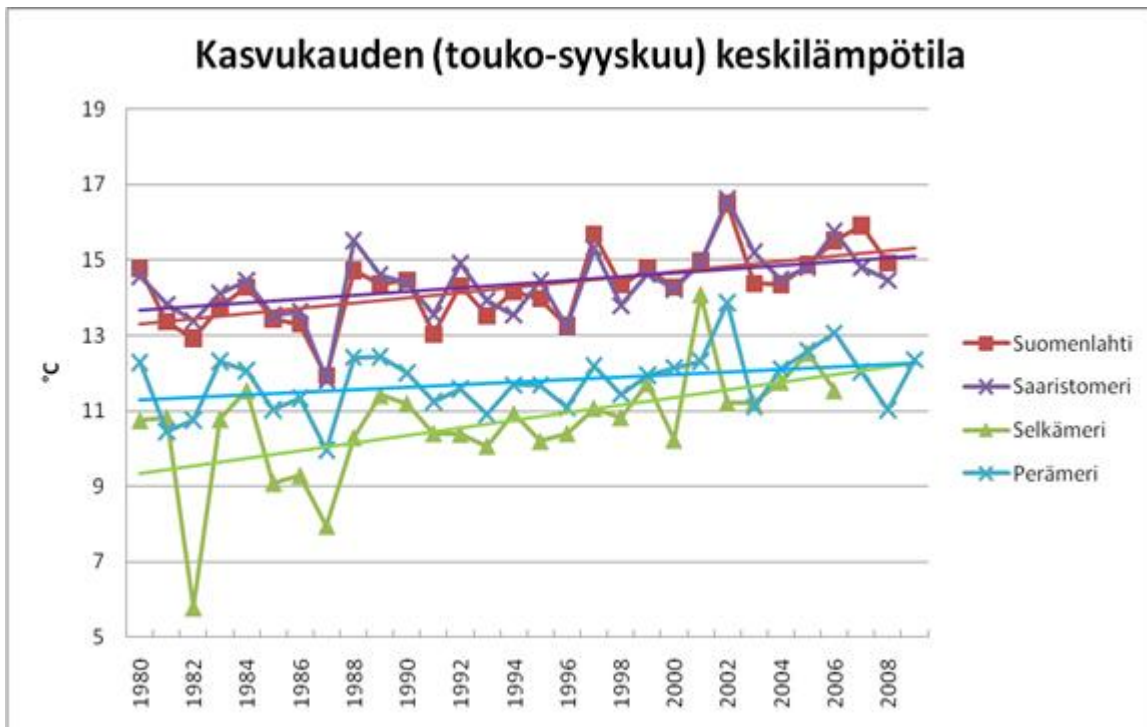
**Kuva 2.** Pintaveden lämpötila a) Suomenlahdella 1903–2007, b) Saaristomerellä 1899–2007, c) Selkämerellä 1899–2006 ja d) Perämerellä 1899–2007. Viimeiset kolme vuosikymmentä on merkitty punaisella värillä (paitsi Suomenlahdella vihreällä) samoin tätä jaksoa kuvaava trendi. Huomattavaa on, että lämpötilan muutos on kaikilla merialueilla ollut suurinta tällä 1980–2007 ajanjaksolla.

Lämpötila meressä ei läheskään aina ole aina sama kuin ilmassa, vaikka noudattaakin viiveellä sen muutoksia, sitomalla ja luovuttamalla lämpöä; alueesta riippuen. Keväällä lämpeneminen tapahtuu meressä ilmaa hitaammin, samoin jäähtyminen syksyllä. Matalat ja suojaiset alueet lämpenevät usein nopeammin kuin syvät ja tuulille alttiit avoimet alueet, sen vuoksi alueiden sisällä saattaa ajoittain olla suuriakin lämpötilaeroja.



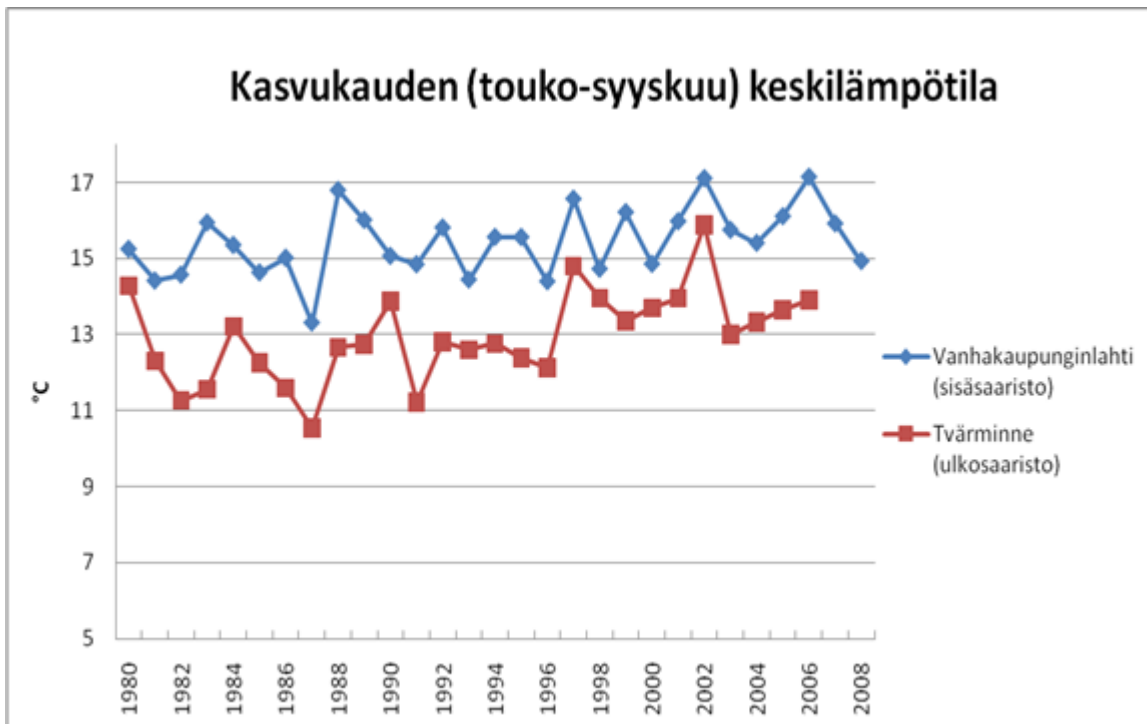
**Kuva 3.** Vuoden keskilämpötilojen muutos Suomen merialueilla vuosina 1980–2009. Selkämeren lämpötilatieto on mittausaineistoa eikä vertailukelpoisia mallinnettujen tulosten (Suomenlahti, Saaristomeri ja Perämeri) kanssa.

Viimeisen 30 vuoden aikana pintavesien keskimääräinen lämpeneminen eri merialueilla on ollut melko samansuuntaista (Kuva 3). Suomenlahdella ja Saaristomerellä veden lämpötila on noussut 0,8 ja 0,9 astetta 1980-luvulta 2000-luvulle. Selvintä nousu on kuitenkin ollut kasvukauden lämpötiloissa (Kuva 4).

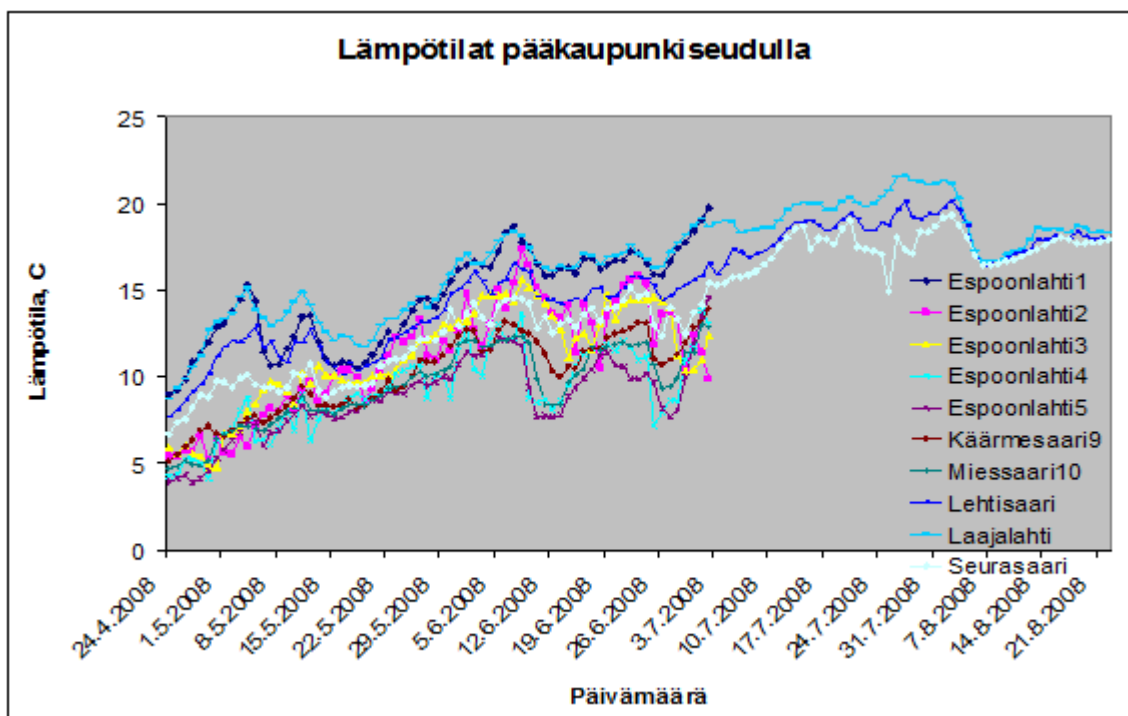


**Kuva 4.** Kasvukauden keskilämpötilojen muutos Suomen merialueilla vuosina 1980—2009.

Eri merialueiden lämpötiloja esittävät kuvaajat tulee tulkita alueen keskimääräistä veden lämpötilaa kuvaavina. Keskilämpötila on laskettu useiden alueen mittauspisteiden keskiarvona, ja alueen sisällä mittauspisteiden välillä voi olla suurtakin vaihtelua. Esimerkiksi Suomenlahdella kahdesta mittauspisteestä, Helsingin Vanhankaupunginlahti (sisälahti) ja Hankoniemen Tvärminne (lähes ulkosaaristoa), mitatut lämpötilat eroavat selvästi toisistaan (Kuva 5). Läheisten mittauspisteiden välisiä eroja osoittaa vielä tarkemmin pääkaupunkiseudun edustalta osana VELMU-tutkimuksia (Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma) mitatut lämpötilat keväältä 2008 (Kuva 6). Mittauspisteen sijainti, suojainen sisäalue tai avoin ulkomerialue, vaikuttaa mittauksiin selvästi. Ulko- ja sisäsaariston vesien lämpötiloissa on keskimäärin 2-6 asteen ero. Eriyisen lämpiminä vuosina (1980, 1990, 1997 ja 2002) ulkoalueen vesien lämpötilat ovat kuitenkin olleet sisäalueen lämpötilan suuruusluokkaa. Lämpötilakehitys on ollut molemmilla alueilla samaa luokkaa.



Kuva 5. Kasvukauden (touko-syyskuu) pintaveden keskilämpötila Helsingin Vanhakaupunginlahdella ja Hangon Tvärminnessä.



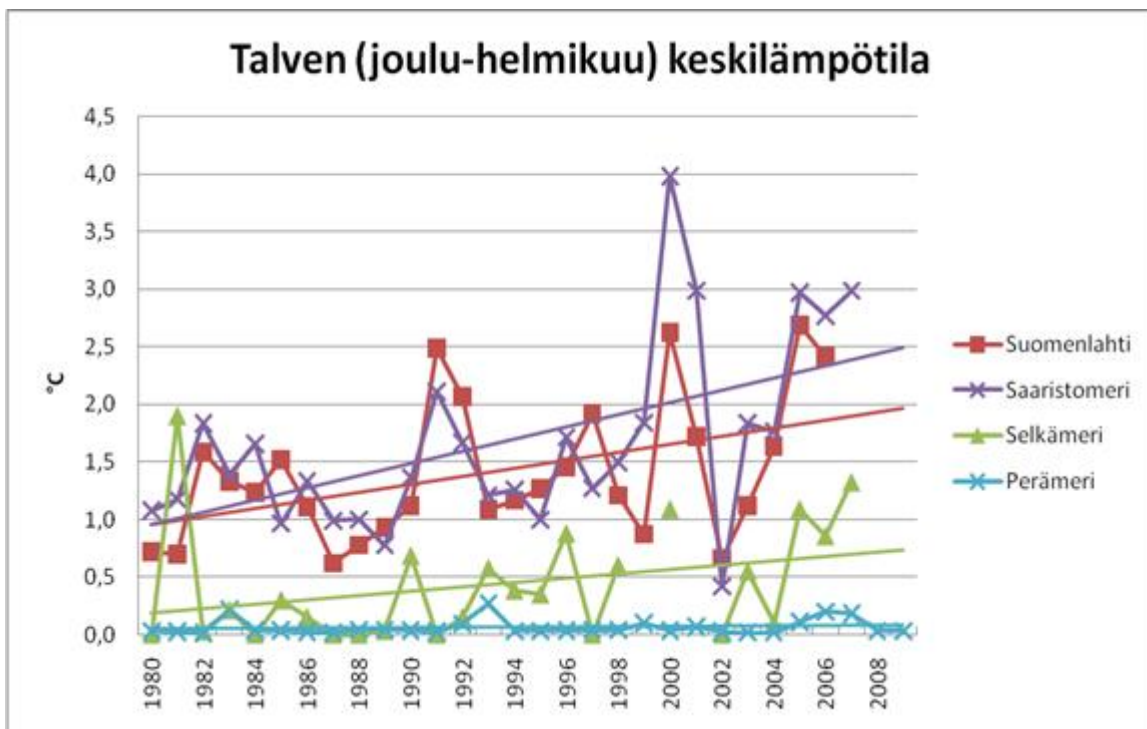
Kuva 6. Pintaveden lämpötilan vaihtelu läheisten mittauspisteiden välillä.

Arvioiden mukaan ilmastonmuutoksesta johtuva nousu ilman keskilämpötiloissa on ollut merkittävintä talvikuukausina. Talven (joulukuuhelmikuu) meriveden keskilämpötiloissa on myös havaittavissa muutos. Talven keskilämpötila on noussut tarkastelujaksolla 1980–2009 kaikilla merialueilla lukuun

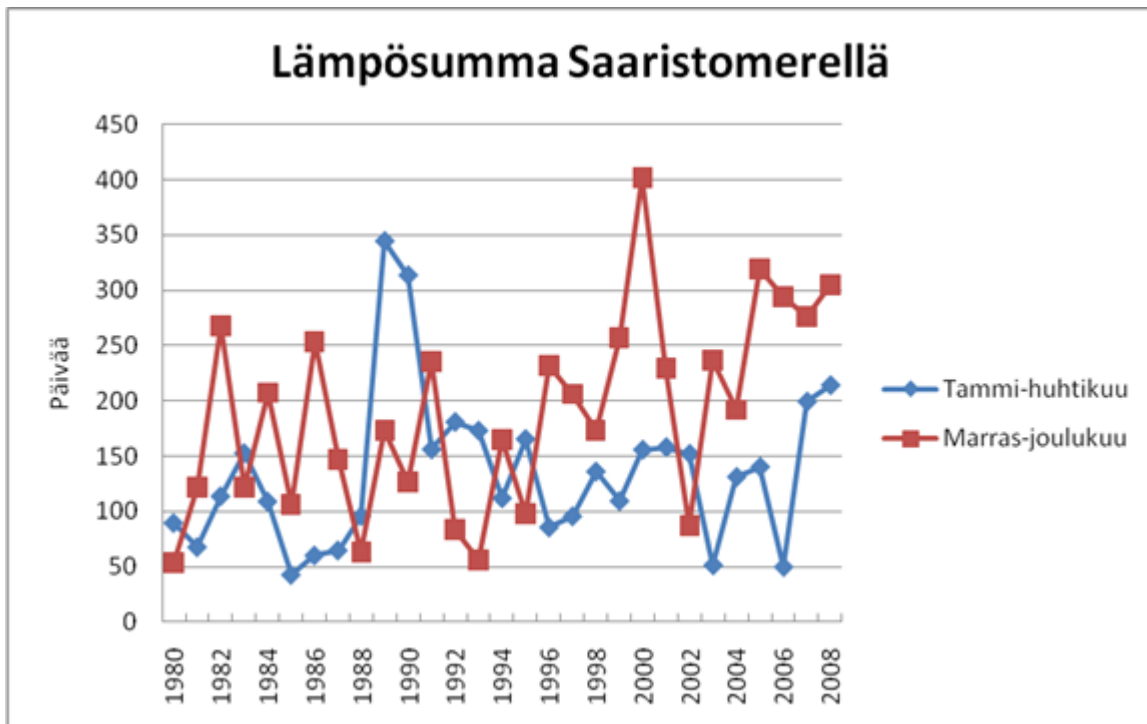
ottamatta Perämerta. Tämä johtunee Perämeren talvisesta jääpeitteestä ja sen vuoksi veden lämpötila pysyy lähellä 0 astetta koko talvikauden ajan (Kuva 7).

Muutosta on tapahtunut myös vesien lämpimyydessä eri vuodenaikoina ja alkutalvi on muuttunut lämpimämmäksi. Esimerkiksi Saaristomerellä vuosina 1989 ja 1990 kevättalvi oli vielä syystalvea lämpimämpi, kun taas vuodesta 1996 lähtien syyslämpötila on yleensä ollut korkeampi (Kuva 8). Näiden ajanjaksojen välinen lämpötilaero näyttää myös kasvaneen.

Lämpötilatarkasteluihin käytetystä aineistosta on huomattava, että talvilämpötilamittauksia vedestä on tehty kesää harvemmin ja että niissä on jonkin verran puutteita.



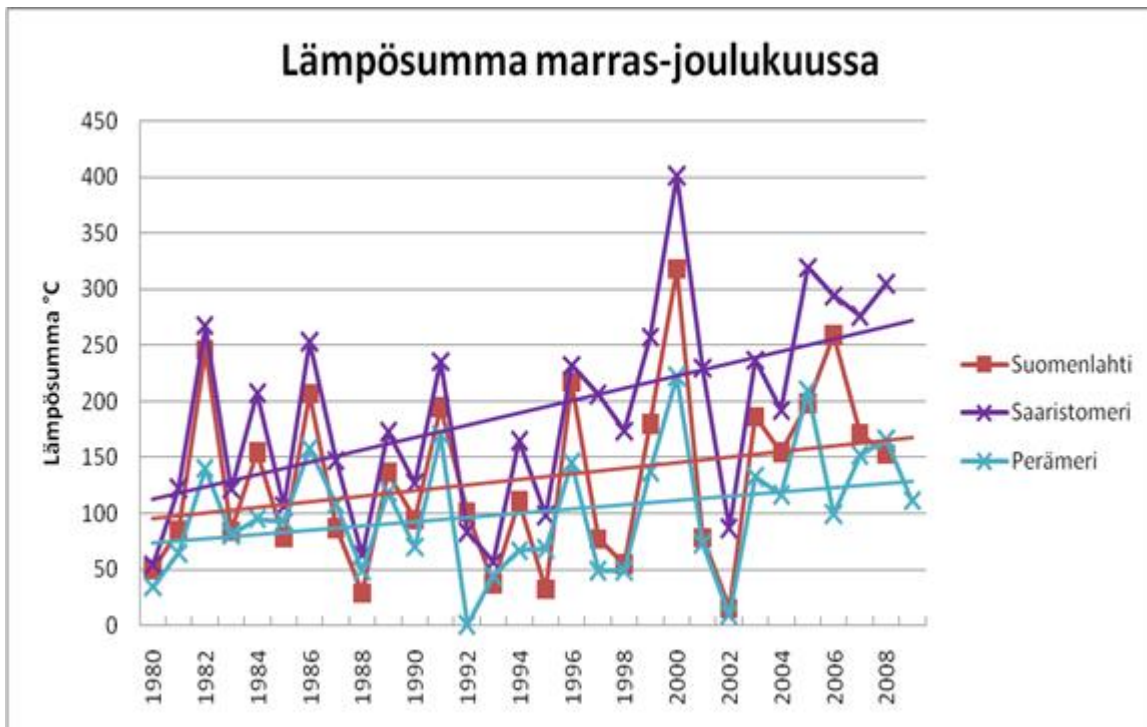
Kuva 7. Muutos pintavesien talven keskilämpötilassa Suomen merialueilla vuosina 1980–2009.



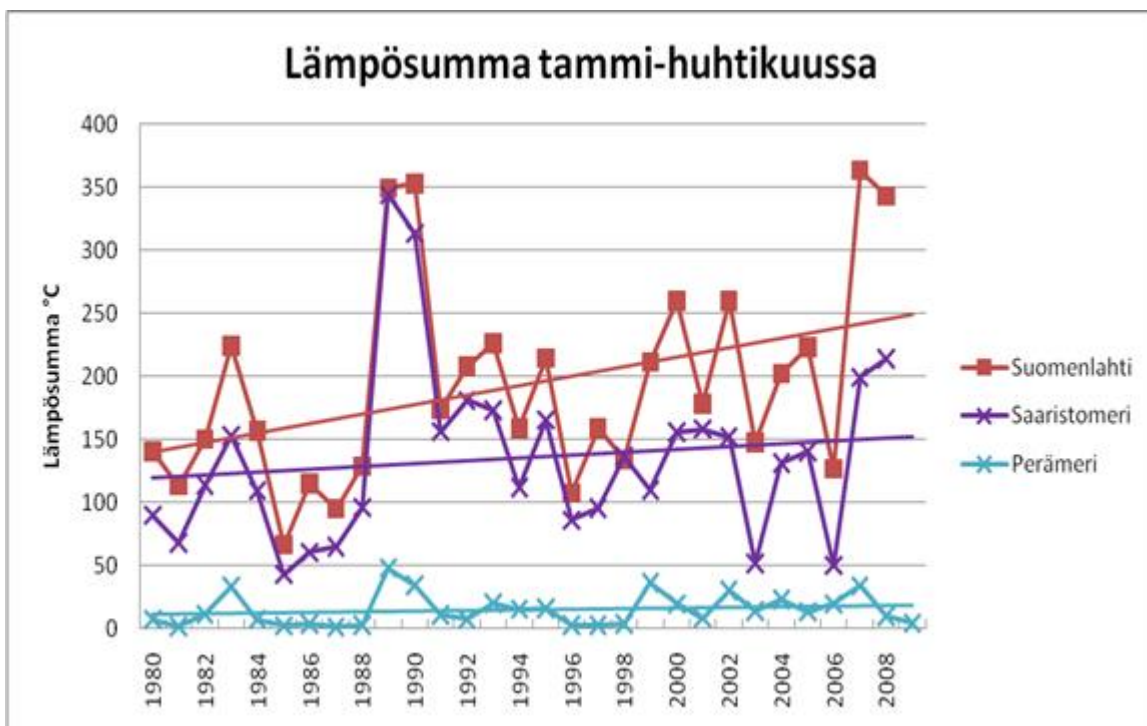
**Kuva 8.** Erot syystalven (marras-joulukuu) ja kevättalven (tammi-huhtikuu) pintaveden lämpösummissa Saaristomerellä vuosina 1980–2008.

Lämpösomma kuvaa kenties mittayksiköistä herkimmin vedessä elävien eliöiden elinolosuhteiden muuttumista. Vuosien väliset erot ovat huomattavia jopa loppu- ja alkuvuoden välillä, mikä saattaa olla merkittävä eri lajien suhteen. Talvilämpötiloilla on keskeinen merkitys syys- ja talvikutuisten kalojen lisääntymisen kannalta. Näistä nieriä, lohi, taimen, siika ja muikku kutevat syksyllä tavallisesti ennen jääpeitteen muodostumista ja made yleensä tammi-helmikuussa. Lämpötila vaikuttaa alkioiden kehittymisnopeuteen ja vararavinnon käyttöön sekä hapen tarpeeseen ja käyttöön ja siksi muutokset lämpötiloissa tänä ajanjaksona vaikuttavat syntyvän vuosiluokan kokoon.

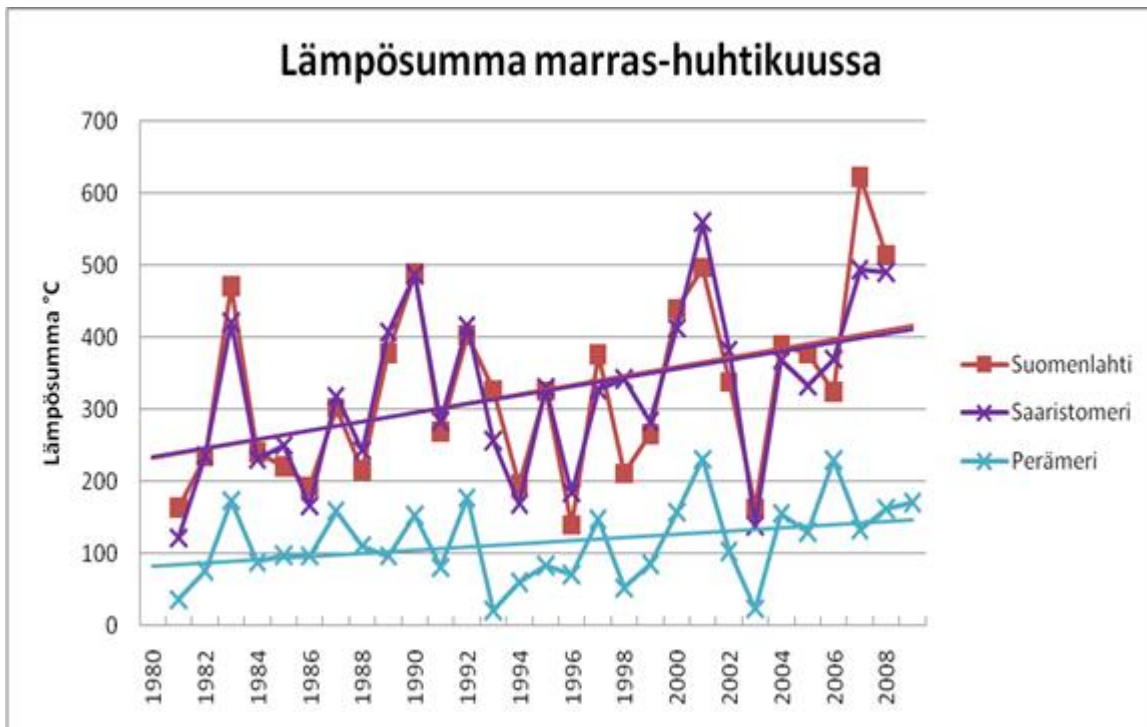
Loppuvuoden (marras-joulukuu) pintaveden lämpösomma on noussut eniten Saaristomerellä, mutta muutos on selkeä myös Suomenlahdella ja näkyy jopa Perämerellä (Kuva 9). Alkuvuoden (tammi-huhtikuu) lämpösomma on noussut eniten Suomenlahdella, mutta Perämerellä muutos on ollut hyvin vähäistä (Kuva 10). Tämä johtunee siitä, että Perämeri on talvisin jääpeitteessä ja ilman lämpötilan nousu ei tällöin heijastu veden lämpötiloihin. Huomionarvoista on, että lämpimimpinä talvina (vuosina 1980, 1983, 1990, 1997, 2000 ja 2002) koko talvikauden (marras-huhtikuu) lämpösomma Saaristomerellä ja Suomenlahdella on ollut lähes viisinkertainen kylmimpiin vuosiin verrattuna (Kuva 11).



Kuva 9. Muutos alkutalven lämpösusmassa pintavesissä Suomen merialueilla 1980–2009.



Kuva 10. Muutos kevättalven lämpösusmassa pintavesissä Suomen merialueilla vuosina 1980–2009.



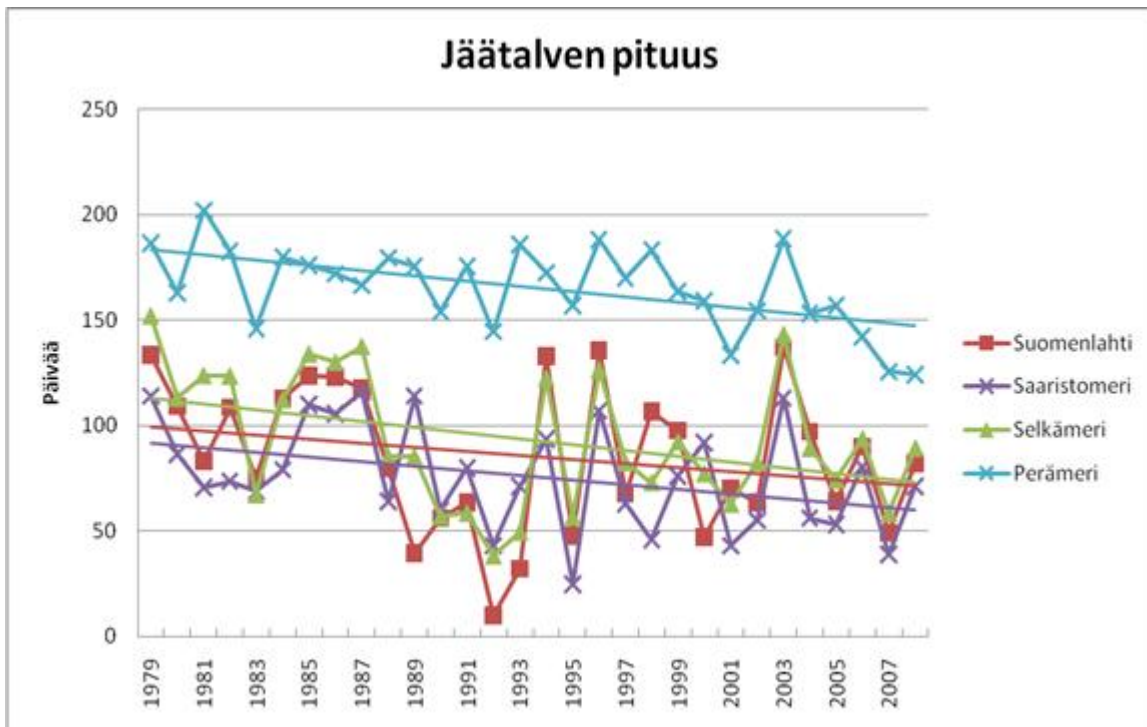
Kuva 11. Muutos koko talven lämpösummassa pintavesissä Suomen merialueilla vuosina 1980–2009.

#### 1.4.2. Jääpeite hupenee lämpimien vuosien mukana

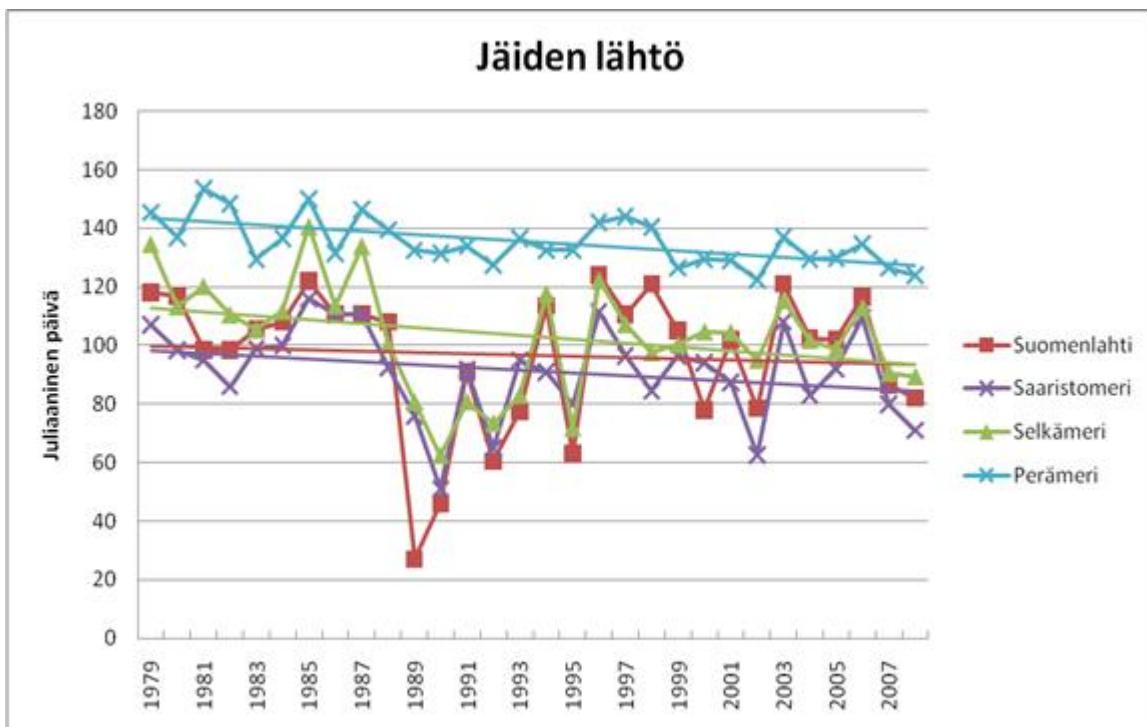
Itämeri on tyypillisesti jäätynyt talvisin ja jääpeitteen kattavuus puolestaan määräytyy talvien lämpötilojen perusteella. Jäätyminen alkaa kun pintaveden lämpötila on pysyvästi  $-0,2$  ja  $-0,8$  asteen välillä, veden suolapitoisuudesta riippuen. Jään muodostuminen on nopeinta tyynellä ja kirkkaalla säällä, sillä pilvisuus estää tehokkaasti vedestä haihtuvan lämmön siirtymistä ilmakehän ylempiin osiin. Jään peittävyys vaihtelee vuosittain merkittävästi, mutta nykyisin keskimäärin noin puolet Itämeren pinta-alasta on talvisin jääpeitteessä (Meier ym. 2004). Itämeren tulevaa jäätilannetta on mallinnettu useissa tutkimuksissa (The BACC Author Team 2008 a ja siinä olevat viitteet) ja niistä kaikki ennustavat keskimääräisen jääpeitteen merkittävää pinta-alan vähenemistä ja keston lyhenemistä vuosisadan loppua kohti mentäessä.

Jäätalven kesto on lyhentynyt tarkastelujaksolla 1979–2009 kaikilla merialueilla (Kuva 12) ja jäiden lähtö on aikaistunut tarkastelujaksolla 1979–2009 etenkin Perämerellä (Kuva 13). Jääpeite ja sen edellyttämä kylmä talvi vaikuttaa erityisesti kevään kasviplanktonyhteisöön. Jää estää tehokkaasti valon pääsyn veteen ja siksi jään lähtö ajoittaa kevään kasviplanktonkukinnan. Leutoina talvina keväisin tyypillisesti tapahtuva vesimassojen täyskierto saattaa häiriintyä, jolloin vesipatsaan kerrostuneisuus säilyy ja vain voimistuu kevään mittaan. Tämä muuttanee kasviplanktonyhteisöä, suosien kerrostuneisuutta ja lämpimiä vesiä suosivia lajeja (esim. dinoflagellaatit)(Wasmund ym. 1998). Muutos kasviplanktonyhteisössä heijastuu luonnollisesti myös eläinplanktoniin ja muille ylemmille ravintoverkon tasoille (The BACC Author Team 2008 b). Jään sisällä huokosvedessä elää rikas kasvi ja eläinplankton-, levä-, ja bakteerilajiyhteisö (Meiners ym. 2002). Nämä eliöt ovat myös suoraan riippuvaisia jääpeitteestä ja muutokset jääpeitteessä heijastunevat niiden ja niistä riippuvaisten muiden eliöiden runsauksiin.





Kuva 12. Jäätalven pituuden muutos Suomen merialueilla vuosina 1979–2009.

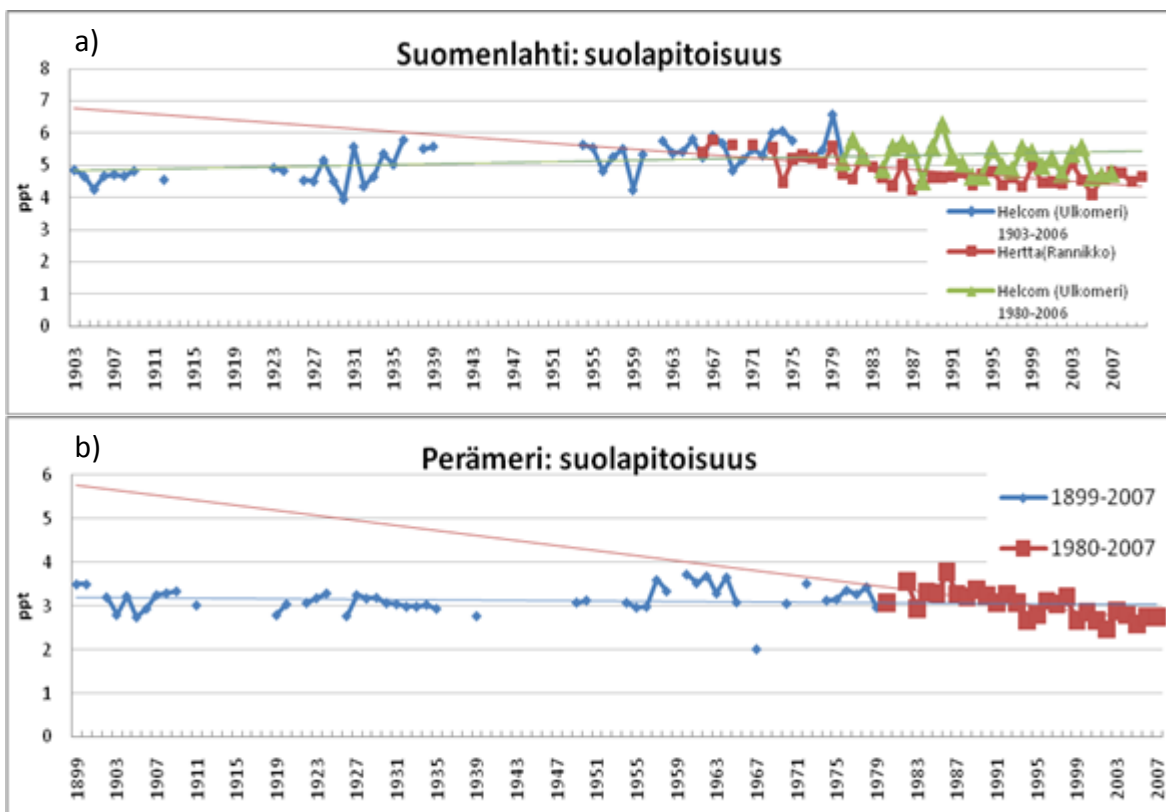


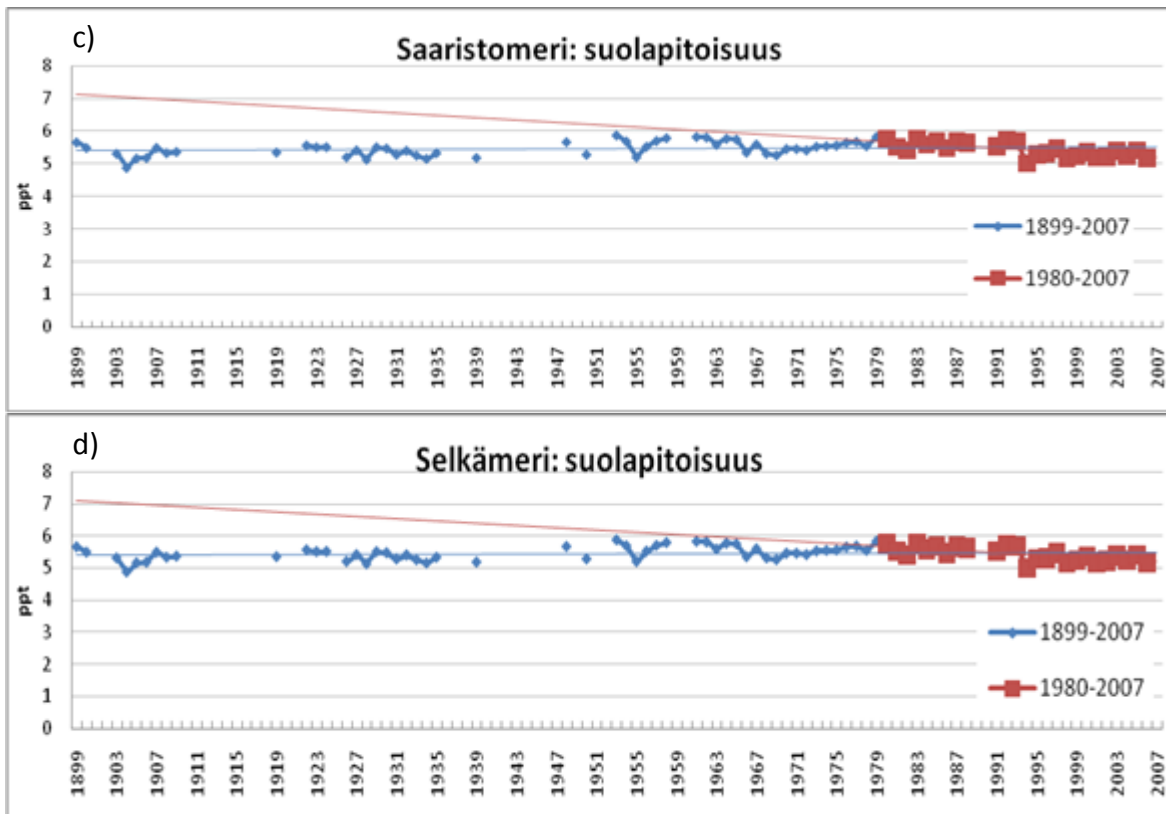
Kuva 13. Keskimääräinen jäiden lähtöpäivä Suomen merialueilla vuosina 1979–2009.

### 1.4.3. Suolapitoisuus pulsseista ja virtaamista

Ilmaston lämpenemisen vaikutukset ovat maapallon eri osissa hyvin erilaisia ja lämpeneminen muuttaa myös muun muassa sateiden jakautumista maapallolla (IPCC 2007). Sateiden on jo raportoitu lisääntyneen vuosina 1900–2005 monilla alueilla, esimerkiksi Pohjois-Euroopassa (IPCC 2007). Suo-

messä sateiden on arvioitu todennäköisesti lisääntyvän edelleen hieman jo seuraavalla vuosikymmenellä, mutta vuosisadan loppua kohden talvien sademäärien odotetaan olevan jopa 10–40 % suuremmat jaksoon 1971–2000 verrattuna (Jylhä ym. 2009). Sademäärien lisääntyminen saattaa muuttaa jokien virtaamia, minkä johdosta makean veden virtauksen määrä ja ajoitus joista Itämereen voi muuttua. Koska sademäärien ennustetaan kasvavan etenkin talvikaudella, on myös virtaamien ennustettu kasvavan talvella. Kesävirtaamien on sen sijaan ennustettu vähenevän (The BACC Author Team 2008 a, Jylhä ym. 2009). Sademäärien, kuten myös keskilämpötilojen, kasvu on voimakkainta maan pohjoisosissa ja on ennustettu, että lisääntynyt makeanveden virtaus joista Itämereen vähentää itämeren suolapitoisuutta etenkin pohjoisissa osissa (The BACC Author Team 2008 a). Vaikka eri mallien välillä on eroja sademäärän lisääntymisen suurusluokkien suhteen, kaikki kuitenkin osoittavat samansuuntaista, lisääntyvää, muutosta (The BACC Author Team 2008 a). Toisaalta, sademäärien kasvu ei välttämättä heijastu jokien virtaamiin suoraviivaisesti, sillä lämpötilan noustessa myös haihtuminen ja kasvien käyttämä veden määrä kasvaa (Meier ja Kauker 2003). Itämeren suolapitoisuuden on todettu vähentyneen viime vuosikymmenten aikana ja arvioiden mukaan väheneminen jatkuu sateiden lisääntyessä, joskin lyhyellä aikavälillä tämä muutos peittynee luontaisen vaihtelun alle (Alheit ym. 2005, Möllmann ym. 2005, sekä Kuva 14 a-d).



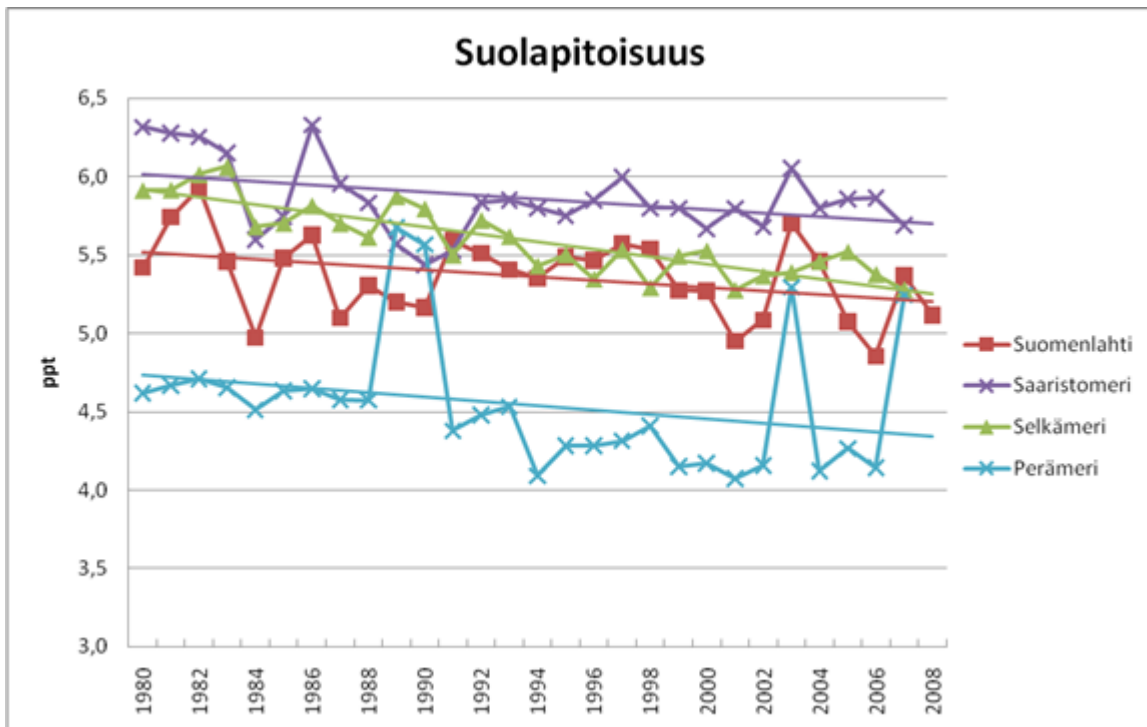


**Kuva 14.** Pintaveden suolapitoisuus a) Suomenlahdella 1903–2010, b) Saaristomerellä 1899–2007, c) Selkämerellä 1899–2007 ja d) Perämerellä 1899–2007. Viimeiset kolme vuosikymmentä on merkitty punaisella värillä (paitsi Suomenlahdella vihreällä) samoin tätä jaksoa kuvaava trendi. Esimerkiksi Suomenlahdella on huomattavaa, että suolapitoisuus nousi ensimmäiset viisi vuosikymmentä ja kääntyi sen jälkeen laskuun. Suolapitoisuuden lasku on kaikilla merialueilla ollut suurinta tällä viimeisimmällä 1980–2007 ajanjaksolla.

Itämerelle, kuten muillekin murtovesialueille, on tyypillistä voimakas suolaisuusgradientti sekä pohjois-etelä suunnassa, että syvyysuunnassa. Gradientin muodostaa Tanskan salmien kautta Itämereen työntyvä merivesi ja toisaalta valuma-alueen joista virtaava makea vesi joiden tiheysominaisuudet (lämpötila ja suolaisuus) poikkeavat toisistaan. Itämeri on suurimman osan vuodesta voimakkaasti kerrostunut, missä painava, kylmä ja suolainen vesi on pohjalla ja kevyt, lämpimämpi ja vähäsuolainen vesi pinnassa. Itämeren lämpötilan vaihdellessa voimakkaasti vuodenaikojen mukaan, tapahtuu kahdesti vuodessa vesimassojen kierto, jolloin pintavesien viilentyessä ne painuvat tuulisella säällä pohjaa kohti vieden mukanaan muun muassa happea. Ilmastonmuutoksen todennäköisesti aiheuttama sadannan lisääntyminen saattaa siis johtaa pintavesien suolaisuuden vähentymiseen. Yhdessä lämpötilan ennustetun nousun kanssa, kerrostuneisuus saattaa voimistua ja vesimassojen kierto vaikeutua (The BACC Author Team 2008 a).

Osassa ennusteista kuitenkin arvioidaan, että tuulisuus saattaa lisääntyä ja tuulien keskimääräinen suunta muuttuu lännenpuoleiseksi (Jylhä, 2011). Voimakkaita suolapulssseja Tanskan salmista Itämereen työntyy aina voimakkaiden länsituulten seurauksena ja tässä valossa on mahdollista, että suolapulssit ja niiden myötä suolapitoisuus lisääntyy. Lisäksi, voimakas tuulisuus lisää vesipatsaan sekoittumista ja täten vähentää kerrostuneisuutta ainakin pintavesissä.

Suolapitoisuus on laskenut kaikilla tarkastelluilla merialueilla vuosina 1980–2009, joskin se on vaihdellut merkittävästi esimerkiksi Perämerellä (Kuva 15).



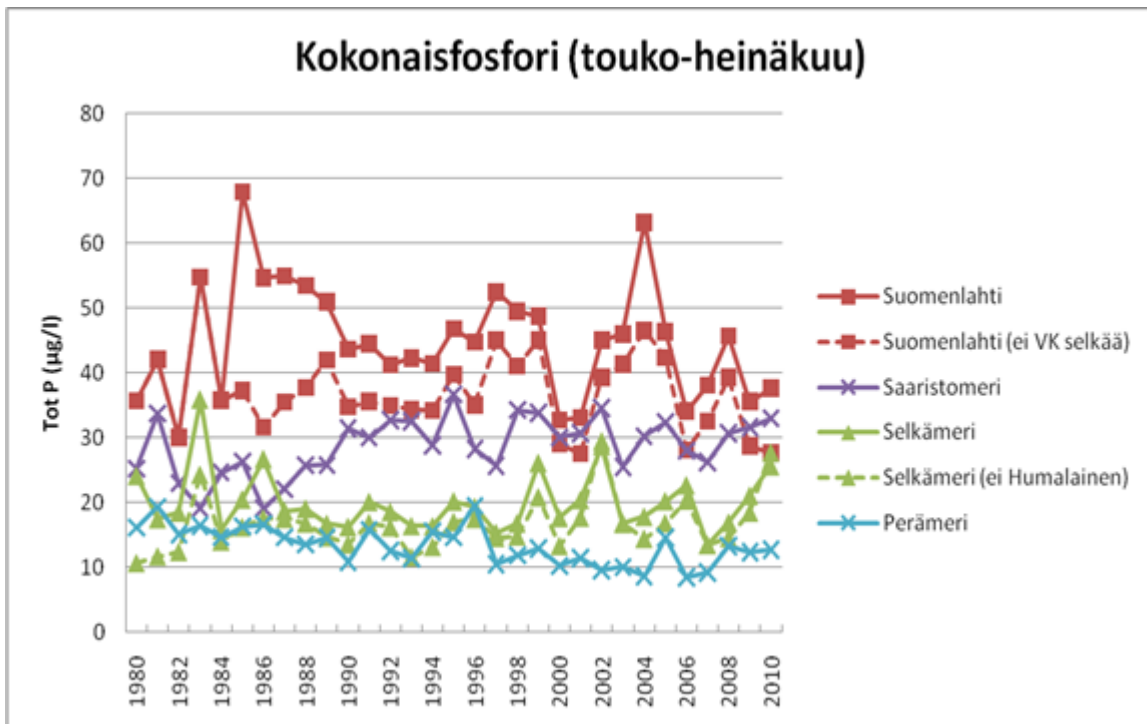
Kuva 15. Veden keskimääräisen suolapitoisuuden muutos tarkastelluilla merialueilla vuosina 1980–2009.

#### 1.4.4. Rehevyyden kuvaajat

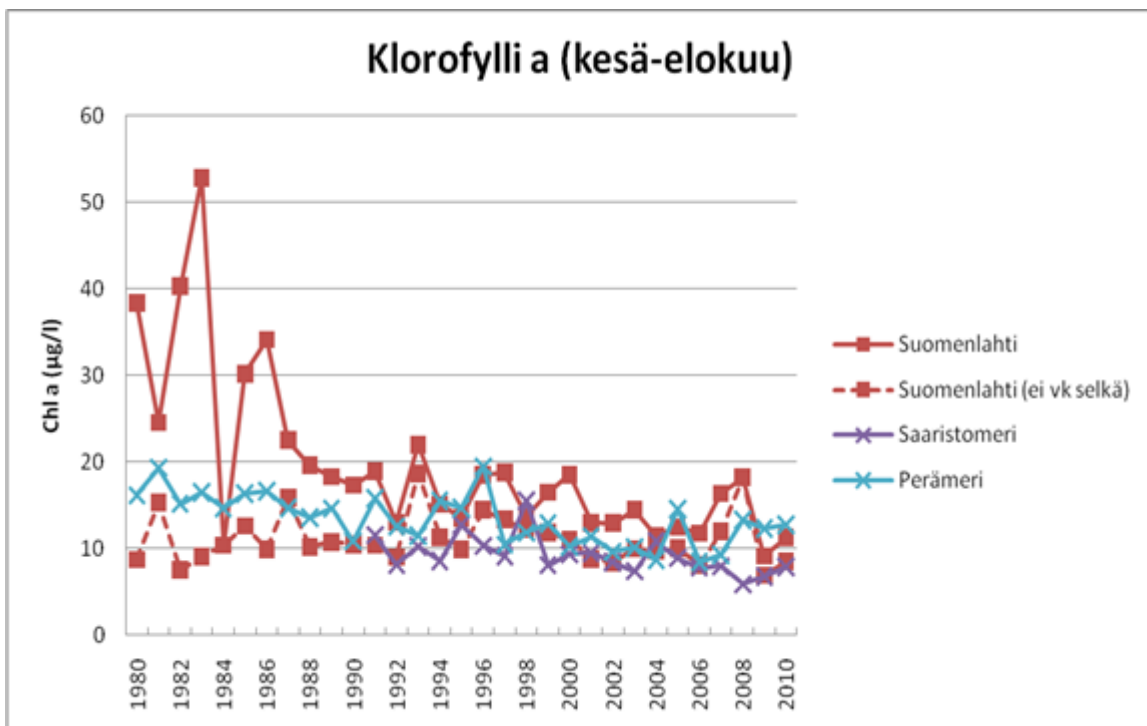
Rehevyyden on ennustettu ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvän erityisesti rannikolla. Tähän on suurimmaksi osaksi synä ennustettu sadannan ja sen vuoksi huuhtouman lisääntyminen valuma-alueelta (The BACC Author Team 2008b). Toisaalta pintavesien lämpeneminen saattaa häiritä keväisin ja syksyisin tapahtuvaa vesimassojen täyskiertoa ja ravinteiden kulkeutumista pohjan vesistä pinnalle, missä valo ja lämpöolosuhteet levien ja kasviplanktonin kasvuille ovat suotuisat, estyy. Tämän johdosta pintavedet saattavat muuttua vähäravinteisimmiksi (The BACC Author Team 2008b).

Selvää muutosta Suomen merialueiden keskimääräisessä rehevyydessä kesäaikana ei tarkastelujaksolla näillä muuttujilla ilmennyt (Kuva 16 ja 17). Paikallisesti sekä fosfori, että klorofyllipitoisuudet ovat varsinkin sisälahdissa muuttuneet, mutta keskimääräisesti merialueilla muutos on näin tarkasteltuna ollut vähäistä. Saaristomerellä kesäinen fosforikuormitus näyttäisi kasvaneen.





**Kuva 16.** Kesäkuukausien (touko-heinäkuu) pintaveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus Suomen merialueilla 1980–2010. Yhden rehevän mittauspisteen merkitys ilmenee kun vertaillaan merialueen keskiarvoja sekä ilman tätä pistettä, että tämän kanssa (Suomenlahti, Vanhakaupunginlahti ja Selkämeri, Humalainen).



**Kuva 17.** Kesäkuukausien (kesä-elokuu) keskimääräinen klorofyllipitoisuus Suomen merialueilla 1980–2010. Yhden rehevän mittauspisteen, Vanhakaupunginlahti, merkitys ilmenee kun vertaillaan Suomenlahden merialueen keskiarvoa sekä ilman tätä pistettä, että tämän kanssa.

## 2. Ilmasto kalaston ja kalakantojen muokkaajana

### 2.1. Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa

Itämeren kalalajisto on sekoitus murtoveteen sopeutuneita meri- ja makeanveden lajeja. Kalat alkoivat vähitellen levittäytyä Suomen nykyiselle alueelle, silloiseen Baltian jääjärveen, kun Itämeren allas syntyi viimeisimmän jääkauden lopulla, runsaat 10 000 vuotta sitten. Alkuperäinen kalastomme oli muotoutunut jo noin 4 000 vuotta sitten, Itämeren suolaisten ja makeiden vaiheiden ja lämpimien ja kylmempien kausien aikana. Tähän alkuperäiseen, vakituiseen, kalastoon voidaan katsoa kuuluvaksi noin 58 kalalajia (Urho ja Lehtonen 2008).

Kun ilmasto kivikaudella oli 1-3 celsiusastetta lämpimämpi kuin nykyään, niin kalalajien levinneisyys ulottui Suomen alueella joidenkin lajien osalta nykyistä pohjoisemmaksi (Nurminen 2006, Koli 1998).

Lähihistoriassa Suomen kalastossa on tapahtunut vähän muutoksia. Monni on hävinnyt sisävesistämme 1800-luvulla. Sampi, joka meillä ei tiettävästi kuitenkaan lisääntynyt, vaihtui ilmeisesti koko Itämeren alueella sinisammeksi, minkä on katsottu johtuneen ilmaston muuttumisesta. Sittemmin sinisampikin on hävinnyt koko Itämeren alueelta. Sitä on kuitenkin viime vuosina kotiutettu uudelleen pariin Etelä-Itämereen laskevaan jokeen ja näitä merkittäviä sinisampia voi uida meidänkin merialueillemme. Rannikollamme esiintyy kuitenkin aika ajoin muitakin sampilajeja, jotka ovat karkulasia tai istukkaita naapurimaiden kalanviljelylaitoksista (Urho ja Lehtonen 2010). Tällaisia vieraslajeja ovat mm. siperiansampi, venäjäsampi ja tähtisampi (ks. tarkemmin kohta 2.3.5).

Viime vuosisadalla Suomeen tuotiin ulkomailta 14 uutta kalalajia ja joitakin tuontiyrityksiä oli tehty jo 1800-luvun lopussa (Urho ym. 1995, Urho ja Lehtonen 2008). Istutuksia (esim. puronieriä ja peledsiika) lukuun ottamatta uusia lajeja ei juuri ole havaittu Suomen vesialueilla. Viime vuosisadalla listatut liejutokko ja seitsenruototokko eivät sinänsä olleet uusia lajeja, niitä ei vain ollut tunnistettu. Piikkimonni ja allikkosalakka ovat ainoat muut vieraslajit Suomessa, jotka viime vuosisadan aikana muodostivat pysyviä kantoja Suomen sisävesiin, viljelyn mukana tulleen viisipiikin lisäksi. 2000-luvulla on jo havaittu kaksi Suomelle aivan uutta kalalajia (hopearuutana ja mustatäplätokko). (ks. Tarkemmin kohta 2.3.2. ja 2.3.3.)

Vesistökohtaisesti vieraiksi lajeiksi voidaan toki laskea myös sinne toisista vesistä istutetut uudet kalalajit, mihin nykyisin tarvitaan paikallisen kalatalousviranomaisen lupa. Siirtoistutustoiminta on aikaisemmin koettu tärkeäksi kalavesien hoitokeinoksi ja onkin arvioitu, että joka kolmannessa Skandinavian vesistöistä on yksi tai useampi sinne istutettu laji, joka ei ole alkuperäinen (Tammi ym. 2003). Pohjoiseen Suomeen (=Inarijärveen) istutettujen tulokkaiden menestystä ovat lähiaikoina tarkastelleet mm. Erno Salonen ja Ahti Mutenia (2007).

Suomen nykyisellä vesialueella on vuoteen 2008 mennessä tavattu kaikkiaan 100 kala- ja 3 nahkiaislajia (Urho ja Lehtonen 2008), joista monet elävät täällä levinneisyytensä pohjoisrajalla. Myöhemmin samana vuonna havaittiin vielä uutena lajina silokampela, joka on yleisempi eteläisellä Itämerellä. Nämä ns. vierailijat (tai levittäytyjät) esiintyvät meillä erittäin harvoin, ja niitä voidaan pitää tunnustelijoina, jotka olosuhteiden muuttuessa suotuisammiksi levittäytyvät eteläiseltä Itämereltä tai Pohjanmereltä katsastamaan elinmahdollisuuksia pohjoisempaan. Yksi tällaisista tutkimusmatkailijoista on sardelli, johon ilmaston lämpeneminen näyttää vaikuttavan positiivisesti. Viimeksi kesällä

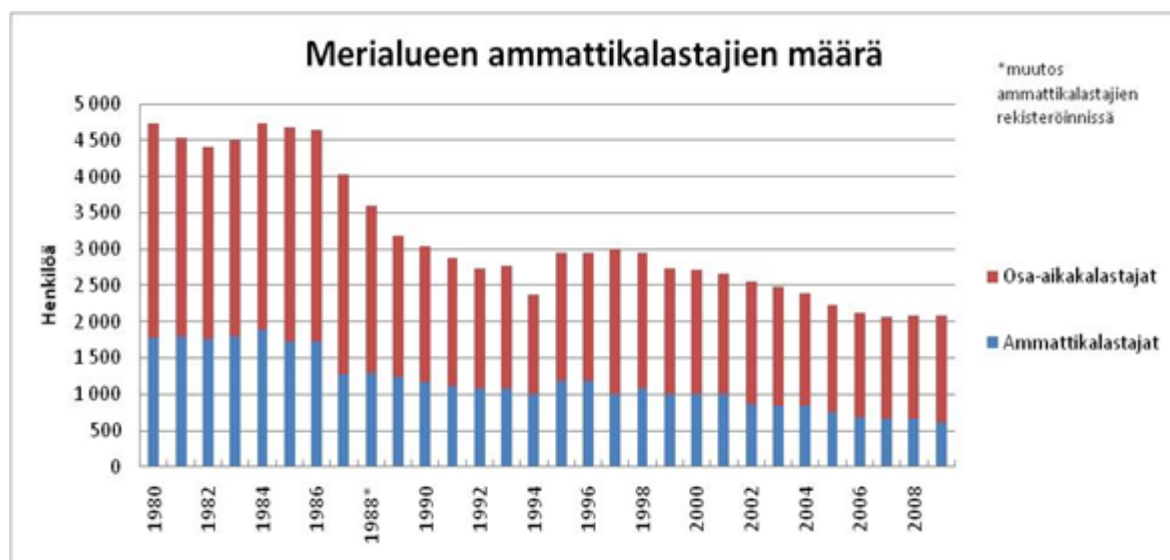
2007 näitä myös anjovis-nimellä tunnettuja sillikaloja saatiin mm. Tammisaaren vesiltä. Tämä lienee heijastumaa anjoviksen yleistymisestä eteläisellä Itämerellä lämpimän jakson aikana (kts 2.2.6.).

Viimeisimmät Suomen vesille asettuneet vieraskalalajit ovat siis ihmisen avustuksella Itämereen saapuneet mustatäplätokko (mustakitatokko) ja hopearuutana, jotka tunnistettiin merialueeltamme vuonna 2005. Näiden lisäksi uusia vieraslajeja, joista on usein odotettavissa enemmän haittaa kuin hyötyä, on levittäytymässä rajan takaa Suomenlahdella idästä tai etelästä (kohta 2.4.).

## 2.2. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia rannikon kalojen levinneisyyteen, kannan kokoon ja saaliisiin, esimerkkeinä kuha, siika, ahven ja made

Hankkeen tarkoituksena oli analysoida eräiden taloudellisesti tärkeiden kalalajien kanta- ja saaliskehitystä erityisesti ilmastonmuutoksen näkökulmasta alueellista vertailua hyödyntäen. Osiossa tarkastellaan myös eräiden tärkeiden talouskalalajien kalakantojen luontaista lisääntymistä ja kannan/saaliiden kehityssuuntaa suhteessa hyödyntämiseen ja istutustoimintaan. Esimerkkeinä käsitellään kuha ja siika, joihin ilmastonmuutoksen on arveltu vaikuttavan eri tavoin. Lisäksi hieman lähempään tarkasteluun otettiin ahven ja made. Lyhyinä mainintoina tuodaan esille myös muutama muu laji, jonka kohdalla selkeämpi muutos on ilmeinen.

Tutkimuksen tulosten tarkastelussa otettiin huomioon myös muita tarkastelujakson 1980–2009 aikana tapahtunut muutoksia. Esimerkiksi Suomen merialueilla kalastavien ammattikalastajien määrä on vähentynyt tällä ajanjaksolla alle puoleen, (Kuva 18).



Kuva 18. Ammattikalastajien määrä Suomen merialueella vuosina 1980–2009.

### 2.2.1. Kuha ja sen kalastus hyötyvät lämpenemisestä

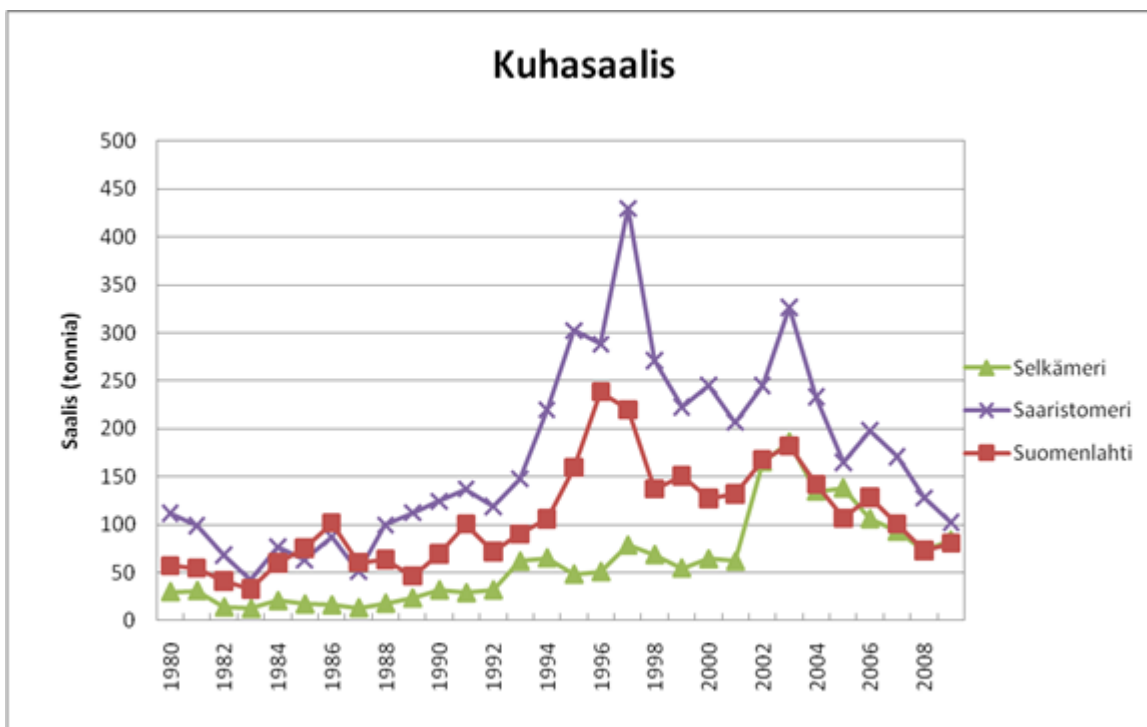
Kuhaa esiintyy Euroopassa itäpainotteisesti ja sen luontainen esiintyminen ulottuu Kaspianmerestä Itämereen laskeviin vesistöihin. Istutuksilla kuhaa on levitetty myös Länsi- ja Keski-Eurooppaan. Samoin Suomessa kuhaa on istutettu useisiin järviin ja siten sen levinneisyyttä on ulotettu pohjoiseen päin. Merialueella kuhan tiedetään lisääntyvän vielä Merenkurkussa Kyrönjoen suistossa. Muita mahdollisia lisääntymisalueita Saaristomeren pohjoispuolelta ei yleisesti ole tiedossa. Kuhan pääasi-

allinen esiintyminen, lisääntyminen ja pyynti ovat keskittyneet Saaristomeren ja Suomenlahden alueille. Suomenlahdellakin pyyntialueet ovat perinteisesti lähinnä lisääntymisalueilla tai niiden läheisyydessä. Parina viimeisenä vuosikymmenenä saalista on kuitenkin saatu laajemmalta alueelta.

Tilastojen mukaan vuotuinen kuhasaalis Suomessa on kasvanut 1980-luvun 600–1076 tonnin vuosisaaliista 1786–3371 tonniin 1990–2000-luvuilla eli noin kolminkertaiseksi. Tämän ovat mahdollistaneet hyvät kuhavuosisiluokat. Tarkoituksenamme oli selvittää kuinka paljon lämpötila vaikuttaa hyvien kuhavuosisiluokkien syntyyn ja niistä saataviin saaliisiin. Kuhasaaliit ovat kasvaneet, mutta eivät suoraviivaisesti ja ammattikalastajien pyyntiponnistus ja saaliit rannikolla ovat 2000-luvulla kääntyneet laskuun.

Kuhasaaliista yli puolet on saatu merialueelta, paitsi 2000-luvulla, jolloin sisävesien saalis on ylittänyt merisaaliin. Sisävesien kuhasaaliin on tosin aikaisemminkin arvioitu olleen merisaalista huomattavasti suurempi (Nuorteva 1957). Viime vuosikymmeninä vapaa-ajankalastajat ovat saaneet merialueen saaliista usein hieman yli puolet (40–80 %), mutta sisävesissä vähintään 80–95 %.

Ammattikalastajien saaliista noin 40–60 % ilmoitettiin saadun Saaristomereltä ja 30 % Suomenlahdella (Kuva 19). Selkämeren ja varsinkin sen eteläosan osuus on viime vuosikymmeninä kasvanut. Seuraavassa tarkastellaan kuhan kalastusta lähinnä ammattikalastuksen merialueen pyynnin ja saaliiden perusteella. Suurin osa pyynnistä (yli 90 %) on verkkokalastusta, joka tapahtuu syksyllä tai keväällä ennen kutua.



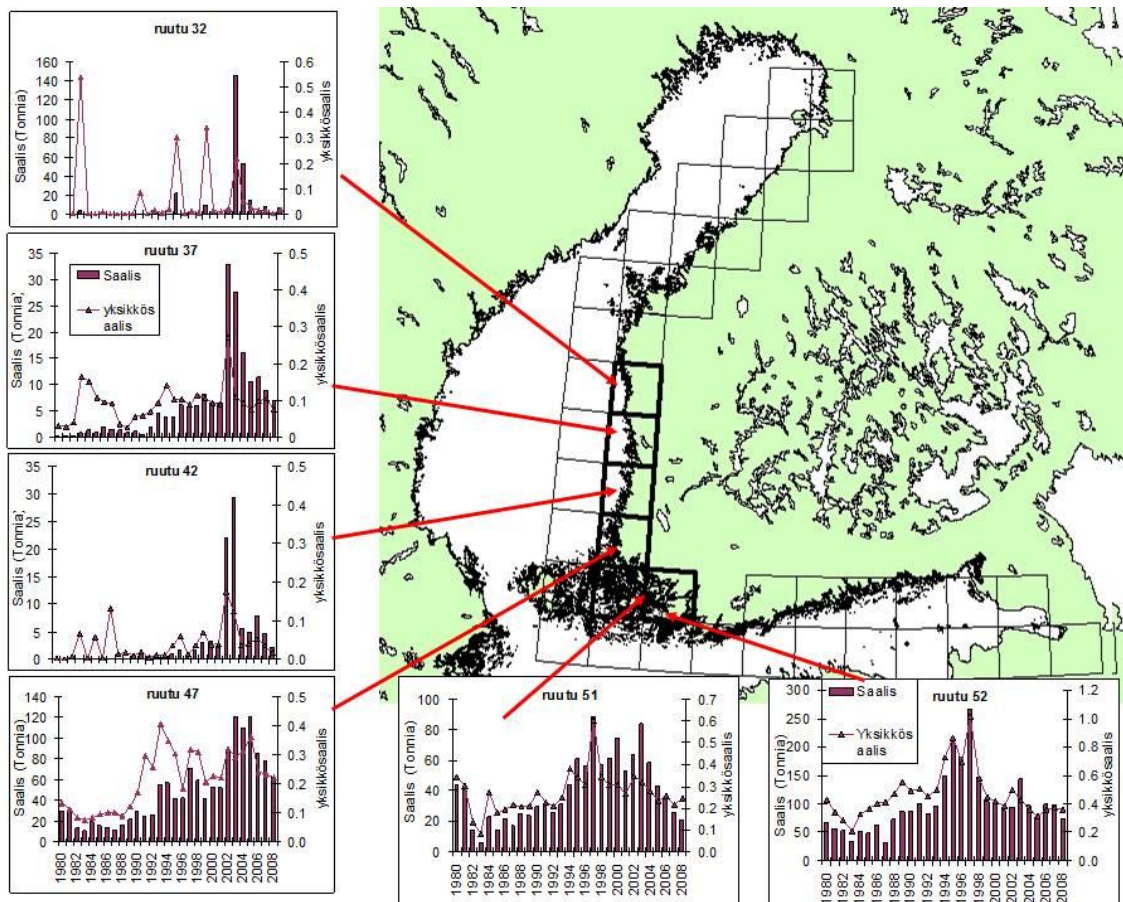
Kuva 19. Ammattikalastajien kuhasaalis merialueittain 1980–2009.

Ammattikalastuksen kokonaiskuhasaalis ja pyyntiponnistus kasvoivat vuoden 1994 jälkeen Suomenlahdella ja Saaristomerellä (Kuvat 19 ja 20). Vuoden 2003 jälkeen sekä pyyntiponnistus että saalis ovat laskeneet kaikilla kolmella alueella. Silti yksikkösaalis (kg/verkkovuorokausi) on pysynyt melkein samalla tasolla (0,2–0,4) koko ajanjakson lukuun ottamatta muutamia vuosia 1990-luvulla, jolloin se

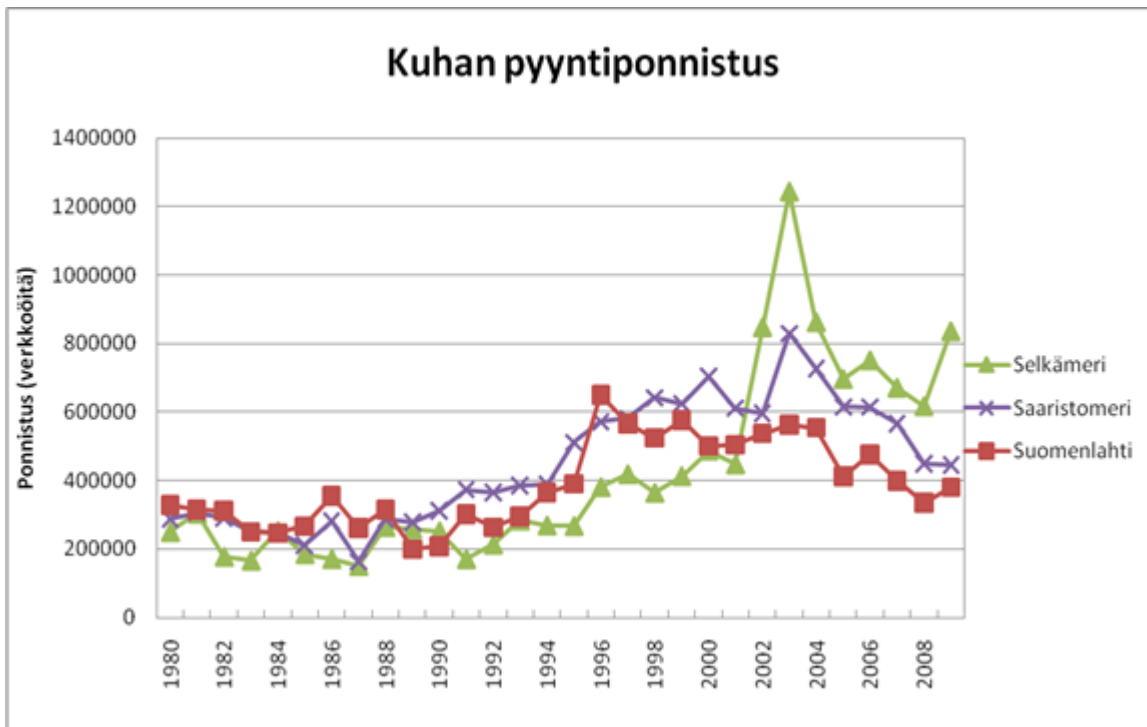


oli hieman korkeampi Suomenlahdella (0,3) ja Saaristomerellä (0,5) sekä 1980-luvun alussa alle 2 Suomenlahdella (Kuva 21). Selkämerellä yksikkösaalis pysyi koko tutkimusjakson samalla tasolla (0,1–0,2). Yksikkösaalis välillä tuntuu vaikuttavan kalastajien pyyntiponnistukseen, kuten Saaristomerellä vuonna 1994: yksikkösaaliin noustua pyyntiponnistusta lisättiin seuraavina vuosina. Vaikka yksikkösaalis palautui takaisin vuonna 1998–99, pyyntiponnistusta ei kuitenkaan vähennetty.

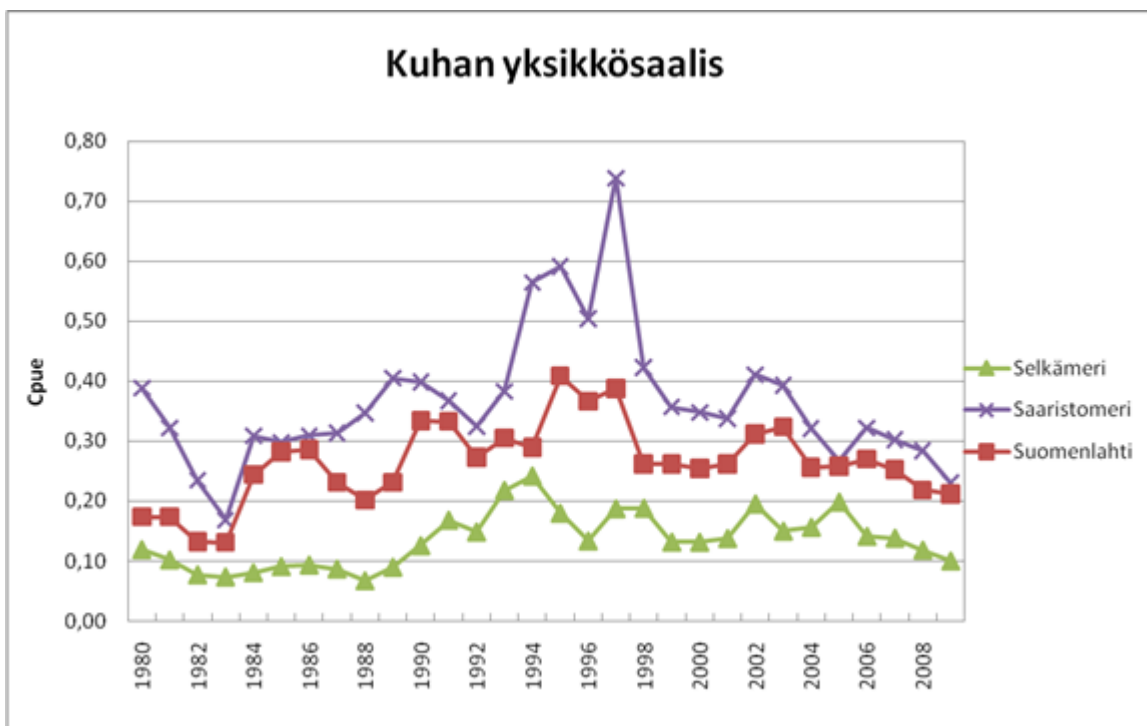
Tarkasteltaessa ammattikalastuksen keskimääräisiä verkkosaaliita kolmena kymmenvuotiskautena, kuhasaalis oli korkein keskimmaisella kaudella (1991–2000) Suomenlahdella (140 tonnia) ja Saaristomerellä (238 tonnia). Selkämerellä korkein saalis saavutettiin viimeisellä kaudella 2001–2008 (120 tonnia). Ruuduissa 47, 51 ja 52 Saaristomerellä kuhan ammattikalastuksen saalis kasvoi 1990-luvulla (Kuva 20). Selkämerellä ruuduissa 42 ja 37 selvin saalisnousu havaittiin viimeisellä ajanjaksolla 2001–2008, vaikka pyyntiponnistus lisääntyi jo hieman 1990-luvulla. Yksikkösaaliit nousivat jo silloin ja pysyivät korkeammalla kuin ensimmäisellä ajanjaksolla varsinkin ruudussa 47. Yksikkösaaliit eivät vaihdelleet suuresti vaikka nousivat huippuun 1990-luvulla Suomenlahdella ja vielä selvemmin Saaristomerellä. Selkämerellä yksikkösaalis pysyi pienestä noususta huolimatta eteläisempiä alueita alhaisimmalla tasolla. Tasainen yksikkösaalis viittaa siihen, ettei kuhakannan kanssa ole ehkä tapahtunut sellaista radikaalia vähenemistä, joka heijastuisi kalastukseen.



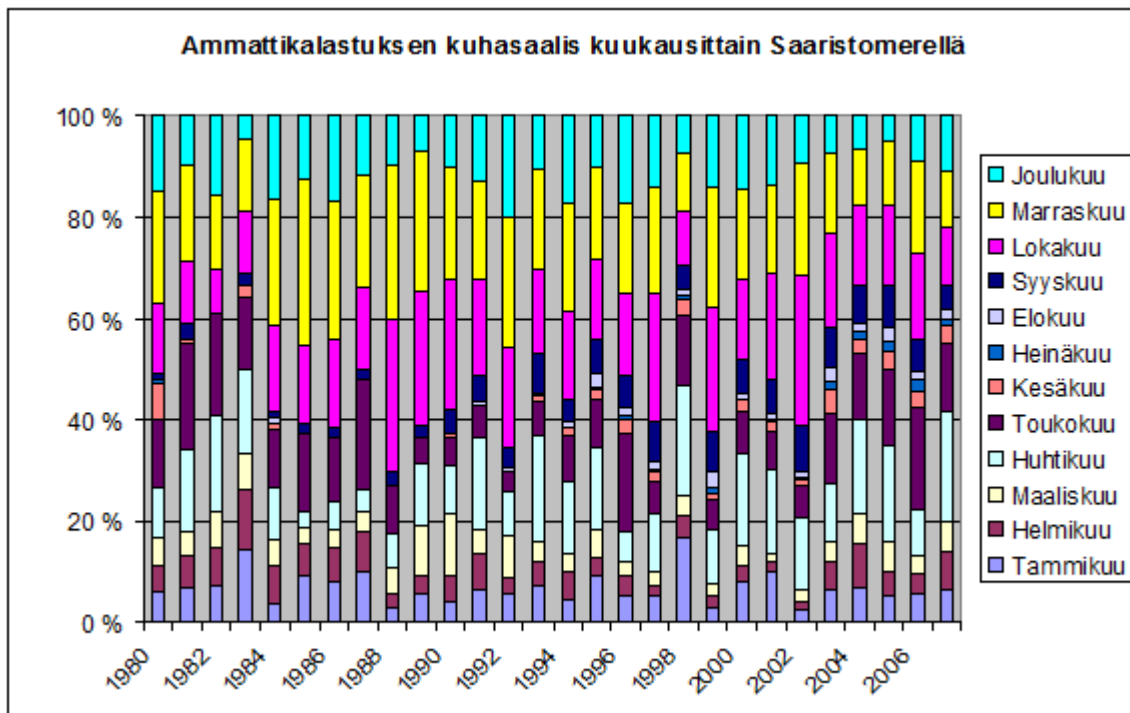
Kuva 20. Ammattikalastuksen kuhasaalis ruuduittain Saaristomerellä ja Selkämerellä vuosina 1980-2008.



Kuva 21. Kuhan pyyntiponnistus Suomen merialueilla 1980–2009.

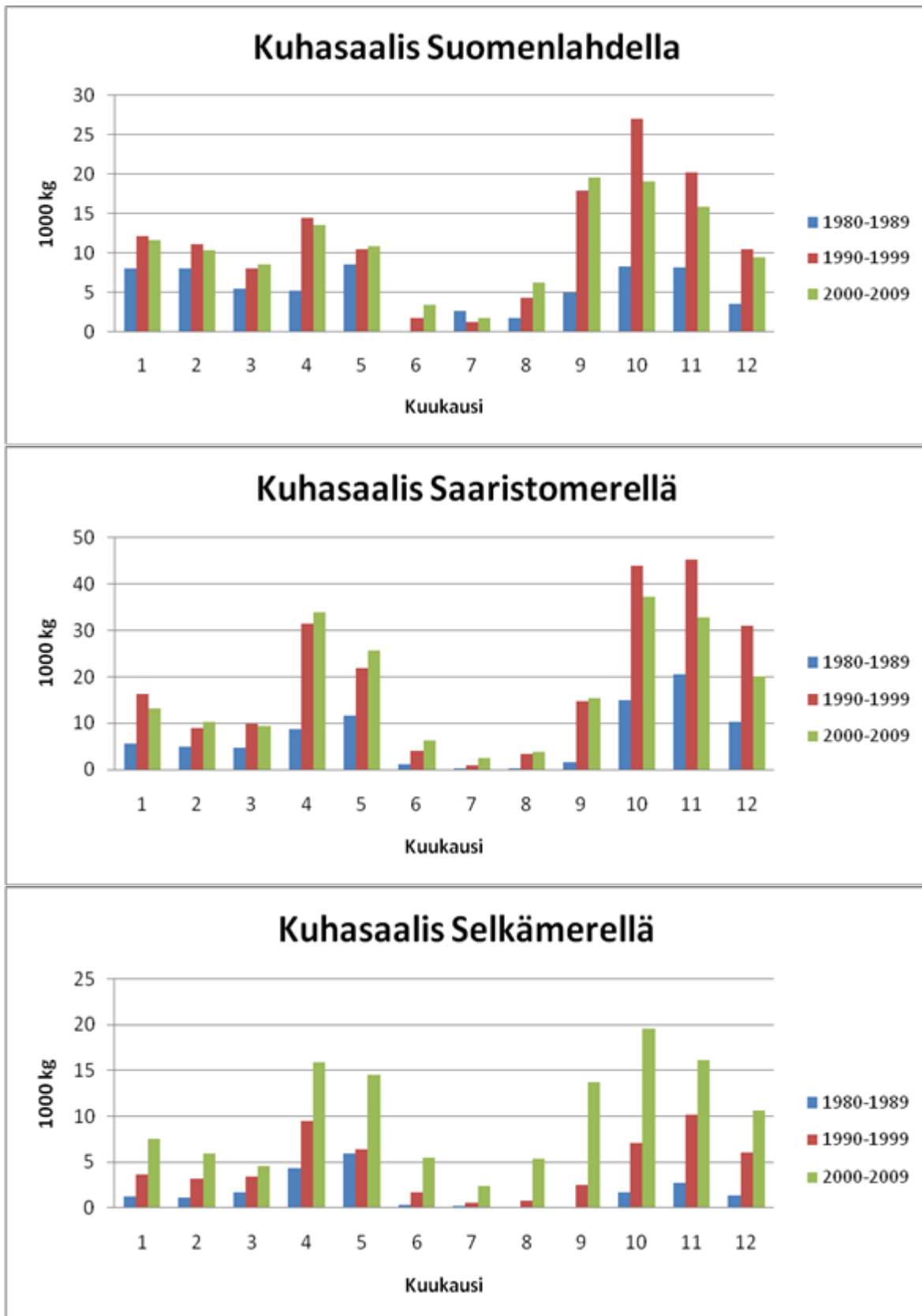


Kuva 22. Kuhan yksikkösaalis ammattikalastuksessa Suomen merialueilla 1980–2009.

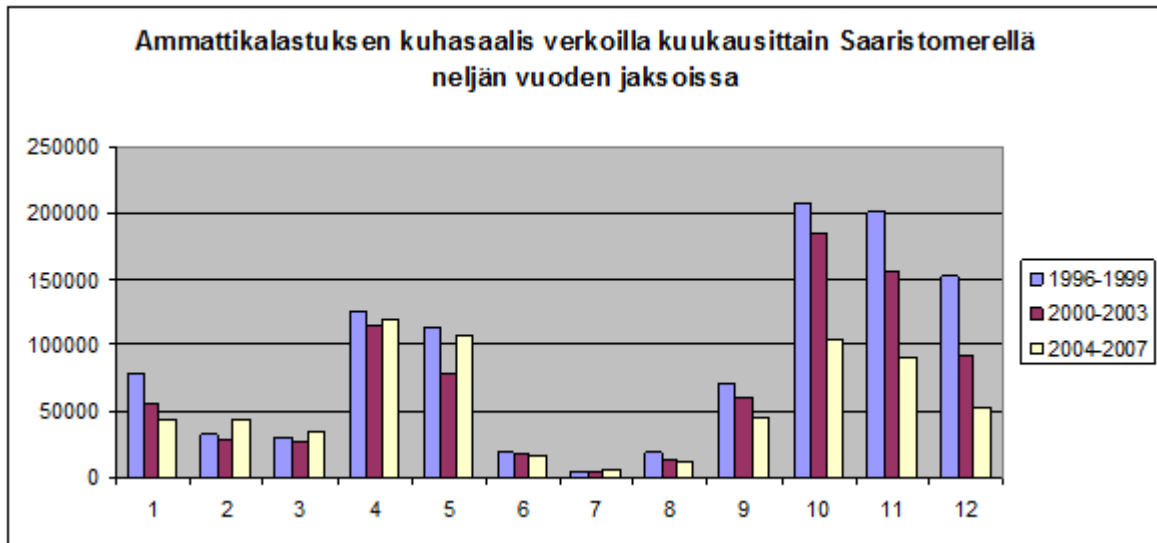


Kuva 23. Kuusaaliin jakautuminen eri kuukausille vuosina 1980–2007.

Kuhaa saadaan saaliiksi ympäri vuoden, mutta ammattikalastuksessa kesäkuukausina (kesä-elo) kalastus on vähäistä. Tärkein pyyntikausi on loppuvuodesta eli loka-joulukuun saalis on usein ollut 50–60 % kokonaissaaliista. Suomenlahdella viimeisinä vuosikymmeninä saaliit ovat olleet suhteellisesti runsaampia huhtikuussa ja syys-joulukuussa (Kuva 23). Tähän on mahdollisesti vaikuttanut avovesikauden pidentyminen. Saaristomerellä muutos on ollut samansuuntainen (Kuva 24). Loppuvuoden saalis on kuitenkin alkanut pienentyä voimakkaammin 2000-luvun puolivälin tienoilla. Ainakin eräät kalastajat ovat ilmoittaneet vähentäneensä syyskalastusta hylkeiden takia, osin veteen laitetaan enemmän verkkoja vasta kun aletaan saada enemmän kuhaa muutamilla verkoilla, eikä vain ei-toivottua sivusaalista. Yleisemmin käytössä olevilla 36–45 mm:n verkoilla pyynti oli vähäisempää ainakin vuonna 2008. Vähemmän käytettyjen suurempisilmäisempien (46–50 mm) verkkojen pyyntiin laskettu määrä on puoliintunut. Selkämerellä sen sijaan saalis taas on lisääntynyt erityisen voimakkaasti juuri syys-joulukuussa (Kuva 24).



**Kuva 24.** Kuhasaaliin jakautuminen eri kuukausille eri vuosikymmeninä Suomenlahdella, Saaristomerellä ja Selkämerellä.

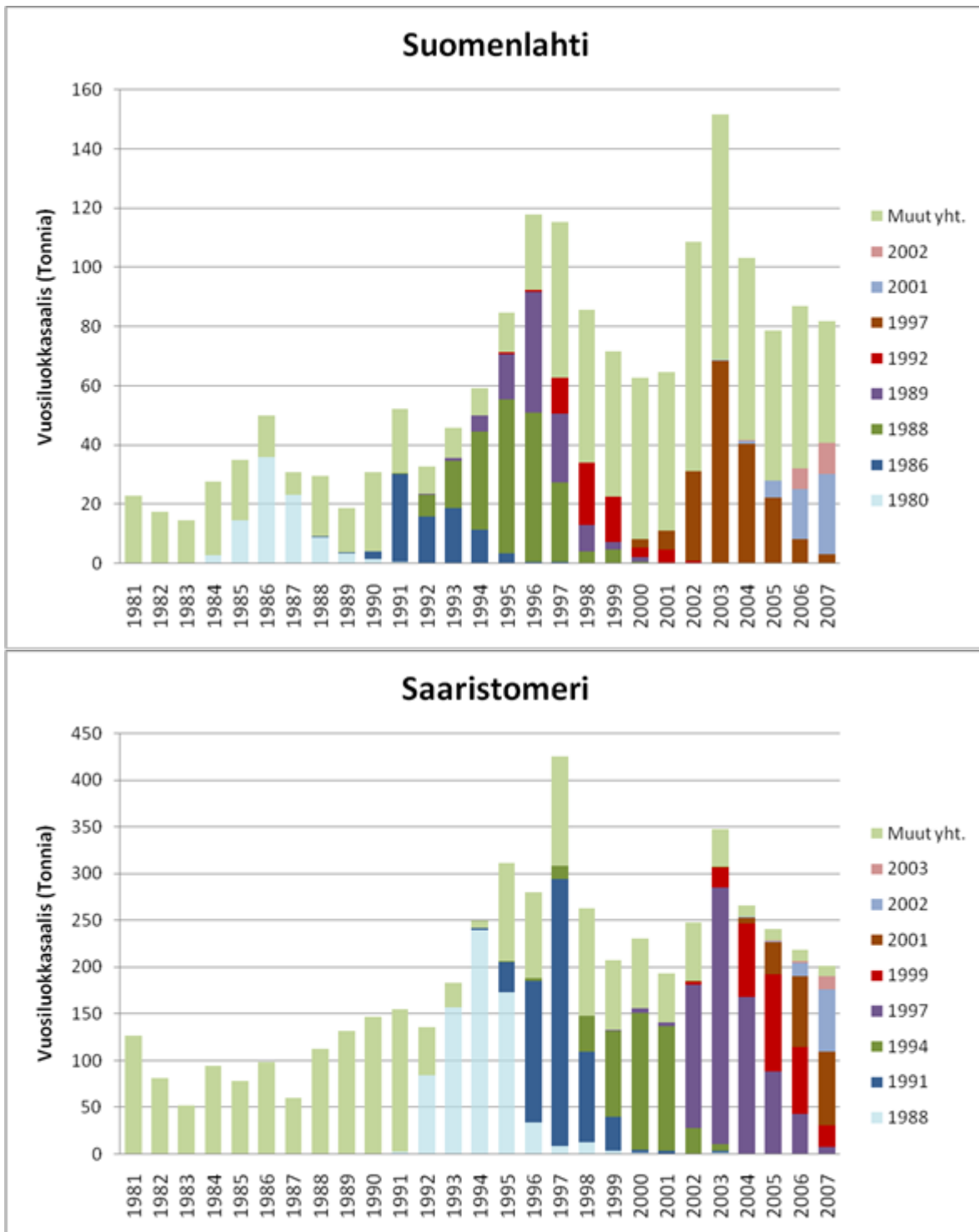


**Kuva 25.** Ammattikalastuksen kuhasaaliin painopisteen muuttuminen kuukausi tasolla 4-vuotis jaksossa.

### Lämpötilan merkitys kuhasaaliisiin

Selvittääksemme lämpötilan merkitystä kuhasaaliisiin laskimme Suomenlahdelta ja Saaristomereltä ikämääritettyjen kalakantanäytteiden avulla kuhankalastuksen saaliista ns. vuosiluokkasaaliita. Vuosiluokka saalis on tietyn kuhavuosisuokan (yhtenä vuonna alkunsa saaneiden eli ”syntyneiden” ja kehittyneiden) kuhien tuottama yhteenlaskettu kokonaissaalis. Kuhayksilöt alkavat ilmestyä saaliiseen pari kolme vuotta ”syntymänsä” jälkeen ja hyvät vuosiluokat tuottavat tavallisesti saalista tuhansia kiloja 4-10 vuoden ikäisinä. Suurin osa saaliista saadaan 5-8 vuotiaista, saalishuipun koostuessa usein 6-8 vuotiaista kuhista molemmilla alueilla (Kuva 26).





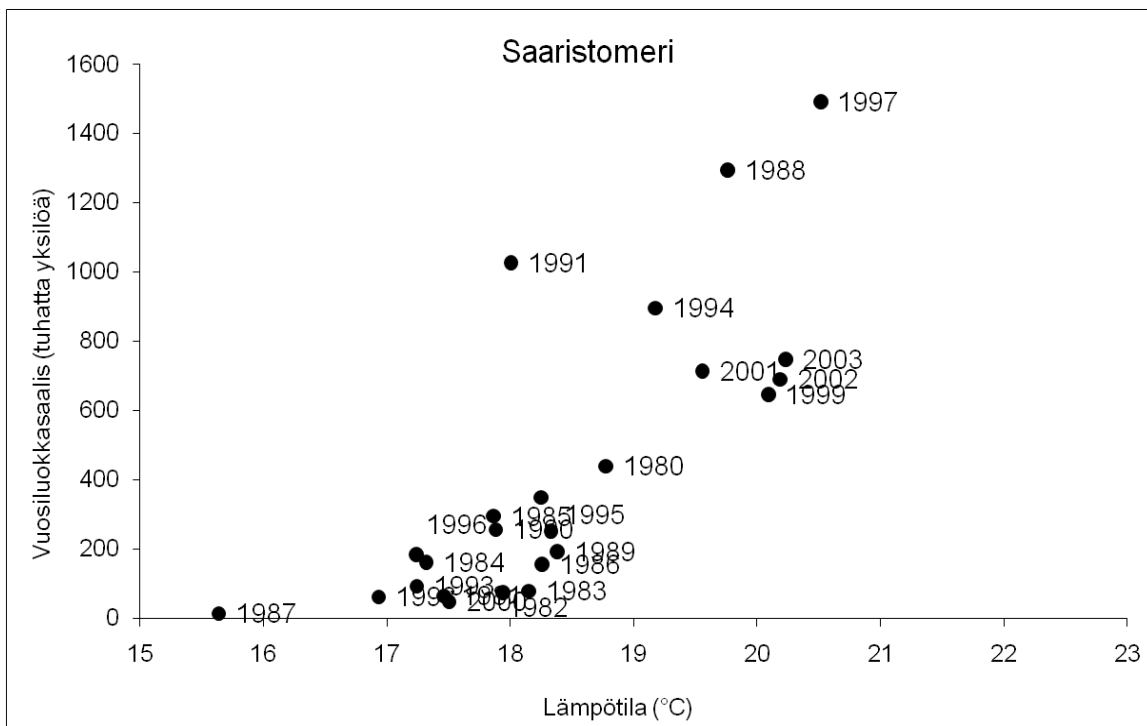
Kuva 26. Eri vuosiluokkien osuus saaliista vuosina 1981–2007.

Vertasimme näitä eri vuosien vuosiluokkasaaliita niiden ”syntymävuoden” ympäristöolosuhteisiin ja lämpötila näytti selvästi vaikuttavan myöhempinä vuosina saatuihin kuhasaalmääriin (Peckan-Hekim ym. 2011). Kolmen viime vuosikymmenen kasvukauden keskilämpötila kuhan lisääntymisalueilla oli noussut 0,8 celsiusastetta Suomenlahden ja 0,9 celsiusastetta (Kuva 4) Saaristomeren mittauspisteessä kymmenen vuoden keskiarvoja verrattaessa, ollen korkein siis 2000-luvulla. Kasvukauden alkupuolen lämpötila oli Suomenlahdella hieman korkeampi ja lopussa taas Saaristomerellä.

Kuhan kutu alkaa toukokuun lopulla tai aikaisin kesäkuussa, kun lämpötila saavuttaa 10–14 celsiusastetta. Kutu tapahtuu matalilla mantereiden läheisillä alueilla, usein jokisuiden lähellä. Poikaset kuoriutuvat yleensä kesäkuussa. Lämpötila vaikuttaa merkittävästi poikasten eloonjääntiin ja kasvuun (Kudrinskaya 1970). Lämpötila vaikuttaa myös nuorten ja aikuisten kuhien kasvuun.

### Vuosiluokkasaalis ja veden lämpötila

Saalishuippu saavutettiin 1990-luvulla ammattimaisen kuhankalastuksen pääalueilla, ja vain pohjoisimmalla alueella saaliit nousivat vielä vuoteen 2003 asti. Vuosiluokista 1988 ja 1997, jotka olivat lämpimien kesien tuotosta, saatiin parhaimmat saaliit molemmilla alueilla. Selvä korrelaatio vuosiluokkasaaliin ja kesän lämpötilojen välillä todettiin molemmilla alueilla. Suomenlahdella kesäheinäkuun lämpötila selitti 40 % saalisvaihteluista ja vastaavasti heinä-elokuun lämpötila Saaristomerellä selitti 73 % saalisvaihtelusta (Kuva 27).



**Kuva 27.** Lämpötilan vaikutus kuhan vuosiluokkasaaliiseen Saaristomerellä.

Kuhan yksikkösaaliit ja vuosiluokkasaaliit näillä kahdella kuhan pääkalastusalueella korreloivat positiivisesti keskenään, vaikka selitettäviä erojakin silti jää. Verrattain lämpimän kesän 1999 ennustetta heikompi saalistuotto Suomenlahdella voi selittyä kylmän veden kumpuamisella ainakin osalle poikasalueista keskikesällä. Kumpuaminen aiheutti lämpötilan putoamisen jyrkästi noin 11 celsiusasteeseen (Vahteri 2005). Kuhanpoikaset lopettavat syömisen kun lämpötila laskee liian alas (Ruuhijärvi 1984). Toinen poikkeama alueiden välillä oli vuonna 1991, jolloin Saaristomerellä kuhan vuosiluokka oli lämpötilaan nähden poikkeuksellisen runsas. Vuoden 1991 heinä-elokuun keskilämpötila Saaristomerellä oli 18 C, mikä jää vain puoli astetta tulkitusta hyvän vuosiluokan edellytyksen rajasta. Tarkasteltaessa heinäkuun lämpötilaa tarkemmin havaittiin sen pysyneen 16 asteessa, mutta toisaalta elokuussa oli hyvin lämmintä, yli 19 celsiusastetta.

On muistettava, että saaliisiin vaikuttivat myös pyyntiponnistus, kalojen käyttäytyminen ja kalastusmahdollisuudet. Nopeasti kasvaneet harmaahylje- ja merimetsokannat hyödyntävät ensisijaisesti runsaina esiintyviä lajeja. Täten ne käyttävät myös ravinnokseen runsastuneita kuhamääriä. Tutkimuksia on käynnissä siitä, minkälainen vaikutus harmaahylkeellä ja merimetsolla on kuhakantaan. Kuhakannan kokoon vaikuttavat myös mahdolliset useat muut tekijät, kuten poikasvaiheen aikaiset olosuhteet, mahdollinen kylmän veden kumpuaminen poikasalueille, ravintokilpailu sekä poikasiin ja nuoriin kuhiin kohdistunut saalistus muiden tai oman lajin taholta. Kannan koon kasvaessa nopeasti, myös kannan yksilöiden välinen paine saattaa kasvaa ja merialueella yksi mahdollisuus tämän purkamiseen on yksilöiden levittäytyminen entistä laajemmalle alueelle. Erittäin runsaiden vuosiluokkien 1988 ja 1997 jälkeiset saalistason nousut Selkämerellä viittaavat siihen että kuhat ovat lähteneet vaeltamaan ja saaliita on saatu perinteisten pyyntialueiden ulkopuolella muutamien vuosien kuluessa. Kuhan mahdollista lisääntymisestä Selkämerellä ei toistaiseksi ole tietoa, mutta sen selvittämiseksi olisi eri keinoja ja tämä saattaisi olla vaivan arvoista.

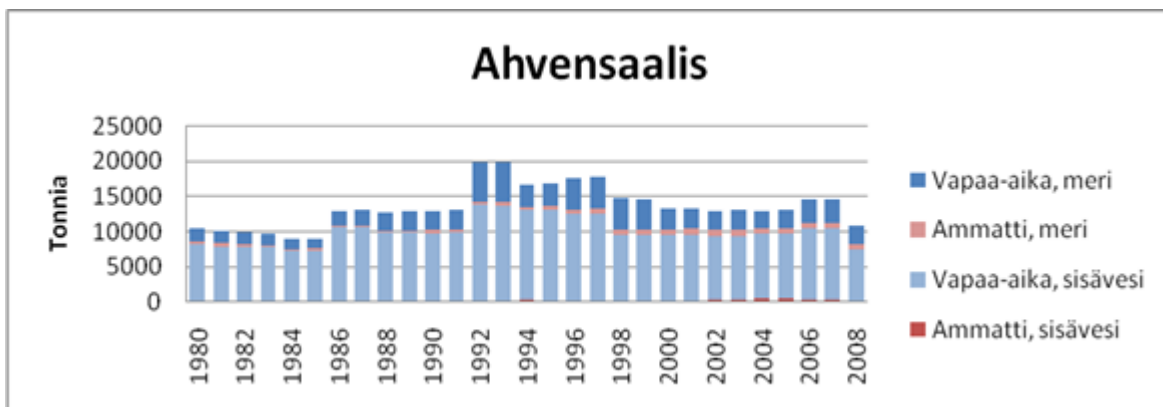
Saaristomerellä on joka tapauksessa syntynyt hyvä vuosiluokka aina kun veden keskilämpötila poikasalueilla on heinä-elokuussa ylittänyt 18,5 celsiusastetta. Suomenlahdella, sen sijaan, vastaava on tapahtunut kun kesä-heinäkuun lämpötila on ylittänyt yllämainitun kynnyksen (poikkeuksena vuosi 1999). Todennäköisyys hyvän vuosiluokan syntymiselle lämpimänä kesänä ja toisaalta huonon vuosiluokan syntymiselle kylmänä kesänä, oli erittäin korkea (Peckan-Hekim ym. 2011).

### **2.2.2. Ahvenen hyötymiselle useita käyttäjiä**

Ahven on laajalle levinnyt makeanveden kala ja hyvä sopeutumaan erilaisiin olosuhteisiin ja siksi sitä esiintyy lähes kaikissa Suomen järvissä ja joissa, useimmissa lammissa sekä koko rannikkoalueellamme. Ahven onkin pyydetyin sisävesikalamme, vapaa-ajankalastajien ykköslaji ja kilometriäisesti silakan ja kilohailin jälkeen kolmanneksi eniten saatu saaliskala. Vuonna 2009 ahventa arvioitiin saadun saaliiksi yli 10 miljoonaa kiloa, kun se parhaina vuosina 1990-luvulla oli 20 miljoonaa kiloa (Kuva 28). Ammattikalastajien ahvensaaliit olivat pitkään kasvusuunnassa, mutta 2000-luvulla Suomenlahdella saaliit ovat olleet hieman heikompia ja aivan viime vuosina myös Saaristomerellä saaliit ovat laskeutuneet.

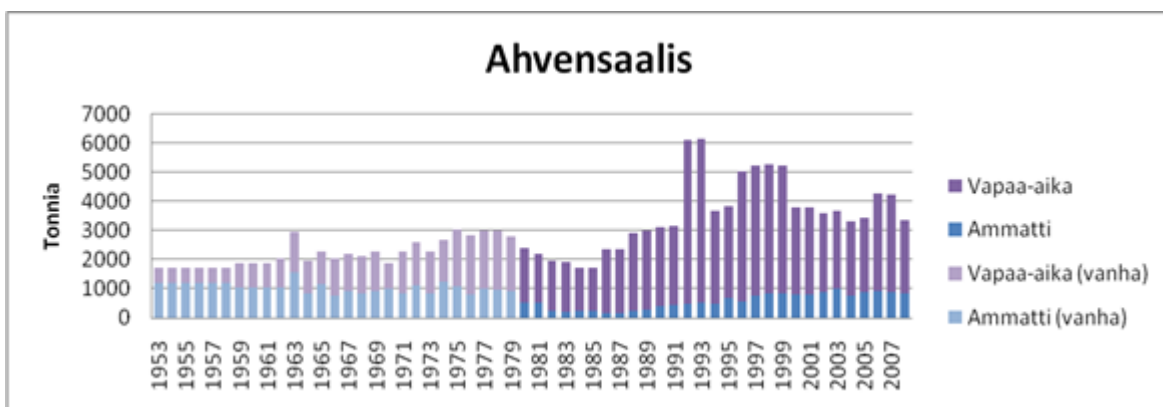
Ahvensaaliista noin 70 % arvioidaan olevan sisävesien vapaa-ajankalastajien pyytämää. Vapaa-ajankalastajaruokakunnan keskimääräisestä vuosittaisesta 33 kg:n kalasaalista suurin osa oli ahventa. Sisävesistä pyydetystä ahvensaaliista vapaa-ajankalastajat ovat saaneet yli 95 % (Kuva 28). Vapaa-ajankalastajien ilmoittamat saaliit olivat huipussaan 1990-luvulla. Puolet vapaa-ajankalastajien ahvensaaliista vuonna 2008 saatiin verkoilla ja katiskoilla, toinen puoli pilkillä, ongella, virvelillä ja uistimella. Ammattikalastajien osuus koko ahvensaaliista on yllättävän vähäinen, alle 10 %.





Kuva 28. Suomen arvioitu kokonaisahvensaalis (sisävesi- ja merikalastus) vuosina 1980–2008.

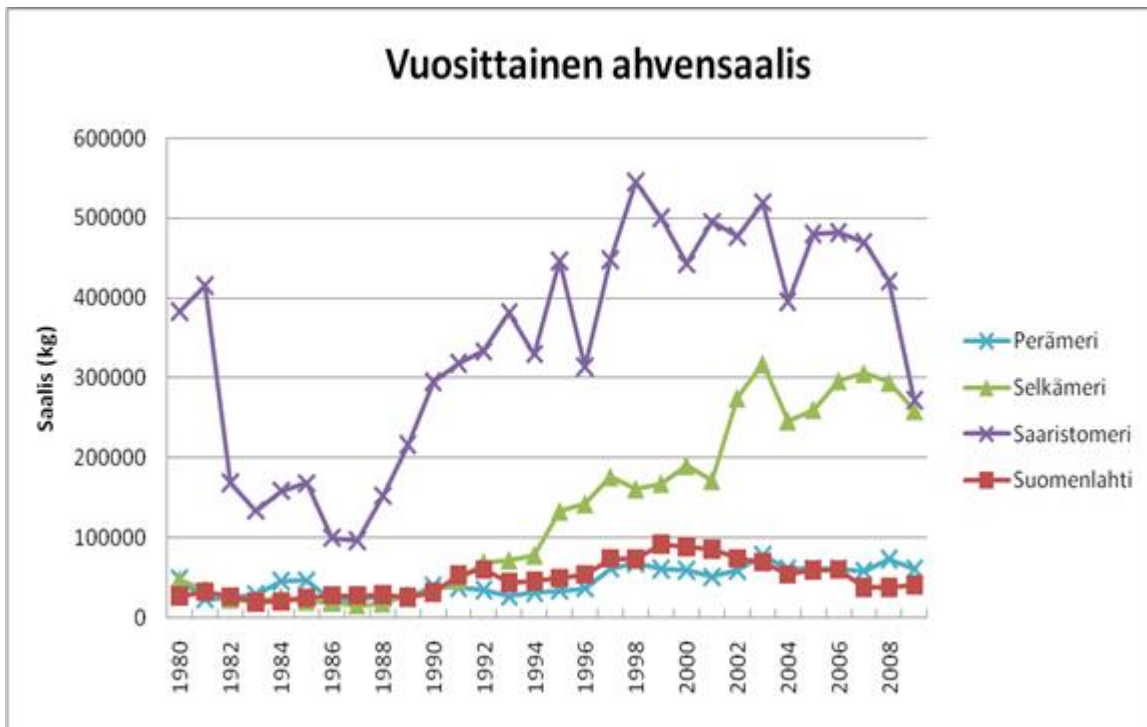
Merialueella ahvensaaliit ovat nyt lähes samalla tasolla kuin 1980-luvun alkupuolella ja saaliista jopa neljäsosa voi olla ammattikalastajien pyydyksistä, kuten viime vuosinakin (Kuva 29).



Kuva 29. Ahvensaalis merialueilla vuosina 1953–2008.

Merialueen ammattikalastajien ahvensaaliit kasvoivat 1990-luvun lopulla lisääntyneen pyyntiponnistuksen ja kalastuksen piiriin tulleiden hyvien vuosiluokkien ansiosta. Suurimmat saaliit saadaan Saaristomereltä ja Selkämereltä. Vähiten saalista ilmoitetaan saaduksi Perämereltä ja Suomenlahdelta. Kaksi kolmasosaa saaliista pyydetään verkoilla ja loput rysän kaltaisilla pyydyksillä. Rysäkalastus on ollut yleisempää Selkä- ja Perämerellä kuin etelämpänä ja se on keskittynyt kevätkauteen.

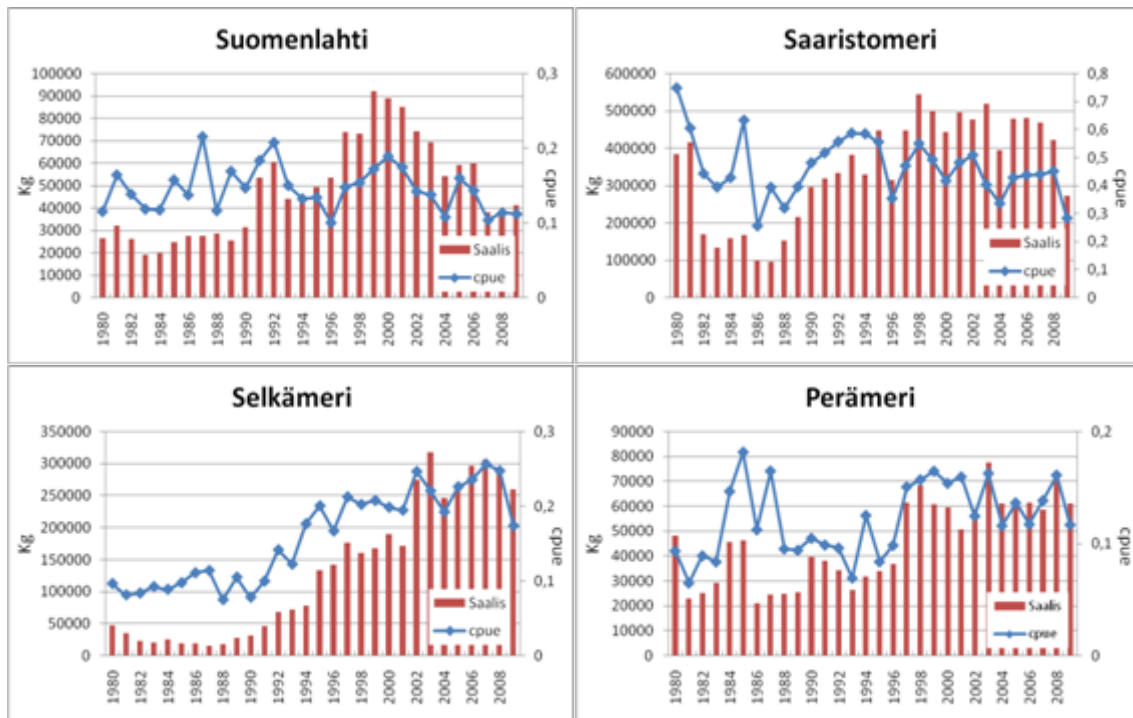
Ahvensaaliiden väheneminen 1980-luvun tasolle vuoden 2008 tilastoissa johtuu ensisijaisesti sisävesien vapaa-ajan saaliin vähenemisestä, joskin yhden vuoden tilastoarvosta osa kuuluu normaalin vaihtelun ja tilastojen epävarmuuden piiriin, mutta voi heijastaa myös muutoksia kalastuksessa tai ahvenkannassa. Suomenlahdella ahvensaaliit olivat suurimmillaan 1990–2000-lukujen vaihteessa ja sen jälkeen pienentyneet. Muista merialueista poiketen myös ammattikalastajien saaliit Suomenlahdella ovat koko 2000-luvun ajan hiljalleen pienentyneet. Pudotus huippuvuosien saaliista on selkeä, mutta näyttäisi pysähtyneen. Varsinkin vuosina 2007 ja 2008 saaliit olivat selvästi heikompia, mikä vain osin johtuu vähentyneestä kalastajamäärästä ja pyynnistä (Kuva 30).



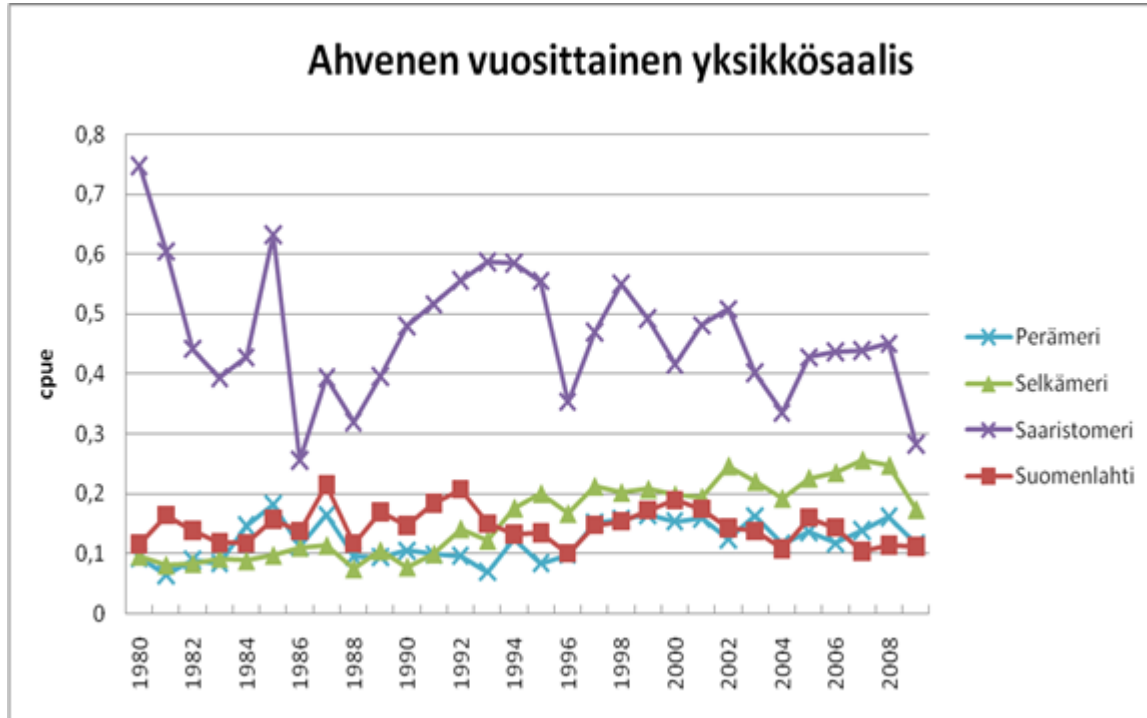
Kuva 30. Vuositainen ahvensaalis merialueittain vuosina 1980–2009.

Myös Saaristomerellä ja Selkämeren eteläosassa viime vuosien saaliit ja etenkin yksikkösaaliit ovat pienentyneet (Kuvat 31 ja 32). Selkämerellä sen sijaan yksikkösaalis on kasvanut vuoteen 2008 saakka. Saaristomerellä yksikkösaaliissa näyttäisi olevan hienoinen pidempiaikainen laskeva trendi, mutta vuosittainen vaihtelu on toisaalta melko huomattava.

Ahvenen ammattikalastuksen yksikkösaaliiden vuosien välistä vaihtelua selittivät neljä vuotta aikaisemmin vallinnut fosforipitoisuus ja tammi-huhtikuun lämpötila/lämpösumma negatiivisesti, toisaalta marras-huhtikuun lämpösumma positiivisesti. Saaristomerellä yksikkösaalisvaihtelusta yli puolet selittää neljän vuoden takainen fosforipitoisuus negatiivisena ja talven lämpötila positiivisena. Suomenlahdella taas vaikutti neljän vuoden takainen jäätalven pituus. Selkämerellä neljän vuoden takainen suolapitoisuus ja jäätalven pituus sekä sen talven lämpösumma negatiivisena selittävät saalisvaihtelusta kaksi kolmas osaa. Suoravaikutus kuvaa lähinnä kalastusolosuhteita, esim. lämpimänä talvena kalastusmahdollisuudet voivat jäädä vähäisemmiksi ja jääpeitteisyydelläkin taas voi olla vaikutus kalojen esiintymiseen. Edeltäneillä olosuhteilla taas ymmärretään vuosiluokan kehittymisen aikaisia olosuhteita ja tässä tapauksessa on oletettu että vaikutus näkyisi kun kalat neljävuotiaina tulisivat pyynnin kohteeksi. Tämä kuitenkin vaihtelee eri lajeilla ja ahvenetkin ovat pyynnin kohteena useita vuosia, joten neljän vuoden viive ei välttämättä parhaiten tuo esille vaikutusta yksikkösaaliiseen. Saalis jaettiin vuosiluokkiin ja tarkasteltiin niitä ympäristömuuttujien kuten syntymä kesän lämpötilan suhteen.



**Kuva 31.** Ammattikalastuksen kokonaisahven ja yksikkösaalis (cpue) merialueittain. Huomaa eri skaalat eri merialueilla!

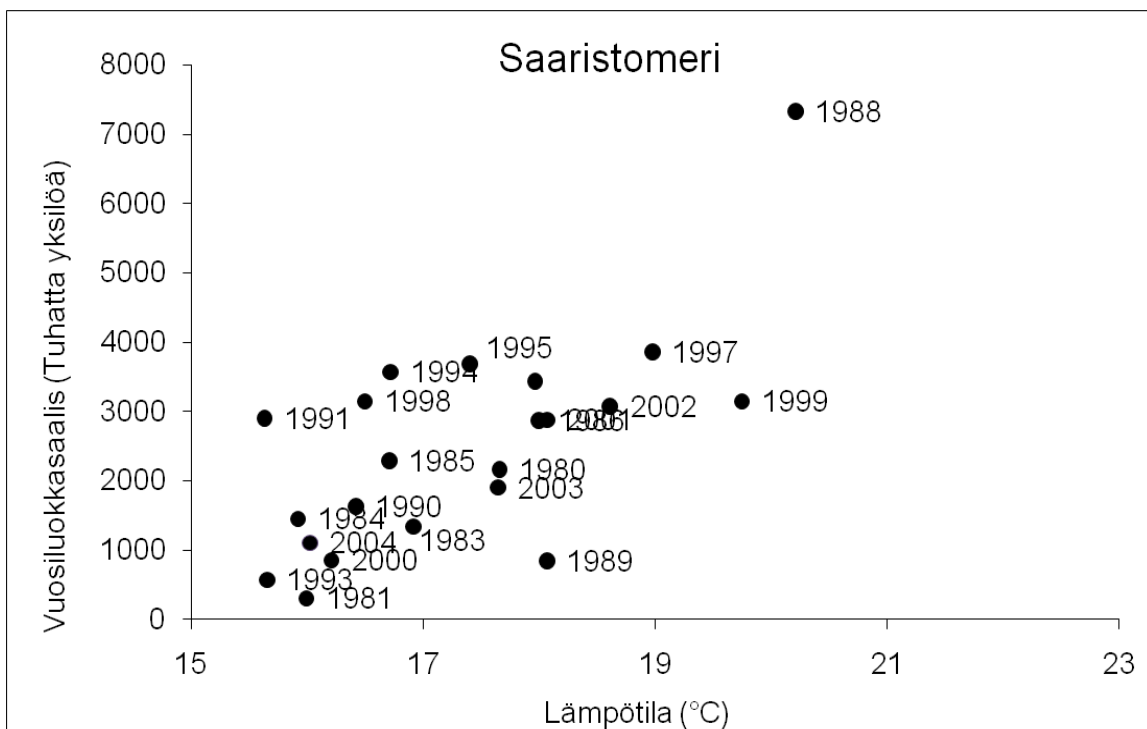


**Kuva 32.** Ahvenen yksikkösaalis ammattikalastuksessa merialueittain vuosina 1980–2009.

Yhdistämällä saalistietoja ympäristötietoihin, esimerkiksi vuosiluokan syntymävuonna vallinneisiin lämpötilaoloihin, voidaan siis paremmin tutkia kuinka eri lämpötilat vaikuttavat voimakkaiden ahvenvuosiluokkien syntyyn. Kesän lämpötilan vaikutusta lisääntymisen kautta saaliisiin tutkittiin

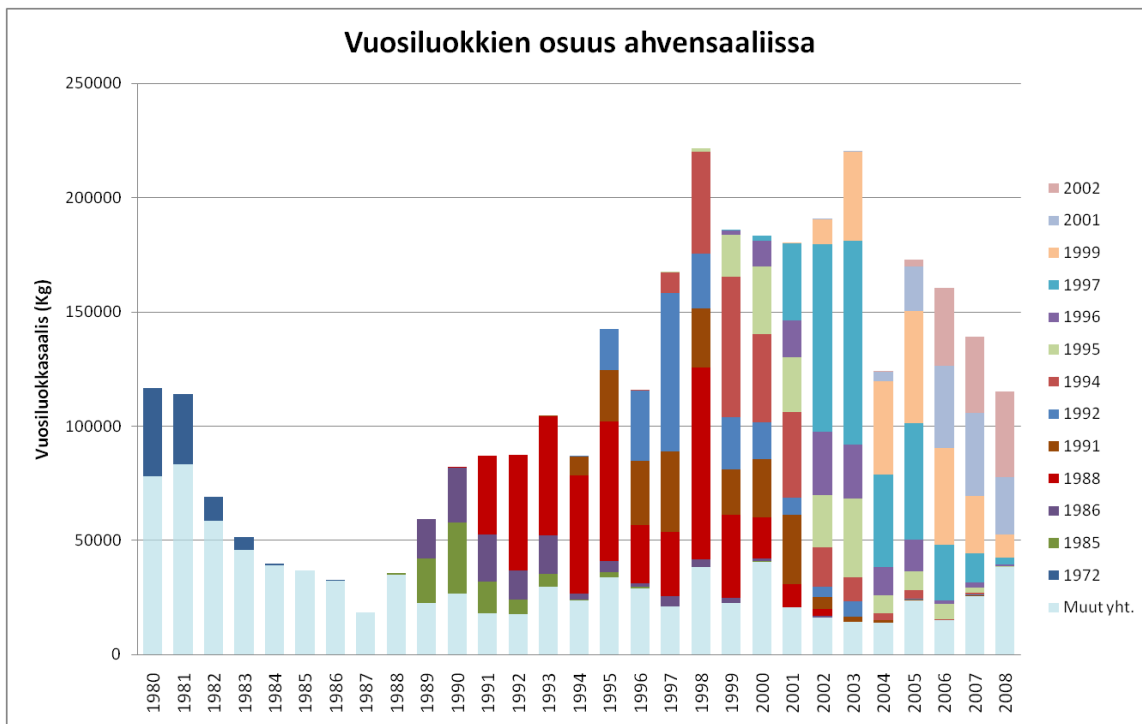
vertaamalla kesä-heinäkuun veden keskilämpötilaa sinä vuonna ”syntyneiden”, mutta eri-ikäisinä (2-13 -vuotiaina) pyydettyjen ahventen yhteenlaskettuihin saalismääriin ammattikalastuksen saaliissa eli vuosiluokan tuottamaan ammattikalastuksen saaliiseen yksilömääränä.

Lämpötila-aineistostamme selvisi, että etelä- ja lounaisrannikon rannikkovesien kesälämpötilat ovat nousseet neljännesvuosisadassa noin 0,8–0,9 astetta (Kuva 4). Tämä on parantanut sekä kuhan että ahvenen jälkeläisten eloonjääntä. Lämpiminä kesinä, joita on ollut useammin kahden viime vuosikymmenen aikana, on kehittynytkin hyviä vuosiluokkia, joista on saatu parempia saaliita (Kuva 33). Vuoden 1988 lämmin kesä tuotti todella vahvan vuosiluokan, mikä vaikutti saaliiden runsastumiseen 1990-luvulla. 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun lämpimien kesien ansioista hyviä saaliita on saatu jatkossakin. Saaristomerellä keskimääräistä parempia vuosiluokkia on syntynyt vuosina 1988, 1991, 1992, 1994–1997, 1999, mahdollisesti 2001 ja 2002. Näistä viimeisiä saadaan edelleen saaliiksi (Kuva 34). Myöhempien vuosiluokkien vahvuutta ei saalistilastojen perusteella vielä pystytä määrittämään. Näyttää kuitenkin siltä, että vuosiluokat 2003–2005 jäävät keskimääräistä heikommiksi, mikä näkyykin kannan koossa. Kaikkien 1990-luvulla keskimääräistä parempien vuosiluokkien kesä-heinäkuun lämpötila ei kuitenkaan ole ollut tavallista korkeampi, joten muutkin tekijät vaikuttavat vuosiluokkien kokoon ja niistä saataviin saaliisiin.



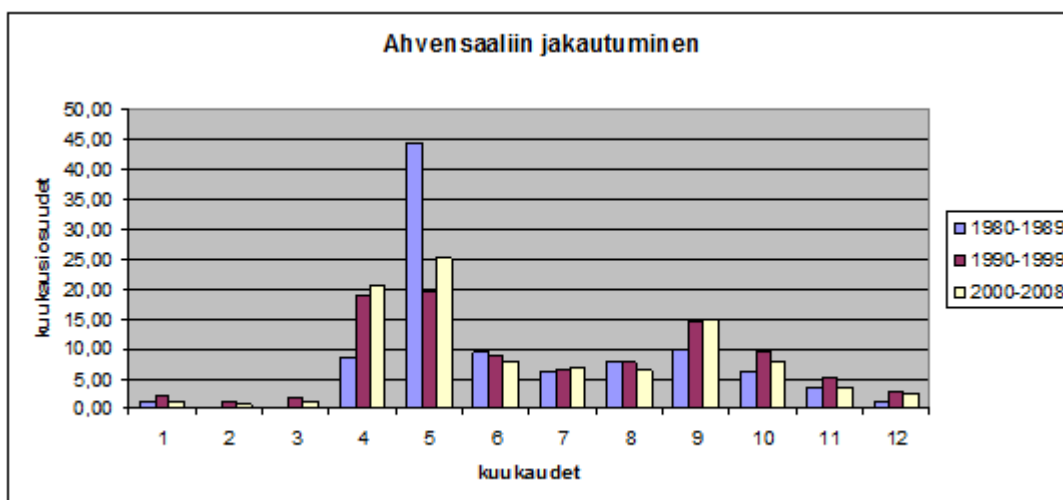
**Kuva 33.** Saaristomeren ahvenen vuosiluokkasaaliiden suhde kesä-heinäkuun lämpötilaan.

Yleensä lämpimien kesien myötä noin 5 - 6 vuoden kuluttua on alettu saada hyviä ahvensaaliita. Voimakkain vuosiluokka 1988 on hyvä esimerkki siitä, antaen saalista vuosina 1991–2002. Ahvenella kalastusvuosia on siis enemmän kuin kuhalla ja tässäkin tapauksessa 4-10 -vuotiaat antavat runsaita saaliita.

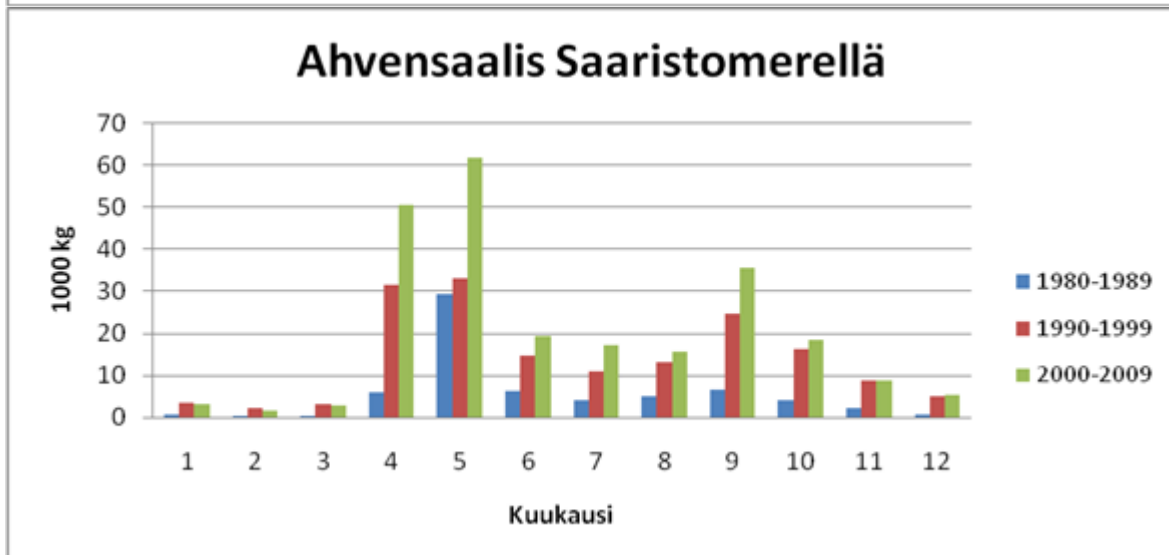
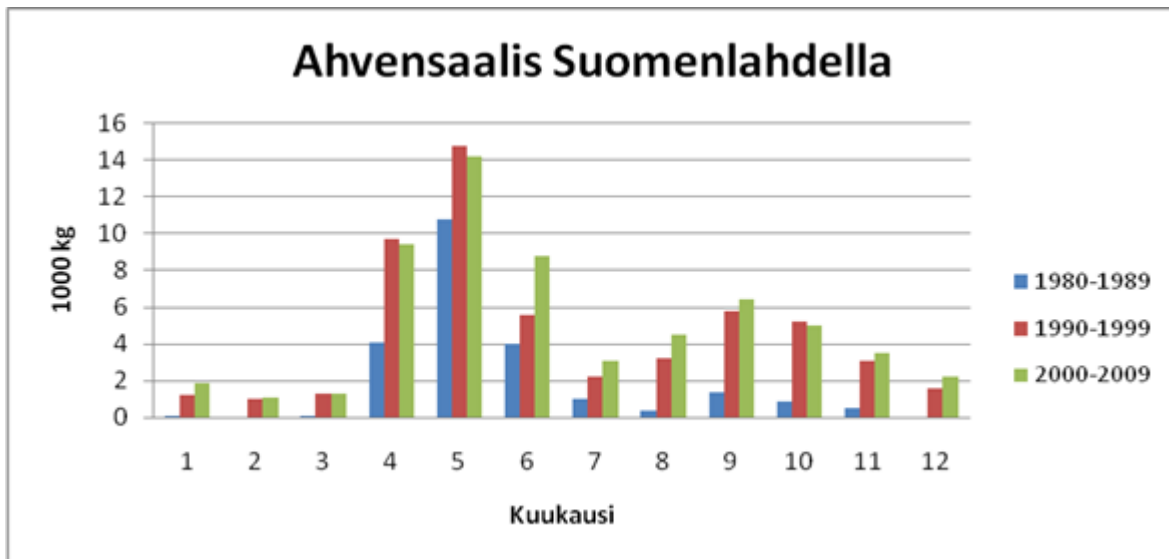


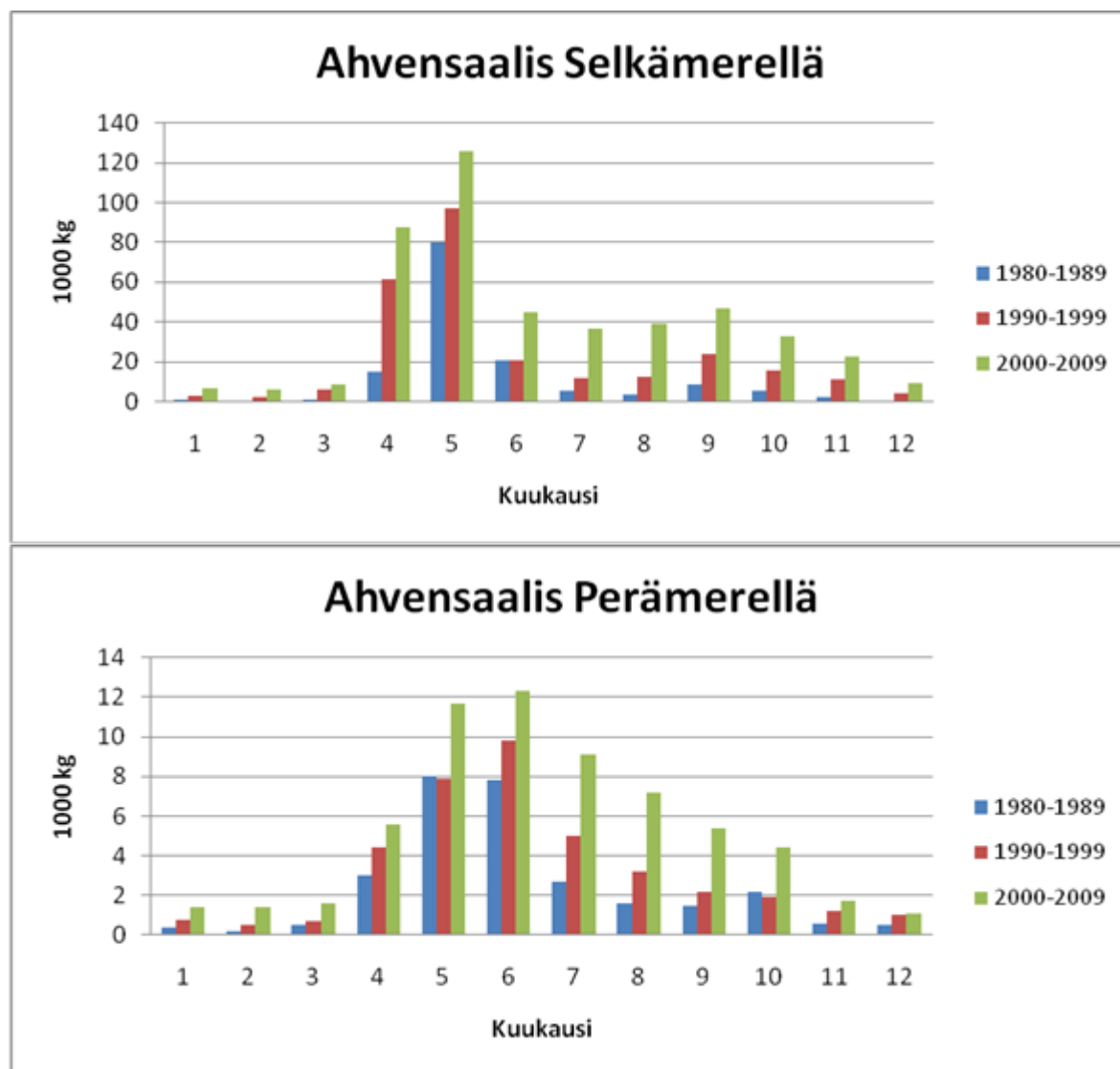
**Kuva 34.** Keskimääräistä parempien ahvenvuosisluokkien saaliit eri vuosina Saaristomeren ammattikalastuksessa.

Ahvenen pyynti ammattikalastuksessa on usein ollut kutupyyntiä, 1980-luvulla ammattikalastajien ahvensaaliista lähes 45 % saatiin toukokuussa (Kuvat 35 ja 36). Muiden kuukausien osuudet avovesikaudella (huhti-lokakuussa) olivat 5-10 %. 1990-luvulla ja sen jälkeen ahvenen pyyntikausi on pidentynyt huhtikuulle ja elokuun jälkeiseen aikaan. Voidaan melkein puhua kevät- ja syyspyynnistä. Viime vuosikymmenien aikana pyyntikausi on jakautunut tasaisemmin ja huhtikuusta sekä syys- ja loka-kuusta on tullut merkittäviä ahvenen kalastukselle useilla merialueilla. Perämerellä touko- ja kesäkuu olivat ennen tärkeimpiä ja vasta 2000-luvulla saaliit ovat suhteellisestikin parantuneet näiden jälkeisinä kuukausina.



**Kuva 35.** Merialueen ammattikalastuksen ahvensaaliin suhteellinen osuus eri kuukausina viime vuosikymmeninä.





Kuva 36. Ahvensaaliin jakautuminen eri kuukausille Suomen merialueilla.

### 2.2.3. Made ja sen kalastus kärsineet

Madetta esiintyy Euroopan pohjois- ja keskiosissa, mutta ei sen länsi- ja eteläosista. Sitä esiintyy myös vastaavilla leveysasteilla Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Keski-Euroopassa made on paikoin käynyt harvinaiseksi ja luokiteltu uhanalaiseksi. Myös Ruotsin viimeisimmässä uhanalaisuusluokituksessa made arvioitiin silmälläpidettäväksi (Gärdenfors 2010). Suomessa madetta on koko maassa sisävesissä ja kaikkialla rannikkoalueella. Made on sopeutunut hyvin erityyppisiin vesiin ja sitä tavataan merestä, järvistä sekä joista ja puroista, myös virta-alueilta. Toistaiseksi made on meillä määritelty elinvoimaiseksi. Viime vuosina madesaaliit ovat kuitenkin paikoitellen laskeneet huolestuttavasti.

Made on sopeutunut elämään monenlaisissa vesiympäristöissä, mutta se kärsii erityisesti voimakkaasta rehevöitymisestä ja happamoitumisesta (Volodin 1960). Madetta pidetään myös ennen kaikkea kylmänveden kalana. Aikuiset elävät kesällä kerrostuneissa järvissä syvemmissä vesissä ja lämpimimmissä rantavesissä esiintyykin vain poikasia ja nuoria mateita 1-2-vuotiaiksi asti. Made kuutee talvella tammi-maaliskuussa jokien, jokisuiden ja saariston virtapaikoissa. Alkionkehitys pohjan

tuntumassa olevien mätimunien sisällä kestää 2-4 kuukautta. Maalis-toukokuussa kuoriutuvat 4-5 mm:n pituiset mateenpoikaset hakeutuvat keväällä aikaisin lämpeneviin mataliin rantavesiin levittäytymisvaiheen jälkeen (Urho 2002). Mateen alkionkehitys on hyvin herkkä lämpötilan muutoksille ja alkioiden kuolleisuus lisääntyy veden lämpötilan noustessa edes muutamia asteita, ja yli seitsemän asteen lämpötilassa elinkykyisiä jälkeläisiä ei selviä juuri lainkaan (Jäger ym. 1981).

Ammattimainen madekalastus on suurimmaksi osaksi verkkokalastusta Perämeren lukuun ottamatta (Taulukko 1). Myös Perämerellä verkkosaaliin osuus on viime aikoina kasvanut rysäkalastuksen rinnalla. Mateen ammattikalastuksen tärkeimmät kuukaudet ovat tammi- ja helmikuu kaikilla alueilla (Taulukko 2). Kolmanneksi tärkein saaliskuukausi on joko joulukuu tai maaliskuu.

**Taulukko 1.** Ammattikalastuksessa mateen pyyntimuotojen osuudet (%) eri merialueilla 1980–2008

	<b>Verkot</b>	<b>Rysät</b>	<b>Siimat</b>
Suomenlahti 32	70–90	5–27	
Saaristomeri 29	58–88	8–22	6–30 (2001 asti)
Selkämeri 30	50–75	15–30	6–20
Perämeri 31	15–55	45–85	

**Taulukko 2.** Mateen ammattikalastuksen alkuvuoden kuukausittaisten kertymien osuudet kokonaissaalista.

	<b>Tammi</b>	<b>Tammi-Helmi</b>	<b>Tammi-Maalis</b>
Suomenlahti 32	25–60	60–90	75–100
Saaristomeri 29	17–50	58–83	70–100
Selkämeri 30	20–50	60–85	70–100
Perämeri 31	21–38	40–75	50–85

Kaikilla merialueilla madesaaliin jakautumisesta kuukausittain on havaittavissa sama suuntaus eli ennen kutukautta saatava saalis on suhteessa vähentynyt eniten (Kuva 37). Tämä voi viitata siihen, että mateiden käyttäytyminen on muuttunut, esim. siirtyminen kutupaikoille on viivästynyt.

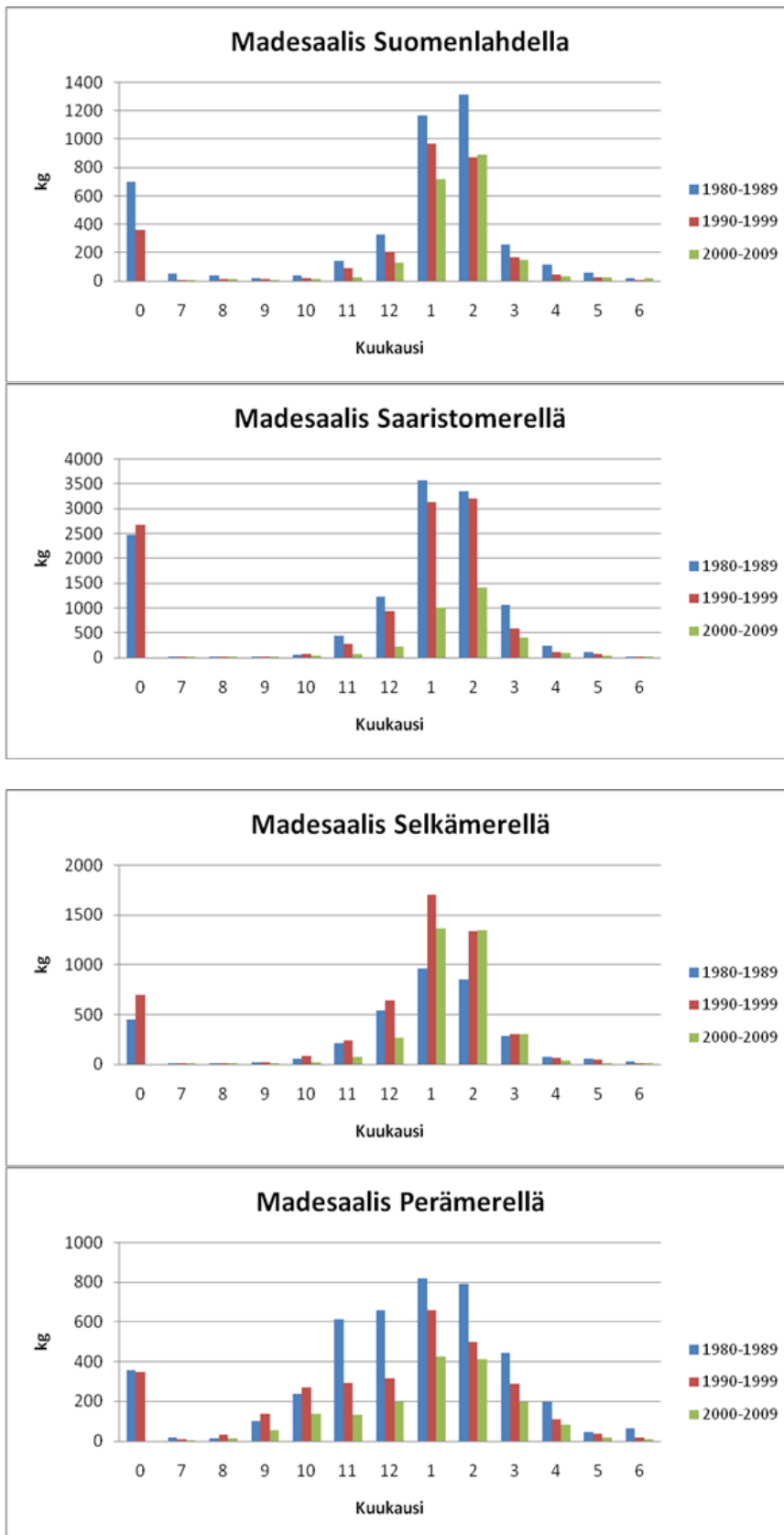
Suomenlahdella mateen kokonaissaalis on vähentynyt hieman ja väheneminen on jakautunut suhteellisen tasaisesti kaikille kuukausille. Saaristomeren madesaalis on vähentynyt merialueista eniten. Keskimääräinen kuukausisaalis on merkittävimpinä saaliskuukausina, tammi- ja helmikuussa,



vähentynyt jopa 72 ja 58 %. Prosentuaalisesti saalis on suorastaan romahtanut marraskuussa, minkä keskisaalis on 80-luvun tasosta vähentynyt 84 %.

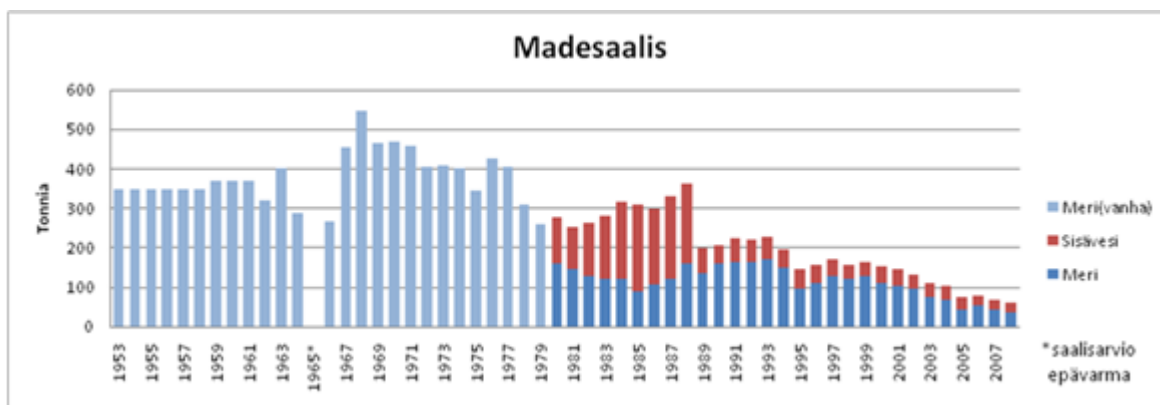
Selkämerellä pääosa saaliista on tyypillisesti kalastettu (joulu-, tammi- ja helmikuun) aikana. Nykyään kuitenkin loppuvuoden saaliit ovat vähentyneet merkittävästi, marraskuun keskimääräinen saalis on vähentynyt 64 % ja joulukuun 50 % 80-luvun saaliista. Helmi- ja maaliskuun saaliinosuus ei sen sijaan ole vähentynyt tarkastelujaksolla vaan 80-lukuun verrattuna se on kasvanut (42 ja 60 %). On mahdollista että loppuvuoden suuremmat lämpötilat ovat voineet vaikuttaa saaliiden vähenemiseen tai saantiajan siirtymiseen.

Perämerellä mateen saaliskausi on merialueista pisin, ja saalista saadaan vuodenvaihteen molemmin puolin useamman kuukauden aikana (Kuva 37). Perämerellä erityisesti marras-joulukuun saalisosuus on viime vuosina pienentynyt jyrkästi, ja marraskuun keskimääräinen saalis on vähentynyt 1980-luvun saaliista melkein 80 %.



**Kuva 37.** Keskimääräinen madesaalis kuukausittain tarkastelluilla vuosikymmenillä. Kuukaudelle 0 on merkitty saalis, minkä ajankohdasta ei ole tietoa.

Suomen madesaalis, josta kaksi kolmasosaa saatiin sisävesistä, arvioitiin 1960–70-luvuilla noin 1,5-2 miljoonan kilon suuruiseksi ja 1980-luvulla hieman tätä alhaisemmaksi (Koli 1998). Saaliit ovat 1960–70-luvuilta lähtien pääasiassa laskeneet. Vuoden 2008 kokonaissaalisarvio oli enää noin 700 tonnia, josta merialueelta oli pyydetty vain alle 15 prosenttia (Kuva 38). Merialueen ammattikalastuksen saalis on siis laskenut suhteessa sisävesiin vielä jyrkemmin.



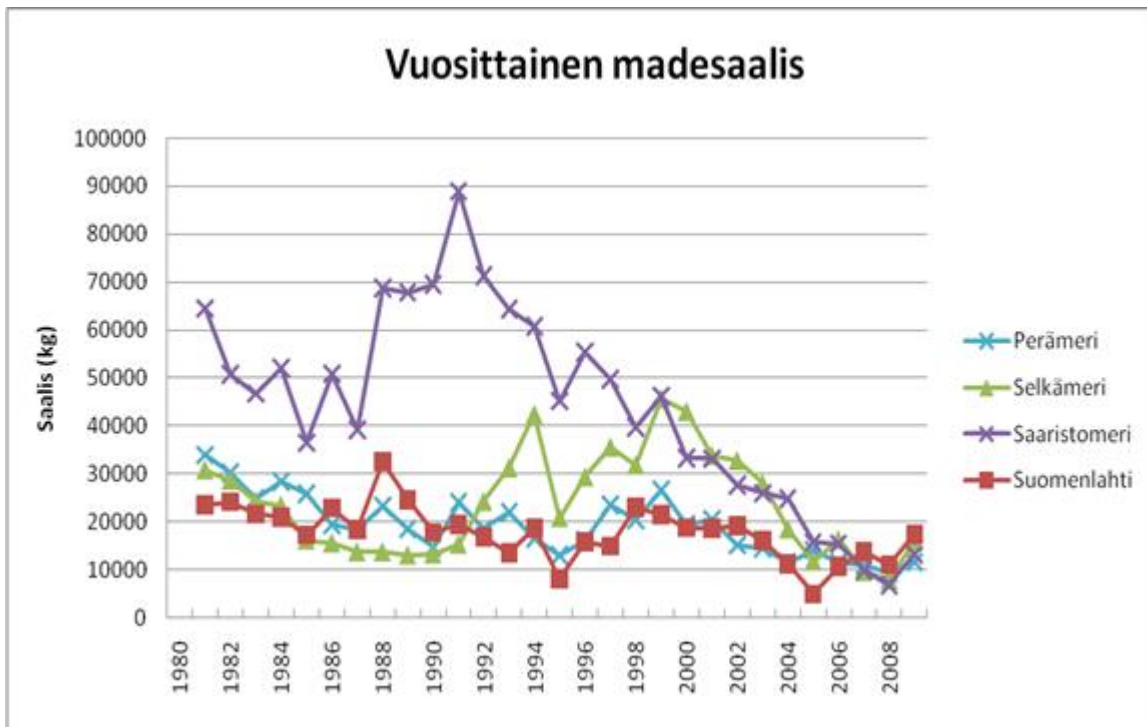
**Kuva 38.** Ammattikalastajien pyytämä madesaalis 1953–2008. Vanhempi aineisto merialueiden saaliista on suuntaa-antava. Muutos sisävesisaaliissa 1988–89 johtuu muutoksesta tilastoinnissa sisävesien osalta. Vuosina 1990–2007 tilastointi on pysynyt samana.

Maaperästä lähtöisin oleva happamuus on esimerkiksi Kyrönjoen vaikutusalueella paikallisesti vähentänyt poikastuotantoa ja sen takia madesaaliita. Vielä 1970-luvun alussa saaliit olivat noin 25 tonnin luokkaa, mutta 1980-luvun lopulla vain alle 5 tonnia.

Vaikka eräillä muillakin alueilla happamuudella lienee ollut osuutta madesaaliiden vähenemiseen, niin viimeaikaisiin laajoihin muutoksiin syy on todennäköisesti muualla.

Merialueen ammattikalastajien madesaalis vaihteli jaksolla 1980–2002 noin 90 ja 170 tonnin välillä (Kuva 38). Saaliit olivat korkeimmillaan vuonna 1993 ja 2000-luvun alusta lähtien ne ovat laskeneet aiempia vuosikymmeniä selvästi alemmalle tasolle. Vuonna 2008 saalis oli kautta aikain pienin, vain 36 tonnia. Vuonna 2009 saalis kuitenkin nousi 58 tonniin ja oli 63 tonnia vuonna 2010. Syitä tähän muutamia kymmeniä vuosia jatkuneeseen ammattikalastajien saaliin laskuun saattaa olla useita.

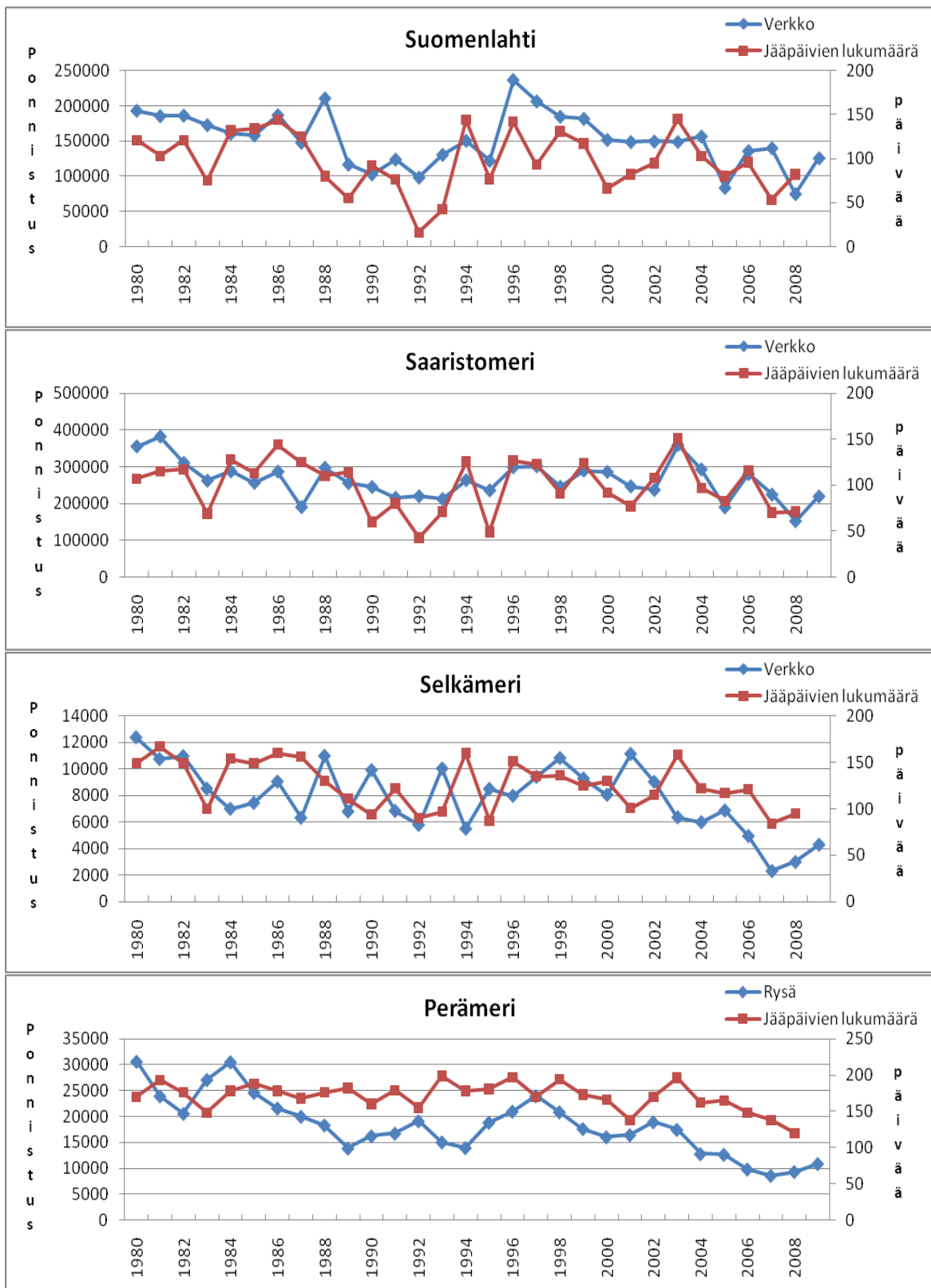
Eniten saalista on saatu Saaristomereltä ja Selkämeren eteläosasta (yhteensä 18–100 tonnia/vuosi) (Kuva 39). Vähiten saalista on viime vuosikymmeninä saatu Suomenlahdelta (5-35 tonnia/v) ja Perämereltä (9-32 tonnia/v). Saaristomerellä saalistaso nousi 1980–1990-luvun vaihteessa ja Selkämerellä hieman myöhemmin, 1990-luvulla. Kaikilla alueilla madesaaliit ovat olleet heikoimmat 2000-luvun alun jälkeen.



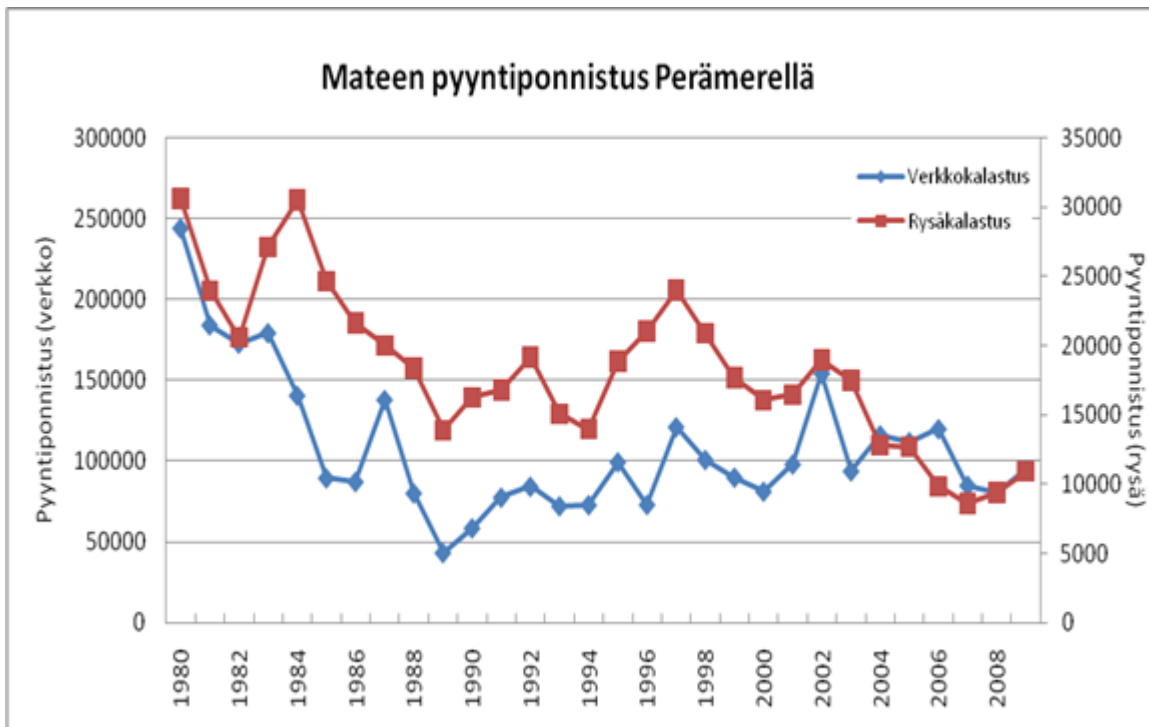
**Kuva 39.** Vuositteinen ammattikalastajien madesaalis Suomen merialueilla pyyntikausittain (heinäkuu-kesäkuu).

Kaikilla yllämainituilla alueilla myös pyyntiponnistus oli 1980-luvun alkuvuosina hieman suurempi kuin 2000-luvun loppupuolella (Kuva 40). Tämän voisi tulkita myös vähittäiseksi pyyntiponnistuksen laskuksi samalla kun kalastajamäärä on vähentynyt (Kuva 18).

Mateen ammattimainen pyynti on erityisen riippuvainen jäätilanteesta (Kuva 40). Lämpiminä talvina jäätilanteen ollessa huono mateen kalastus on muuttunut hankalammaksi. 1990-luvulta lähtien Saaristomerellä mateen pyyntiponnistus verkoilla on määrätynyt voimakkaasti jäätalven perusteella ( $R^2=0,556$ ). Tämä on heijastunut erityisesti siellä tapahtuvaan mateen kalastukseen ja ilmeisesti myös saaliisiin, vaikka ei välttämättä suoraan. Myös Suomenlahdella jäätalvella on merkitystä pyyntiponnistukseen ( $R^2=0,271$ ). Myös vapaa-ajankalastajilla mateenkalastus on vaikeutunut heikkojen jäätalvien takia. Pohjoisemmilla merialueilla, kuten Selkämerellä, ammattikalastajien pyyntiponnistus verkoilla ei ole ollut samalla tavoin riippuvainen jäätilanteesta ( $R^2=0,059$ ). Pyyntiponnistus tosin on ollut laskusuunnassa myös Perämerellä (Kuva 41). Käytettyjen rysien määrä väheni jo 1980-luvulla ja sitten uudestaan 2000-luvun puolivälissä. Rysäpyynnin osuus pyyntiponnistuksesta näyttää laskevan jäätalven lyhenemisen seurauksena ja verkkokalastuksen osuus pysyvän lähes ennallaan.



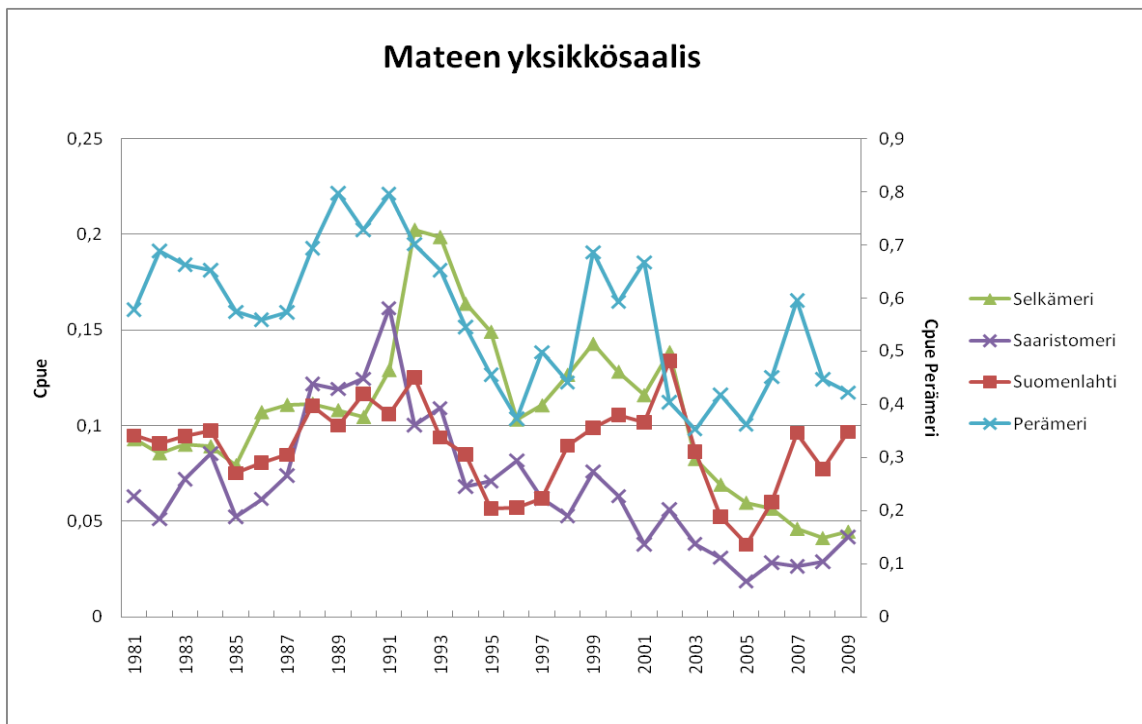
Kuva 40. Jäätälven piteuden merkitys mäteän pyyntiponnistukseen merialueittain vuosina 1980–2009.



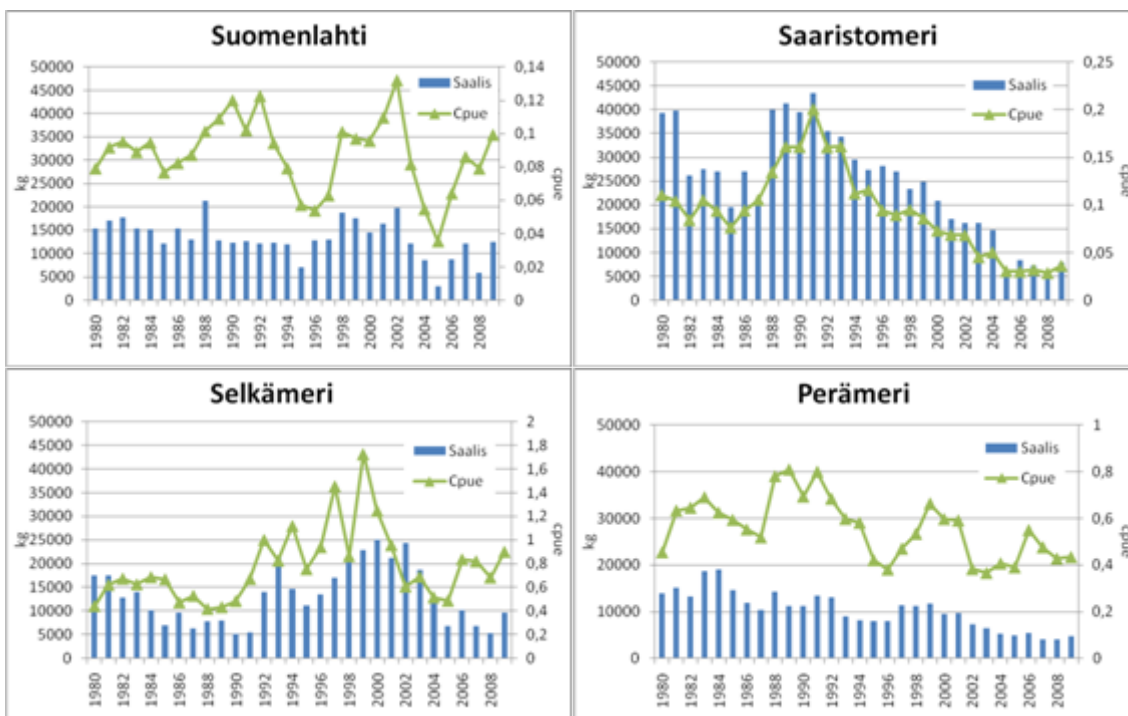
Kuva 41. Mateen pyyntiponnistus Perämerellä vuosina 1980–2009.

Suurimmat muutokset pyyntiponnistuksessa ovat tapahtuneet tarkastelujakson alussa ja lopussa eivätkä ne yksin pysty selittämään kaikkea vähentymistä saalistasossa. Pyyntiponnistuksessa ei millään merialueella ole havaittavissa selvää muutosta vuosina 1985–2005 (Kuvat 40 ja 43).

Koska saalismäärät ovat riippuvaisia pyyntiponnistuksesta, yksikkösaaliit antavat paremman kuvan saalismäärien kehityksestä. Yksikkösaaliit ovat jonkin verran pienentyneet kaikilla alueilla (Kuva 42). Suurinta yksikkösaaliin vähenemisen on kuitenkin ollut tammi-helmikuussa Saaristomerellä.



**Kuva 42.** Mateen yksikkösaaliit verkoilla Suomen merialueilla 1980–2009 (Huom Perämerellä rysäsaalis). Yksikkösaalis on laskettu madekalastusajalle, marras-maaliskuulle. (Huomaa eri akselit; oikealla Perämeren rysäkalastus CPUE)



**Kuva 43.** Madesaalis ja yksikkösaalis tammi-helmikuussa merialueittain. Tammi-helmikuussa pääasiallinen pyyntikohde on made, jolloin myös koko pyyntiponnistus kohdistuu pääasiassa mateeseen.

Suomenlahdella tammi-helmikuun yksikkösaaliit ovat olleet tasoltaan verrattain alhaisia koko tarkastelujakson (Kuva 43). Sekä 1990-luvun että 2000-luvun puolivälissä kuitenkin havaittiin saaliin putoaminen vieläkin alemmas. Yksikkösaaliit ovat myös vaihdelleet voimakkaasti (0,04–0,14 kg/verkko/vrk) tarkastelujaksolla (Kuva 43). Myös Saaristomerellä kokonaissaaliiden lisäksi jo alkuaan verrattain alhaiset yksikkösaaliit (0,2 kg/verkko/vrk) ovat edelleen pienentyneet kymmenenteen osaan (0,02 kg/verkko/vrk) vuoden 1990 jälkeen. Myös Perämerellä verkkokohtaiset saaliit ovat olleet alhaisia, välillä 0,02–0,07 kg/verkko/vrk. Rysän yksikkösaaliit sen sijaan ovat vaihdelleet välillä 0,3 ja 0,8 kg/verkko/vrk välissä, mutta tarkastelujaksolla trendi on kuitenkin laskeva. Selkämerellä sen sijaan saaliit ja yksikkösaaliit ovat olleet parempia ja poikkeuksellisesti nousivat 1990-luvulla. Koko tarkastelujaksolla yksikkösaalis vaihteli 0,4–1,8 kg/verkko/vrk välillä. Yksikkösaaliin kasvua 90-luvulla saattaa osittain selittää happamoitumiseen liittyvien ongelmien helpottuminen 1980-luvun lopulla. Marras-maaliskuulle lasketut yksikkösaaliit näyttävät laskevan selvemmin. Yksikkösaaliin lukuaroja ja niiden alhaisuutta ei voi tarkastella kalastuksen tehokkuuden mittarina, sillä pyyntiponnistukseen lasketaan myös kuhan-, ahvenen- ja siiankalastuksen sivusaaliina ilmoitetut pyydysmäärät ja madekilot, jolloin näin saadut vähäiset mademäärät alentavat mateen yksikkösaalista. Madesaaliin selkeä pienentyminen on kuitenkin tosiasia, jota kannattaa tarkastella tarkemmin, vaikka yksikkösaaliit eivät kauttaaltaan ole laskeneet yhtä voimakkaasti juuri tammi-helmikuussa.

#### 2.2.4. Siiat sinnittelevät – istutuksista saalista

Siika nimikkeen alle mahtuu mahdollisesti useita lajeja tai ainakin useita siikamuotoja. Siikojen laji ja muotokysymykset ovatkin vaikeita ja niistä on useita erilaisia näkemyksiä. Tieteellisistä nimistä ei myöskään ole vallalla vain yhtä käsitystä, vaan yleisessä käytössä on kirjo vaihtoehtoja.

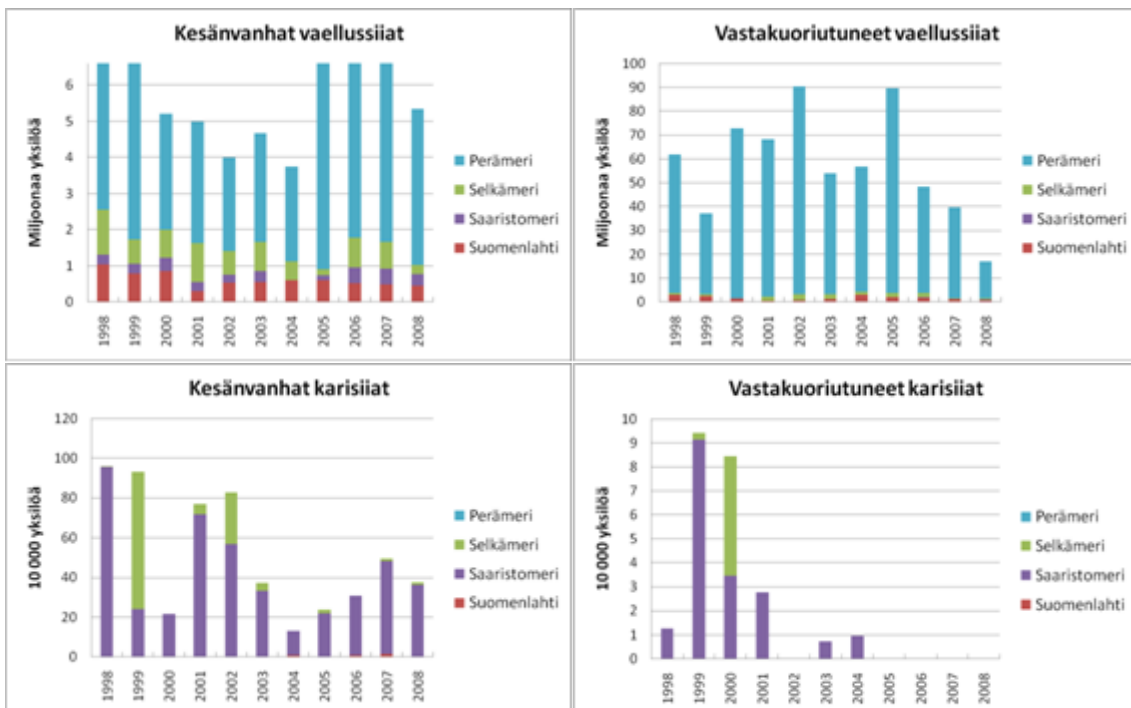
Siikaa esiintyy järvissä, joissa ja murtovedessä. Euroopan eteläisimmät alkuperäiset siikakannat ovat Alpeilla ja Karpaateilla (Koli 1998). Euroopassa siikaa onkin lähinnä syvässä alppijärvissä. Suomessa siikaa esiintyy koko maassa, mutta menestyäkseen siika kaipaa kylmää ja hapekasta vettä ja ilmeisesti siksi sen esiintyminen Etelä- ja Keski-Suomessa on rajoittunut vain suurimpiin ja syvimpiin järviin (Nuorteva 1957). Lapissa se tulee toimeen pienemmissäkin järvissä. Saksassa, Belgiassa, Hollannissa, Englannissa ja Tanskassa, mm. jokisuistoissa, elänyt *Coregonus oxyrhynchus* siika on lähes hävinnyt/ uhanalainen (Kottelat ja Frey 2008). Nämä tutkijat ovat kirjassaan Euroopan sisävesikaloista, joka ei ole käynyt läpi tieteellistä vertaisarviointia, jakaneet siiat kovin pieniin taksonomisiin yksiköihin ”lajeihin” antaen mm. Itämeressä elävälle siikamuodolle/lajille nimen *Coregonus maraena*. Meillä on kuitenkin toistaiseksi käytetty siiosta *Coregonus lavaretus* lajinimeä ja sen muuttamiseksi ei vielä ole löytynyt riittävän painavia ja selkeitä perusteita. Merialueellamme siikamuodoista tavaan jokikutuista vaellussiikaa ja meressä kutevaa karisiikaa. Edelliset vaeltavat joesta kudun jälkeen syönnökselle rannikkoa pitkin etelään päin, jotkut aina Ahvenanmaalle asti, kasvaen suuremmiksi, nopeammin kuin paikallisemmat karisiiat. Ulkomuodon perusteella siikamuotoja ei juuri pysty erottamaan toisistaan ja tilastoinnissa karisiika- ja vaellussiikamuotoja ei eritellä, vaan siika on yhtenä lajina.

Karisiikaa saadaan puhtaimmillaan saaliiksi kutupaikoilta lähinnä kutuaikana loka-marraskuussa Selkämerellä ja Perämerellä, kun taas vaellussiikaa saadaan kutuvaelluksella saaliiksi joesta ja muina aikoina merialueelta, kun ne vaeltavat eri alueille syönnökselle. Erottaminen on vaikeinta kun nuoret vaellussiiat vaeltavat karisiika alueiden kautta meressä.

Luonnossa lisääntyneiden siikojen lisäksi mereen laskeviin jokiin ja merialueelle on istutettu viljeltyjä siikoja. Siikaistutuksia on tehty vastakuoriutuneilla jo ainakin 1930–40-luvulta, tosin istutukset



kesänvanhoilla sioilla aloitettiin merkittävässä määrin vasta vuonna 1980. Näiden istutusten ansiosta Suomenlahden ammattikalastuksen siikasaalis kasvoi 1980-luvulta alkaen ja oli korkeimmillaan yli 50 tonnia vuodessa. Vapaa-ajankalastuksen siikasaalis on ollut ammattikalastajien saalista runsaampi. Suuri osa siikasaaliista saadaan verkoilla kuhan kalastuksen yhteydessä. Vuosituhannen vaihteen jälkeen siikasaaliit ovat kääntyneet laskuun runsaista istutuksista huolimatta. Pohjanlahdella istutukset alkoivat samoihin aikoihin kuin Suomenlahdella ja vielä viimeisen kymmenen vuoden aikana on istutettu 40–90 miljoonaa vastakuoriutunutta ja 4-8 miljoonaa kesänvanhaa siikaa vuodessa (Kuva 44). Määrä on jo siis selvästi pienentynyt huippuvuosista. Vaellussiikaistutukset, joita istutukset pääasiassa ovat, keskittyvät Perämerelle, kun taas karisiikaa istutetaan lähinnä Saaristomerelle ja Selkämerelle. Suurimmat yksittäiset istutukset tehdään Kemi- ja Iijoen velvoitehoitoon liittyen, yhteensä 4,3 miljoonaa yksikesäistä poikasta. Vastakuoriutuneita istutetaan entistä vähemmän, sillä niiden tuottavuus on ollut epävarmaa. Tutkimusten mukaan yksikesäisten istutukset tuottavat Perämerellä muutamien kymmenien kilojen saaliin tuhatta kesänvanhaa istukasta kohden. Arvio eteläiselle Perämerelle istutettujen yksikesäisten siianpoikasten tuottamasta saaliista on merkintäerästä ja istutusvuodesta riippuen 52–117 kg / 1000 istukasta. Pohjoisella Perämerellä arviot istutusten saalistuotosta olivat 27–52 kg / 1000 istukasta (Leskelä ym. 2009). Siikojen tuottama saalis vaihtelee alueittain. Suurin osa takaisinsaaduista siikaistukkaista tuli 4-5 vuoden kuluttua istutuksesta (Leskelä ym. 2009). Neljästä miljoonasta kesänvanhasta istukkaasta voisi täten arvioida saatavan noin 108–468 tonnia saalista.

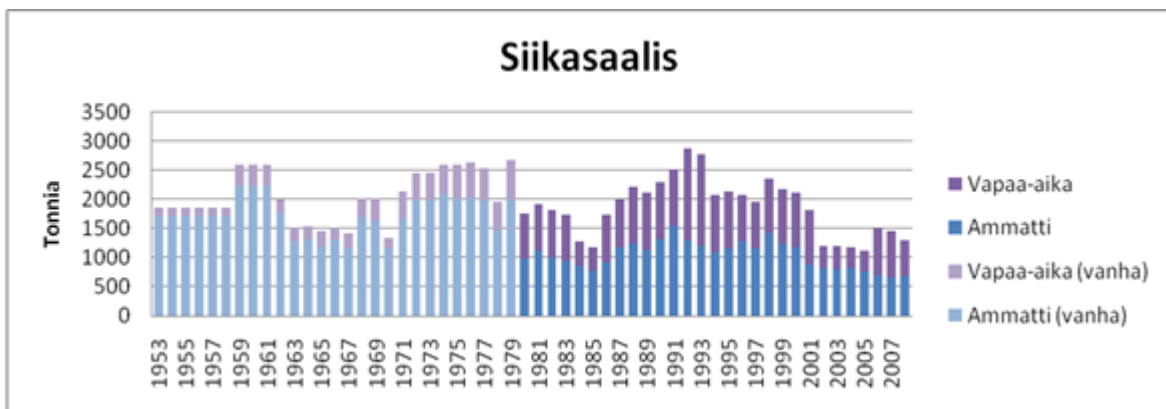


**Kuva 44.** Siikaistutukset Suomen merialueilla vuosina 1998–2008. Huomaa, että karisiika- ja vaellussiikakuviissa on eri skaala! Määrät kuvaavat vähimmäismääriä, sillä kaikista istutuksista ei ole saatu tietoa.

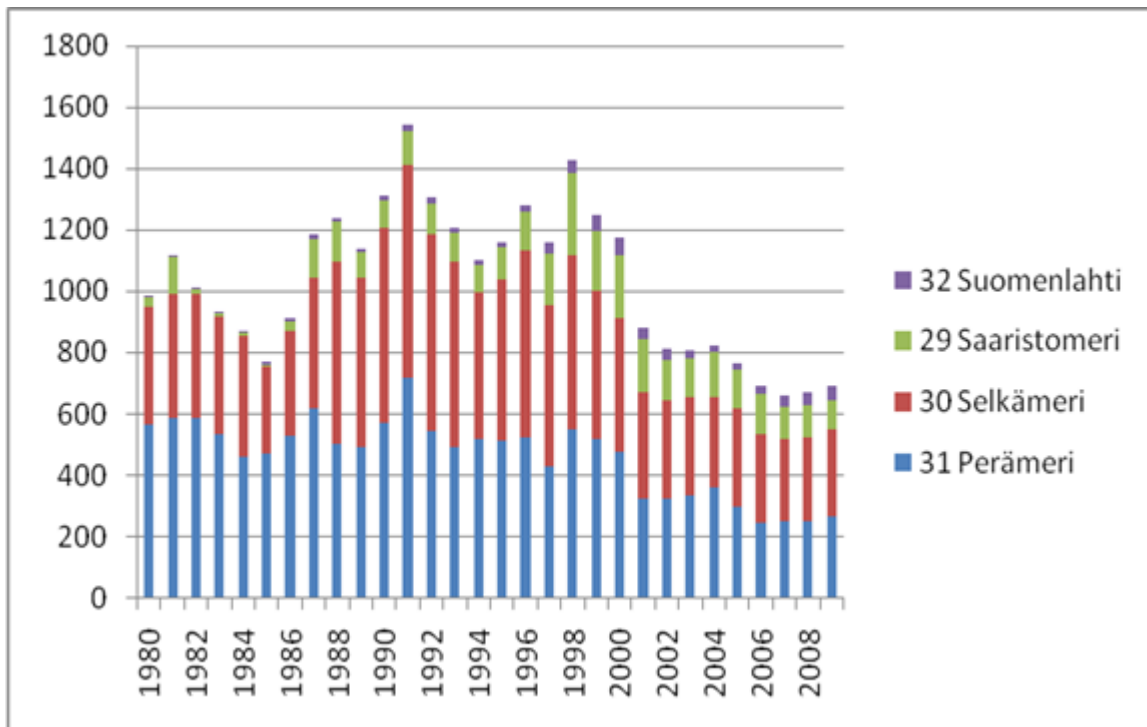
Siikasaaliit ovat vaihdelleet voimakkaasti muun muassa jo silloin kun viimeaikainen lämpeneminen oikeastaan alkoi, eli 1800-luvun lopussa. Merestä saatu siikasaalis väheni viime vuosisadan alkaessa, sillä v. 1886–1890 siikasaalis oli 610 tonnia, v. 1891–1900 405–493 tonnia ja 1902–1930 noin 220–

370 tonnia vuodessa. Sen aikaisilla pyydyksillä (verkoilla 43–60 mm, pesäverkoilla ja rysillä) pyynti tapahtui avovesikautena, paitsi Merenkurkussa, missä myös talviverkkoja oli otettu käyttöön (Järvi 1932). Saaristomeren ja Suomenlahden alueelta monin paikoin siikojen sanottiin jopa ”loppuneen” 1900-luvun alussa, mutta niitä ilmestyi takaisin 1925 lähtien.

Viime vuosisadan puolivälistä 1970-luvulle vuosittaisten siikasaaliiden on arvioitu olleen 1500 ja 2500 tonnin välillä, mutta ne laskivat merkittävästi jo 1970–80 luvun vaihteessa (Kuva 45). Tällöin aloitettiin runsaat siikaistutukset. Kokonaissaaliit paranivat mentäessä 1990-luvulle (Böhling ym. 1991) ja 1990–2000-luvuilla ne ovat taas olleet laskusuunnassa istutuksista huolimatta. Nyt lasku näyttäisi tasaantuneen (Kuva 46). Saalistilastojen puutteiden takia muutokset eivät näy tilastoissa kovin selkeästi. Jokien valjastaminen energiatalouteen ja muut vesistöjärjestelyt ovat huomattavasti vähentäneet vaellussiika kantojen lisääntymispotentiaalia ja mahdollisesti vaikutukset ovat yltäneet myös karisiikakantoihin.

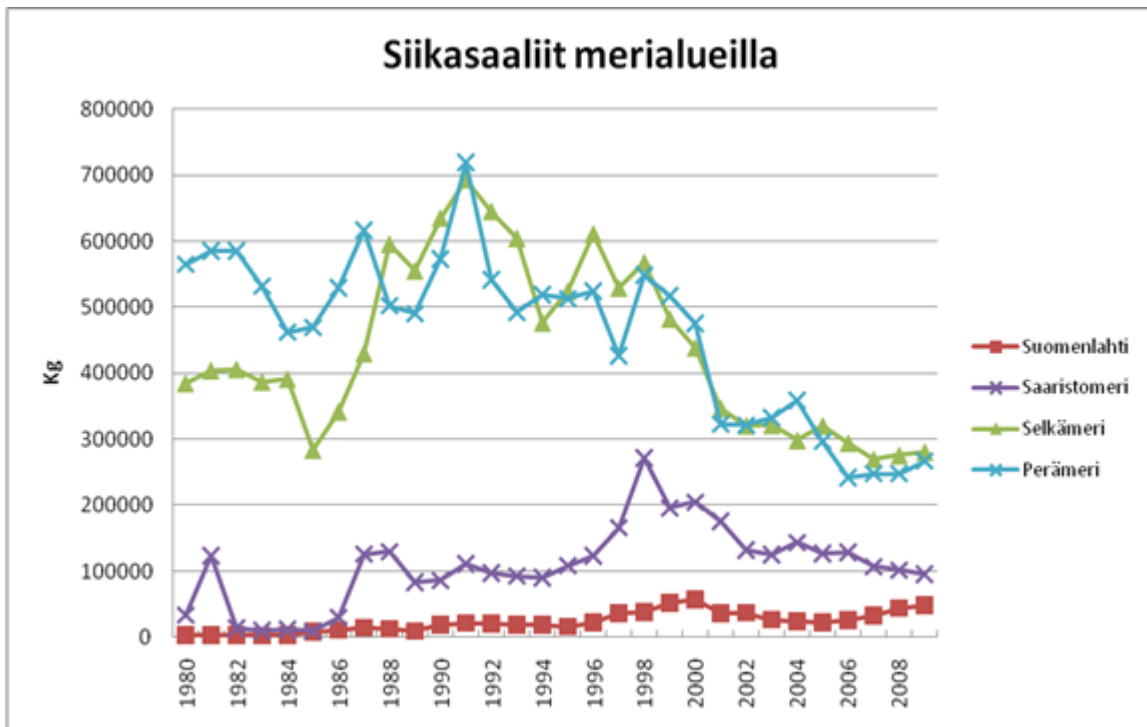


Kuva 45. Siikasaaliit Suomen merialueilla 1953–2009. (tilastoinnissa tapahtunut muutoksia ks menetelmät)

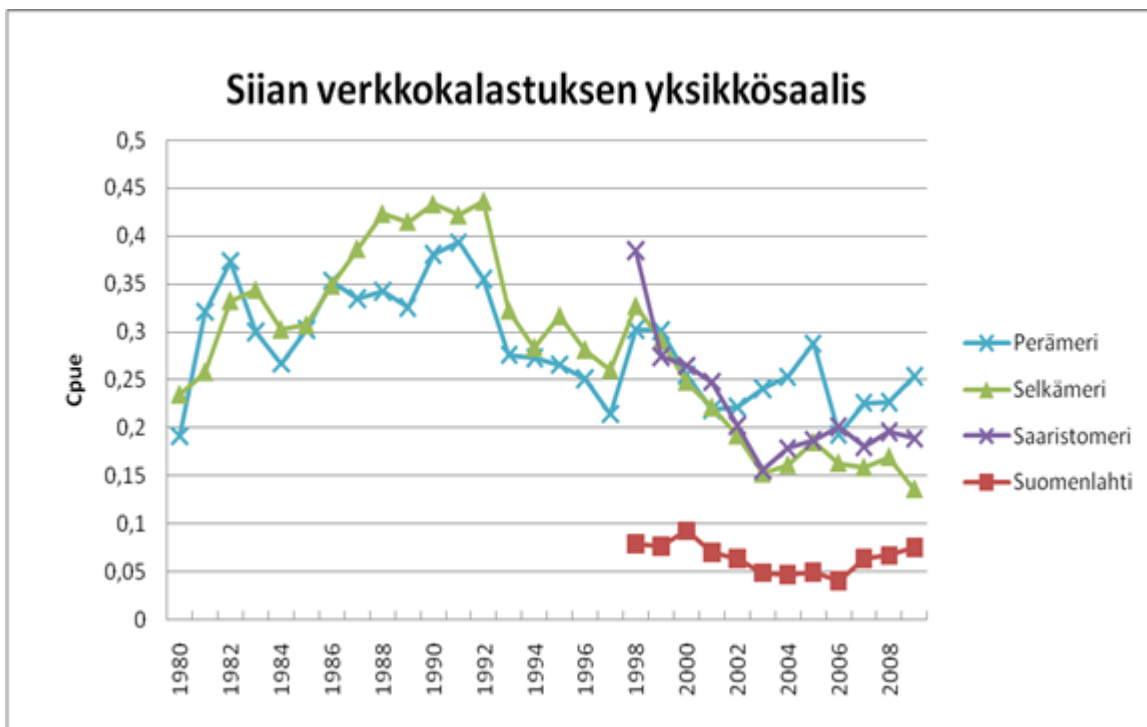


Kuva 46. Ammattikalastuksen siikasaaliin muuttuminen 1980–2009.

Siian vuosittaiset saalismäärät ovat nykyään suurimpia pohjoisilla merialueilla Perä- ja Selkämerellä (Kuva 47). Tämä johtuu pohjoisilla merialueilla nyt vallitsevista siialle suotuisammista elin- ja lisääntymisolosuhteista, kuten alhaisemmista lämpötiloista ja rehevyytasosta. Eteläisimmillä alueilla olosuhteet ovat selvästi huonontuneet. Selkämeren ja Perämeren ammattikalastajien siikasaaliit kääntyivät laskuun 1990-luvun alussa ja molemmilla alueilla pudotus 700 tonnista alle 300 tonnin on tapahtunut voimakkaista istutuksista huolimatta (Kuva 47). Myös yksikkösaaliit ovat selkeästi laskeneet lähes kaikille merialueilla (Kuva 48). Suomenlahdella, sen sijaan, saaliit ovat vastaavana ajanjaksona hieman parantuneet voimakkaista istutuksista johtuen. Saaristomerellä saalista saatiin vähiten 1980-luvun puolivälissä ja 2000-luvulla saaliit ovat taas uudestaan vähentyneet. Voimakas norppakanta Perämerellä vaikeuttaa siian verkkopyyntiä. Runsastunut hallikanta Saaristomerellä vaikeuttaa siianpyyntiä erityisesti syksyisin.



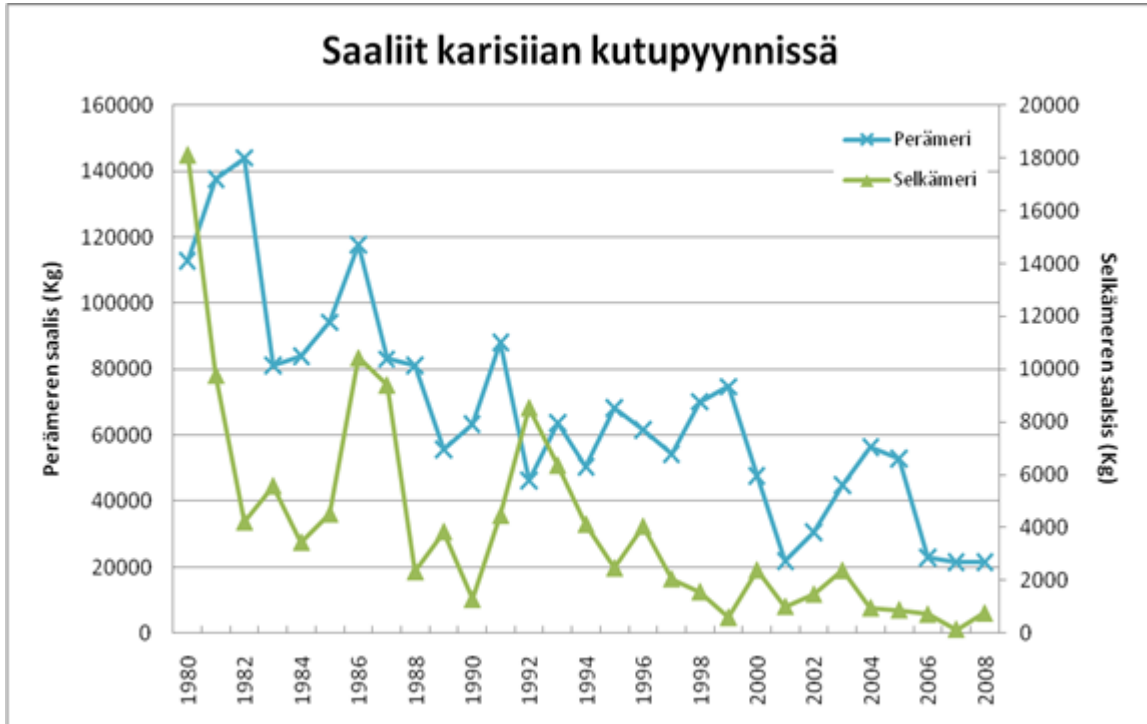
Kuva 47. Ammattikalastajien siikasaaliiden kehitys merialueittain 1980–2009.



Kuva 48. Siian ammattikalastajien verkkokalastuksen yksikkösaaliin muutoksia merialueittain 1980–2009.

Loka-marraskuussa tiheillä verkoilla (< 36 mm) saaliiksi saadut siiat ovat pohjoisilla merialueilla lähes yksinomaan kutuaikaista karisiikaa (Lehtonen 1981, Lehtonen ym. 1986, Böhling ym. 1991). Karisiian kutuaikainen kokonaissaalis, kuten myös yksikkösaalis, on laskenut voimakkaasti tarkastelujaksolla (Kuvat 49 ja 50). Selkämeren keskimääräinen kutuaikainen karisiikasaalis on laskenut ajanjaksolta

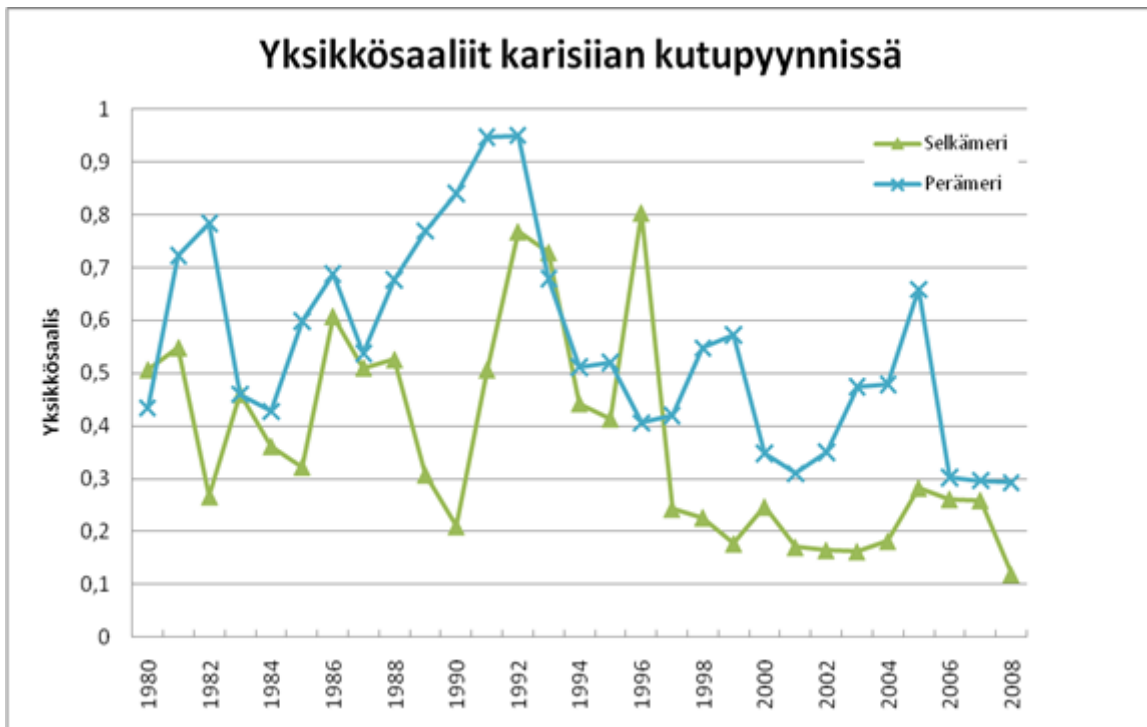
1980–1996 jaksoon 1997–2008 20 %:iin ja yksikkösaalis 43 %:iin. Perämerellä vastaavasti saalis laski vajaaseen puoleen eli 51 %:iin ja yksikkösaalis 65 %:iin.



Kuva 49. Kutupyynnissä saadut karisiikasaaliit Perämerellä ja Selkämerellä vuosina 1980–2008.

Vapaa-ajankalastajien siikasaalis Ahvenanmaalta Perämerelle ulottuvalla alueella oli 576 tonnia vuonna 2008, jolloin saalista on edellisen kerran tiedusteltu. Saalis oli laskenut edellisestä tiedustelukerrasta vuodelta 2006. Samaten vuoden 2008 saalis jäi alle ammattikalastajien saaliin (626 t) samalta alueelta ko. vuonna (Kalakantojen tila 2009, RKTL). Suomenlahdella vapaa-ajankalastajien osuus oli tuolloin 45 tonnia eli samaa luokkaa kuin ammattikalastajien osuus samana vuonna (44 t).

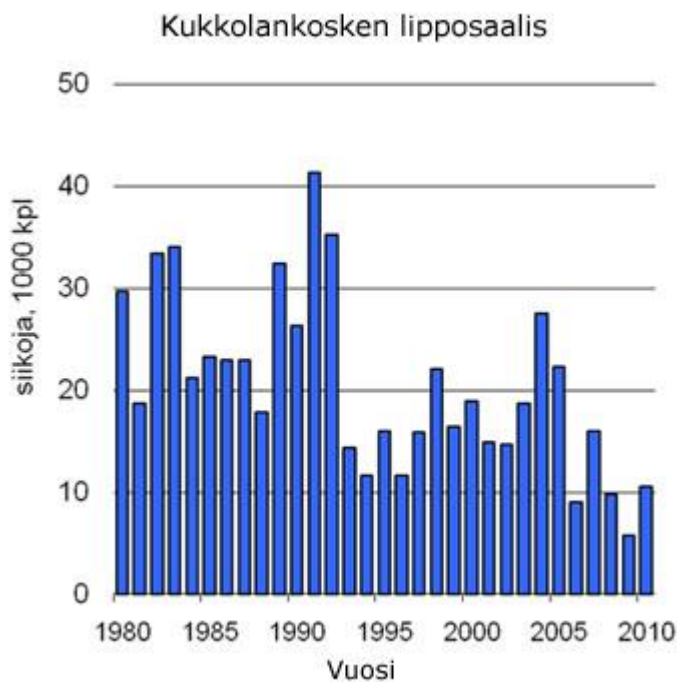
Vaellussiikakannat ovat luultavasti suurelta osin istutusten varassa. Karisiika lisääntyy vielä ainakin ”normaalitalvina”. Siianpoikasmäärät ovat Suomenlahdella ja Saaristomerellä hyvin alhaisia. Pohjanlahdella siianpoikasmäärät ovat ainakin Merenkurkun eteläpuolella vähentyneet useimmilla paikoilla myös viimeisen kahdenkymmenen aikana ja osalta alueista poikasia ei juuri enää tavata tai niitä on vain joinakin vuosina (Meneillään oleva tutkimus, Hudd ym.). Perämerellä poikasmäärät ovat olleet runsaimpia ja siellä 1990-luvulla jopa suurempia kuin 1980-luvulla, tosin vuosittainen vaihtelu on 2000-luvulla ollut suurta.



**Kuva 50.** Kutupyynnissä saadut karisiikasaaliit Perämerellä ja Selkämerellä vuosina 1980–2008.

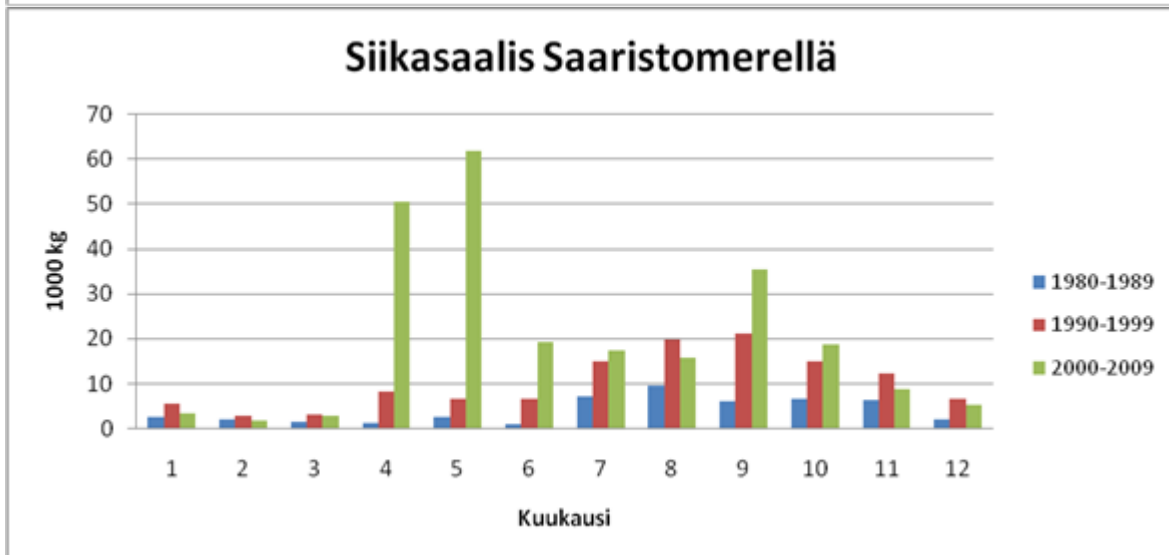
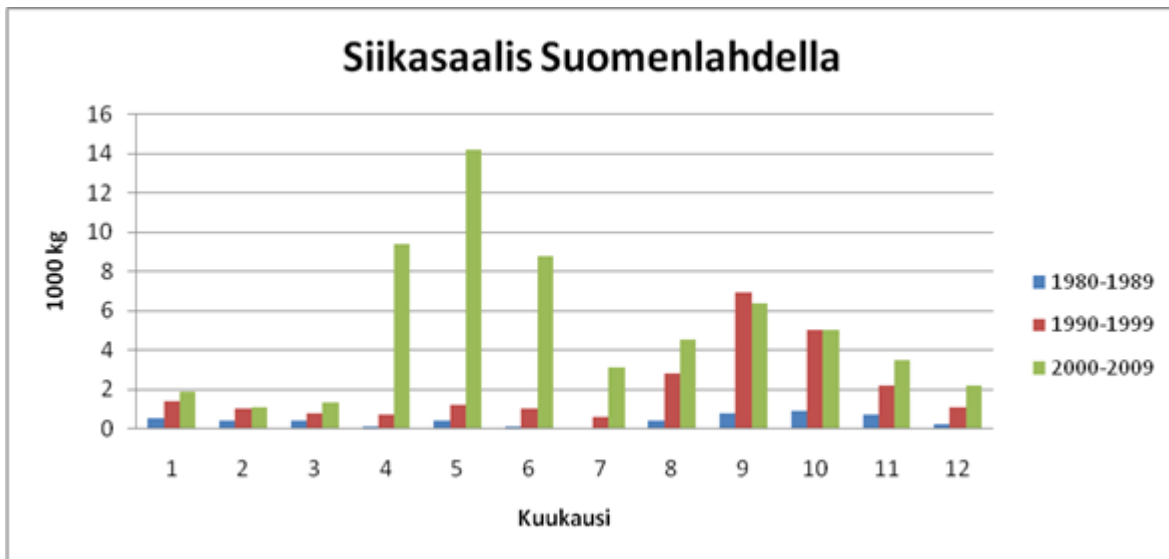
Vaellussiikasaaliiden vähenemistä kuvaa kesällä Tornionjoen Kukulankoskelta lipolla pyydettyjen siikojen määrä (Kuva 51). Lipposaalit on vuodesta 1993 alkaen ollut alemmalla tasolla kuin 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun ensimmäisinä vuosina. Vuonna 2009 saalis tosin pieneni ja oli toiseksi huonoin koko sinä 1940-luvulta alkaneena aikana, jona lipposaalit on kirjattu ylös.



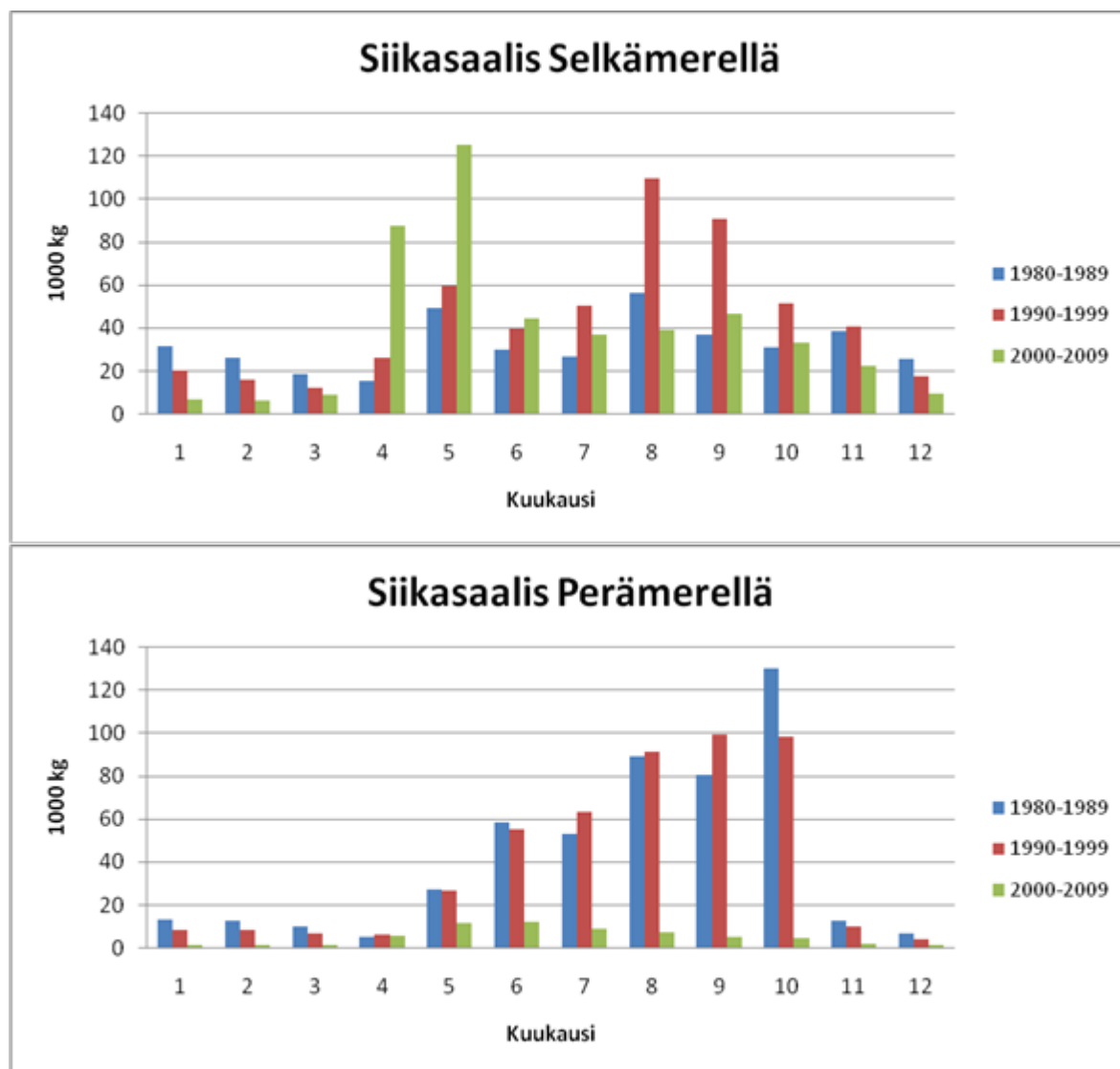


**Kuva 51.** Tornionjoen Kukkolankoskella lipolla pyydetty siikasaalis 1980–2010 siiankalastusyhtymän kirjanpidon mukaan. (Saalistietoja, pyyntiponnistusta ei ole tiedossa) (RKTL tiedote 2011).

Siikasaalista merestä saadaan myös nykyään eri aikaan vuodesta kuin aiemmin. Lyhentynyt jäätalvi on muun muassa mahdollistanut pidemmän pyyntikauden erityisesti keväällä. Siian kevätkalastuksen saalismäärät ovat nousseet kaikilla merialueilla paitsi Perämerellä (Kuva 52). Toisaalta taas Perämerellä siian kokonaissaalismäärät ovat romahtaneet.







Kuva 52. Siian saalismäärät merialueilla eri kuukausina 1980–2010. Huomaa erot saalis-skaalassa.

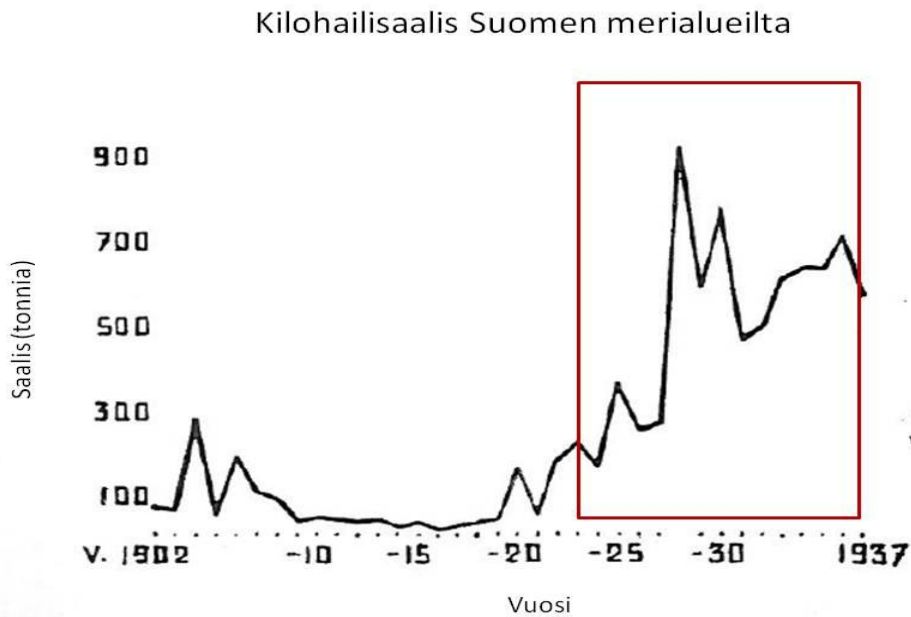
### 2.2.5. Useimmat särkikalat hyötyvät lämpenemisestä

Särkikalojen on arveltu hyötävän ilmastonmuutoksesta. Muutos voi kuitenkin olla hyvin lajikohtaista. Särki hyötyy lämpimästä, rehevöitymisestä ja Itämeressä suolapitoisuuden vähenemisestä, joten nykyisten ennusteiden valossa se tulisi hyötymään, ellei sitten suolapitoisuus lisääny tai kevätvirtaama heikkene reilusti (Härmä ym. 2008).

Särki on ammattikalastuksessa viimeaikoina ollut harmillinen sivusaalis, tosin melko runsaana. Kalastajille maksettavan tuen ansiosta särkisaalis tulee varmasti nousemaan, sillä särkeä ja muita alikalastettuja särkikalaja on runsaasti meren saaristovyöhykkeessä. Lahna, salakka, sorva ja pasuri ovat selvästi hyötäneet rehevöitymisestä ja lämpenemisestä. Säyne sen sijaan tuntuu taantuneen ja saaristossa ennen liikkuneiden säyneparvien sijaan nykyään tavallisesti näkee lahnparvia. Vieraslaji hopearuutana tulee tähän joukkoon kilpailemaan osittain ravintoresursseista.

### 2.2.6. Kilohaili näyttäisi hyötyvän lämpimämmistä talvista

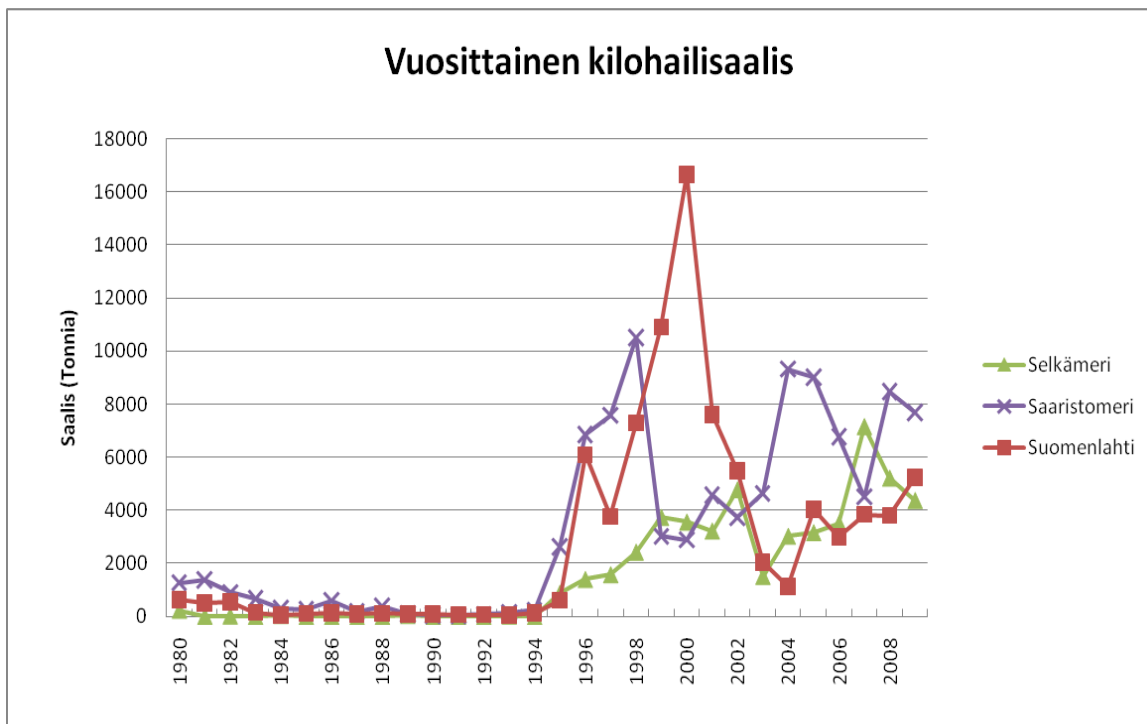
Kilohaili on mahdollisesti yksi ilmastonmuutoksesta hyötyvä laji. Sen saaliit runsastuivat paitsi hieman vuosisadan alussa, niin myös huomattavasti sen lämpiminä vuosina 1930-luvulla (Kuva 53). Kilohaili on hyötynyt lämpenemisestä myös viime vuosikymmeninä ja sekä kokonaissaalis että yksikkösaalis on kasvanut (Kuvat 54 ja 55).



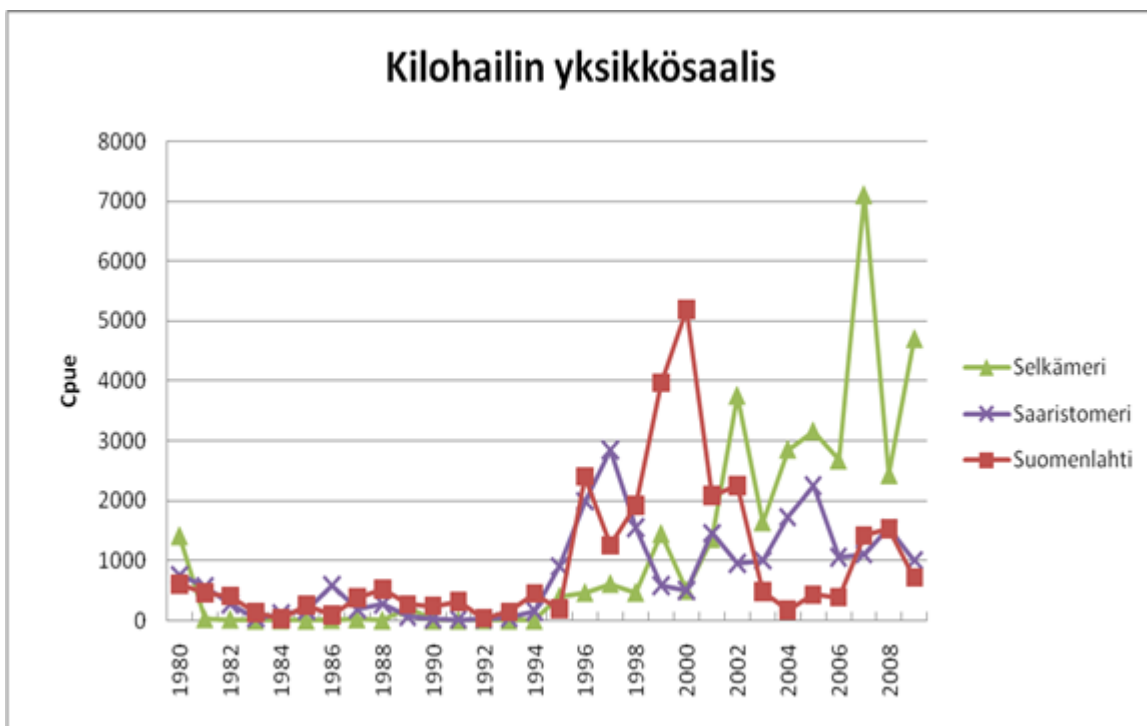
Hakkarainen, E., 1941: Vassbuktfångsten åren 1902-37 enligt den officiella statistiken. Fiskeritidskrift, Finland

**Kuva 53.** Kilohailisaaliit Suomen merialueilta vuosina 1902–1937.

1970-luvun lämpimien vuosien jälkeen saaliit putosivat niukoiksi jo 1980-luvun alussa ja nousu alkoi 1990-luvun puolivälissä (Kuva 54). Poikkeuksellisen pitkään jatkuneet hyvät saaliit ajoittuvat hyvin lämpimien talvien kanssa yhteen. Lauhat talvet siis näyttävät tuottavan hyviä kilohailisaaliita.



Kuva 54. Ammattikalastuksen kilohailisaalis vuosina 1980–2009.

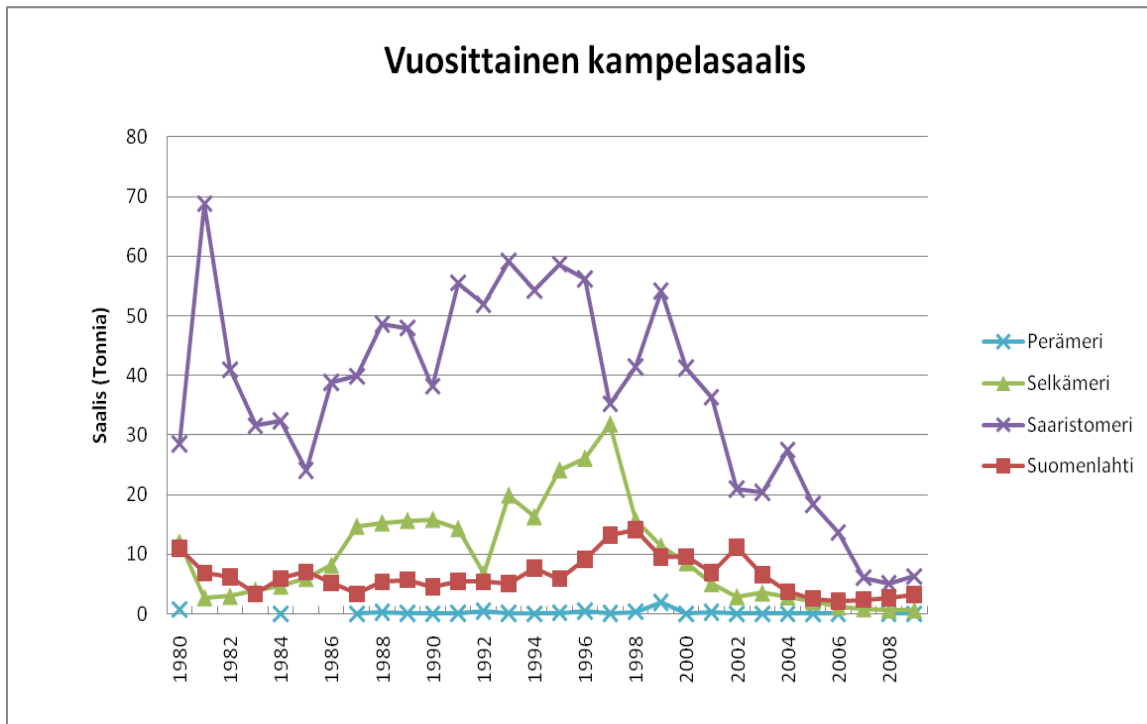


Kuva 55. Kilohailin yksikkösaalis ammattikalastuksessa vuosina 1980–2009.

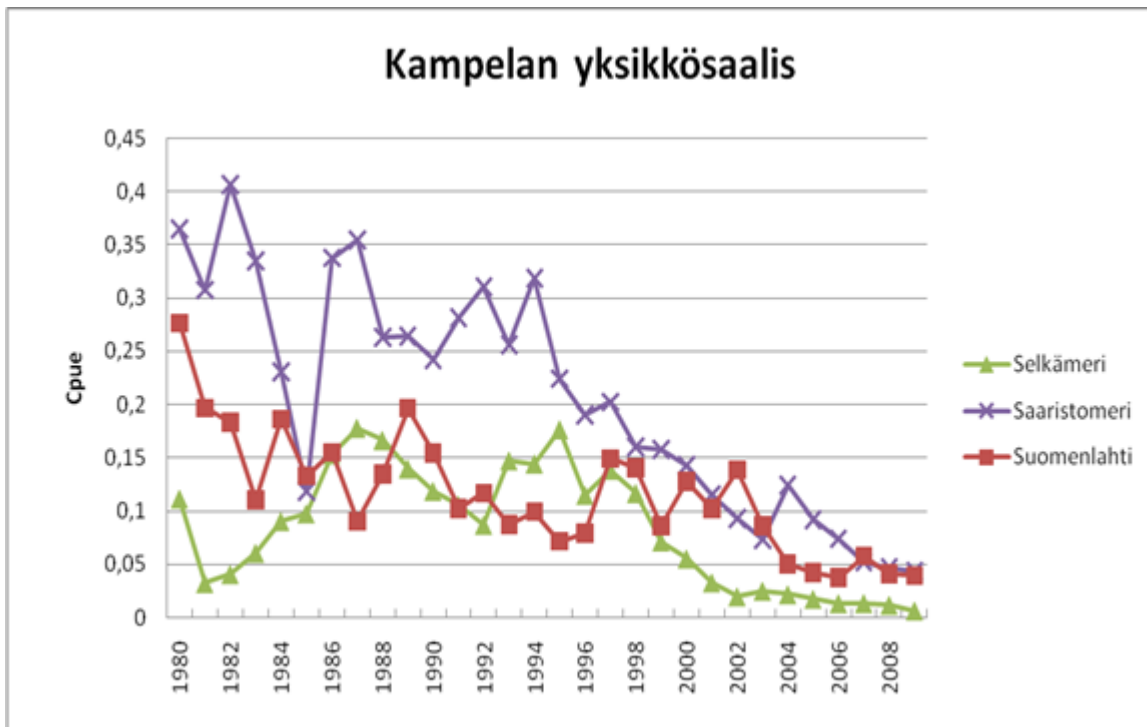
### 2.2.7. Kampelasaaliit pohjalukemissa

Kampelasaaliit ovat viime vuosina vähentyneet todella niukoiksi (Kuva 56). Virossa kampelasaaliiden väheneminen on yhdistetty suolapitoisuuden vähenemiseen (Ojaveer ja Drevs 2003). Kampelan lisääntyminen Suomessa tapahtuukin suolapitoisuuden suhteen ääriarajoilla. Eteläisemmällä Itämerellä

kampela kutee vapaan veden alueella ja poikaset aluksi levittäytyvät vapaan veden alueelle. Suomen etelä- ja lounaisrannikolla suolapitoisuus on niin alhainen, että kampelan mäti ei kellu, vaan vajoaa lähelle pohjaa. Kun suolapitoisuus vuosisadan lopulla laski normaalia alemmas, kampelan lisääntymisen on ilmeisesti vaikeutunut eikä tahdo nykyään onnistua. Kampelan lisääntymisen suolapitoisuusraja on 6,0–6,5 ‰ (Solem 1967, Nissling ym. 2000). Myös rihmalevien yleistyminen ja hapettomat pohjat heikentävät kampelan lisääntymismahdollisuuksia. Sekä saaliit että yksikkösaaliit ovat olleet laskussa, eikä nousua ole vielä näkyvissä (Kuvat 56 ja 57).



Kuva 56. Ammattikalastajien vuosittainen kampelasaalis Suomen merialueilla 1980–2009.

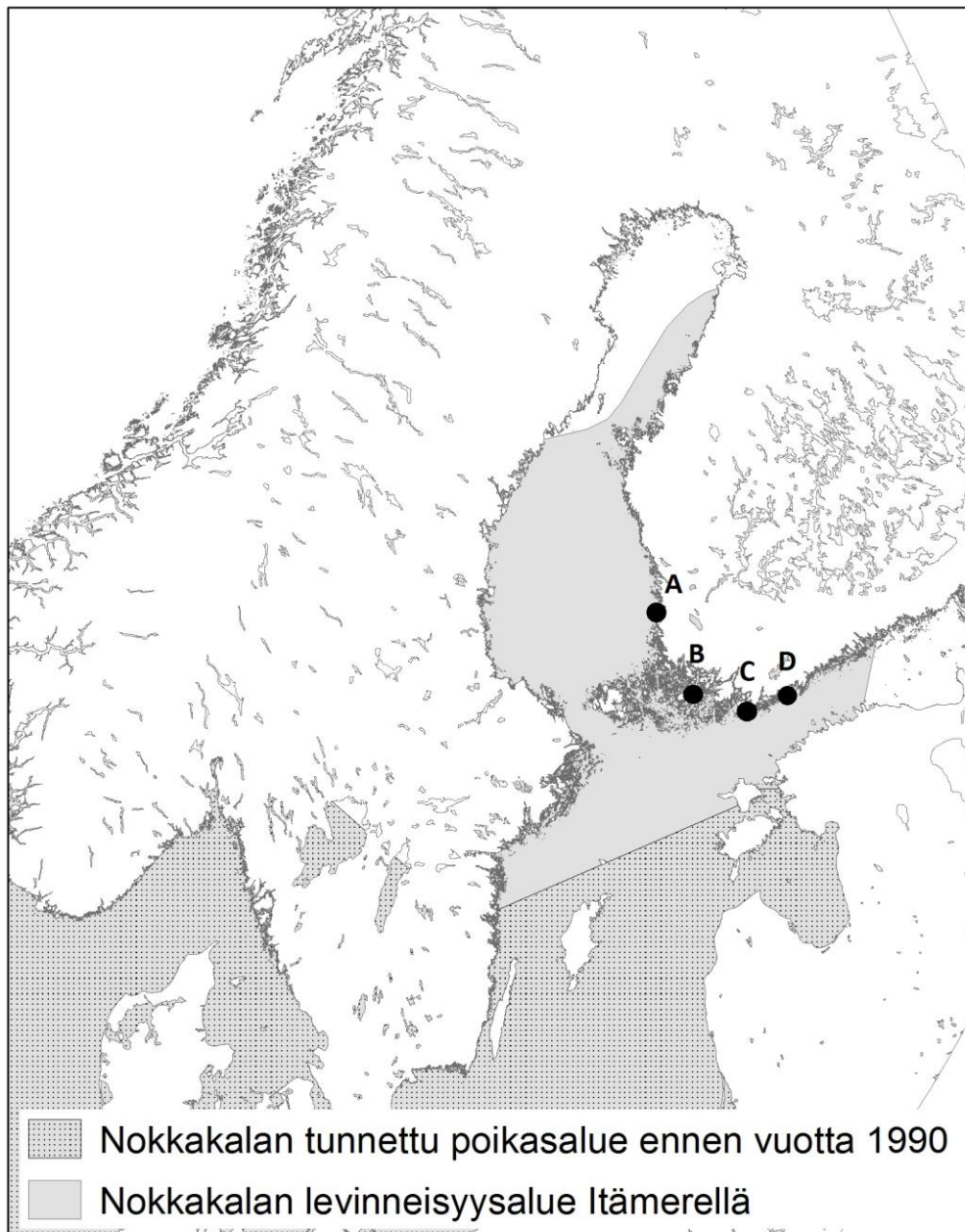


Kuva 57. Kampelan yksikkösaalis ammattikalastuksessa Suomen merialueilla 1980–2009.

### 2.2.8. Nokkakala on alkanut lisääntyä Suomen rannikolla

Nokkakala (*Belone belone* L.) kuuluu potentiaalisiin levittäytyjiin ilmastonmuutoksen seurauksena. Sen luontainen esiintymisalue on itäisellä Atlantilla aina Islannin ja Norjan rannikoilta Pohjois-Afrikkaan saakka ja kattaa myös Välimeren ja eteläisen Itämeren. Itämeren nokkakalapopulaation oletetaan olevan erillinen, paremmin matalia suolapitoisuuksia sietävä alapopulaatio. Nokkakalan sanotaan kuitenkin vaeltavan Itämerestä talveksi Atlantin puolelle ja palaavan keväällä. Nokkakalaa kalastetaan ammattimaisesti vielä muun muassa Itämeren pääaltaassa ja jonkin verran myös Viron rannikolla. Viime vuosina nokkakalasaaliit ovat yleistyneet ja niitä on saatu Kotkan ja Lohtajan väliseltä merialueelta. Perinteiset lisääntymisalueet Itämeren eteläosissa ja pääaltaassa sijaitsevat matalilla rannikoilla, vesikasvillisuuden seassa ja lisääntymisen on havaittu onnistuvan myös melko alhaisessa, 5-6 ‰ suolapitoisuudessa. Suomen rannikolla on samankaltaisia suolapitoisuuksia ja elinalueita, ja lämpötilan onkin oletettu olevan nokkakalan levittäytymistä rajoittava tekijä. Lisääntymisalueen pohjoisraja on perinteisesti ollut Hiidenmaan ja Gotlannin korkeudella rannikolla. Poikasvaiheita on aikaisemmin tavattu Suomen rannikolta vain satunnaisesti (Segerstråle 1944), mutta lämpenemisen myötä nokkakalan lisääntymis- ja esiintymisalue leviää pohjoiseen (Urho ja Veneranta, käsikirjoitus). Nokkakalanpoikasia on 2000-luvulla havaittu vuoden 2003 jälkeen joka vuosi. Niitä on havaittu In-koon ja Uudenkaupungin väliseltä merialueelta, muun muassa Saaristomereltä, useista paikoista Hankoniemeltä ja myös Suomenlahdelta.





**Kuva 58.** Nokkakalan lisääntymisalue ennen vuotta 1990 (rasteroitu) ja 2000-luvun poikashavaintoalueet lounaisrannikkollamme (A: Uusikaupunki, B: Saaristomeri, C: Hankoniemi ja D: Inkoo).

Nokkakalojen poikasten määrät ovat olleet melko vähäisiä, mutta onnistunut lisääntyminen niin monena vuonna peräkkäin viittaa kannan mahdolliseen kasvuun ja voimme vain odottaa saaliiden paranevan meilläkin.

### 2.2.9. Mahdollisia muita etelästä levittäytyviä lajeja

Tanskassa tehtyjen arkeologisten kaivausten yhteydessä löydettyjen kalojen luiden perusteella on voitu päätellä useiden nykypäivälle eteläisempien eksoottisten kalalajien esiintyneen Tanskassa historiallisina lämpökausina, jolloin lämpötila oli muutamia asteita korkeampi. Tällaisia lajeja olivat mm. keihäsrausku, meribassi, tumma sargi (meriruutana), sardelli (eli anjovis) ja miekkakala. Näistä lajeista sardelli- ja meribassisaaliit ovat nykyään alueella paljon suuremmat nyt kuin ne olivat 10–20 vuot-

ta sitten (Enghoff ym. 2007). Sardelli on jo lisääntynyt Pohjanmerellä ja Kattegatissa ja siitä on tullut huomattavasti yleisempi Beltissä ja eteläisellä Itämerellä vuoden 1994 jälkeen lämpötilan noustessa.

Pohjanmerellä ja Tanskan salmissa on havaittu useiden muidenkin kalalajien runsastuneen meren lämpenemisen seurauksena (ICES Advice 2008, Book 1). Muun muassa kolja (*Melanogrammus aeglefinus*), keltajuovamullo (*Mullus surmuletus*) ja sardelli (anjovis) (*Engraulis encrasicolus*) ovat rannikon lajeja, jotka saattavat sietää alhaisia suolapitoisuuksia ja sen vuoksi lämpenemisen myötä levittäytyä myös Itämerellä pohjoiseen päin. Sardellin runsastuminen on hyvin mahdollista ja voimme vain odottaa uusia yksilöitä vierailulle. Muutamia sardelleja tavattiin myös jo Suomen rannikolta vuonna 2007. Lisäksi ohuthuuli keltin (*Liza ramado*) on todettu lisääntyneen jokisuualueella Saksassa. Keltit ovatkin potentiaalisia levittäytyjiä, jotka hyötyvät lämpenemisestä. Tämäkin saattaa laajentaa levinneisyysaluetta Itämeren pohjoisosiin, sillä se tuntuu viihtyvän hieman lämpimimmässä olosuhteissa. Kivien pinnalta leviä syövä ja likaantumista sietävä ohuthuulikeltti saattaa laajentaa levinneisyysaluettaan pohjoisemmaksi Itämereen. Täpläsilli (*Alosa fallax*) ja pilkkusilli (*A. alosa*) ovat meillä satunnaislajeja, joista varsinkin täpläsillin havainnot ovat runsastuneet viimeisten 15 vuoden aikana, luultavasti johtuen vedenlaadun kohenemisesta ja kannan elpymisestä Baltian maiden kutujoissa.

Sinievätonnikala (*Thunnus thynnus*) lisääntyy Välimerellä ja Atlantin lämpimissä vesissä ja aika ajoin niitä vaeltaa Pohjanmerelle ja jopa eteläiselle Itämerelle asti syönnökselle. Norja, Tanska, Ruotsi, Ranska, Saksa, Hollanti ja Englanti harjoittivat tonnikalan pyyntiä viime vuosisadan alussa ja osa aina 1950-luvulle asti. Pyyntikausi oli 2-3 kuukautta vuodessa ja 50–100 kg keskipainoisia yksilöitä saatiin niin että maiden vuosisaaliit saattoivat olla 10–1000 tonnia. Tonnikaloja esiintyi sekä kylminä että lämpiminä vuosina, joten yhteyttä lämpötilaan ei haettu (MacKenzie ja Myers 2007). Tonnikalojen levittäytyminen Suomen rannikkoalueille on melko epätodennäköistä, sillä pääkanta on nykyisin hyvin heikko. Miekkakaloja sen sijaan on tavattu Virossa asti ja ne ovat yleistyneet edellisten lämpimien kausien aikana mm. Tanskassa sekä ammatti- että vapaa-ajankalastajien saaliskalaksi. Suomen merialueilta niitä ei kuitenkaan toistaiseksi ole tavattu, vaikka yksittäisten harhailijoiden havaitseminen ei meilläkään olisi mahdotonta.

Turskakaloista ainakin koljan (*Melanogrammus aeglefinus*) ilmestymistä vesiimme voidaan pitää mahdollisena, mutta sen runsaampi esiintyminen vaatisi lisääntymisen onnistumista Itämeressä.

### 2.2.10. Joesta mereen levittäytyminenkin mahdollista

Jos voimakkaat tulvat yleistyvät ja huuhtovat jokilajien yksilöitä joesta merialueelle, niin on mahdollista, että esim. törö, turpa tai miekkasärki alkaa yleistyä suistoalueella tai sellaisten läheisyydessä.

## 2.3. Vieraslajitilanne nykyisten ja joidenkin potentiaalisten lajien osalta

Suomen luonnossa on tähän mennessä tavattu 24 vieraskalalajia ja viljelyssä on näiden lisäksi kitasampi ja nelma. Luonnossamme tavatuista vieraslajeista useimmat eivät ole muodostaneet pysyviä kantoja. Viime vuosisadalla Suomeen tuotiin ulkomailta 14 uutta kalalajia ja joitakin yksittäisiä tuontirytyksiä oli tehty jo 1800-luvun lopussa. Tuoduista lajeista isobassi, pikkubassi, sterletti, kuningaslohi, punalohi ja ruohokarppi eivät onnistuneet istutuksen jälkeen lisääntymään Suomen vesistöissä; osasta saatiin hieman saalista, mutta sen koommin niitä ei enää nähty. Useimmat vieraslajeista ovat muiden maiden istukkaita tai viljelykarkulaisia, joita on silloin tällöin tavattu Suomen vesistä. Näitä ovat mm. tähtisampi, siperiansampi, venäjänsampi, pyörökuonosiika, imukarppi, koiralohi, kyttyrälohi ja hopealohi. Kyttyrä- ja koiralohi ovat peräisin venäläisten istutuksista Jäämereen, mistä nousseet

Teno- ja Näätämönjokeen. Jopa lisääntymistä on havaittu joitakin vuosia sitten. Jos lisääntyminen alkaisi tuottaa runsaasti jälkeläisiä, jopa lohien ja taimenien väheneminen olisi mahdollista. Vaikka hälyttäviä merkkejä ei ole havaittu, niin asian seuraaminen on paikallaan.

Meille tuotuja ja vesiimme istutettuja harmaanieriä-, kirjolohi-, peledsiika- ja karpikantoja on pidetty yllä laitosemokalastojen ja toistuvien istutusten avulla.

Lämpenemisestä on hyötyä monien kevätkutujen kalojen poikasten kasvulle (aikaistunut kutu, intensiivinen ja pitkä kasvukausi). Se voi johtaa Tonavan alueelta lähtöisin olevan karpin luonnonkantojen syntyyn myös meillä.

### 2.3.1. Nykyiset vakiintuneet vieraslajit ja niiden tilanne

Suomen vesiin itse uineet ja tänne asettuneet tulokkaat ovat todella harvinaisia. Viime aikoina ainoa tällainen laji lienee hopearuutana (*Carassius auratus m. gibelio*). Se on kuitenkin selvästi vieraslaji, jonka ihminen on tuonut Aasiasta Eurooppaan. Viimeisin tunnettu uusi tulokas Suomeen on mustatäplätokko (*Neogobius melanostomus*), joka tavattiin ensimmäisen kerran vuonna 2005 Kaarinasta. Mustatäplätokko on tullut Itämereen joko laivojen, tai niiden painolastivesien mukana tai luonnollisella tavalla jokien ja kanavaverkoston kautta Mustanmeren tai Kaspianmeren alueelta. Se yleistyi 1990-luvulla Puolan rannikolla ja on leviittänyt sieltä Baltian rannikkoa pohjoiseen.

Tuontilajeista viisipiikki, piikkimonna, puronieriä ja allikkosalakka ovat jossain määrin vakiintuneet paikkansa kalastossamme lisääntyen luontaisesti, joskaan eivät kovin laajalle levinneinä. Pohjoisamerikkalainen piikkimonna tuotiin Suomeen 1920-luvulla/vuonna 1922. Piikkimonna on pystynyt runsastumaan monen asuinlampensa valtiaaksi, ainakin lukumääräisesti. Nykyinen ilmastokehitys lienee myös sille suosiollinen. Tosin talviset happikadot ovat ilmeisen kohtalokkaita piikkimonnille.

Puronieriä on kylmää vettä vaativa, Pohjois-Amerikasta peräisin oleva lohikala, jonka tyyppillisiä esiintymisalueita Suomessa ovat lähdepitoiset, melko pienetkin virtavedet. Sen voisi kuvitella kärsivän ilmastonmuutoksesta, mutta ainakin Pohjois-Suomessa, Kemijoen latvahaaroissa, puronieriä on silti vallannut alaa taimenelta.

### 2.3.2. Mustatäplätokko tuli jäädäkseen

Maamme ensimmäinen mustatäplätokko (*Neogobius melanostomus*, *Apollonia melanostoma*) saatiin Saaristomereltä, Kaarinan ja Paraisten väliltä alkuvuodesta 2005, silloin vielä nimellä mustakitatokko. Seuraavia löytöjä saatiin odottaa kevääseen 2009, jolloin saatiin muutamia yksilöitä Helsingin Katajanokan ja Eteläsataman rantapenkkojen tuntumasta.

Mustatäplätokko muistuttaa alkuperäiskaloistamme lähinnä mustatokkoa, joka kuitenkin ei kasva 12 cm:ä pidemmäksi. Mustatäplätokko taas kasvaa usein 100–200 gramman painoiseksi ja jopa 25 cm:n pituiseksi. Sillä on etummaisen selkäevän takaosassa tunnusmerkillinen musta täplä, jota ympäröi vaalea kehä. Tätä evää mustatäplätokko pitää yleensä pystyssä kuin merkkilippua. Taaeman selkäevän eväruotojen määrä (15–17) on suurempi kuin muilla tokkolajeillamme. Rintaevät ovat suuret, ja vatsaevät ovat kasvaneet yhteen. Vartalon suomut ovat kampasuomuja. Kyljet ovat yleensä ruskeankirjavan ruutukuvioiset. Paksuposkisen pään vahvojen lihasten voima sekä nielun piikkipäilysteiset luut ja purutyyny mahdollistavat mm. liejusimpukan kuoren rikkomisen. Leuoissa on lukuisia pieniä, tylppäkärkisiä hampaita useana rivinä. Ruumiinontelon kalvo on tumma. Kutuasuisina sukukypsät koiraat ovat lähes kokomustia; tällöin etummaisen selkäevän musta täpläkin erottuu vain heikosti.



Mustatäplätokko on kotoisin Mustanmeren ja Kaspianmeren alueilta ja niihin laskevien jokien suistoista. Itämeressä se havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1990 Puolan Gdanskinlahdelta erään sataman läheltä. Samana vuonna mustatäplätokkon havaittiin ilmestyneen myös Pohjois-Amerikkaan, missä se pian levittäytyi Suurille järville. Puolassa havaintojen määrä lisääntyi nopeasti, ja jo vuonna 1994 Gdanskinlahden sisin osa oli kokonaan mustatäplätokkon valloittama. Vuosikymmenen lopulla laji oli levittäytynyt Vistulanlahden suulle ja lahden mataliin sisäosiin. Saksan rannikolla mustatäplätokko havaittiin ensimmäisen kerran 1999 ja Hollannissa se todettiin vuonna 2004. Viron Pärnunlahdelta se havaittiin ensi kertaa 2002, ja vuonna 2004 virolaiset onkijat saivat mustatäplätokkoja jo Tallinnan itälaidan Muuganlahdesta. Ruotsin ensimmäinen havainto tehtiin Karlskronan edustalta vuonna 2008, nyt Ruotsissa on havaintoja neljältä eri alueelta (Karlskrona 2009, Karlshamn 2009, Visby 2010, Göteborg 2010).

Itämereen mustatäplätokko on ilmeisesti saapunut laivojen mukana, mutta saapumisreitistä on useita eri vaihtoehtoja. Tämä vieraslaji on levittäytynyt kanavien ja laivaliikenteen ansiosta myös moniin Itä-Euroopan jokiin. Puolassa se asutti aluksi kivikkorantoja, mutta myöhemmin sitä tavattiin myös hiekkapohjilla, joilta löytyi lähinnä nuoria kaloja. Gdanskinlahdelta sitä saatiin troolilla myös 20–40 metrin syvyydestä. Puolassa lajin tiheydet vaihtelivat muutamasta yksilöstä jopa 30:een neliometrillä. Yleensä se oli hyvin paikallinen, enimmillään se taittoi 10 kilometrin matkan siirtyessään matalilta kutualueilta syvemmälle talvehtimaan. Mustatäplätokkon tiedetään sietävän melko alhaisia happipitoisuuksia ja myös öljynseksaisia vesiä.

### Mustatäplätokko levittäytyy ja lisääntyy meilläkin – toistaiseksi paikallisesti

Mustatäplätokko on levittäytynyt Suomen rannikkoalueelle jo ainakin kolmeen paikkaan (Kuva 59), vuoden 2011 alkupuolella jo kaksi uutta paikkaa. Helsingistä saatiin vuonna 2009 yhteensä noin 20 mustatäplätokkoa ja seuraavana vuonna jo kolminkertainen määrä. Niitä on ongittu 0,1–3 metrin syvyydeltä kivenkoloista ja kivipenkereiden vierestä. Pari ensimmäistä yksilöä saatiin Katajanokalta ja Eteläsatamasta, satama-alueiden vierestä. Kesän ja syksyn 2010 koekalastuksissa havaitsimme lajin edenneen sekä etelään että pohjoiseen noin kilometrin päähän näistä löytöpisteistä. Saimme näytteiksi myös kesänvanhoja ja kaksikesäisiä yksilöitä, mikä kertoi lajin lisääntyneen onnistuneesti ainakin kahtena viime kesänä. Nuoria löytyi varsinkin esiintymän reunaosista. Koekalastuksissa käytettiin onkivälineitä ja pieniä mertoja. Tehokkain pyyntiväline oli mato-onki. Helsingin esiintymisalueella saatiin ongella keskimäärin noin kuusi yksilöä tunnissa, joskin ilta ja aamu olivatkin saaliin suhteen varmempia. Näytekaloista mitattiin pituus ja paino, katsottiin sukupuoli ja sukukypsyys sekä otettiin suomunäyte ja otoliitit iänmäärityksiä varten. Muutamista yksilöistä tarkasteltiin käytettyä ravintoa ja joistakin laskettiin munamääriä.





**Kuva 59.** Mustatäplätökön levinneisyys Suomen rannikkoalueilla. Mustat pisteet merkitsevät havaintoja vuonna 2009 ja punaiset täplät uusia havaintoja vuonna 2010.

Mustatäplätokko kutee rantavedessä, useammassa jaksossa toukokuun lopusta elokuulle, noin 15–25 °C lämpötiloissa. Kutujaksoilla on väliä kahdesta neljään viikkoa, veden lämpötiloista riippuen. Mustatäplätokko tulee sukukypsäksi yleisesti jo toisena elinvuotenaan. Sukupuolet voi erottaa päällepäin sukuaukon papillan muodon perusteella. Havaintojemme mukaan kerralla kudettava mätimunien määrä vaihtelee kolmestasadasta yli neljäntuhanteen; lähes kutuvalmiit mätimunat ovat kirkaankeltaisia ja 2–3 milligramman painoisia. Kirjallisuustietojen mukaan koiras jää vartioimaan pesää, johon on voinut kutea useampikin naaras. Hyvällä paikalla kutukoloja voi olla vaaksan päässä toisistaan. Mätirykelmät ovat kiinnittyneinä yleensä kivien alapinnoille tai kallion rakosiin. Hedelmöittyneet, päärynänmuotoiset mätimunat ovat 2–3 mm mittaisia. Alkionkehitys kestää pari kolme viikkoa 17–21 °C lämpötilassa. Poikaset kuoriutuvat 5,5–6 mm:n pituisina. Lisääntymistä voi tapahtua meressä, murtovedessä ja makeassa vedessä. Lämpenemisen voidaan odottaa olevan hyödyksi tällekin tulokkaalle; sen lisääntymiskausi pitenee, ja poikaset varttuvat riittävästi selvitäkseen talvesta.

Mustatäplätokot elävät vain kolmesta viiteen vuotta. Ensimmäisenä kasvukautena ne saavuttavat noin 4–6 cm pituuden. Sukukypsytminen tapahtuu 7–8 cm:n mittaisena. Koiraiden kasvu hidastuu sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Tutkimamme yli 20 cm pituiset näytekalat olivat naaraita. Suurin naaras painoi 160 g. Mustatäplätökön saalis koko jää tavallisesti 8–18 cm:n välille.

### Ravinnoksi nilviäisiä, merirokkoa ja muita meren eläviä

Mustatäplätokko syö pääasiassa pieniä simpukoita ja kotiloita, katkoja sekä muita pohjaeläimiä ja myös kalanpoikasia. Epäröimättä se tarttuu leuoillaan kiviin kiinnittyneisiin simpukoihin ja merirok-

koihin ja riuhtoo ne irti. Helsingissä monilla yksilöillä oli suolessaan merirokon kuorikartioita. Rikkomansa simpukan kuoren mustatäplätokko voi sylkeä pois, mutta pienikokoiset *Hydrobia*-suvun sukulakotilot se nielee yleensä kokonaisina. Suolesta löydetyt pienet tokon suomut kertovat, että niin omat kuin muitten tokkojen poikaset ovat myös vaaravyöhykkeessä. Kotimaisista kaloista ainakin kampela syö pitkälti samanlaista ravintoa kuin tämä vieraslaji, jonka runsastuminen voi siis tietää kampelalle ankeampia aikoja. Kivinilkkä ja mustatokko ja saattavat ravinnon ja poikastensa lisäksi menettää suojapaikkojaan aggressiiviselle mustatäplätokolle.

Mustatäplätokkoa on käytetty ruokakalana. Alkuperäalueellaan sitä pyydystetään kymmeniä tonneja vuosittain. Puolassakin sitä on jo kalastettu ammattimaisesti ja myyty muun muassa säilykkeinä. Melko pienen saaliskoon vuoksi mustatäplätokkon pyynnistä ja käsittelystä lienee vaikeaa saada taloudellisesti kannattavaa, vaikka sitä esiintyisi runsaastikin. Näin ollen toiveet sen kannan kasvun rajoittamisesta jäävät luontaisten vihollisten – ahvenen, kuhan ja piikkikampelan, ehkä koskeloiden ja merimetsonkin – varaan. Tällä hetkellä voimme vain arvuutella, miten laajalle mustatäplätokko pystyy levittäytymään merialueellamme ja mitä kaikkia seurauksia sen runsastumisesta aiheutuu. Vuoden 2011 alkupuoliskolla uusia havaintoja saatiin Helsingin Ruoholahdesta, Maarianhaminasta ja Raahesta.

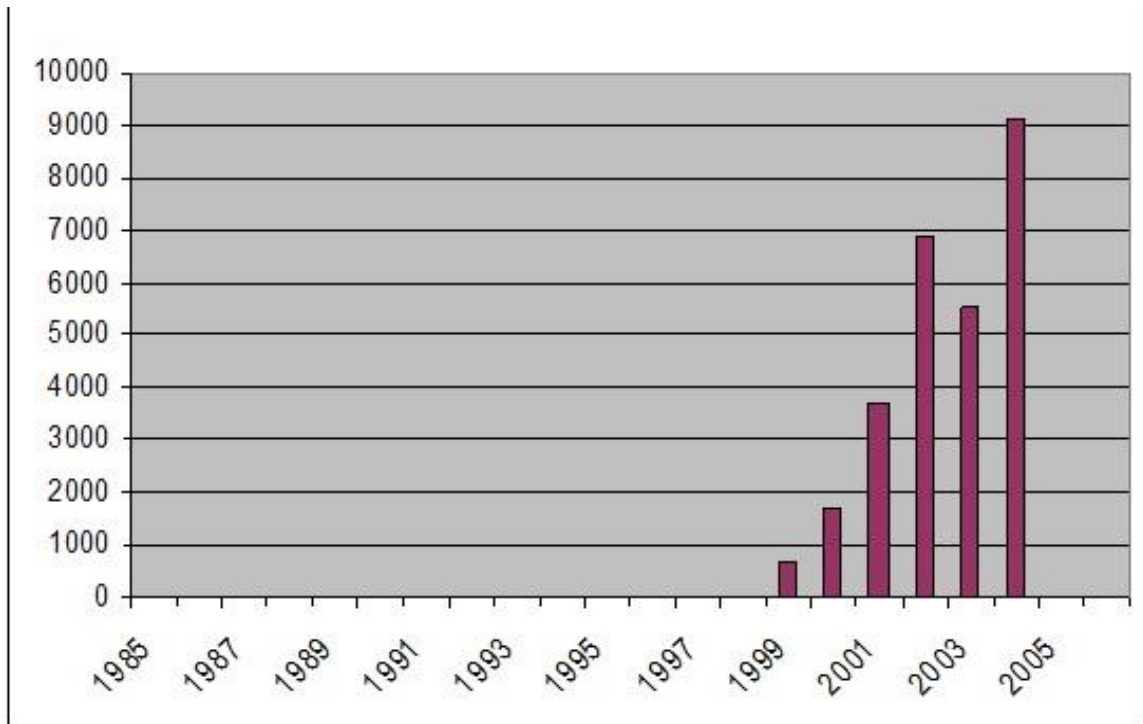
### 2.3.3. Hopearuutana lisääntyä tehokkaasti, hyötyä lämmöstä ja rehevyydestä

Hopearuutana (*Carassius auratus gibelio* tai *Carassius gibelio*) on mahdollinen kultakalan kantamuoto. Ainakin nämä ovat toistensa lähisukulaisia (Rylková ym. 2010). Suomen alkuperäislajeista hopearuutana on lähimpänä ruutanaa (*Carassius carassius*).

Hopearuutana on kotoisin Itä-Aasiasta. Sitä tuotiin 1800-luvulla tai 1900-luvun alussa Venäjän halki Eurooppaan, jossa sitä levitettiin lammikoista ja sisävesistä toisiin. Aiemmin läntiseen Eurooppaan tuotua kultakalaa viljeltiin jo 1800-luvulla lammikoissa muun muassa Italiassa, Ranskassa ja Saksassa, ja sitä kuljetettiin akvaario- ja lammikkokalaksi maasta toiseen. Luontoon päästetyistä kultakaloista syntyi villikantoja useissa Länsi-Euroopan maissa. Englannissa kultakalan on todettu risteytyneen ruutanan kanssa siinä määrin, että monista lammista on nykyään vaikea löytää puhtaita ruutanoita.

Neuvostoliitossa huomattiin Amurin alueelta lähtöisin ollut gynogeneettinen hopearuutana 1930-luvulla tuottoisaksi ja nopeakasvuiseksi kalaksi viljelylammikoissa ja sitä siirrettiin massoittain valtion eteläisiin ja läntisiin osiin. Suomenlahtea lähinnä oli hopearuutanaa jo 1930-luvun alussa Pietarhovin lammikoissa. Vuonna 1948 sitä tuotiin Valko-Venäjälle ja Baltian maihin, mm. lammikoihin Tallinnan lähellä, ja vuonna 1954 Unkariin. Istutuksista ja lammikkokarkureista syntyi 1960- ja 1970-luvuilla nopeasti erittäin runsaita hopearuutanakantoja Volgaan, Dnepriin sekä Tonavaan. Tonavan vesistöalueella hopearuutana on levinnyt myös Tšekin ja Saksan alueelle. Nykyään sitä on lähes kaikkien Manner-Euroopan suurten jokien valuma-alueilla. Monilla alueilla hopearuutanasta on tullut valtalaji, ja arvokkaampien kalalajien saaliit ovat laskeneet. Jo 1970-luvun lopulla tätä kalaa alettiin pitää ongelmallisena.

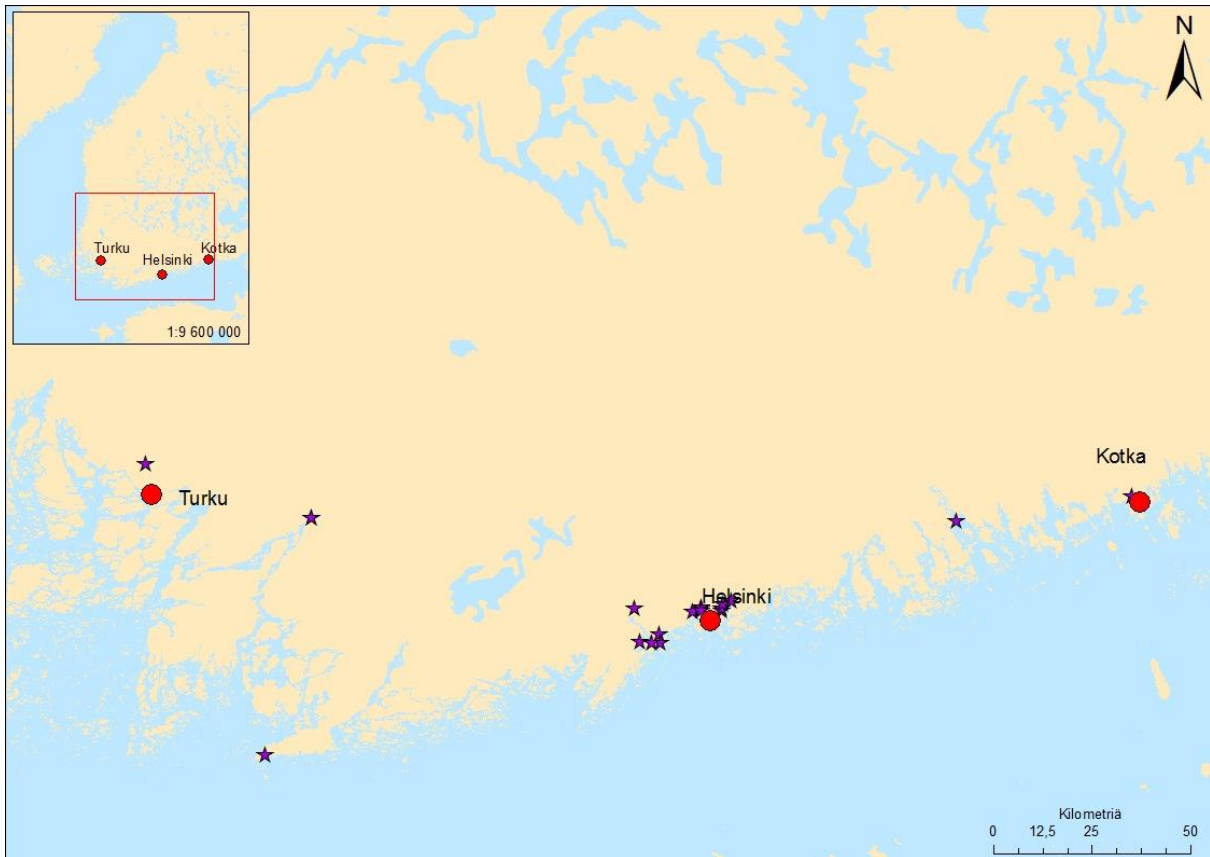
Virossa havaittiin hopearuutanoita meressä Riianlahdella vuonna 1985. Ne olivat ilmeisesti laskeutuneet mereen pikkujärvistä. Laji alkoi runsastua nopeasti Viron rannikon matalilla alueilla 1990-luvulla ja samalla edetä pohjoiseen; Suomenlahden puolella se havaittiin ensi kerran vuonna 1997 (Vetemaa 2006). Runsastuminen näkyi myös kalansaaliissa (Kuva 60).



**Kuva 60.** Riihimäki alueen kaupallisten hopearuutanasaaliiden (kg) kehitys 20 vuoden ajalta (Vetemaan ym. 2005 mukaan). Poista kuvasta engl. Otsikko! (tilastoidut saaliit)

Suomeen hopearuutana tuli todennäköisesti Suomenlahden takaa vuosituhannen vaihteessa. Ensimmäiset varmistetut hopearuutانات saatiin Helsingin Vanhankaupunginlahdelta ja Pernajanlahdelta syksyllä 2005. Löydön uutisointi tuotti pian ilmoituksen hopearuutanoista Salon entisissä jäteveden puhdistamoaltaissa. Salosta saatujen näytekalojen perusteella todettiin hopearuutanan tuottaneen siellä runsaan vuosiluokan jo vuonna 2003. Nykyään hopearuutanaa on tavattu useista paikoista rannikon tuntumasta Kotkan ja Turun väliltä (Kuva 61).





**Kuva 61.** Hopearuutanahavaintoja Suomessa.

Hopearuutana on tehokas lisääntyjä. Salon jätevesialtaasta on toistaiseksi tutkittu 300 yksilöä, ja tässä aineistossa ei ole ollut ainuttakaan koirasta. Itseään kloonaavista, triploidisista naaraista koostuva kanta onkin tyypillistä hopearuutanan levittäytymisvyöhykkeellä. Tällainen hopearuutana haakeutuu kutemaan muiden särkikalojen pariin vesirajan kasvien sekaan. Muiden lajien koiraiden maiti ei hedelmöitä hopearuutanan mätimunia, mutta käynnistää alkionkehityksen. Ilmiötä kutsutaan gynogeneesiksi. Jälkeläiset ovat kaikki naaraita ja emonsa kopioita. Tällaisessa kloonissa tavataan joskus myös koiraita, mutta nekin vain aktivoivat uusien kloonityttöjen synnyn. Muiden lajien lisääntymistulos voi heikentyä hukatun maidin vuoksi.

Hopearuutanasta tunnetaan myös suvullisesti lisääntyvä, diploidi muoto, joka on todettu myös Virossa. Helsingistä ja lähiseudulta on saatu koiraitakin. Tämä tarkoittanee mahdollisuutta risteytyä lähilajien, ainakin karpin ja ruutanan, kanssa. Hopearuutana voi käyttää hyväkseen monen eri lajin koiraita, sillä se kutee jo toukokuussa 16–18 °C lämmössä, ja kesän mittaan sillä on useampia kutujaksoja. Hopearuutanan sukukypsyminen alkaa yleensä toisen kasvukauden aikana, vajaan 10 cm:n mittaisena. Parivuotiaat, 12–20 gramman painoiset yksilöt kutevat täyttä häkää. Hopearuutanan mätimunat ovat suuremmat kuin ruutanan ja niiden eloonjäänti on ilmeisen hyvä. Hopearuutana kasvaa nopeammin kuin ruutana ja tulee nopeammin sukukypsäksi. Pienvesissä tulokkaan lukumäärät ylittävät ruutanan määrät jo muutaman vuoden jälkeen.

Hopearuutanan erottaa ruutanasta varmimmin etummaisien kiduskaaren siivilähampaiden määrän perusteella. Siivilähampaita on hopearuutanalla 40–50, ruutanalla 23–34. Molemmilla on varsin korkea ja pulleahko ruumis, isot suomut sekä lähes takaselän mittainen selkäevä. Molemmilla on myös vaihtelua ruumiin korkeudessa, minkä on havaittu riippuvan petojen, lähinnä hauen, läsnäol-

ta ja ravinnosta. Kyljet ovat ruutanalla tavallisesti keltaisen- tai kuparinruskeat, hopearuutanalla puolestaan hopeanhoitoiset. Tarkemmin katsoen eroa on myös silmän värikehässä, joka hopearuutanalla on jokseenkin valkoinen ja ruutanalla ruskeanoranssi. Peräevän pehmeitä ruotoja on hopearuutanalla tavallisesti viisi, ruutanalla taas kuusi. Selkäevän ja peräevän kovan eturuodon sahanteräkuvio on ruutanalla pientä ja tiheää, hopearuutanalla melko suurihampaista. Lisäksi hopearuutanahan ruumiinontelon kalvo on useimmiten musta tai harmaa, ruutanalla taas helmiäishoitoisen vaalea, joskus mustapilkkuinen. Karpin taas erottaa näistä lajeista muun muassa suupielten kahden viiksisäieparin perusteella.

Helsingissä hopearuutanaa on tavattu Vanhankaupungin lisäksi Laajalahdesta, Töölönlahdesta sekä Pikku Huopalahdesta ja siihen yhteydessä olevista lammikoista sekä Viikistä. Hopearuutanahan todettiin lisääntyneen useassa lammikossa. Suomenlahdesta on saatu useita yksittäisiä hopearuutanahavaintoja Kotkan ja Hangon väliltä (Kuva 59).

Hopearuutanahan on todettu nousseen mereen yhteydessä olevien lampien lisäksi myös jokiin. Se on tavattu Turussa Aurajoen kalaportaasta ja Espoossa Mankinjoen alaosalta. Rehevään merenrantalammikkoon nousseet hopearuutanat tuottavat runsaasti jälkeläisiä. Tiheyden kasvaessa kalojen koko jää lammikoissa pienemmäksi kuin murtovesilahdissa. Ensimmäisten parin kolmen elinvuoden kasvu saattaa kuitenkin olla lammikossakin nopeaa. Salon lammikoista vuonna 2010 avoperärysällä saatu- jen kesänvanhojen hopearuutanoiden pituudet olivat 65–95 mm, ja painot 4–12 g.

Rehevyyden ja lämpeneminen näyttävät olevan vain hyödyksi hopearuutanalle. Siperian karaisemalle hopearuutanalle vesiemme lämpötilat ja pitkä talvi eivät näyttäisi olevan esteenä levittäytymiselle, vaikka sen tulo ajoittuikin melko lämpimien vuosien ajalle. Venäjällä sitä on tavattu lähes pohjoiselta napapiiriltä asti. Hopearuutana hyötynee ilmaston lämpenemisestä, joka merkitsee pidentynyttä kasvukautta ja entistä suotuisampia kutuoloja. Loppukesällä hopearuutana ehtii vielä varastoida maksaan energiaa talven varalle. Rehevöityminen ja rantojen umpeenkasvu ovat hopearuutanalle eduksi verrattuna moniin muihin lajeihin. Ruutanahan tavoin se sietää huonoakin happitilannetta, mikä usein vallitsee rehevissä lammikoissa ja rantavesissä loppukesällä ja talvella. Hopearuutanahan pitkät ja tiheässä olevat siivilähampaat soveltuvat hyvin kasvi- ja eläinplanktonravinnon ottoon. Runsaana esiintyessään hopearuutana aiheuttaa muiden kalojen poikasille kiristyneen kilpailun ravinnosta. Se voi myös syödä pieniä kalanpoikasasia.

Vaikka hopearuutanankin kasvu hidastuu iän myötä, niin se on kuitenkin moneen muuhun särkikalaa nähden nopeaa. Toistaiseksi Suomen suurin, 50 cm pituinen yksilö painoi 3,5 kg ja oli 16-kesäinen.

#### **2.3.4. Piikkimonni sinnittelee lähinnä sisävesissä**

Piikkimonni (*Ameiurus nebulosus*, *Ictalurus nebulosus*) on Pohjois-Amerikasta kotoisin oleva laji, joka tuotiin meille Saksasta vuonna 1922–24 (Urho ym. 1995). Ensimmäinen istutuspaikka oli Siuntion Tuohilampi, ja seuraava oli Kvarnträsk vuonna 1924. Siuntiossa kanta vakiintui nopeasti, ja sieltä tehtiin useita siirtoja lähialueille. Piikkimonia istutettiin pääasiassa pieniin metsäjärviin ja lampiin, toiveena kohottaa niiden arvoa ja mielenkiintoa kalavesinä. Uusista paikoista lajia vietiin jälleen eteenpäin. Sitä siirrettiin jopa Kuopion korkeudelle ja idässä Laatokan Karjalaan asti. Innostus lajiin kuitenkin hiipui vähitellen, ja istutukset vähenivät jo 1950-luvulla. Myöhemminkin on vielä tehty siirtoja, joista ei ole virallista tietoa. Laji ei juuri ole levittäytynyt omin avuin, vaan jokseenkin kaikki esiintymät ovat seurausta siirroista.

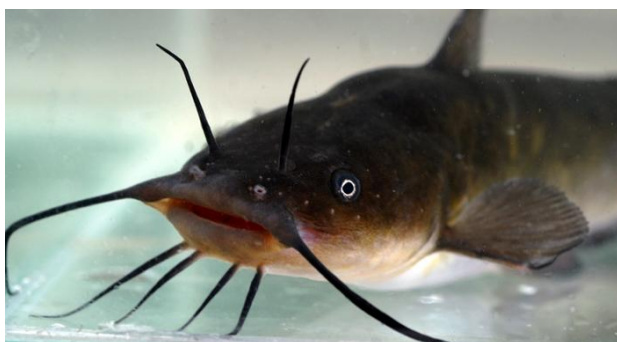
Piikkimonna on pohjan tuntumassa elävä, hämääaktiivinen ja jokseenkin kaikkiruokainen kala, joka viihtyy varsinkin pehmytpohjaisissa lammissa. Se sietää veden alhaista happipitoisuutta, korkeaa CO<sup>2</sup>-pitoisuutta, noin 31 °C lämpötilaa ja melkoista likaantumista ja voi kaivautua mutaan epäsuotuisien olojen ajaksi. Se on litteäpäinen monnikala, jolla on neljä paria viiksisäikeitä, joista suurimmat ovat yläleuan sivuilla, muut parit otsassa ja kaksi paria leuan alla. Sillä on sahalaitaiset piikkiruodot rintaevien ja selkäevän etureunassa ja piikkimonnien heimon (Ictaluridae) tapaan rasvaevä. Heimon lajit ovat makeanveden kaloja. Niinpä piikkimonna ei ole meillä muodostanut kantoja murtoveteen, vaikka jotkin sen esiintymispaikoista ovat sitä lähellä, ja yksittäisiä havaintoja on Suomenlahden lahtien perukoista.

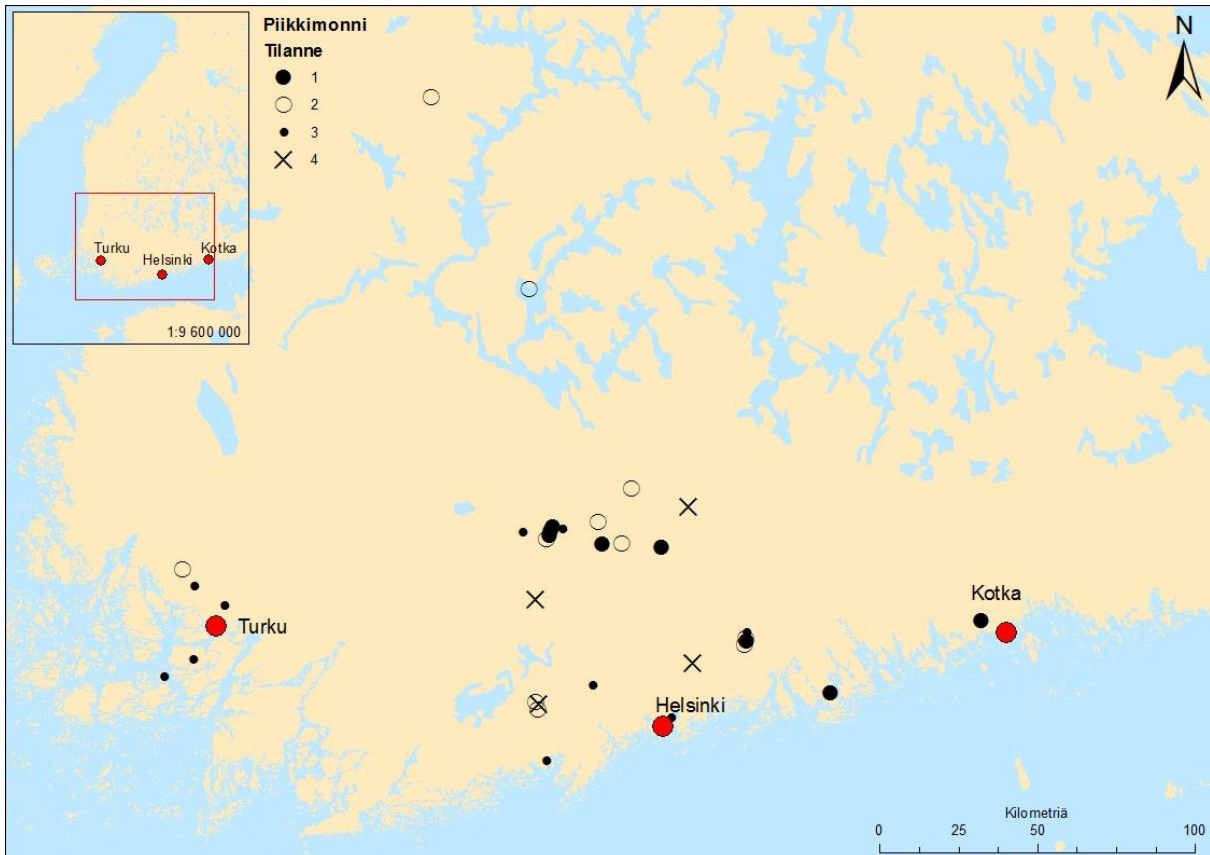
Piikkimonnin selkä on tumma, kyljet ovat ruskeanlaikukkaat ja vatsa vaalea. Sen iho on suomuton. Se voi lukita piikkiset evänsä sojottamaan. Karheissa leuoissa on melkoinen puristusvoima. Piikkimonnin tiedetään myös tuottavan ääniä. Se oleilee suuren osan päivästä koloissa hakojen tai kivien alla. Meillä piikkimonna kasvaa enimmillään 500–700 gramman painoiseksi, mutta useimmissa populaatioissa lähes kaikki yksilöt jäävät kooltaan alle 100 g:n ja alle 20 cm:n. Ilmeisesti se on melko lyhytikäinen kala, joka saavuttaa sukukypsyyden 2–3-vuotiaana. Kesänvanhat piikkimonnit ovat meillä luultavasti 5–6 cm mittaisia. Kutuaika on alkukesällä; pesäkuoppa on tavallisesti rantatörmässä. Lajilla on jälkeläishuoltoa: hautoutuvia mätimunia huolletaan ja poikasparvea kaitsetaan jonkin aikaa.

Selvittelimme piikkimonnin istutuspaikkoja ja teimme niissä koekalastuksia vuosina 2009–2010. Yhteensä kalastettiin onkimalla noin 20 kohteessa Itä- ja Länsi-Uudellamaalla sekä Etelä-Hämeessä. Piikkimonnaa saatiin 8 lammesta/järvestä. Muutamissa näistä piikkimonna oli hyvin runsas, ilmeinen valtalaji, ja kaikki yksilöt olivat pieniä. Toisin paikoin saatiin myös kookkaampia yksilöitä, kenties hauen aiheuttaman harvennuksen vuoksi. Kolmesta lammesta laji oli kaikesta päätellen hävinnyt tyystin, ilmeisesti happikatojen vuoksi (yhdessä ehkä liittyen pinnanlaskuun). Lajia ei saatu kahdeksasta muusta paikasta, joista oli vihje tai tieto istutuksesta. Päiväsaikaan tehty onginta ei aina anna tulosta, vaikka lammessa olisi piikkimonna. Tarkastamatta jäi kymmenkunta paikkaa eteläisessä Suomessa ja lisäksi kaikki pohjoisemmat paikat.

Meillä ei ole tutkittu piikkimonnin vaikutuksia muihin kaloihin, mutta sen tiheä kanta epäilemättä jättää muille hyvin vähän ravintoa. Lisäksi mätiin ja poikasiin kohdistuva saalistus on mahdollista. Avoimna on esimerkiksi se, mikä on piikkimonnin suhde ahveneen ja miten määräytyy valtalajin asema? Uudellamaalla piikkimonneja kuoli viimeksi vuoden 2003 talvisessa happikadossa. Vantaan Lepäkorven uimalammesta kiusalliset piikkimonnit saatiin hävitetyksi vasta tyhjentämällä se vuonna 2005.

Piikkimonnin esiintyminen on toisaalta laajempaa kuin on oletettu, mutta toisaalta se on hävinnyt monista paikoista (Kuva 62). Tämä näyttäisi johtuvan talvien happikadoista. Vaikka piikkimonna on sitkeä, eläen jopa muovipussissa pidemmän aikaa, niin se ei kestä täydellistä hapen loppumista.





**Kuva 62.** Piikkimonnin levinneisyys Suomessa. Kannan tilanne eri alueilla on luokiteltu seuraavasti: 1= elinvoimainen kanta, 2= joitakin havaintoja, nykytila epävarma, 3= vanha istutustieto, ei myöhempiä havaintoja, 4= kanta hävinnyt.

### 2.3.5. Sampikaloissa vierailevia vieraslajeja

Sampien heimoon kuuluu maailmanlaajuisesti 25 hyvin samannäköistä lajia. Sampi on suurin Suomen nykyiseltä alueelta tavattu kala. Alkuperäinen sampemme (*A. sturio*) ilmeisesti korvautui amerikkalaisella sinisammella (*A. oxyrinchus*) noin 800–1200 vuotta sitten ilmaston kylmetessä ja molemmat lienevät sittemmin kuolleet Itämeren alueelta sukupuuttoon. Viimeiset sammet saatiin Suomesta 1930-luvulla ja Itämeren alueella viimeisin sampihavainto tehtiin 1996 Virossa (Urho ja Lehtonen 2010).

Suomen luonnosta on tavattu 6 sampilajia, joista neljä muuta ovat siis vieraslajeja ja niitä esiintyy aina silloin tällöin. Viime vuosina Suomesta saaduista yksilöistä suurin osa on ollut venäjäsampia (*Acipenser gueldenstaedtii*). Saaliiksi saadut venäjäsammet, siperiansammet (*A. baeri*), sterletit (*A. ruthenus*) ja tähtisammet (*A. stellatus*) ovat peräisin naapurimaiden (Viro ja Venäjä) suorittamista istutuksista tai viljelykarkulaisista. Sampikaloista kookkainta eli kitasampea (*Huso huso*) on istutettu myös Itämereen, mutta sitä ei varmuudella ole koskaan saatu saaliiksi Suomesta. Sitä on kuitenkin meillä viljelyssä.

Rannikollamme tavatut sampilajit ovat vaihdelleet ajankohdasta riippuen. Esimerkiksi 1960- ja 1970-luvulla saaliiksi saatiin lukuisia venäjän- ja siperiansampia. 2000-luvun alussa saaliisiin ilmaantui jälleen venäjäsampia. Venäjäsampi on kotoisin Mustastamerestä, Asovan merestä ja Kaspianmerestä sekä niihin laskevista joista. Lajia on risteytetty monien muiden sampilajien kanssa. On mahdollista, että osa venäjäsammiksi määritetyistä kaloista onkin ollut todellisuudessa risteymiä. Siperian-



sampi on Pohjois-Venäjän ja Siperian suurten jokien vaelluskala. Sitä istutettiin Itämereen 1950- ja erityisesti 1960-luvuilla. Pelkästään Suomen vesiltä saatiin saaliiksi useita kymmeniä yksilöitä. Myös kesällä 2008 yksi viljelykarkulainen jäi Kotkan edustalla pyydykseen. On hyvin mahdollista, että venäjän- ja siperiansampia löydetään lähivuosina lisää. Siperiansampi on myös otettu ruokakalakasvatuksen kohteeksi myös Suomessa. Näiden lajien ei kuitenkaan oleteta pystyvän lisääntyvän Suomessa Itämereen laskevissa joissa ja mahdolliset saaliit ovatkin viljelykarkulaisia tai lähialueilta levinneitä istukkaita.

Tähtisampi löydettiin Suomesta ensi kertaa vuonna 1999 ja niitä saatiin useita etelä- ja lounaisrannikolta. Ne olivat peräisin Pietarin eteläpuolelta venäläisten viljelystä vuonna 1998 karanneista yksilöistä. Laji on kotoisin Mustanmeren ja Kaspianmeren alueelta.

Kitasampia on istutettu Itämereen, mutta ei ainakaan toistaiseksi tavattu Suomen vesiltä. Sen alkuperäistä esiintymisaluetta ovat Kaspianmeri, Asovanmeri, Mustameri ja Adrianmeri sekä niihin laskevat joet.

Yllämainittujen sampien lisäksi potentiaalisiin vieraslajeihin kuuluu sterletti. Se on ainoa vieras-sampilaji, joka saattaa päästä alueelle omin voimin ihmisen rakentamia kanavia pitkin. Sterletti elää Mustaanmereen ja Kaspianmereen laskevissa joissa sekä Venäjällä muutamassa Jäämereen laskevassa joessa. Monesta muusta sampilajista poiketen laji elää yksinomaan sisä- ja murtovesissä. Lajia on myös istutettu Itämeren alueelle ja eräisiin sisävesiin mm. Ruotsissa, Baltian maissa ja Venäjällä. Sterletti on tavattu Vaasan lähistöltä vuonna 1959 ja Helsingistä vuonna 1980. Niitä yritettiin lisäksi tuloksetta kotiuttaa Vesijärveen 1920-luvulla.

Sampien tunnistaminen lajilleen on hankalaa. Esimerkiksi usein tuntomerkkinä käytetty kuonon pituus ja muoto voivat samankin lajin eri yksilöillä olla erilaisia ja luukilpien määrät menevät suurella osalla lajeista päällekkäin. Tätä vielä vaikeuttaa se, että viljelyssä eri sampilajeja on risteytetty keskenään ja risteymiä voi esiintyä myös luonnossa. Sampien tunnistamisessa on joka tapauksessa syytä kiinnittää huomiota useisiin eri seikkoihin, mm. kylkikilpien ja luulevyjen muotoon, kokoon ja määrään sekä viiksisäikeiden sijaintiin, rakenteeseen ja pituuteen. Eroja on myös mm. kuonon ja koko ruumiin tukevuudessa sekä kiduskaarissa olevissa siivilähampaissa (Taulukko 3).



**Taulukko 3.** Tietoja Itämeressä tavattujen sampikalojen ulkoisista tuntomerkeistä.

Laji	selkäkilpiä	kylkikilpiä	vatsakilpiä	viiksisäikeet	Muuta
Sampi	9-16	24-40	8-14	Hieman lähempänä suuta kuin kuonoa	Isot kilvet
Sinisampi	7-16	24-35	8-12	Suun ja kuonon kärjen puolivälissä	Isot kilvet
Sterletti	11-18	56-71	10-20	Karvamaisia haaroja	Hoikka olemus, kapea kuono
Venäjänsampi	8-18	24-50	6-13	Lähellä kuonon kärkeä	Vaaleat kilpirivit, leveä kuono
Siperiansampi	10-20	32-62	7-16	Suun ja kuonon kärjen puolivälissä	Siivilähampaat viuhkamaisia
Tähtisampi	9-16	26-43	9-14	Lyhyet, lähempänä suuta kuin kuonon kärkeä	Erittäin hoikka olemus. Kilpien välissä tähdenmuotoisia levyjä. Kapea, pitkä kuono.
Kitasampi	9-17	37-53	7-14	Kuono tylppä, viikset sivulta litteät	Suuri suu, kiduksia alta suojaava ihopoimu avoin taaksepäin

### 2.3.6. Viisipiikki - harvinaisena harmiton

Viljelylajien mukana Eurooppaan on tullut useita vieraslajeja, meillä tiettävästi vain viisipiikki (*Culaea inconstans*) on tällainen laji. Se tuli Suomeen vuonna 1958 bassinpoikasten mukana (Urho ym. 1995). Sitä on siirtynyt vain muutama paikkaan Uudellamaalla (Lohja, Vihti). Siitä, onko Porlan lisäksi muualle muodostunut pysyviä esiintymiä, ei ole selvää näyttöä. Ainakaan haitallisista esiintymistä ei tunneta. Lajin yksilöiden jäädessä pienikokoisiksi ja ympäristö vaatimusten perusteella ei tunnu kovin todennäköiseltä, että laji aiheuttaisi haittaa.

### 2.3.7. Allikkosalakkaa levitetty harmittomana

Allikkosalakka (*Leucaspilus delineatus*) on helpoin tuntea hyvin lyhyestä kylkiviivasta, joka ulottuu vain muutamien suomujen verran päästä taaksepäin. Allikkosalakka havaittiin 1992 Kotkassa saviponnista (1800-luvun lopussa savenkaivuun yhteydessä syntynyt lampi). Allikkosalakka on arveltu tuodun lampeen edellisen vuosisadan taitteessa (Tuomenpuro ja Koli 1993). Lammen täytön tieltä kaloja siirrettiin eri puolille Kotkaa, mm Kymijokeen. Allikkosalakkaa on siirretty myös muualle etelärannikolla, sillä sitä on tavattu esim. Koskenkylän joesta ja Helsingistä. Allikkosalakka ei kasva 9 cm isommaksi, joten pienenä särkikalana sen on vaikea valloittaa vesiä, joissa on petokaloja. Allikkosalakka voi muodostaa runsaitakin esiintymiä lammikoihin, allikoihin ja jokien hitaasti virtaaville esim. suvantoalueille. Etelä Englantiin vuonna 1986 viety allikkosalakka levittäytyi siellä nopeasti ja sitä pidetään uhkana alkuperäisille särkikalaille, koska se käyttää samaa ravintoa ja elinpaikkoja kuin useat särkikalat ensimmäisenä kesänä (Gozlan ym. 2003). Allikkosalakan englanninkielinen nimi "sun bleak" viittaa sen mieltymykseen nousta valoa kohti. Laji luultavasti hyötyy lämpenemisestä meillä, sillä Suomessa se on levinneisyytensä pohjoisrajalla.

### 2.3.8. Karppeja istutettuna järvissä ja merialueella muutamilla alueilla

Karppeja (*Cyprinus carpio*) on tuotu Aasiasta Eurooppaan ja on siellä hyvin yleinen viljelylaji. Euroopassa on tiettävästi myös alkuperäinen karpikanta. Suomeen karppeja tuotiin jo 1860-luvulla. Merialueelle karppeja on istutettu ainakin Kotkaan, Helsinkiin ja Saaristomerelle. Sisävesiin karppeja istutuksia on tehty runsaammin. Karppi on lämpimän veden kala ja lisääntyy vasta kun veden lämpötila ylittää 20 celsiusastetta. Toistaiseksi lisääntymistä on havaittu vain muutamissa lammikoissa ja pysyviä karpikantoja ei tiettävästi ole. Jos ilmaston lämpeneminen etenee ennustetusti, niin karpin on mahdollista alkaa lisääntyä myös yhä useammassa luonnon vedessä.

### 2.3.9. Puronieriä on vieraslajistrategiassa luokiteltu haitalliseksi

Puronieriää (*Salvelinus fontinalis*) tuotiin Suomeen 1895, 1965 (Urho ym. 1995). Sitä esiintyy verrattain kylmien jokien ja purojen alueella lähinnä Pohjois-Suomessa, mutta lähdepitoisissa vesissä myös Etelä-Suomessa. Puronieriä on syrjäyttänyt mm. Kemijoen latvapuroissa taimenta, minkä takia sitä pidetään haitallisena. Ilmaston lämpeneminen ei varmasti hyödytä puronieriää.

### 2.3.10. Kirjolohti viljelyssä ja istutettuna

Kirjolohti (*Oncorhynchus mykiss*) on istutettu lukuisiin virkistyskalastuskohteisiin, jokiin järviin, lampiin ja merialueelle. Kirjolohti on myös Suomen tärkein viljelyn kalalaji. Kirjolohti on myös pidetty turvallisena istutuskalana, sillä sen ei uskottu pystyvän lisääntymään Suomen oloissa. Vaikka Pohjois-Amerikasta kotoisin oleva kirjolohti ei olekaan lämpimänveden laji, saattaa se kevätkutuisena lajina jopa pystyä lisääntymään sopivaan vesistöön istutettuna. Parissa vesistöössämme on havaittu viitteitä sen lisääntymisestä. Toistaiseksi pelkästään luonnon lisääntymisen varassa olevaa kirjolohikantaa ei ole havaittu. Ilmaston muuttuessa kirjolohen lisääntyminen luonnossa voi yleistyä. Kirjolohti-istutusten lopettamista taimenvesiin pitäisikin harkita. Kirjolohesta saadaan lisätietoa Ari Huuskon tutkimusprojektissa "Vierasperäisten lohikalajien vuorovaikutukset alkuperäislajien kanssa Suomen virtavesissä", jossa tarkastellaan kirjolohen ja puronieriän aiheuttamia uhkia taimenkannoillemme.

### 2.3.11. Peledsiika

Peledsiikaa (*Coregonus peled*) tuotiin Suomeen 1965 ja sitä on istutettu lukuisiin vesistöihin. Se on kotoisin Siperiasta. Istutustulokset ovat olleet verrattain hyviä Lokan ja Porttipahdan tekoaltaissa. Joinakin vuosina sen arveltiin myös lisääntyneen.

### 2.3.12. Harmaanieriä

Harmaanieriä (*Salvelinus namaycush*) tuotiin Suomeen Pohjois-Amerikasta vuonna 1955. Sitä istutettiin noin 40 paikkaan, jopa merialueelle. Luonnossa lisääntyviä kantoja ei ole varmuudella todettu. Viime vuosina istutukset ovat keskittyneet Inariin ja muutamaan sen lähialueen veteen. Istutuksista luopumista on harkittu.

## 2.4. Potentiaalisimmat uudet tulokaskalalajit

### Potentiaaliset levittäytyjät ja vieraslajit

Itämeren ja Suomen lajisto kuten myös kalasto on vähälajinen. Tätä on perusteltu sillä, että olosuhteet ovat historian kuluessa muuttuneet (suolaton-suolainen vaihe vaihdelleet) ja muuttuvat vuosittain (talven kylmyys ja kesän lämpimyyden) niin voimakkaasti etteivät useimmat lajit pärjää täällä. Nyt Itämereen on tullut uusia vieraslajeja ja monia asettunut (yli laji/vuosi) viimeisen sadan vuoden aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että leviämiseesteet ovat olleet merkittäviä tekijöitä.

### Mitkä lajit olisivat potentiaalisimpia?

Potentiaalisten tulijoiden joukko on todella suuri, sillä ihmisten vaikutusta lajien siirtymiseen on usein vaikea ennustaa. Lajien siirtäminen tai avustaminen siirtymisessä on joko tahallista tai tahatonta. Tahallisissa siirroissa on paljon sellaisia, joita ei pysty ennustamaan. Lajien siirtäminen/siirtyminen ei vielä tarkoita sitä, että ne pystyvät asettumaan uuteen paikkaan.

Tässä tutkimuksessa lähdimme tarkastelemaan Suomelle potentiaalisia vieraskalalajeja funktionaalisten ryhmien ja elinkiertostrategioiden (life history tactics) kautta. Toisaalta painottaen sitä mitkä olisivat mahdollisia tulijoita ja toisaalta mitkä pärjäisivät täällä. Edelliseen vaikuttavat mm. se kuinka liikkuvia lajit ylipäätään maailmalla ovat olleet.

Kun systemaattisesta näkökulmasta on tarkasteltu mitkä heimot ja suvut ovat eniten siirtyneet (ja asettuneet) alueelta toiselle ihmisen toimesta. Maailman laajuisesti siirretyimmät heimot ovat olleet: Poeciliidae, Gobiidae, Percidae, Siluridae, Cichlidae, Atherinidae ja Cobitidae. Suvuista taas Carassius, Ameiurus, Cyprinus, Pseudorasbora, Hucho, Gambusia, Sander ja Heterotis ovat olleet yleisimpiä (Bomford ym. 2010).

Akvaario- ja viljelylajien lisäksi merkittäviä ovat laivojen mukana kulkeutuvat lajit. Ihmisen mukana siirtyvät viljely- ja akvaariolajit ovat joko näiden yleisempiä lajeja tai niiden mukana kulkeutuvia lajeja. Akvaariokaloista suuri osa on trooppisia tai muuten lämpimien vesien lajeja, joiden selviämistä Suomen luonnossa epäillään. Toisaalta näissä on useita ns. helppohoitoisia ja sitkeähenkisiä sekä osa helposti lisääntyviäkin lajeja. Viljely- ja akvaariokalojen potentiaalisuuksia tarkasteltaessa luonnossa selviämisen lisäksi ratkaisevaa on niiden kyky lisääntyä luonnonoloissa. Euroopassa ja Itämerenkin maissa on useita Suomelle vieraita lajeja, joista monet ovat jopa osoittautuneet haitallisiksi. Verrattain tiukkojen tuontimääräysten takia meille ei ole viljelylajien seuralaisia juuri tullut. Akvaariokalojen löytyminen Suomen luonnosta on todennäköisempää, sillä liian suureksi kasvaneita tai akvaarioon kyllästyneiden tai akvaariokalojen pitämisen lopettavien kaloja helposti lasketaan vesistöihin, esi-

merkiksi säälistä, kun niitä ei haluta tappaa. Esimerkiksi Brittein saarilla lammikoista löytyvien koristealojen määrä on selvästi kasvamassa (Copp ym. 2005)

Laivojen mukana kulkeutuvia lajeja tarkasteltaessa oleellista on paitsi niiden eliövaiheiden kestävyys, myös niiden leviämiskyky ja tapa. Kysymys voi olla myös siitä, mitkä elämänsykliin vaiheet pysyvät siirtymään laivojen mukana. Wonham ym. (2000) tutkimuksessa tokot (Gobiidae), sillikalat (Clupeidae), ja piikkikalat (Gasterosteidae) olivat yleisimmät kalaheimot painolastivesissä. Tokot, luikerot (Blenniidea) ja oikeasilmäkampelat (Pleuronectidae) olivat yleisimpiä painolastivesissä siirtyneitä. Näistä tokot ja luikerot olivat yleisimmin asettuneet uudelle alueelle. Kyseisten heimojen edustajat ovat lajeja, jotka hakeutuvat koloihin ja laskevat mätimunansa koloihin. Täten laivojen painolastiveden ottokanavat ja kolot laivojen rungossa muodostavat otollisen alustan mädille. Siirtymisiä tapahtuu useimmin tietyiltä alueilta kuin toisilta ja alueelliset erot lajistossa ovat merkittäviä. Läheisiin maihin siirtyneet lajit ovat myös muita potentiaalisempia ilmestyjiä. Päiväntasaajan eteläpuolelta ja Vianmereltä on asettunut Itämereen vähemmän lajeja kuin Kaspian- ja Mustanmeren alueelta.

Alueilta, joissa olosuhteet ovat lähellä rannikkomme olosuhteita mm. suolaisuuden ja lämpötilan suhteen, kuten Musta- ja Kaspianmeren suistot, Pohjois-Amerikan jokien suistoalueet, peräisin olevat lajit omaavat paremmat mahdollisuudet asettua tänne. Asettumista helpottavat vapaat tai heikosti hyödynnetyt ekolokerot. Meiltä puuttuvat mm. levänsyöjäkalat, meillä on niukasti ulappavesissä kutijoita ja melko vähän planktonia käyttävää lajisto, jos ei oteta huomioon sitä, että kaikki kalat hyödyntävät planktonia poikasvaiheessa.

Pohdimme. Jonkin verran lisää menetelmiä ja mahdollisuuksia miten potentiaalisia vieraslajeja tai levittäytyjiä voisi arvioida ja asettaa pisteytyksellä eri mahdollisuuksille painotuksia. Painotukset ovat esimerkinomaisia. Listasimme myös mahdollisia arvioitavia lajeja, joita alustavasti käytiin läpi, mutta arviointimenetelmä jäi vielä kehitysvaiheeseen, joten sen hahmotelma on vain liitteessä 2.

Alustavan arvion mukaa seuraavat kaksi lajia olisivat eräitä todennäköisimmistä seuraavista vieraslajeista rannikkovesissämme.

#### **2.4.1. Putkikuonotokko (*Proterorhinus marmoratus*)**

Putkikuonotokko on kotoisin Mustanmeren, Asovanmeren, Kaspianmeren ja itäisen Välimeren alueelta. Se on levittäytynyt Pohjois-Amerikan Suuriin järviin ja Itä-Eurooppaan. Euroopassa se on levittäytynyt pikkuhiljaa lähinnä rakennettuja kanavia myöden. Putkikuonotokon on myös havaittu leviävän laivojen mukana. Ensimmäinen havainto on vuodelta 2006 Nevajoen suistosta ja se on sen jälkeen levinnyt muun muassa Valkovenäjälle ja Puolaan. Lähin havainto on Suomenlahdelta noin 30 km päästä Nevasta luoteeseen (Antsulevich 2007). Sitä on myös Viron puolella.

Putkikuonotokko on pienikokoinen (n. 7 cm mittainen) laji, jonka luonnolliseen elinalueeseen kuuluvat muun muassa purot, joet ja lahdet. Se elää pääosin murtovedessä kasvillisuuden seassa, mutta sietää myös korkeita suolapitoisuuksia ja makeaa vettä. Tästä johtuen putkikuonotokko kykenee levittäytymään tehokkaasti vaihtelevasta suolapitoisuudesta riippumatta.

Putkikuonotokko on tehokas kilpailija ja on mahdollisesti syrjäyttänyt joitakin alkuperäisiä lajeja esimerkiksi Danube-joessa kilpailemalla elinalueista (Jurajda et al. 2005). Tokoille, kuten myös putkikuonotokolle, on tyypillistä pesiin muniminen ja erityisesti urosten territoriaalisuus lisääntymisaikaan. Tämän vuoksi kilpailu pesäpaikoista (kiven kolot, tyhjät simpukankuoret jne.) saattaa johtaa alkuperäisten lajien syrjäytymiseen.

#### 2.4.2. Rohmutokko (*Perccottus glenii*)

Rohmutokko on kotoisin Itä-Aasiasta. Sitä on tuotu Eurooppaan 1900-luvulla kaksi kertaa: ensin Pietarin seudulle akvaarioihin 1912 ja Moskovan alueelle 1948. Pietarin lähellä se päästettiin puutarhalammikkoon jo vuonna 1916, ja se alkoi lisääntyä. Moskovassakin lajia vapautettiin akvaarioista lammikoihin ja jokiin. Nykyään rohmutokkoa on paitsi Pietarin puistolammikoissa, myös Suomenlahden pohjukassa ja laajalti Itä-Euroopassa sekä Venäjän Euroopan puoleisessa osassa aina Vienanmerelle asti. Sitä on myös lähellä Suomen kaakkoisrajaa ja Virossa Narvan alueella.

Rohmutokko viihtyy runsaan vesikasvillisuuden suojissa. Matalissa, heikkovirtaisissa tai seisovissa vesissä se on usein valtalaji. Rohmutokko on lähinnä makeanveden laji, joka sietää heikkojakin olosuhteita: hapenpuutetta, rehevöitymistä, jäätymistä, lammen kuivumista, todennäköisesti myös suolapitoisuuden vaihtelua. Se tulee sukukypsäksi 4–6 cm mittaisena. Kutu tapahtuu useassa jaksossa 15–20 °C lämmössä. Rohmutokko voi elää ainakin kymmenvuotiaaksi ja voi tulla 25 cm pituiseksi. Se on melko suurisuinen ja käyttää monipuolista eläinravintoa, syöden mm. sammakoiden ja kalojen mätä ja poikasia, myös oman lajin poikasia. Koiraat ovat etenkin lisääntymisaikaan erittäin aggressiivisia ja vartioivat pesäänsä kasvillisuuden seassa häätäen muut kalat pois (Bolonev ym. 2002).

Virossa löydettiin muutama vuosi sitten Narvan patoaltaan viereisestä lammikosta tiheä rohmutokkokanta (Tambets ym. 2010). Valtaosa rohmutokoista oli 5–10 cm mittaisia. Suurin yksilö oli 25,8 cm ja painoi 262 g.

Rohmutokkon on havaittu saalistuksellaan vähentävän paikallisesti sammakoiden toukkatiheyksiä ja samoin myös muiden näitä syövien lajien tiheyksiä (Reshetnikov 2001). Se syrjäyttää alkuperäislajeja ja yleistyessään vähentää paikallisesti monimuotoisuutta (Litvininov & O’Gorman 1996, Reshetnikov 2001). Meillä rohmutokko on paha uhka ainakin vesiliskolle ja rupiliskolle. Elinympäristötietojen perusteella se voi olla haitallinen myös matalien lahtivesien mateen- ja hauenpoikasille.

Rohmutokkon leviämisen esteenä ovat pedot – rohmutokkon on havaittu dominoivan nimenomaan alueita, missä petotiheys on vähäinen (Anon. 2011, Bolonev ym. 2002). Ahvenen ja hauen on havaittu saalistavan rohmutokkoja (Elovenko ja Klimova 1983, Tambets ym. 2010). Näiden lisäksi sitä saalistavat myös lokit. Akvaarioissa pidettäviä rohmutokkoja ei missään nimessä saisi päästää luonnon vesiin.

#### 2.4.3. Muita mahdollisia lajeja

Muita *Neogobius* lajeja on saapunut Puolaan ja Slovakiaan ja on hyvin mahdollista että tulevaisuudessa niitä voi jatkossa tulla laivojen mukana myös meille. Myös akvaariokaloja ja viljelylajeja on Keski-Euroopassa tavattu runsaasti myös luonnossa.

### 3. Mitä muutokset tarkoittavat ja miten sopeutua muutoksiin?

Sopeutuminen ilmastonmuutokseen vaatii ymmärrystä siitä mitä on tapahtunut ja tapahtumassa. Verrattain suuria muutoksia on jo tapahtumassa ja vielä odotettavissa kalaston lajisuhteisiin mikäli ilmastonmuutos skenaariot toteutuvat. Olisi tärkeää seurata ilmastonmuutoksen vaikutuksia kalastoon ja vieraslajiston kehitystä, sillä ilmaston viimeaikaiset muutokset näyttävät heijastuvan molempiin.

Kalanistutuksia voidaan ja tulisikin suunnata toisin; lämpiminä kesinä kuhaa ei kannata istuttaa ainakaan sisäsaaristoon Suomenlahdella eikä Saaristomerellä. Merenkurkun alueelle ja siitä pohjoiseen kuha voitaisiin saada kotiutumaan kesänvanhojen istutuksilla. Kylminä kesinä kuhaistutukset voisivat olla tehokkaita myös eteläisemmällä alueilla. Parhaan mahdollisen tuoton saavuttamiseksi kuhankalastukseen tarvitaan ohjausta.

Meressä elävät uhanalaiset kalalajit, ehkä rantanuoliaista lukuun ottamatta vaatinevat istutuksia, jotta kalakannat säilyvät kalastettavina. Kalateiden rakentaminen tai nousuesteiden poistaminen olisi silti tärkein toimenpide vaelluskalakantojen tilan parantamiseksi.

Ammattikalastajien määrä on jo nyt vähentynyt melko alhaiselle tasolle ja kalaston ”köyhtyminen” sekä kalastamisen vaikeutuminen voi vaatia tukitoimia ammattikalastuksen ylläpitämiseksi. Lisäksi hyödyntämättömien tai vajaasti hyödynnettyjen kalojen runsastuminen ennustettujen skenaarioiden mukaisesti luo paineita niiden saamiseksi kalastuksen piiriin.

#### 3.1. Alkuperäislajien hyötyjät saaliiksi kantokyvyn puitteissa ja häviäjille tukitoimia muita paineita helpottamalla

##### 3.1.1. Kuhakantojen järkevä käyttö turvattava

Lämpimät kesät ovat tuottaneet erinomaisia kuhavuosisuokkia ja niistä on saatu ennätysellisiä saaliita. Kuhankalastusalue on laajentunut paitsi perinteisillä alueilla Suomenlahdella ja Saaristomerellä, myös erityisesti Selkämerellä. Selkämeren ammattikalastajien kuhasaalis on kasvanut. Ei vielä tiedetä johtuuko tämä kuhien vaelluksesta kyseisille uusille pyyntialueille vai myös mahdollisten uusien lisääntymisaluiden muodostumisesta ja niiden tuottamista jälkeläisistä näillä alueilla. Jälkimmäisessä tapauksessa on mahdollista että muodostuu uusia, pysyviä kuhakantoja kalastuksen piiriin mikäli ennusteet lämpötilan kohoamisesta jatkavat toteutumistaan.

Lämpiminä vuosina on tarpeetonta istuttaa kuhia sellaisille alueille, missä kuhan luonnollinen lisääntyminen onnistuu hyvin. Tilastojen mukaan 2000-luvulla on vesistöihimme vastakuoriutuneiden lisäksi istutettu vuosittain noin miljoona kesänvanhaksi kasvatettua kuhaa. Hyödyttömät kuhaistutukset kannattaa lopettaa. Jos kuhaistutuksia halutaan jatkaa, niin ne tulisi keskittää vuosiin, jolloin lisääntymisaluiden kesän keskilämpötila jää alhaiseksi (veden lämpötila alle 18 C). Tätä ei toistaiseksi valitettavasti oikein vielä pystytä ennustamaan, silloin kun istukastuotanto aloitetaan. Tällöin olisi mahdollista suunnata tuotetut istukkaat pohjoisemmille alueille, joilla ei ole luonnontuotantoa. Merialueella kuhan lisääntymisaluet rajoittuvat sisäsaaristoon (Veneranta ym. 2011, julkaisematon käsikirjoitus). Kuhat levittäytyvät jossain määrin syönnökselle myös väli- ja ulkosaaristoonkin. Kun

kuhat eivät ole kovin yleisiä näillä alueilla, istutuksia kesänvanhoilla kuhilla voisi mahdollisesti kokeilla myös siellä.

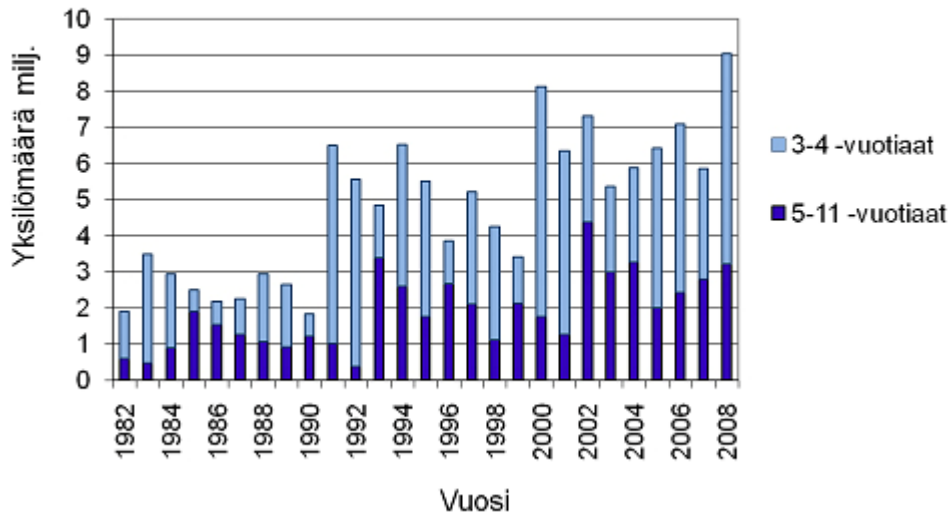
Hyvistä kuhavuosisiluokista huolimatta kuhan ammattikalastuksen saaliit ovat laskeneet kaikilla rannikkoalueilla vuodesta 2003 alkaen pyyntiponnistuksen vähennyttyä. Yksikkösaalis ei ole vaihdellut tai saavuttanut huippuja 2000 luvulla, joskin hienoinen laskutendenssi on havaittavissa. Saaristomerellä se johtunee pääosin kuhan yksilökoon pienenemisestä saaliissa. Joka tapauksessa ammattikalastuksessa pyyntiponnistus on jonkin verran laskenut ja suurelta osin selittää saalismäärien laskua, sillä yksikkösaalis on pysynyt kutakuinkin samalla tasolla koko kautta tarkasteltaessa. Tutkimusjakson viimeisellä kolmanneksella etenkin Saaristomerellä yksikkösaaliissa on havaittavissa laskusuunta. Näyttää siis siltä, että ammattikalastus ei ole täysin pystynyt hyödyntämään kuhakannan kasvua. Tämä voi osin johtua hylkeiden aiheuttamasta haitasta, esim. siten että kalastajat kokevat vaikeaksi tai kannattamattomaksi kalastaa loppuvuodesta. Kalastussäädösten takia ammattikalastajat eivät kuitenkaan voi siirtyä pyytämään kuhaa minne vain. Kuhanpyynti on vaikeutunut perinteisillä paikoilla osittain koska harmaahylkeet häiritsevät sitä ja osittain kalastajien mukaan kuhat ovat hävinneet perinteisiltä paikoilta. Kalastajat uskovat tämän johtuvan pedoista (Salmi ym. 2010), mutta toinen mahdollisuus on ravinnon saatavuus, muutokset kalayhteisössä tai muutokset ympäristöolosuhteissa, kuten lämpötiloissa. Rannikon eliöyhteisöt ovat voimakkaasti muuttuneet, harmaahylkeiden ja merimetsojen lisäksi kalayhteisö, vieraslajisto, planktonyhteisö ja pohjaeläimistö ovat muuttuneet. Osalla saattaa olla yhteyttä ilmastonmuutokseen.

Toisaalta on siis havaintoja siitä, että kuhien käyttäytyminen olisi muuttunut ja niiden esiintyminen esim. talvella poikkeaisi aikaisempien vuosikymmenien totutuista alueista. Vapaa-ajankalastajat ovat saaneet syksyllä ja talvella hyvin saalista melko matalilta alueilta, mm. jokisuistoista. Aikaisemmin kuhat vaelsivat syksyllä talvehtimaan syvemmillä alueille ulommas saaristoon (Lehtonen 1979). Myös nuoret kuhat ruokailivat ennen ulkosaaristossa (Segerstråle 1949). Mikäli kuhien käyttäytyminen on tosiaan muuttunut, niin tämä on osaltaan vaikeuttanut ammattimaisen kuhankalastuksen pyyntiä, joka on usein rajoittunut perinteisille pyyntialueille.

Vapaa-ajankalastajien saaliin osuus sen sijaan on ollut nousemassa 1990-luvulta alkaen ja pysynyt 1980-luvun tason yläpuolella, joskin vapaa-ajankalastajien saalistiedustelujen saalismäärissä on erittäin suurta vaihtelua, minkä vuoksi myös kokonaissaalisarviot ovat melko epävarmoja. Arvio kuitenkin tukee sitä näkemystä, että kuha olisi kalastettavana, mutta ammattikalastajat eivät ole pystyneet näitä yhtä hyvin hyödyntämään. Arvio vapaa-ajankalastajien kuhasaaliista Saaristomerellä on yhtä iso kuin ammattikalastajien ja Suomenlahdella tavallisesti jopa suurempi. Vapaa-ajankalastaja ei pysty hyödyntämään yhtä monia pyydyksiä kuin ammattikalastajat, toisaalta vapaa-ajankalastajia on tuhat kertaa enemmän kuin ammattikalastajia. Kuhan vapaa-ajankalastus on nykyisin suosittu harrastus. Vapaa-ajankalastajat voivat vapaammin valita kalastusalueensa. Joka toinen vuosi tilastoidut vapaa-ajankalastajien saaliit vuosilta 2000–2008 eivät siis osoita kovin selvää laskevaa trendiä. Saaristomerellä vapaa-ajankalastajien saaliit ovat paremminkin kasvaneet kuin laskeneet. Vapaa-ajankalastajat ovat paikoin ottaneet käyttöön aikaisemmin käytettyjä pyyntimenetelmiä esim. kuhanpilkinnän. Jigi- ja syöttikalapyynti näyttävät yleistyvän paitsi kutuaikana, niin myös syyspyynnissä. Ammattikalastus näyttäisi myös vaativan tuekseen verkkokalastuksen ohelle muita pyyntitapoja ja vaihtoehtoisten pyyntipaikkojen löytämistä. Varsinkin Saaristomerellä siirtyminen suurempiin verkkojen solmuväleihin tehostaisi suuremmiksi kasvaneiden kuhien pyyntiä. Pyynti pienen solmuvälin verkoilla tuottaa helpommin saaliiksi alamittaisia kuhaa, joiden joutuminen verkkoon vähentää saaliita myöhemmin. Tämän suhteen tarvitaan lisätutkimusta, joka auttaisi kalastuksen ohjaamisessa.



Kuhan kanta-arvio Saaristomerellä näyttääkin kannan olevan vielä kasvamaan päin. Viimeisten vuosien arvioissa on enemmän epävarmuutta kuin muissa vuosissa.



Kuva 63. Kuhan kanta-arvio (www.rktl.fi).

### Vuosiluokkasaaliiden tuotto

Hyvien vuosiluokkien osuudet Saaristomerellä ja Suomenlahden ammattikalastajien vuosien 1980–2007 saaliissa näkyvät kuvassa 26. Vuosiluokkasaalis yli 600 tonnia Saaristomerellä ja yli 100 tonnia Suomenlahdella katsottiin hyväksi vuosiluokiksi. Tuottavimmat vuosiluokat molemmilla alueilla olivat 1988 ja 1997. Suomenlahdella tuottavimman vuosiluokan 1988 osuus saaliin painosta oli suurin vuonna 1995 (7-vuotiaina), jolloin saaliista 61 % oli kyseistä vuosiluokkaa, ja vuosiluokka 1997 (6-vuotiaina) vastasi 45 % vuoden 2003 kokonaissaaliista. Saaristomerellä toiseksi voimakkain vuosiluokka 1988 (6-vuotiaana) edusti vuoden 1994 saaliista 98 %. On mielenkiintoista havaita, että erinomaisesta saalisvuodesta 1997 ja keskimääräistä paljon suurempi kannan koko tuotti erittäin hyvän saalisvuosiluokan.

Kaksi parasta vuosiluokkaa 1988 ja 1997 tuottivat koko 26 vuoden ajanjakson (1981–2007) ammattikalastajien kuhaverkko saaliista Suomenlahdella 27 % ja Saaristomerellä 29 %. Eli ns. vahvojen vuosiluokkien osuus kuhasaaliissa on erittäin merkittävä. Reilun puolen asteen lämpimämmät olosuhteet viimeisten kahden vuosikymmenen aikana 1980-lukuun verrattuna, ovat arviolta tuottaneet lähes 10 miljoonaa kiloa enemmän kuhaa merialueelta mikä tarkoittanee tuottajainnoissa noin 30 miljoonaa euroa. Kukan tuottajahinta on kalalajeistamme noussut korkeimmalle, vaikka kuhaa tuodaan Virossa ja myös hieman viljellään.

Erilainen ajoitus vuosiluokan muodostumisessa kahdella alueellamme viittaa siihen, että kuha on herkkä lämpötilamuutoksille ja muutokset lämpötilassa voisivat muuttaa kuoriutumisaikajankohtaa, kasvua ja näiden takia vuosiluokan muodostumista. Ajoitusta elinkierron tapahtumissa, kuten kudessa ja kuoriutumisessa voidaan mahdollisesti pitää herkkinä indikaattoreina ilmastonmuutoksesta. Ilmastonmuutos vaikuttaa biologisiin prosesseihin ja muuttaa Itämeren abioottisia olosuhteita. Esi-

merkiksi kutuaika, ja kuoriutumisaika poikasilla, voivat muuttua aikaisemmiksi lämpimien keväiden takia tai suurten kausittaisten lämpötilavaihteluiden takia. Lopputulosta ei aina voi varmasti ennalta ennustaa.

Suurten vuosiluokkien todennäköisyys kuhakannoissa kasvaa, jos ilmastonmuutos skenaarioiden ennustukset lämpenevistä kesistä toteutuvat. Täten saaliit melko todennäköisesti paranevat tulevina vuosina laajentaen ehkä myös kuhan kalastusalueita. Kuhan hyvät vuosiluokat syntyvät lämpimien kesien tuloksena ja niistä syntyvää saalista voidaan kalastaa runsaimmin 5-8 vuoden kuluttua lämpimästä kesästä. Saaliiseen vaikuttaa myös kalastusteho, mutta yksikkösaaliiden perusteella voidaan paremmin tehdä johtopäätöksiä kannan runsauden muutoksista. Niidenkin suhteen on oltava varovainen kalojen käyttäytymisen muuttuessa, eikä kalastuksessa koskaan kuitenkaan voi taata parempia saaliita.

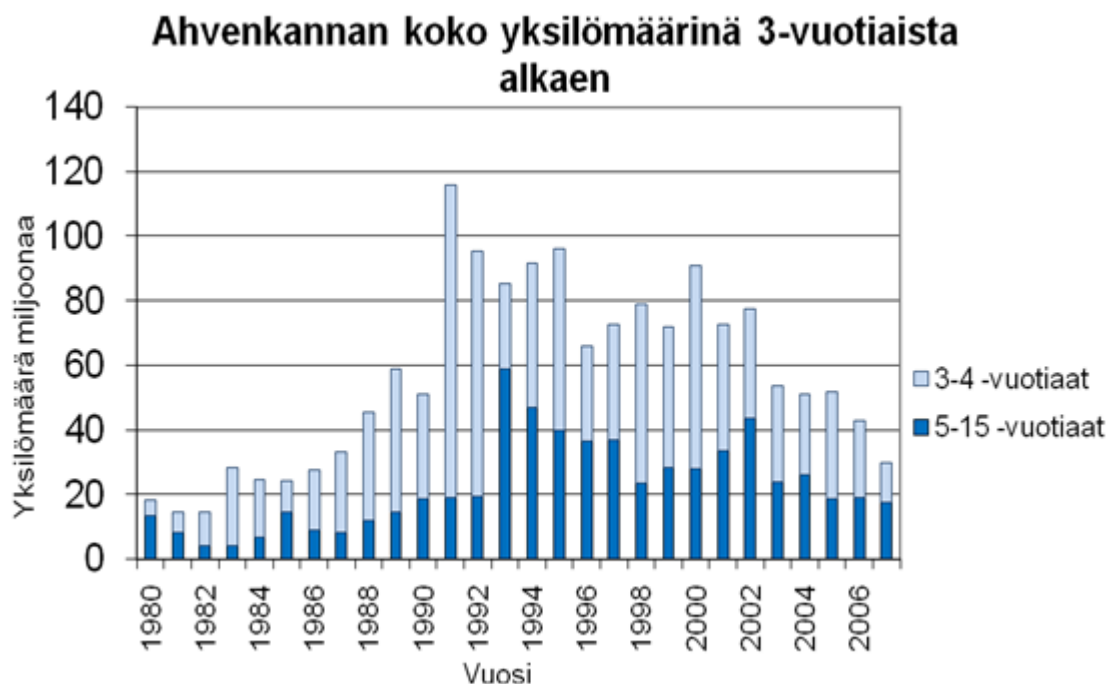
### 3.1.2. Ahvenkantojen hyödyntämisessä sovittamista

Lämpimien vuosien myötä todennäköisyys ahvenen hyvien vuosiluokkien yleistymisestä kasvaa ja niiden näkymisestä saaliissa. Samoin lämpimämpien ja pidempien jäättömien kausien myötä ahvenen kalastuskausi on pidentynyt. Kalastuksen jakautuminen tasaisemmin ja painopisteen muuttuminen pois kutukalastuksesta on erittäin tervetullut piirre ahvenen hyödyntämisen kannalta. Toisaalta joillakin alueilla ahvenverkkoihin voi jäädä alamittaisia kuhia, tai etenkin äärimmäisen uhanalaista meritaimenta, jonka tulevaisuus on muutenkin vaakalaudalla. Taimenkantojen elvyttäminen voi vaatia radikaalejakin verkkorajoituksia tietyille alueille. Ahvenen kalastusta tulisikin pyrkiä sovittamaan tai ohjaamaan niin, että alamittaisia taimenia ei juuri tulisi sivusaaliina. Ahvenen kalastuksessa käytettyjen verkkojen silmäkoko on usein 38–45 mm, mikä on sivusaaliin kannalta liian alhainen.

Paitsi kalastus, niin ahvenia verottavat ainakin hylkeet, merimetsot, kuhat, hauet ja isommat ahvenet. Ahvenen emokanta-rekryytti-analyysin mukaan kesän lämpötila vaikuttaa positiivisesti vuosiluokan kokoon, mutta kuhien määrä näyttää olevan rajoittava tekijä (Heikinheimo, 2011, suullinen tiedonanto). Hylkeiden käyttämä ahvenmäärä on melko vähäinen, keskimäärin alle 10 %. Merimetsojen ravinnossa sen sijaan voi ahvenia olla verrattain runsaasti, silloin kun niitä paikallisesti muutenkin runsaasti. Merimetsojen ravintokalojen määrästä voi paikallisesti olla 20–30 % paino-osuus ahvenia (Salmi 2010).

Suomenlahdella ja Saaristomerellä kuha- ja ahvenkannat näyttävät usein tuottavan samoina vuosina hyviä vuosiluokkia, mutta niiden kalastuksessa on jonkin verran eroja. Tarvitaan vertailevaa tietoa alueiden kantojen hyödyntämisestä. Saaristomerellä kuhakanta näyttää ainakin olevan vielä kasvamassa, mutta ahvenpopulaation koon arvio on pienenemään päin, mutta uudet vuosiluokat täyttävät aukon pian, jos niitä ilmestyy. Todentamiseen tarvittaisiin arvioita nuorista ikäluokista.





**Kuva 64.** Ahvenpopulaation koko (yli 2-vuotiaat VPAn mukaan) vuosina 1980–2008. (Viimeisten vuosien arviot epävarmempia)

Suuntaa-antavia arvioita viime vuosien vuosiluokkien koosta voi nyt antaa vain kesälämpötilojen perusteella. Tarkempien saalisennusteiden tekemiseen tarvittaisiin tietoja kesänvanhojen ahventen runsaudesta eri vuosina.

Selitys viime vuosien heikkoihin ahvensaaliisiin monilla alueilla Suomenlahdella, Saaristomerellä ja Selkämeren eteläosissa voi löytyä rehevöitymisestä. Tähän viittasivat myös yksikkösaalisvaihtelua selittävät regressiot. Voimakas rehevöityminen, runsaat leväkukinnat ja rihmalevämatot, joita on jo esiintynyt Suomenlahdella ja Saaristomerellä, voivat vaikuttaa ahvenkantoihin heikentävästi niiden lisääntymisen kautta. Ahvenet voivat myös vaeltaa pois tällaisilta alueilta. Ahvenkantojen tutkimiseen olisi vielä tarvetta panostaa, sillä rehevöitymiseen liittyviä vaikutuksia ei kovin hyvin tunneta. On arvioita että ahven sietää vähäistä rehevöitymistä, mutta ei kovin voimakasta.

Ahvenen käyttäytymisessäkin näyttäisi kalastajien kertoman mukaan tapahtuneen muutoksia. Suomenlahdella vapaa-ajankalastajat ovat valittaneet ahventen, varsinkin isojen yksilöiden olevan kadoksissa. Ulkoalueiden karikkojen perinteisiltä pilkkipaikoilta ei viime vuosina ole tullut saalista aikaisempaan tapaan. Toisaalta jotkut ovat yllättävästi huomanneet, että matalilta sisälahdilta on saatu hyvin saalista, paitsi ahvenia niin myös kuhia. Moni onkin viime vuosina siirtynyt ahvenen pilkinnästä osittain kuhan pilkintään. Tämäkin on osittain saattanut vaikuttaa ahvensaaliiden pieneneeseen ainakin Suomenlahdella. Toisaalta pienten ahven ilmestyminen pilkkisaaliiseen viittaa uusien ikäluokkien olevan tulossa.

Kalastajien saalistietojen perusteella on siis epäsuorasti viitteitä muutoksesta ahventen käyttäytymisessä. Myös kuhia pyydettiin aikaisemmin talvella syvänteistä, mutta viime vuosina mm. matalat jokien suu- ja lahtialueet ovat olleet Suomenlahdella suosittuja kuhan pilkinnässä. Lisäksi kuoreita, jopa silakoita on lämpimimpinä viime talvina tullut pilkillä aivan matalista vesistä, jopa ruovikoiden tuntumasta. Syytä näihin muutoksiin ei ole tutkittu, mutta muuttuneet ilmasto-olosuhteet saattavat

olla osatekijöinä. Meriveden lämpimänä pysyminen myöhään joinakin syksyinä, hapettomien alueiden yleistyminen on voinut muuttaa paitsi kalojen niin myös niiden ravintoeläinten esiintymistä.

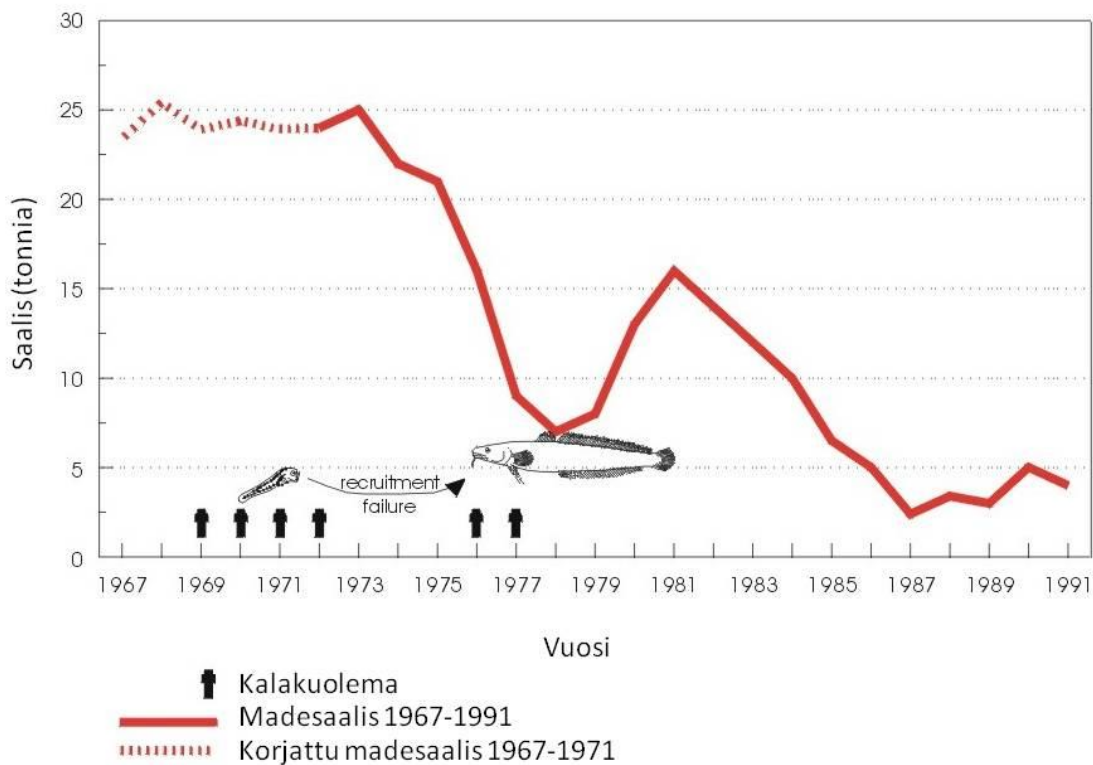
Parin kolmen vuoden ikäisinä ahvenia saadaan jo ongella ja pilkillä liiankin usein, sillä ei niitä moni haluaisi perata. Katiskasta nuorimmat ahvenet onneksi uivat läpi ja verkoihin sekä rysiin niitä alkaa jäädä saaliiksi vasta 4-5-vuotiaita. Ikäkohtaisten saalistietojen lisäksi tarvittaisiin siis tietoa myös ahvenen lisääntymisestä, sen herkistä vaiheista sekä niistä olosuhteista, joista poikasia selviää parhaiten. Kalakantojen vaihtelut juontavat suurelta osin kalojen ensimmäisen kesän tapahtumiin ja olosuhteisiin kalojen lisääntymisalueilla. Lisääntymisalueita kartoitetaan mm. RKTL:n VELMU-tutkimuksissa (=vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma). Poikasten ja nuorten ahventen määriä on aiemmin seurattu Merenkurkun ja Helsingin vesillä, mutta resurssien puutteen takia seurannat on valitettavasti jouduttu lopettamaan. Tällaisista varsinaisesta kalastuksesta riippumattomia seuranta-aineistoja tarvittaisiin, jotta tulevia saaliita voitaisiin paremmin ennustaa ja kalastusta ohjata.

### 3.1.3. Madekantojen tarkkailu syytä käynnistää ja ehkä hoitokin

Kokonaissaaliin pienentyminen johtuu siis vain osittain vähentyneestä kalastuksesta, ja saalistaso näyttää pudonneen myös jostain muusta syystä, mahdollisesti lämpötilan muutoksesta johtuen.

Lämpötilanmuutokset voivat vaikuttaa mateeseen useilla eri tavoilla. Suora vaikutus aikuisiin kaloihin, niiden käyttäytymiseen, vaelluksiin, kudun ajoitukseen ja kutuun tai sitten viiveellä lisääntymisen heikkenemisen kautta vaikutus saaliisiin tulee vasta muutamien vuosien kuluttua lisääntymisen heikkenemisestä.





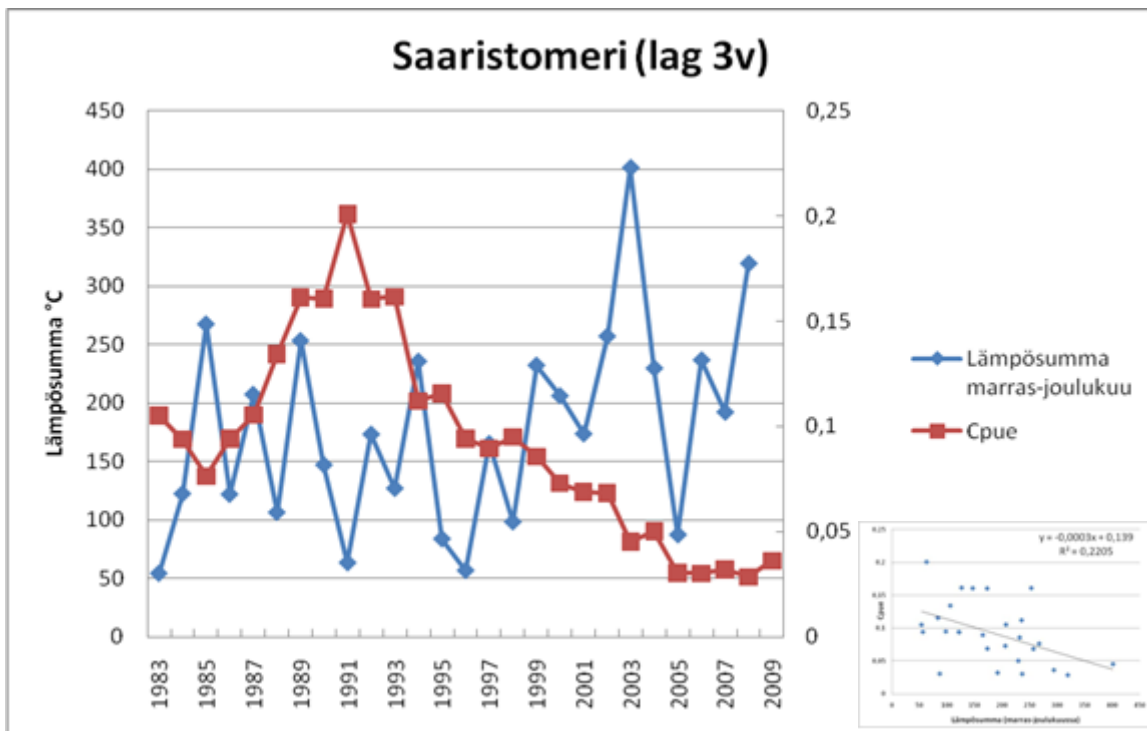
**Kuva 65.** Kyrönjoen vaikutusalueella happamien vesien vaikutus lisääntymiseen näkyi noin 4-7 vuoden viiveellä madesaaliissa. Mateenpoikaset ovat herkkiä happamuudelle (Hudd ym. 1984, Volodin 1960).

Mateen alkionkehitys on herkkä lämpötilan nousulle ja yli 5 asteen lämpötilassa poikasia ei kuoriudu ja jo muutaman asteen lämpötilassa eloonjänti heikkenee. Kovin korkeita talvilämpötiloja meillä ei toistaiseksi ole ollut. Mutta jo muutaman asteen nousu talvilämpötiloissa saattaa vähentää mädistä kuoriutuvien poikasten määrää (Jäger ym. 1981). Runsaimmat madevuosiluokat syntyvät ankarina talvina (Ojaveer ym. 2003). Rehevöityminen vaikeuttaa mädin selviämistä talvella varsinkin silloin kun talvilämpötilat ovat nousseet.

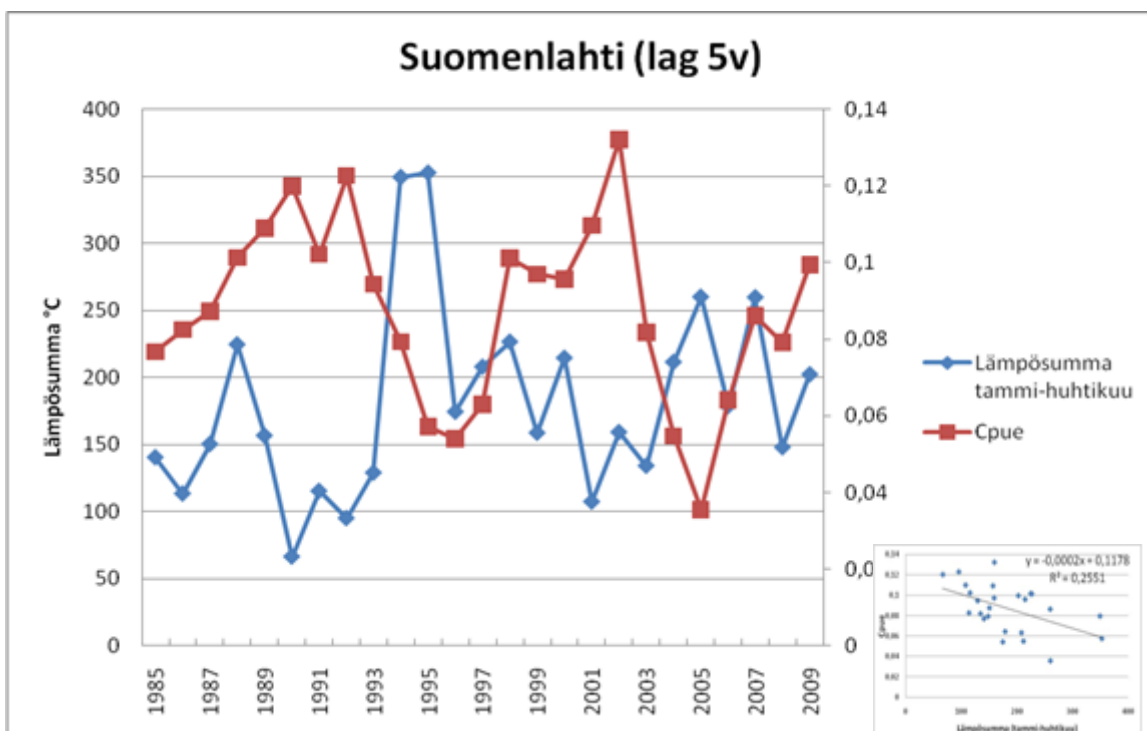
Mateen kudun ajoittumisesta ei ole hyviä aikasarjoja, mutta eräät kalastajat ovat maininneet mahdollisesta kudun siirtymisestä myöhäisemmäksi. On myös useita havaintoja mateista, joilla on ollut edellisen vuoden mätiä (kovia möykkyjä) mädin sisällä. Tämä viittaisi siihen, että mateista osa on saattanut jättää joinakin vuosina kutematta.

Alimmillaan madesaaliit olivat 2000-luvulla, jolloin kevätlämpötilat olivat korkeampia. Talven lämpösumma (Kuva 11) oli myös tavallista korkeampi 2000-luvulla. Toisaalta jääpeite oli vähäisempi (Kuva 11) jo 1990-luvulla. Saaristomerellä yksikkösaaliin pieneneminen on selkeä.

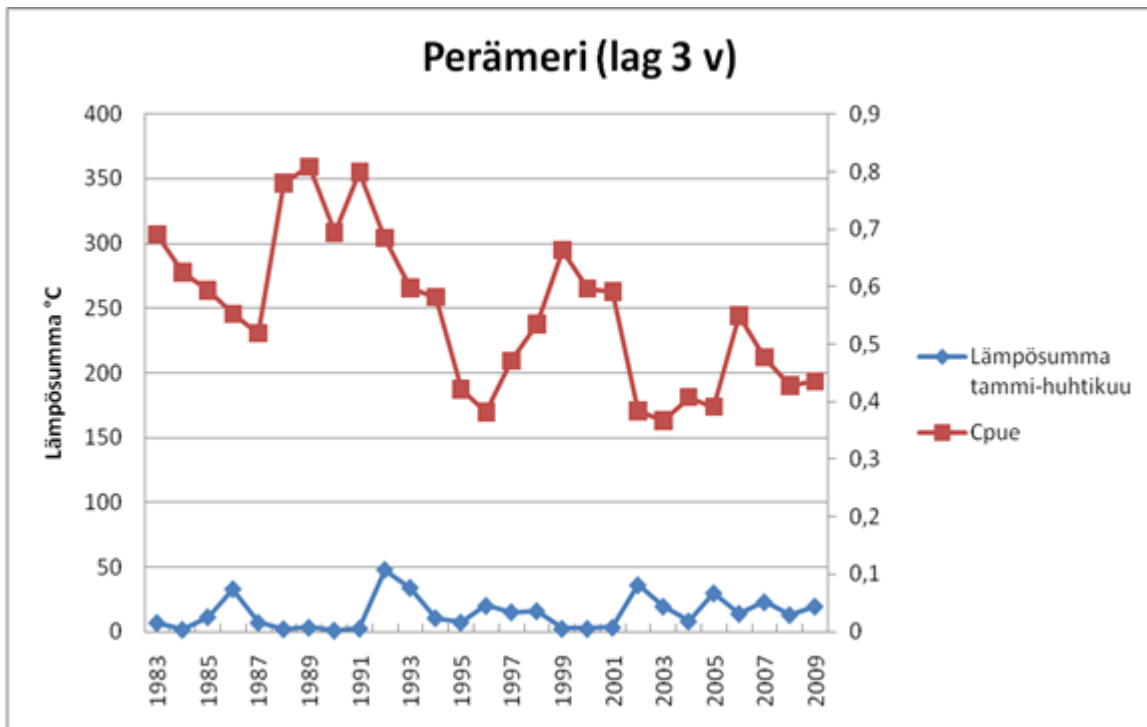
Saaristomerellä, missä saaliit ja niiden väheneminen on ollut suurinta, mateen ammattikalastuksen verkkokalastuksen yksikkösaalis ja saalis korreloivat kolmen vuoden viiveellä negatiivisesti loppuvuoden lämpötilan kanssa. Suomenlahdella vastaavasti alkuvuoden lämpötila korreloi viiden vuoden viiveellä mateen yksikkösaaliiseen. Jäätalven pituus sen sijaan on heikommin yhteydessä mateen yksikkösaaliiseen viiden vuoden viiveellä Suomenlahdella ( $R^2$ : 0,13) (Kuva 69). Perämerellä yksikkösaalis on laskenut vaikka alkuvuoden lämpötila ei juuri ole noussut eikä selitä muutosta.



**Kuva 66.** Mateen yksikkösaalis ja marrasjoulukuun lämpösomma Saaristomerellä korreloivat negatiivisesti. (Vuosisuku viittaa yksikkösaaliiseen ja siis kolmen vuoden takaiseen lämpösommaan).



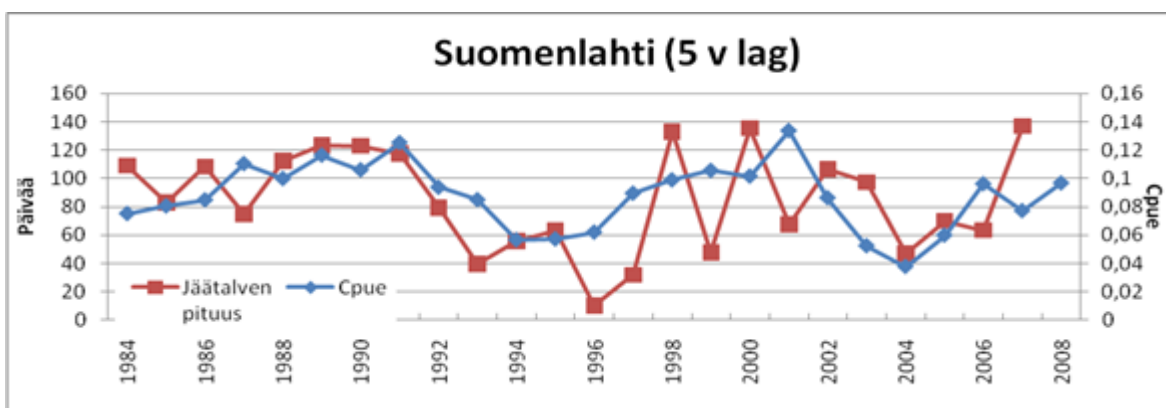
**Kuva 67.** Mateenkalastuksen yksikkösaalis ja tammi-huhtikuun lämpötila korreloivat Suomenlahdella viiden vuoden viiveellä



Kuva 68. Mateen yksikkösaalis ja alkuvuoden lämpötila.

Madesaaliiden lasku on ollut suurinta kauempana kutuajasta eli ennen kutua, mikä voisi johtua siitä, etteivät mateet ole vielä saapuneet kutualueita lähellä oleville pyyntialueille.

Voidaan ennustaa, että viime vuosien ”normaalit” talvet parantavat madesaaliita, jos vain meren talvilämpötilat ovat olleet alhaiset ja mateiden kutuvaellukset normaaleja. Toisaalta jos aikaisempien talvien meren lämpökuormat ovat heikentäneet mateen lisääntymistä, niin saaliit tulevat edelleen pysymään melko alhaisella tasolla. Brittein saarilla on ainakin harkittu mateiden istuttamista ja meillä madetta on viljelty ja istutettu Merenkurkun alueella.



Kuva 69. Mateen yksikkösaaliin ja jäätalven pituuden (5 vuoden viiveellä) välinen suhde Suomenlahdella.

### 3.1.4. Kampelakantojen tulevaisuus epäselvä

Kampelasaaliiden on sanottu riippuvan suolapitoisuudesta. Viimeaikainen muutos voi johtua osittain myös muista seikoista. Kampelanpoikasia on havaittu viime vuosina niukasti. Piikkikampelanpoika-

setkin ovat olleet yleisempiä. Heikoista kampelakannoista johtuen kampelan kalastus kärsii ja on tehotonta.

### **3.1.5. Kilohailin runsastumisen yhteys lämpimiin talviin lisätutkimusta samoin kuin sen merkitys ekosysteemitasolla**

Kilohaili on avovesialueen merilaji, joka selvästi näyttää hyötyvän lämpimämmistä talvista ja hyviä vuosiluokkia on ilmeisesti ollut viime aikoina useita peräkkäin lämpimien talvien jälkeen. Poikkeuksellisen pitkään runsaina pysyneet kilohailikannat ovat voineet vaikuttaa myös ulkosaariston planktoniyhteisöön, missä toisten lajien kannat ovat joinakin vuosina olleet tietyillä alueilla hyvinkin niukat. Jos kilohailien lisääntymistulos on tosiaan talvien lämpimyydestä kiinni, niin on odotettavissa hyviä vuosiluokkia, mutta myös viimeiset pari talvea tuottanevat huonompia vuosiluokkia. Kilohailin saalistilastoja pitäisi tarkastella tarkemmin ja ottaa kalakantanäytteet mukaan analyysiin.

### **3.1.6. Muut kalat**

Särjen ja särkikalojen (suutari, ruutana, hopearuutana, säyne, lahna) hyödyntämistä ollaan aloittamassa, mikä on todella hyvä suuntaus, kunhan vain pystytään välttämään alamittaiset kuhat ja taimenet.

### **3.1.7. Kriittisiä arvoja lämpötiloissa**

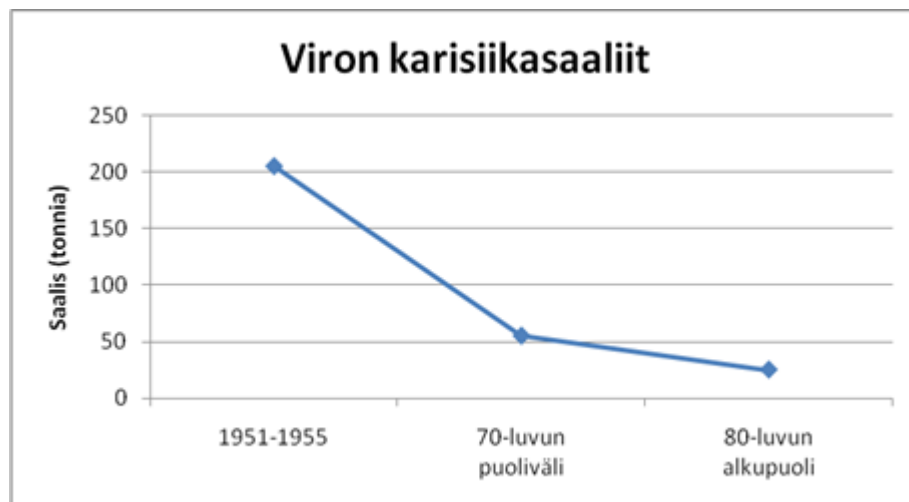
- Tulokset osoittavat että hyvä kuhavuosi luokka syntyy kun keskilämpötila (kesä-elokuussa) ylittää 18,5 astetta kuhan lisääntymisalueilla. Luku on viitteellinen ja riippuu alueesta.
- Kumpuaminen saattaa laskea veden lämpötilaa niin alas, ettei lämpimästä kesästä huolimatta synnykään hyvää kuhavuosi luokkaa.
- Talvilämpötilojen vaikutusta siian ja mateen lisääntymiseen tai sen ajankohtaan tarvitsee vielä jatkotutkimuksia.

## **3.2. Uhanalaiset lajit puristuksessa**

### **3.2.1. Siikakannat hälyttävän uhanalaisia**

Siika on vähentynyt koko Itämeren piirissä, esimerkiksi Virossa (Kuva 70). Karisiika on merkittävin rannikkokala Virossa (Ojaveer ym. 2003). Karisiikasaaliit olivat huipussaan 50-luvulla ja olleet lasusuuntaisia koko viime vuosisadan loppupuolen, ja sen on arveltu johtuneen lähinnä lisääntyneestä kalastuspaineesta. Samanaikaisesti myös lisääntymisalueiden rehevöityminen ja erityisen lämpimät talvet 1980-luvun loppupuolella ovat vaikeuttaneet karisiikan lisääntymistä. Viime vuosisadan lopulla karisiikapopulaatiot kasvoivat hieman (Ojaveer ym. 2003). Virossa vaellussiikamäärät olivat lähes nollassa 1970-luvun alussa, mutta istutusten avulla kanta on saatu hiljalleen elpymään. Vielä 1990-luvun puolivälissä saaliit olivat alle puoli tonnia vuodessa, mutta vuonna 1998 jo 2,3 tonnia (Ojaveer ym. 2003).





Kuva 70. Karisiikasaaliit ammattikalastuksessa Virossa (Ojaveer ym. 2003).

Siikasaaliit ovat laskeneet paitsi Pohjanlahdella, niin Suomen kuin Ruotsinkin puolella sekä Ruotsin suurilla järvillä vielä vuoden 1994 jälkeen (Anon. 2010).

Suomessa siikasaaliit vähenevät etelään päin. Kaikki tämä viittaa ilmastolliseen vaikutukseen ja kohonneella lämpötilalla saattaa olla huomattava merkitys siian lisääntymiseen. Jatkuvat siikaistutukset Suomessa näkyvät siikasaaliissa, mutta niiden merkitystä kokonaissaaliiseen ei tämän tutkimuksen puitteissa voitu arvioida. Merenkurkun eteläpuolella siian luonnollinen lisääntyminen ei kaikilla alueilla toimi, mutta ainakin vielä eräillä alueilla se näyttää onnistuvan toisina vuosina, vaikka poikasmäärät ovat alhaisia.

Selkämeren siian yksikkösaaliiden vaihtelua selittävässä regressiomallissa suolapitoisuuden yhteys selittyi, sillä että se on samanaikaisesti vähentynyt saaliiden kanssa. Kasvukauden lämpötilan merkitys negatiivisena taas on kylmänveden lajille ymmärrettävä. Negatiivisena neljän vuoden viiveellä talven lämpötila ja fosforipitoisuus olivat muut merkitsevät tekijät. Eli talven kohonnut lämpötila ja rehevyys näyttäisivät vaikuttavan siian lisääntymistä heikentäen. Saaristomerellä kohonnut talvilämpötila, kevättalven lämpösumma ja kasvukaudenkin lämpötila on näyttänyt vaikuttavan lisääntymisen kautta heikentävästi siian yksikkösaaliisiin. Poikasten esiintymisalueita mallintamalla on saatu samankaltaisia tuloksia.

Laboratoriossa ja lounaisaaristossa tehtyjen siianmädin haudontakokeiden perusteella suhteellisen lämpimänäkin talvena poikasia voi kuoriutua, ja haudontalämpötila ei suoraan vaikuta kuoriutumisaikajankohtaan, ennen kuin se ylittää kuoriutumisen alkamisen kynnyksarvon, 2-4 celsiusastetta. Haudonnan aikainen mädin kuolleisuus oli kuitenkin korkea. Talven lämpötila/lämpösumma vaikuttaa myös kuoriutuvien poikasten kokoon ja niiden vararavinnon määrään. Kuoriutuvien poikasten laatu, määrällä ja kuoriutumisaikajankohhta suhteessa ravintoon ja petoihin on oleellista niiden selviämisen kannalta. Luonnosta löydettyjen poikasten määrä kasvaa selkeästi pohjoiseen päin. Kokeellista toimintaa tarvittaisiin lisää ja jatkuvia poikasseurantoja.

Selkämerellä siikasaalis on vähentynyt aikana, jolloin talvet ovat lauhtuneet ja lyhentyneet sekä lämpötilat olleet korkeampia. Jääpeite oli jo vähäisempi 1990-luvulla ja heikot saaliit 2000-luvulla sopivat myös tähän. Myös Perämerellä on 2000-luvun alussa ja puolenvälin jälkeen havaittavissa loppuvuodesta kohonneita meriveden lämpötiloja ja jääpeitteen myöhäisempää muodostumista juuri vuosina, jolloin saaliit ovat jääneet vähäisemmiksi. Ulommilla alueilla jääpeitteisyyden vähene-

minen on alkanut jo 1990-luvulla, sisäalueilla vasta 2000-luvulla. Aika on kuitenkin liian lyhyt, jotta muutokset voitaisiin tilastollisesti yhdistää siikasaaliin viimeaikaiseen pienenemiseen. Syiden tarkempi selvittäminen vaatii vielä lisätutkimuksia lisääntymisalueilla poikasmääristä ja ympäristöolosuhteista sekä niissä tapahtuneista muutoksista.

Siian maantieteellisen esiintymisen painopiste on siirtymässä pohjoisemmaksi ilmastonmuutoksen myötä. Muutoksia on silti havaittavissa kaikilla alueilla.

Saaliin vähenemistä voidaan hidastaa istutuksilla, mutta myös niiden tuloksellisuudessa näyttäisi olevan parantamisen varaa. Siian lisääntymiseen kohdistuu paineita useista eri suunnista, paitsi jääpeitteisyyden väheneminen, veden lämpötilan kohoaminen, rehevöityminen, rihmalevien kasvu, ruovikoituminen, hapettomat alueet, vesistö rakentaminen, happamuus, perkaukset sekä patoamisten ohella tuuli- ja ydinvoimalaitokset kaventavat lisääntymisalueita. Siikakantojen pelastamiseksi olisi korkea aika ryhtyä toimenpiteisiin.

### **3.2.2. Harjus meressä – menetettykö?**

Meressä lisääntyvät harjuskannat ja merestä jokiin kudulle nousevat harjuskannat ovat vieläkin heikossa kunnossa eikä lämpötilan nousu ja rehevöityminen paranna tilannetta, vaan heikentää sitä (Hudd ym. 2006). Uusimmassa uhanalaisuusarvioinnissa meriharjukset luokiteltiin äärimmäisen uhanalaisiksi (Urho ym. 2010).

## **3.3. Vieraslajien levittäytyminen kiihtymässä**

Vieraskalalajeista toistaiseksi merialueelle ovat pystyneet asettumaan ja laajentamaan kantojaan vain hopearuutana ja mustatäplätokko. Näidenkin runsastuminen on alkanut vasta viime aikoina ja odotettavissa on molempien lajien huomattavaa paikallista runsastumista sekä esiintymisalueiden laajentumista. Myös joidenkin uusien vieraslajien voi tulevana vuosina odottaa asettuvan Suomenkin alueelle.

### **3.3.1. Hopearuutana uhkana sisävesien kalastolle**

Hopearuutana menestyy varsinkin matalissa, rehevissä vesissä ja hyötynee lämpenemisestä ja siitä voi koitua merkittävää haittaa kotimaiselle kalastolle. Hopearuutana on levittäytymässä rannikolla pohjoiseen ja myös jokia myöten sisämaahan. Tehokkaan lisääntymisen ja hyvän selviämisen ja kilpailukyvyyn ansiosta se pystyy valloittamaan vesistöjä ja mahdollisesti syrjäyttämään alkuperäislajeja. Se pystyy mahdollisesti myös aiheuttamaan haittaa muille lajeille, vaikkei niitä syrjäyttäisikään. Sisävesissä, joissa ja järvissä, vaara haittavaikutuksiin on paljon merta suurempi, ja hopearuutanan leviäminen sisävesiin tulisi pyrkiä estämään niiltä osin kuin se on mahdollista. Keski-Euroopasta on esimerkkitapauksia, missä se on runsastunut jopa paikoin valtalajiksi.

Syksyllä 2010 Salon 10 hehtaarin lammikosta poistettiin neljällä paunetilla noin 7 tonnia kalaa, josta noin 83 % eli lähes 6 tonnia oli hopearuutanaa ja tonni ruutanaa. Lukumääräisesti yli 90 % kaloista oli hopearuutanoita. Tämä osoittaa hopearuutanan nopean kasvu- ja tuottopotentiaalisen rehevissä lammissa. Hopearuutanan haittavaikutusten toteamiseksi olemme keränneet saalis- ja kalanäytteitä, mutta niiden analysointi ei mahtunut tämän hankkeen tiukkaan aikatauluun.

Sitkeähenkistä ja tehokkaasti lisääntyvää hopearuutanaa ei missään tapauksessa saa siirtää sisävesiin, ei edes pihalammikoihin, sillä jo yksi hopearuutana voi itseään kloonamalla muodostaa ruutanaakin runsaamman kannan. Hopearuutanaat ilmeisesti myös käyttävät mahdollisesti oja uusiin

paikkoihin levittäytymiseen. Alkuperäiselle kalastolle aiheutuvan uhan vuoksi hopearuutanat pitäisi aina tavattaessa poistaa ja niitä ei saa missään nimessä siirtää edes syöttikalanana. Hopearuutana voi myös tuoda meille uusia loisia ja kalatauteja, esimerkiksi karpin kevätvireman (SVC). Eviraan toimittamissamme hopearuutanoissa ei tähän asti kuitenkaan virustauteja ole todettu.

Hopearuutanan leviämistä voi pyrkiä hillitsemään mereen yhteydessä olevien lisääntymisaluiden yksilöitä poistamalla tai estämällä jälkeläisten levittäytymistä. Tämän takia tulisi selvittää kuinka laajalle hopearuutana on levittäytynyt ja missä lisääntymisalueita esiintyy. Hopearuutanan leviämistä merialueella tuskin pystytään kokonaan estämään, mutta pääsyä sisävesiin voitaneen hillitä. Hopearuutanan leviämisen torjumiseksi on tärkeätä oppia erottamaan tämä tulokaslaji ruutanasta ja karpista. Se on karkeasuomuinen ja kovaruotoinen kala, joka tuskin innostanee monia suomalaisia gastronomisiin kokeiluihin, vaikka Aasiassa sitä käytetään ihmisravinnoksi.

### 3.3.2. Mustatäplätokkoa kannattaisi tarkkailla

Itämeressä tiettävästi kaikki mustatäplätokko-esiintymät ovat satamien lähellä ja niistä ne ovat levittäytyneet vähitellen laajemmalle. Mustatäplätokko muodostaa tiheitä yhteisöjä ja esimerkiksi Puolassa sekä Virossa ne ovat paikoin tulleet yhteisön valtalajiksi. Meillä Helsingissä se on laajentanut aluettaan vuodesta 2009 vuoteen 2010. Leviämistä tulisi jatkossa seurata ja poistaa kaikki kiinnisäädut yksilöt. Saaristomereltä on tiedossa vain kaksi havaintoa, mutta esiintyminen voi olla laajempikin, mihin Ahvenanmaan ja Raahen vuoden 2011 havainnot viittaavat. Sukeltaen on tehty yksi havainto Itäiseltä Suomenlahdelta, kalasta ei kuitenkaan saatu näytettä. Vilkkaiden satamien ja niiden lähialueiden ympäristöjä tulisi kartoittaa ja pyyntimenetelmiä kehittää.

### 3.3.3. Pitäisikö piikkimonna saada hyötykäyttöön?

Piikkimonna on jo vakiinnuttanut asemansa useissa pienemmissä vesistöissä ja siihen on monin paikoin totuttu. Pienisilmäisten verkkojen käyttö on piikkimonnivesistöissä hankalaa. Kylmät happikadolliset talvet karsivat populaatioita. Lajin edelleen siirtely luonnonvesissä tulisi saada loppumaan. Piikkimonna on tehokas pohjan puhdistaja ja siinä voisi olla ainesta kalankasvatukseen.

### 3.3.4. Vieraslajeja tulossa

Vieraslajien määrä on ollut vielä lisääntymässä ja niiden tarkempi seuranta olisi paikallaan. Vieraslajit havaitaan todella huonosti nykyisissä biologisissa seurannoissa (Ljungberg ym. 2011). Vieraslajien seurannan kehittämiseksi merialueella tehdään ehdotuksia VISEVARIS-hankkeessa. Vieraslajinäytteenottoa tulisi edelleen kehittää.

## 3.4. Sopeutumiseen huomioita ja toimenpidetarpeita

- Oleellista on seurata ilmastonmuutoksen vaikutuksia kalakannoissa ja saaliissa – sekä vieraslajeissa
- Tarvitaan pyyntimenetelmien kehittämistä ja pyynnin uudelleen kohdentamista ajallisesti ja paikallisesti kalojen käyttäytymisen ja kutuajan muuttuessa.
- Kalakantojen käytön ja hoidon suunnitteluun on investoitava.
- Kylmän vedenlajit – lämpimän veden lajeihin reagoitava eri tavoin
- Elinympäristöjen ja kalakantojen hoitotoimien uudistaminen on edessä
- Kalaistutuksiin tarvitaan muutoksia (esim. kuha, made, siika)
- Kalastuksen ohjaustarve kasvaa
- Kalastustapojen muutosta tarvitaan
- Ammattikalastuksen säilyttämiseksi voidaan tarvita tukitoimia.

- Vieraslajien ja levittäytyjien hyödyntäminen
- Vieraslajien torjuntaa ja heikosti hyödynnettyjen kalalajien pyyntiä tehostettava
- Uusia kalojen käyttötapoja kehitettävä
- Varauduttava uusiin vieraslajeihin

## 4. Alan tietoaukkoja ja mihin tutkimusta tulisi suunnata

### 4.1. Ilmastonmuutoksen seurannan kehittäminen

Pitkiä aikasarjoja ympäristömuuttujista ja kalakannoista tarvitaan ilmastonmuutosten vaikutusten seuraamiseksi. Lämpötilan, suolapitoisuuden ja niiden vaikutusten seurantaan tarvitaan lisäpanostusta. Lämpötilan vuorokausiseurantaan tarvitaan uusia, tallentavia mittareita, joiden avulla voidaan arvioida kalojen lisääntymisalueilla tapahtuvia muutoksia. Lisäksi tarvittaisiin muutamien vuosien keskitettyjä mittauksia tietyillä lisääntymisalueilla saaristossa sisä-ulkosuuntaisten erojen ja kumpuamisvaikutusten todentamiseen. Myös suolapitoisuudesta ja sen muutoksista tarvittaisiin tarkempaa tietoa etelärannikolta.

### 4.2. Kalakantaseurannan kehittäminen

Kalakantanäytteitä ei tällä hetkellä kerätä rannikon made- ja siikakannoista, mutta tarkempien analyysien tekemiseen lajien kannoissa tapahtuvista muutoksista tällaisia näytteitä tarvittaisiin. Nyt näiden kalakantojen tilan voidaan vain todeta heikentyneen ja saaliiden voimakkaasti vähentyneen, mutta tarkempaa syytä ei varmuudella voida osoittaa, vaikka talvilämpötilat selittävätkin saalismääriä. Kantojen tilan parantamiseksi tarvittaisiin kuitenkin tarkempaa tietoa siitä mitkä ovat keskeisiä syitä kantojen heikkoon tilaan. Eli johtuvatko kylmää vettä suosivien lajien lisääntymisessä havaitut ongelmat lämpenemisestä, jääpeitteen vähenemisestä vai rehevöitymisestä tai muusta syystä. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta tässä on eroja. Sekä mereiset harjus- että siikakannat ovat uhanalaisia (Urho ym. 2010) ja madekantojakin pitäisi pitää silmällä. Siikakantoja tuetaan jo nyt erittäin voimakkaasti istutuksilla. Laskeva siikasaalistrendi, viittaa kuitenkin siihen, että istutukset eivät ole tarpeeksi tehokkaita tai riittäviä. Voitaisiinko esimerkiksi lisääntymisaluekunnostuksilla parantaa tilannetta? Siikojen poikasalueita heikentää ja vähentää mm. ruovikoituminen.

Ilmastonmuutoksen vaikutusmekanismit vesiekosysteemissä eivät kaikki näy pinnalle – on mentävä pinnan alle. Kuinka lisääntymisajat ja -alueet muuttuvat, mikä niiden merkitys on kalakannoille?

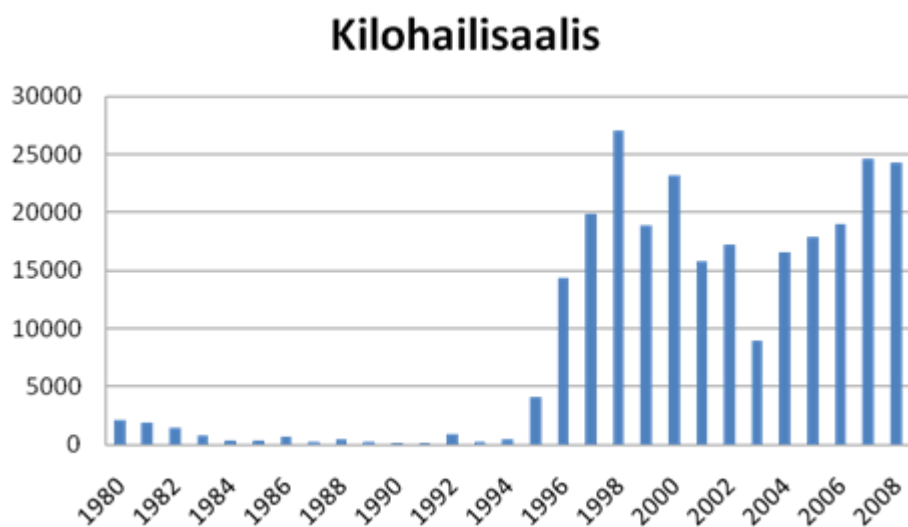
### 4.3. Vaikutukset kalayhteisöön ja ekosysteemiin selvitettävä

Ilmaston lämpenemisen kaikkia vaikutuksia vieraslajien runsastumiseen tai miten vieraslajit vaikuttavat kotimaisiin kalayhteisöihin, ei vielä tiedetä. Tämän hankkeen yhteydessä kerättiin materiaalia hopearuutanan mahdollisista haitoista kotimaisille kalakannoille eri puolilla Etelä-Suomea. Tämän hankkeen puitteissa ei kuitenkaan ollut mahdollista analysoida näitä näytteitä. Tätä projektia jatketaan kuitenkin toivottavasti myöhemmin. Hankkeen puitteissa ei myöskään ollut mahdollista tutkia tarkemmin lämpötilan vaikutusta kilohailikantoihin, vaikka niiden suotuisa kehitys osuu hyvin talvien lämpenemiseen. Kilohaili on heti silakan jälkeen kilomääräisesti runsain saaliskalamme ja taloudellisesti merkittävä kalalaji. Tulevaisuudessa olisi hyvä tarkastella ilmastomuuttujien ja kilohailivuosisluokkien yhteyttä tarkemmin. Näiden tärkeimpien kalakantojemme seurantaan kuitenkin pa-

nostetaan ja niistä on hyvät vuosittaiset seurantasarjat. Lisäksi tarvittaisiin kuitenkin kalastuksesta riippumattomia aikasarjoja ja kalastuskirjanpitoja.

#### 4.4. Merikalakantojen ja eliöyhteisö tason muutoksia seurattava

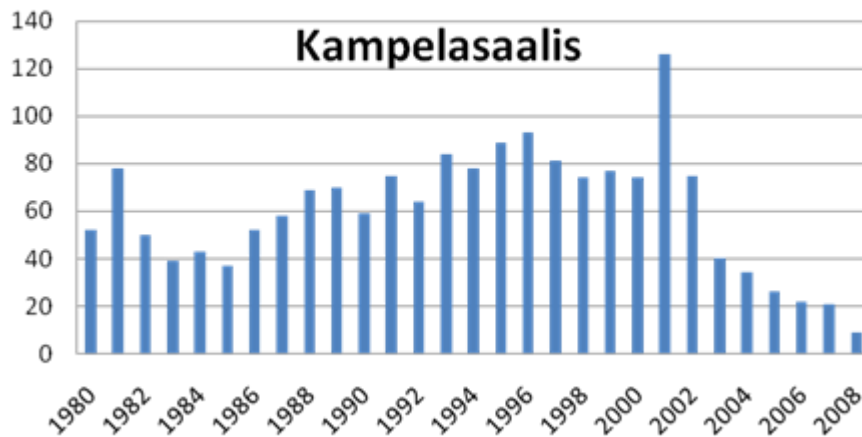
Ilmastonmuutoksen vaikutuksia merikalakantoihin tulisi selvittää tarkemmin. Tässä hankkeessa todettiin kilohailikantojen mahdollisesti hyötyvän talvien lämpenemisestä. Tulisi selvittää onko mahdollista luoda ennusteita kilohailikantojen muuttumisesta lämpötilatietojen perusteella. Selvittämistä vaatii myös se miten lisääntynyt kilohailimäärä vaikuttaa muiden kalojen kantoihin. Näiden tietojen avulla kilohailikantojen kalastuksen ohjaukseen olisi paljon paremmat edellytykset.



Kuva 71. Kilohailisaalis vuosina 1980–2008.

Kampelasaalis nousi vuoteen 2001 asti, jonka jälkeen pudonnut jyrkästi. Yhteys muutokseen vaatii lisäselvityksiä. Onko kyse suolapitoisuudesta? Onko muita tekijöitä vaikuttamassa? Rehevöityminen, lämpötila, leväpitoisuus.





Kuva 72. Kampelasaaliin kehitys vuosina 1980-2009.

Vieraslajien, myös muiden kuin kalojen mahdollinen vaikutus kalakantoihin ja saaliisiin tulisi selvittää. Mustatäplätokan ja hopearuutanan esiintyminen potentiaalisilla alueilla tulisi selvittää erityisesti satama-alueilla. Hopearuutanan lisääntymisalueet pitäisi kartoittaa. Hopearuutanan ja mustakitaton runsastumista ja niiden vaikutuksia tulisi seurata. Olisi myös hyödyllistä selvittää miten näitä kaloja voitaisiin hyödyntää.

Kuhan kalastusta tulisi ohjata niin, että saataisiin entistä parempia saaliita hyvistä vuosiluokista, joita tulevaisuudessa pitäisi tulla useammin. Verkon solmuvälin nostoa tulisi harkita. Olisi myös hyvä selvittää onko myös muilla alueilla mahdollisuus kuhan lisääntymiseen vastaavilla lämpötiloilla (onko muualla tällaisia lämpötiloja ja onko muita tekijöitä, jotka rajoittavat kuhakantojen levittäytymistä). Kannattanee myös selvittää voidaanko istutuksilla luoda kalastettavia kantoja sellaisille alueille, joilla kuhan lisääntyminen ei onnistu.

## 5. Viitteet

- Alheit, J., Möllmann, C., Dutz, J., Kornilovs, G., Loewe, P., Mohrholz, V. ja Wasmund, N., 2005: Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1205-1215.
- Anonyymi, 2010: Slutdokument för sikseminariet på högskolan in Gävle 2010.
- Anonyymi, 2011:  
[http://www.zin.ru/animalia/pisces\\_old/eng/taxbase\\_e/species\\_e/perccottus/perccottus\\_glenii\\_eng.pdf](http://www.zin.ru/animalia/pisces_old/eng/taxbase_e/species_e/perccottus/perccottus_glenii_eng.pdf)
- Antsulevich, A., 2007: First records of the tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) in the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 2(4): 468-470.
- The BACC Author Team, 2008 a: Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Chapter 3: Projections of Future Anthropogenic Climate Change. Springer-Verlaag Berlin Heidelberg, 469 s.
- The BACC Author Team, 2008 b: Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Chapter 5: Climate-related Marine Ecosystem Change. Springer-Verlaag Berlin Heidelberg, 469 s.
- Bolonev, Ye.M., Pronin, N.M., Dugarov, Zh.D., 2002: Rotan – Amur “conquerer” in the Baikal Region. Ulan-Ude. Buriat Research Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 45 s. (Venäjäksi).

- Bomford, M., Barry, S.C. ja Lawrence, E. 2010. Predicting establishment success for introduced freshwater fishes: a role for climate matching. *Biol. Invasions* 12: 2559-2571.
- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H. ja Parmanne, R., 1991: Fiskevärden i havsområdet utanför Jakobstad. 82 s. Copp ym. 2005
- Döscher, Ralf ja Meier, H.E. Markus, 2004: Simulated Sea Surface Temperature and Heat Fluxes in Different Climates of the Baltic Sea *Ambio* 33 (4-5): 242-248.
- Elovenko, V.N., Klimova, S.E., 1983: Trophic relationships of rotan and hydrobionts of fish culture ponds. All-Union Symposium "Theoretical bases of aquaculture". Abstracts of communications. Moscow. P. 110-111. (Venäjäksi).
- Emeis, Kay-Christian, 2003: Salinity changes in the central Baltic Sea (NW Europe) over the last 10000 years. *The Holocene* 13(3): 411-421.
- Enghoff, Inge B., MacKenzie Brian R. and Nielsen Einar Eg, 2007: The Danish fish fauna during the warm Atlantic period (ca. 7000-3900 bc): Forerunner of future changes? *Fisheries Research* 87( 2-3): 167-180.
- Gollasch, S., Carlberg, S. ja Kenchington, A. 2004: ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms 2004. <http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICES COP2004.pdf>
- Gärdenfors, U. (toim.), 2010: RÖDLISTADE ARTER I SVERIGE 2010 - THE 2010 REDLIST OF SWEDISH SPECIES. 590 pp.
- Hagen, Eberhard ja Feistel, Rainer, 2005: Climatic turning points and regime shifts in the Baltic Sea region: the Baltic Winter Index (WIBIX) 1659-2002. *Boreal Environment Research* 10: 211-224.
- HELCOM, 2007: Climate Change in the Baltic Sea Area – HELCOM Thematic Assessment 2007. *Baltic Sea Environmental Proceedings* No. 111. <http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep111.pdf>
- Hudd, R., Hildén, M., Urho, L., Axell, M.-B. & Jåfs, L.-A. 1984: Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalous-selvitys 1980-1982. (Fishery investigations (in 1980-1982) of the Kyrönjoki River estuary and its influence area in the northern Quark of the Baltic Sea). - Vesihallitus, Tiedotus 242 A, 275 s. (In Finnish, with English summary) National Board of waters, Finland, Report 242 B 275 s.
- Hudd, R., Ahlqvist, J., Jensen, H., Urho, L. ja Blom, A., 2006. Lek- och yngelproduktionsområden för havsle-kande harr i Kvarken. Vattensbrukinstitutionen Rapport 53, Umeå 2006.57pp.
- Hänninen, Jari, Vuorinen, Ilppo ja Hjelt, Pekka, 2000: Climatic Factors in the Atlantic Control the Oceanographic and Ecological Changes in the Baltic Sea. *Limnology and Oceanography* 45 (3): 703-710.
- ICES, 2008. Report of the ICES Advisory Committee, 2008. ICES Advice, 2008. Book 1. 1842 s.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment . Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K. ja Reisinger, A. (toim.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 s.
- Jylhä, K, 2011: Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten. ISTO-loppuseminaari 26.1.2011.
- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. ja Seitola, S., 2009: Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Ilmatieteen laitoksen raportteja 2009: 4. 102 s..
- Jäger, t., Nellen, W., Schöfer, W. ja Shodjai, F., 1981: Rapp. R.-v. Réunion. *Cons. Int. Explor. Mer* 178: 345-348.
- Koli, L. 1998. Suomen kalat. 2. painos. Porvoo, WSOY. 357 s.
- Kottelat, Maurice ja Freyhof, Jörg, 2008: Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. 646 s.
- Kudrinskaya, O.M. (1970) Food and temperature as factors affecting the growth, development and survival of pike-perch and perch larvae. *Journal of Ichthyology* 10(6): 779-788.
- Lehtonen, H., 1981: Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finnish Fisheries Res.* 3: 31-83.
- Lehtonen, H., Böhling, P. ja Hudd, R., 1986: Siken och sikkfisket i Kvarkenområdet. Riista- ja Kalatalouden Tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja no. 47. 76 s.
- Lehtonen, H. & Urho, L. 2010. Sampia Suomen rannikkovesissä. Vapaa-ajan kalastaja 4:4.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. ja Huhmarniemi, A., 2009: Perämeren vaellussiikaistutusten tulokset. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 7/2009. 23 s.
- Litvinov A.G., O’Gorman R., 1996: Biology of amur sleeper (*Perccottus glehni*) in the delta of the Selenga river, Buryatia, Russia. *Journ. Great Lakes Res.*: 22(2): 370-378.
- Ljungberg, R., Pikkarainen, A., Lehtiniemi, M., & Urho, L. 2011. Vieraslajien havaitseminen Suomen merialueen seurannoissa. SYKE:n Suomen ympäristö -sarjassa "Ympäristönsuojelu"-teeman alla (painossa).

- MacKenzie, Brian R. ja Köster, Friedrich W., 2004: Fish production and climate: Sprat in the Baltic Sea. *Ecology* 85(3): 784–794.
- MacKenzie, Brian R. ja Myers, Ransom A., 2007: The development of the northern European fishery for north Atlantic bluefin tuna *Thunnus thynnus* during 1900–1950. *Fisheries Research* 87(2-3): 229-239.
- MacKenzie, Brian R., Gislason, Henrik, Möllmann, Christian ja Köster, Friedrich W., 2007: Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Global Change Biology* 13: 1348–1367.
- Meier, H.E.M. ja Kauker, F., 2003: Sensitivity of the Baltic Sea salinity to the freshwater supply. *Climate research* 24: 231–242.
- Meier, H.E.M., Döscher, R. ja Halkka, A., 2004: Simulated Distributions of Baltic Sea-ice in Warming Climate and Consequences for the Winter Habitat of the Baltic Ringed Seal. *Ambio* 33(4–5): 249-256.
- Meiners, K., Fehling, J., Granskog, M. A. ja Spindler, M., 2002: Abundance, biomass and composition of biota in Baltic sea ice and underlying water (March 2000). *Polar Biol* 25: 761–770.
- Mutenia, A. ja Salonen, E., 2007: Alien fish species in northernmost Finland. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia 2. 16 s. [http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tutkimuksia\\_2.pdf](http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tutkimuksia_2.pdf)
- Möllmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M., ja Köster, F. W., 2005: Climate, zooplankton, and pelagic fish growth in the central Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1270-1280.
- Nissling, A., Westin, L. ja Hjerne, O., 2000: Spawning success in relation to salinity of three flatfish species. Dab (*Limanda limanda*), Plaice (*Pleuronectes platessa*) and Flounder (*Platichthys flesus*), in the brackish water Baltic Sea. ICES-CM-2000/R:05.
- Nuorteva, P., 1957: Suomen eläinkuvasto II: Matelijat, sammakkoeläimet, Kalat, Selkärangattomat. Wsoy 1957. 687s.
- Nurminen, K. 2006. Sisämaan keski- ja myöhäisneoliittinen kalastus – Kalanluiden kertomaa. Helsingin yliopisto, Kulttuurien tutkimuksen laitos, Arkeologia. Pro gradu-tutkielma. 71 s. + liitt
- Ojaveer, E. ja Drevs, 2003: Flouder p. 362-370 in: Ojaveer, E., Pihu, E. Saat, T.(Toim.), 2003: Fishes of Estonia. Estonian Academy, Tallinna. 416 s.
- Ojaveer, E., Pihu, E. Saat, T.(Toim.), 2003: Fishes of Estonia. Estonian Academy, Tallinna. 416 s.
- Pekcan-Hekim, Z., Urho, L., Auvinen, H., Raitaniemi, J., Söderkultalahti, P., Heikinheimo, O. & Lappalainen, J. 2011. Climate warming and pikeperch year-class catches in the Baltic Sea. *Ambio* 40(5):447-456.
- Reshetnikov A.N., 2001: Influence of introduced fish *Percottus glenii* (Odontobutiidae) on amphibians in small waterbodies of Moscow Region. *Zhourn. obtsch. biol.* 62(4): 352-361.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, 2009: Kalakantojen tila vuonna 2009 sekä ennuste vuosille 2010 ja 2011. Tulostavoiteraportti maa- ja metsätalousministeriölle. 64 s. [http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/kalakantojen\\_tila\\_2009.pdf](http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/kalakantojen_tila_2009.pdf)
- Ruuhijärvi, J., 1984: Kuhanpoikasan ravinto ja kasvu. LuK-tutkielma, Eläintieteen laitos, Helsingin yliopisto. 29 s.
- Rylková, K., Kalous, L., Šlechtová, V. and Bohlen, J., 2010: Many branches, one root: First evidence for a monophyly of the morphologically highly diverse goldfish (*Carassius auratus*) *Aquaculture* 302(1-2): 36-41.
- Solemdal, p., 1967: The effect of salinity on buoyancy, size and development of flouder eggs. *Sarsia* 29: 431-442.
- Tambets, M., Tambets, J., Thalfeldt, M., Kärgenberg, E., Taal, I. ja Saat, T., 2010: Kaugida unimudil *Percottus glenii* Dybowski, 1877 – uus liik Eesti kalafaunas. In: Saat, T. (toim.) Peipsi vesikonna kalad ja kalandus. Tartu Ülikool & Eesti mereinsituut. s. 121-129.
- Tammi, J., Appelberg, M., Beier, U., Hesthagen, T., Lappalainen, A. ja Rask, M., 2003: Fish status survey of Nordic Lakes: Effects of acidification, eutrophication and stocking activity on present fish species composition. *Ambio* 32(2): 98-105.
- Tietäväinen ym. 2011: Mitä havainnot kertovat Suomen tähänastisesta ilmastosta? Suullinen esitelmä ACCLIM-ilmastoseminaarissa 8.3.2011.
- Tuomenpuro, J. ja Koli, L. 1993. Allikkosalakka löytyi Suomesta. *Suomen Kalastuslehti* 7/1993: 47.
- Urho, L., 2002: The importance of larvae and nursery areas for fish production. Väitöskirja, Helsingin Yliopisto, Ekologian ja Systematiikan osasto.
- Urho, L. 2010. Minne ovat ahvenet kadonneet? *Metsästys ja Kalastus* 9/2010:32,3490.
- Urho, L., Kaukoranta, M.; Koljonen, M.-L., Lehtonen, H., Leinonen, K., Pasanen, P., Rahkonen, R., Tulonen, J. 1995: Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet. – *Kalaturkimuksia - Fiskundersökningar* 90, 74 s.
- Urho, L. ja Lehtonen, H. 2008. Kalalajit Suomessa. Riista- ja kalatalous. *Selvityksiä* 1, 2008, 36 s.



RKTL:n työraportteja 6/2011

Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit  
ilmaston muuttuessa

- Urho, L. ja Lehtonen, H. 2010. Sampikalat Suomessa. Suomen Kalastuslehti 6: 22–25.
- Urho, L., Pennanen, J. T. ja Deinhardt, M. 2010. Hopearuutanan leviäminen estettävä. Suomen Kalastuslehti 117 (8), 22–24.
- Urho, L., Pennanen, J. T. & Koljonen, M. L. 2010. Kalat. Julk.: Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. s. 336–343.
- Urho, L. ja Pennanen, J.T. 2011. Mustatäplätokko valloittaa rannikkovesiämme. Suomen Kalastuslehti 3: 18–20.
- Urho, L. ja Pennanen, J. 2011. Kusten invaderas av svartmunnad smörbult. Fiskeritidskrift för Finland 1/2011: 26-27.
- Urho, L. ja Pennanen, J. Invasion and occurrence of the Prussian carp, *Carassius auratus* morpha *gibelio*, in Finland. (käsikirjoitus tekeillä).
- Urho, L. ja Veneranta, L. Expansion in reproduction range of garfish, *Belone belone* (L.) in the northern Baltic Sea. (julkaisematon käsikirjoitus).
- Veneranta, L. ja Urho, L. Spawning and hatching temperatures of whitefish (*Coregonus lavaretus*) in the Northern Baltic Sea. (käsikirjoitus valmisteilla)
- Vetemaa, M., 2006: Invasion history and population structure of the alien gibel carp *Carassius gibelio* in Estonian marine waters, in: Ojaveer, H. et al. (Toim.), 2006: Alien invasive species in the north-eastern Baltic Sea: population dynamics and ecological impacts. Estonian Marine Institute Report Series 14: 30-34.
- Volodin 1960: The effects of different temperatures and pH on the embryonal development of the burbot. Bjull. IN-TA Biol. Vodohor. AN SSSR 7: 26–30. (Venäjäksi)
- Wasmund N., Nausch G. ja Matthaus W., 1998: Phytoplankton spring blooms in the southern Baltic Sea—spatio-temporal development and long-term trends. Journal of Plankton Research 20(6): 1099-1117.

## 6. Liitteet

### Liite 1: Taulukot

Aineiston laadinnassa käytetyt HELCOM:in mittauspisteet

Merialue	Mittauspisteen nimi	Long	Lat	Keskisyvyys (m)
Perämeri	BMPA1	23,50000	65,39200	90
Perämeri	F13	21,48000	63,79200	65
Perämeri	F3	23,23380	65,16680	96
Perämeri	F9	22,06720	64,70830	119
Selkämeri	SR5	19,58000	61,08000	124
Selkämeri	US5B	19,97500	62,58700	187
Saaristomeri	F64	19,15000	60,18000	272
Saaristomeri	IU7	21,34200	59,80500	78
Saaristomeri	LOS-21	21,03000	60,68000	34
Suomenlahti	14	25,61670	59,83330	79
Suomenlahti	LL7	24,81150	59,84270	75

Aineiston laadinnassa käytetyt Hertta-tietokannasta poimitut vedenmittauspisteet.

Merialue	Mittauspisteen nimi	YKJ N	YKJ E	Syvyys(m)
Perämeri	Hailuodon ed int.asema	7228527	3387359	23,9
Perämeri	Kokkolan edusta K-B	7097157	3303008	18,7
Perämeri	Kokkolan edusta K-D	7092593	3303153	15,3
Perämeri	PERÄMERI KE 13	7285660	3391558	9
Perämeri	PERÄMERI LAV4	7282447	3377907	16,9
Selkämeri	Mkar 117 Oura	6867179	3199234	17,3
Selkämeri	Olki 505 Kuusinen loun	6804153	3199455	13,4
Selkämeri	Pome 110 Kemiran ed	6841334	3203522	17,3
Selkämeri	Pome 235 Säppi koill	6834825	3201090	20,6
Selkämeri	Pome 276 Hylkiriutta lo	6849768	3196699	39
Selkämeri	Pran 310 Truutin Pauha	6781953	3191601	16,9
Selkämeri	Raum 385 Järvil luot	6792621	3199891	15,5
Selkämeri	Uki 150 Humalainen	6754477	3192466	16,1
Saaristomeri	Myla 315 Sikaluoto it	6733324	3216191	3,6
Saaristomeri	Nau 2361 Seili intens	6693371	3220923	50,6
Saaristomeri	Turm 135 Vappari	6703485	3242026	21
Saaristomeri	Turm 220 Rajakari	6706315	3230175	51,8
Saaristomeri	Turm 225 Airismaa it X/3	6699263	3226516	80,3
Saaristomeri	Turm 240 öljysatama	6712998	3233921	9,6
Saaristomeri	Turm 275 Isokask pohj	6713242	3230044	10
Suomenlahti	Auto-4 Flathällgrund 39	6665948	3387498	38
Suomenlahti	Bodön selkä 107	6668928	3376120	19
Suomenlahti	Emäsalonselkä 24	6691680	3423080	3,5
Suomenlahti	Katajaluoto 125	6666832	3382813	30
Suomenlahti	Knapperskär 147	6665283	3374132	29
Suomenlahti	UUS-10A Länsi-Tonttu 114	6664964	3395713	47
Suomenlahti	Vanhankaupunginselkä 4	6677718	3388894	4

**Taulukko 4.** Jääpeiteaineiston laadinnassa käytetyt mittauspisteet.

Merialue	Paikka	Lat	Long
Perämeri	SAAPASKARI	65,05333	25,17833
Perämeri	VÄLIMATALA	65,14000	24,64333
Selkämeri	ENSTEN	63,12667	21,20333
Selkämeri	NORRSKÄR	63,23333	20,60333
Selkämeri	RAUMA	61,12667	21,46000
Selkämeri	RAUMANMATALA	61,12667	21,06833
Saaristomeri	TURKU	60,43667	22,22333
Saaristomeri	UTÖ	59,78167	21,37333
Suomenlahti	HELSINKI	59,93300	24,91670
Suomenlahti	HARMAJA	60,10000	24,96670

## Liite 2. Vieraslajien ja levittäytyjien potentiaalisuudenarviointi ja arvioitavat lajit

Minkä tyyppiset lajit selviäisivät Itämeressä?

Mitkä voisivat olla potentiaalisia ryhmiä? Miksi tai miksi ei?

Lajit, jotka pärjäisivät, mutta eivät ole voineet levitä! (vieraslajit)

Lajit, jotka ovat tehokkaita levittäytyjiä! (levittäytyjät+vieraslajeista osa)

Lajit, joille ilmastonmuutokset antavat uuden mahdollisuuden (kaikki ryhmät):

- lämmintä suosivat
- makean/murtoveden lajit)

Muualle saapuneet vieraslajit ovat potentiaalisia myös meillä, jos ilmestyneet alueille, jotka alueemme kaltaisia (ei valtamerilajit yleensä, ei trooppiset lajit)

Potentiaaliset levittäytyjät ja runsastajat:

Lajit, joiden kanta runsastuu Pohjanmerellä tai Etelä-Itämerellä

Lajit, joiden lisääntyminen tulee mahdolliseksi Itämerellä ja mahdollisesti pohjoisempana

- A. Potentiaaliset, levittäytyvät tulokaslajit/(vieraslajit)
- B. Laivojen mukana kulkevat vieraslajit
- C. Viljelystä karanneet, sen mukana leviävät ja viljelyistukkaat, akvaariokalat (vieraslajeja)
- D. Kanavien aukaisun takia paremmat mahdollisuudet levittäytyä

Saapumisen ja asettumisen todennäköisyyttä voi arvioida antamalla ehdokkaille todennäköisyyksiä eri perustein. Esimerkiksi:

### 1. Mistä laji on lähtöisin:

Päiväntasaajan pohjoispuolelta	0,8
Päiväntasaajan eteläpuolella	0,1
Vienanmerellä	0,2

### 2. Lähtöolosuhteet Suomeen nähden

Samanlaiset	0,6
Erilaiset	0,3
hyvin erilaiset	0,1

### 3. Levittäytymiseen liittyvät lisääntymiskillat:

Meren pelaaginen mäti	0,1
Sisävesissä pelaaginen mäti	0,3
Kasvillisuuteen kuteva	0,5
Pohjalle kuteva	0,4
Pesän vartioija	0,8
Pelaagiset poikaset	0,8

### 4. Viljelyssä

muualla viljelyssä	0,4
--------------------	-----

Suomessa valtiolla viljelyssä	0,5
Suomessa yksityisillä viljelyssä	0,9

5. Siirtymiset:

Siirtynyt Suomen lähialueille	1
Siirtynyt moneen paikkaan	0,6
Siirtynyt johonkin	0,2

**Listaa mm. arvioitavista lajeista**

Tonnikala (A)

Miekkakala (A)

Kampelalajit (punakampela, silokampela, hietakampela, piikkikampela, kielikampelat?) (A,(B))

Turskakalat (kolja, seiti, ym.) (A)

Makrilli (A)

Keltit (A)

Paksuotsat (C) (Puolassa, Liettuaassa, Latviassa?)

Ruohokarppi (C)

*Clupeonella*-lajit (D)

*Neogobius* lajit, *N. fluviatilis*, *N. iljini*, *N. kessleri* (B,D) (Potentiaalisia lajeja useita, jo Puolassa ja Slova-kiassa)

Putkikuonotokko, *Proterorhinus marmoratus* (B,D) (Puolassa, Slovakiassa, Venäjällä ja Eestissä)

Rohmutokko, *Perccottus glenii* (C,B,D) (Venäjällä, Puolassa, Eestissä ym).

Sahasborra, *Pseudorasbora parva*, (C,D) (on jo Liettuaassa ja Latviassa)

Piikkimonnit, *Ictalurus punctatus*, *Ameirus melas*, (C,D)

Amurinkatkerokala, *Rhodeus sericeus* (C,D)

Imukarppi, *Catostomus catostomus*, (C,D)

Nelma, (C) (meillä valtion viljelyssä)

Kiisket, joita meillä ei ole (C,D).

Darters ?



## 6.1. Julkaisut, käsikirjoitukset ja tiedottaminen

Julkaiseminen, tiedottaminen ja niiden toteutuminen:

- Projektin kotisivu [www.rktl.fi/](http://www.rktl.fi/), minkä yhteydessä vieraskalalajilista.
- Urho, L. & Lehtonen, H. 2010. Sampikalat Suomessa. Suomen Kalastuslehti 6: 22–25.
- Lehtonen, H. & Urho, L. 2010. Sampia Suomen rannikkovesissä. Vapaa-ajan kalastaja 4:4.
- Urho, L., Pennanen, J.T. & Deinhardt, M. 2010. Hopearuutanan leviäminen estettävä. Suomen Kalastuslehti 8/2010:22–24.
- Ojajarju, J., Pennanen, J. ja Urho, L. 2010. Hopearuutana - uhka sisävesiemme kalastolle (Kalastaja 4/2010:50–51)
- Pekcan-Hekim, Z.; Urho, L.; Auvinen, H.; Raitaniemi, J.; Söderkultalahti, P.; Heikinheimo, O.; Lappalainen J. 2011. Climate warming and pikeperch year-class catches in the Northern Baltic Sea. *Ambio* 40(5):447-456.
- Urho, L. 2010. Minne ovat ahvenet kadonneet? *Metsästys ja Kalastus* 9/2010:32,3490.
- Urho, L. & Pennanen, J.T. 2011. Mustatäplätokko valloittaa rannikkovesiämme. Suomen Kalastuslehti 3: 18–20
- Urho, L. & Pennanen, J. 2011. Kusten invaderas av svartmunnad smörbult. *Fiskeritidskrift för Finland* 1/2011: 26–27.
- Urho, L. 2011. Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa. Loppuraportti. RKTL:n työraportteja 4/2011
- Urho, L. & Veneranta, L. Expansion in reproduction range of garfish, *Belone belone* (L.) in the northern Baltic Sea. (käsikirjoitus).
- Veneranta, L. & Urho, L. Spawning and hatching temperatures of whitefish (*Coregonus lavaretus*) in the Northern Baltic Sea. (käsikirjoitus valmisteilla)
- Urho, L. & Pennanen, J. Invasion and occurrence of the Prussian carp, *Carassius auratus* morpha *gibelio*, in Finland. (käsikirjoitus tekeillä).
- Artikkelin siian lisääntymisen yhteydestä rehevöitymiseen ja ilmastonmuutokseen (engl.) (käsikirjoitus tekeillä)

Toistaiseksi 5 esitelmää, 2 tiedotetta, 7 haastattelua toimittajille, 2 tiedotuslehtistä, 8 kalalajien tunnistamista helpottavaa kuvataulua, 4 ilmastonmuutokseen liittyviin työpajoihin osallistumista. ISTO-loppuseminaari tammikuussa 2011.

