

TAUSTAMUISTIO 1 lausuntoon kuhan alamitan muutosten vaikutuksista

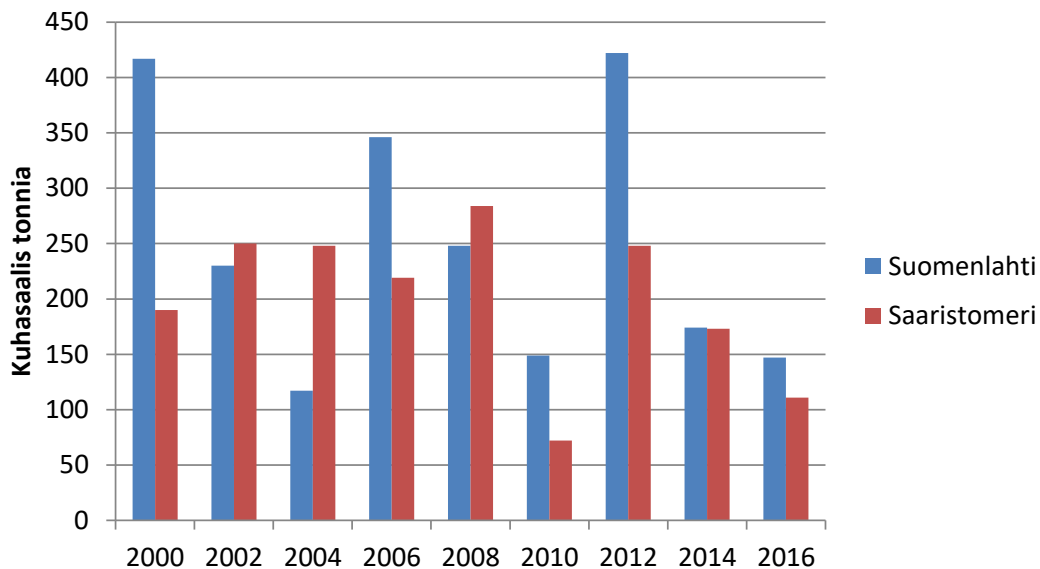
Vaikutukset kuhakantaan ja kuhasaaliisiin merialueella

1. Kalastus

Kaupallisen kalastuksen saaliita kalastajaryhmittäin ja viimeaikaista kehitystä saaliin markkinoinnissa on käsitelty erillisessä taustamuistiossa (Jari Setälä).

Vapaa-ajankalastuksen kuhasaaliit ovat vaihdelleet jaksolla 2000–2016, mihin ovat vaikuttaneet vuosiluokkien runsaudenvaihtelut (kuva 1). Vuonna 2016 olisi lämpimien vuosien 2010 ja 2011 vaikutuksen pitänyt näkyä kasvaneina saaliina, mutta molemmilla alueilla saaliit pienenevät vuoteen 2014 verrattuna. Todennäköisesti alamitan nostolla 42 senttiin on ollut huomattava vaikutus. Saaliiden putoaminen alamitan nostoa seuraavina vuosina oli odotettavissa, etenkin kun molemmilla alueilla kuhan kalastuskuolevuus on suuri. Lisäksi osa vapaa-ajankalastajista on voinut vähentää pyyntiään, koska alamittaisten osuus saaliissa on kasvanut uuden alamitan vuoksi.

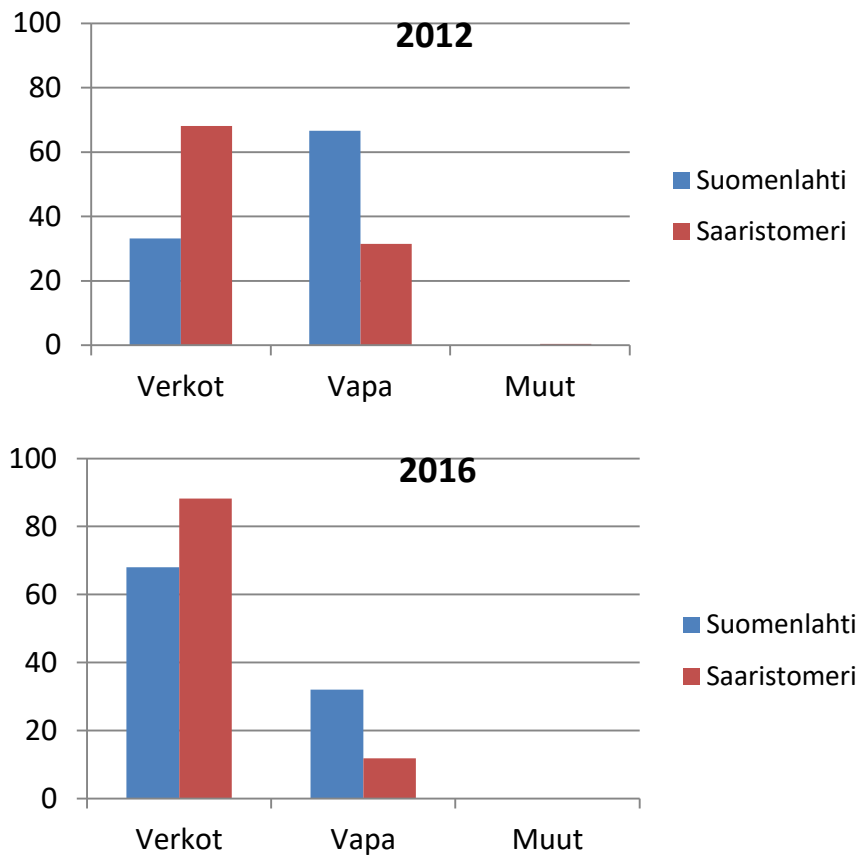
Saaliit voivat kuitenkin olla jossain määrin aliarvioituja, koska muualta tulevien vapakalastajien saaliit kirjautuvat tiedustelutuloksissa heidän pääasialliselle kalastusalueelleen. Lisäksi suuret luottamusvälit heikentävät valtakunnallisten vapaa-ajankalastustiedustelujen paikallisia saalisarvioita.



Kuva 1. Vapaa-ajankalastuksen kuhasaalis Suomenlahdella ja Saaristomerellä (sisältää tilastoruuudun 47 ja Ahvenanmaan) vuosina 2000–2016 (Luken tilastot). Vuonna 2010 oli vapaa-ajankalastustiedustelussa muista vuosista poikkeava otanta, mikä on voinut vaikuttaa saalisestimaatteihin.

Vapakalastuksen osuus saaliista on Suomenlahdella selvästi suurempi kuin Saaristomerellä. Vuonna 2012 vapasaalis oli Suomenlahdella noin kaksinkertainen verkkosaaliiseen verrattuna, Saaristomerellä päinvastoin vapasaalis oli noin puolet verkkosaaliista. Alamitan noustua 42 senttiin vuonna 2016 vapasaaliin osuus on pienentynyt kummallakin alueella huomattavasti, ja pääosa kuhasaaliista saatiin verkoilla (kuva 2). Muutos on ilmeinen, vaikkakin alue- ja pyydyskohtaisissa

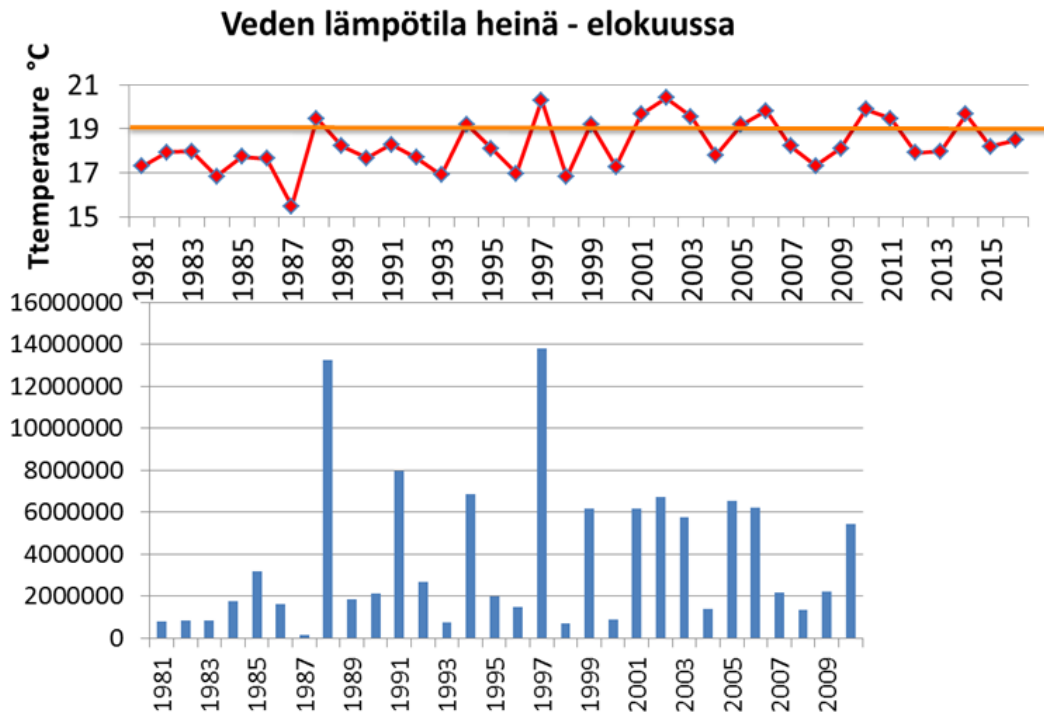
saaliissa on epävarmuutta pienen otannan vuoksi. Syynä on ilmeisesti erityisesti vapakalastuksen väheneminen, mutta pyyntiponnistustietoja ei ole saatavilla alueittain.



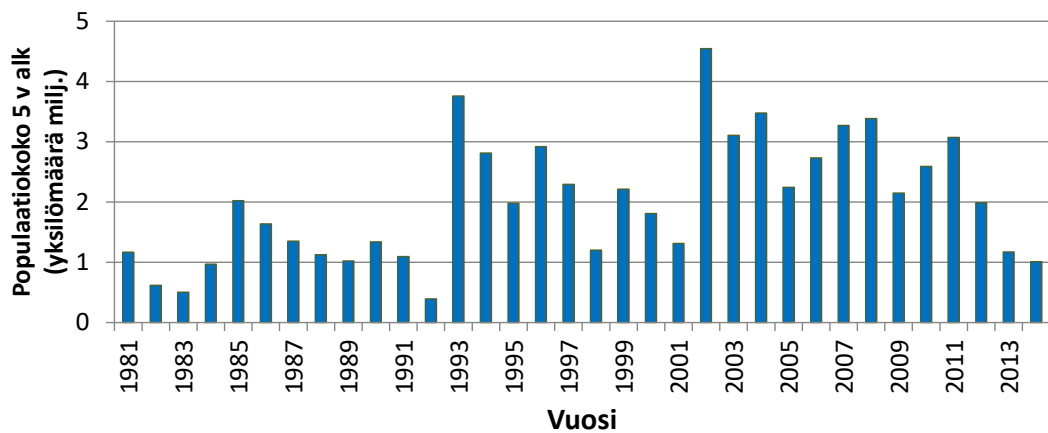
Kuva 2. Verkko- ja vapakalastuksen saalisosuudet prosentteina vapaa-ajankalastuksessa Suomenlahdella ja Saaristomerellä vuosina 2012 ja 2016 (Pentti Moilanen, Luke).

2. Kuhakannan tila

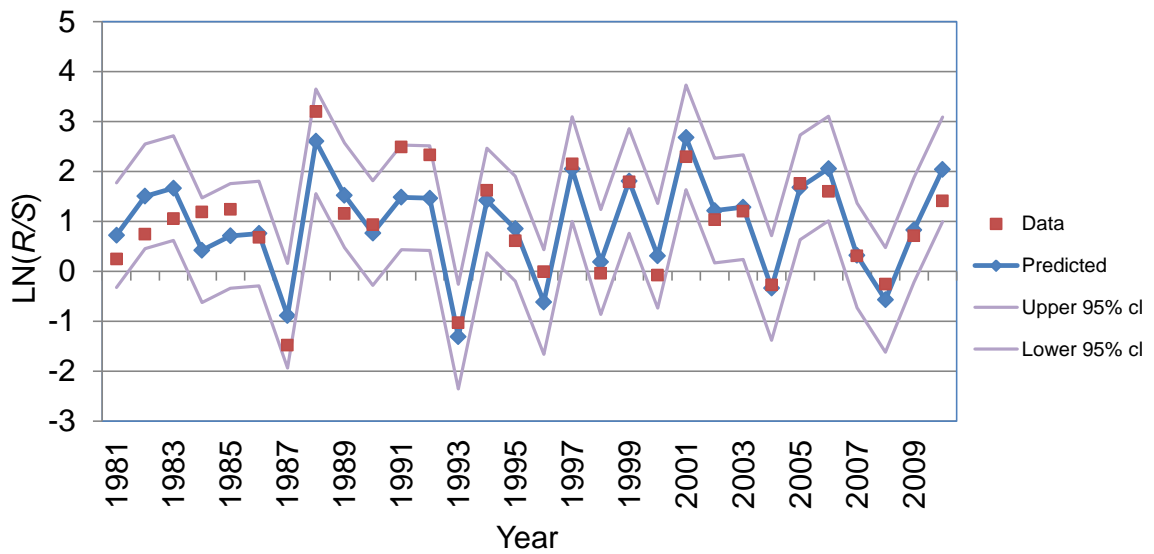
Kuhakannan runsaus riippuu ensisijaisesti syntyvien vuosiluokkien voimakkuudesta, mihin vaikuttaa eniten heinä-elokuun lämpötila. Saaristomerен tutkimustulosten mukaan myös kutukannan koko vaikuttaa siten, että keskimääräinen kutukanta tuottaa rekryyttejä parhaiten, kun taas hyvin tiheä kutukanta on rekryyttituottoa rajoittava tekijä. Kuhakannan kehityksessä 1981 alkaen erottuvat poikkeuksellisen voimakkaat vuosiluokat 1988 ja 1997 (kuvat 3 ja 4). Sittenmin 2000-luvulla on ollut aiemmasta poiketen peräkkäisiä hellekesiä, jotka ovat tuottaneet keskimääräisiä vuosiluokkia. Emokanta-rekryyttimallin ennuste on kuitenkin edelleen sopinut hyvin yhteen toteutuneiden vuosiluokkien voimakkuuksien kanssa (kuva 5).



Kuva 3. Kujan vuosiluokkien voimakkuus Saaristomerellä VPA- kanta-arvion mukaan verrattuna heinä-elokuun keskimääräisiin veden lämpötiloihin.



Kuva 4. Kujakannan koko Saaristomerellä VPA-kanta-arvion mukaan (≥ 5 -vuotiaat). Päivitys vuoden 2015 aineistolla.



Kuva 5. Saaristomeri: Lämpötilaan ja kutukannan kokoon perustuvan emokanta-rekryytti -mallin (Heikinheimo et al. 2014) ennuste (sininen käyrä) verrattuna kanta-arvion mukaisiin vuosiluokkavoimakkuuksiin (punaiset neliöt) ja 95 %:n luottamusväli malliennusteelle. Vuosiluokkien voimakkuudet suhteessa kutukannan kokoon ovat logaritimuodossa (rekryyttejä/kutukanta). 1980-luvun suuremmat poikkeavuudet aiheutuvat pääosin epävarmuuksista vapaa-ajankalastuksen saaliissa. Viimeisen vuosiluokan 2010 toteutunut voimakkuus on vielä epävarma.

Kalastettavan kuhakannan koko Saaristomerellä oli suurimmillaan 2000-luvun alussa. Peräkkäiset heikot vuosiluokat 2007–2009 ovat aiheuttaneet kannan pienenemisen vuodesta 2012 eteenpäin. Lämpimät kesät 2010 ja 2011 ovat todennäköisimmin tuottaneet keskimääräiset vuosiluokat, joista jälkimmäinen ei vielä näy 2015 datalla päivitetystä kanta-arviossa. Seuraavat kesät 2012–2013 olivat kylmiä, mikä on heikentänyt kuhasaaliita vuonna 2017 ja tulee vaikuttamaan myös vuoden 2018 saaliiseen. Edellytykset voimakkaan vuosiluokan syntymiselle vuonna 2014 ovat hyvät, koska kesä oli lämmin ja kutukannan koko pieni. Kun edeltävä ja seuraava kesä olivat kylmiä, viereiset vuosiluokat eivät ole rajoittaneet vuosiluokan 2014 runsautta.

Suomenlahdella on seurattu Vanhankaupunginlahden kuhakantaa keväisillä koetroolauksilla. Vuosiluokat 2005–2007 ovat olleet suhteellisen voimakkaita. Viime vuosien pyynnissä (2014–2017) vuosiluokka 2010 on ollut ylivoimaisesti vahvin ja muiden vuosiluokkien osuus saaliissa vähäinen.

3. Alamitan ja verkkojen solmuvälin (rekrytointi-ään) ja kalastuskuolevuuden vaikutus kalakannan ikärakenteeseen ja saaliiseen

Kalastuskuolevuus Saaristomerellä on suuri, 1990- ja 2000-luvulla 1,0 (yli 60 % vuodessa), 2000-luvun alussa jopa 1,7 (yli 80 % vuodessa). Viime vuosina kalastuskuolevuus näyttää alentuneen jonkin verran, ja saalis- ja pyyntiponnistustiedot viittaavat siihen, että alamittojen muuttuminen vuonna 2016 on vähentänyt kalastusta. Kuitenkin tilanne voi vaihdella alueittain.

Suomenlahdella kalastuskuolevuus on ollut jonkin verran alempi kuin Saaristomerellä, noin 0,8. Paikallisesti se voi olla kuitenkin suurempi. Suomenlahdella käytettävät suuremmat verkkojen solmuvälit lieventävät suuren kalastuskuolevuuden vaikutusta.

Kun kuhakannan vaihtelut ovat luontaisesti voimakkaat, suuri kalastuskuolevuus ja pieni alamitta kärjistävät saaliin vaihteluja, koska kalastettava kanta koostuu silloin vain muutamasta ikäryhmästä. Hyvät vuosiluokat kalastetaan nopeasti loppuun. Peräkkäiset heikot vuosiluokat johtavat saaliiden huomattavaan vähenemiseen ja ammattikalastuksen vaikeutumiseen.

Kun pääosin verkoilla tapahtuva kalastus valikoi koon mukaan nopeakasvaisimmat jo nuorina pois, kalastettavan populaation koostumus muuttuu siten, että hidaskasvuisten osuus kasvaa ja nopeakasvuisten osuus pienenee (ks. kuva 9 jäljempänä).

Saaristomeren pohjoisosassa (tilastoruutu 47, ICES-alue 30) on viime vuosina saatu kuhaa verkkokalastuksessa entistä pienemmällä, jopa 36–40 mm:n solmuväleillä (taulukko 1). Saalisnäytetietojen mukaan ruudulla 47 on kuhaa pyydetty vuosina 2013–2018 aiempaa enemmän 40- ja 42-millisillä verkoilla (käytännössä kuhan ja ahvenen sekapyyntiä), kun taas alueella 29 (tilastoruutu 52) pienin ja yleisin solmuväli on ollut 43 mm, mutta myös 45-millisiä verkkoja on käytetty. Pyyntiponnistus kokonaisuutena on jonkin verran pienentynyt Saaristomerellä (taulukko 1). Saaliin ikäjakaumassa pienempien solmuvälien käyttö näkyy siten, että ruudulla 47 jo 4-vuotiaat kuhat ovat merkittävästi kalastuksen kohteena, ja toisaalta 8-vuotiaita ja sitä vanhempia on enää vähän. Alueella 29 ja Suomenlahdella 5–8 -vuotiaat ovat runsaimmat ikäryhmät saaliissa (kuva 7). Saaristomeren ruudulla 52 ei ole tapahtunut solmuvälien pienentymistä kuhan pyynnissä, vaan pienten solmuvälien käyttö on vähäistä ja ennemminkin vähentynyt viime vuosina.

Suomenlahdella verkkosaalisnäytteet ovat olleet solmuväliltään 45–50-millisistä verkoista, harvoja näytteitä on saatu myös 55-millisistä verkoista. Eri solmuvälien saaliskoostumus on esitetty kuvassa 8.

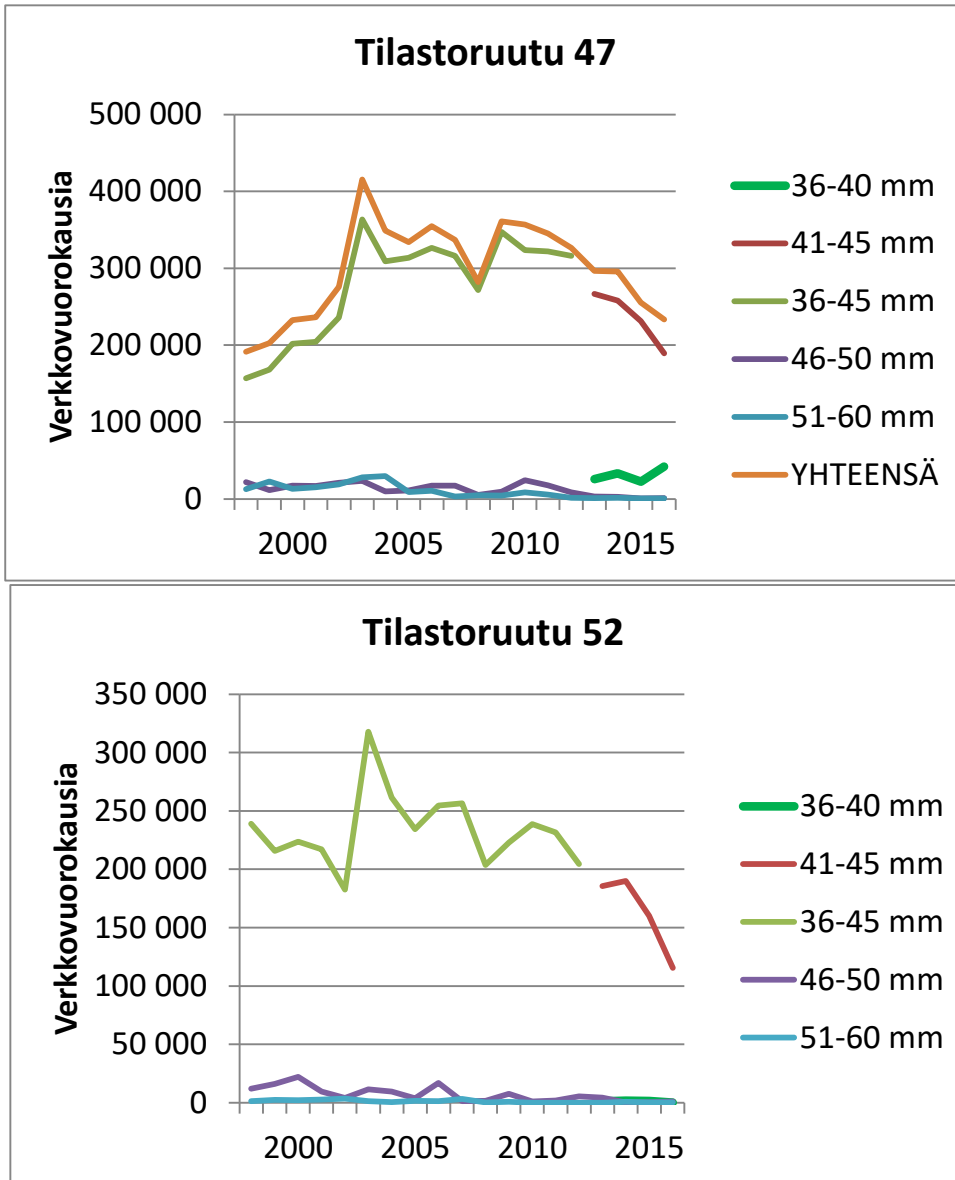
Taulukko 1. Pohjaverkkojen pyyntiponnistus (verkkovuorokausia) kuhan pyynnissä solmuväleittäin Saaristomeren ruuduilla 47 (pohjoinen Saaristomeri) ja 52 (eteläinen Saaristomeri) vuosina 2013–2016. Pyyntiponnistuksen laskentaan on otettu mukaan ne kalastajien kuukausikohtaiset saalisilmoitukset, joissa on raportoitu kuhasaalista (Luken tilastot).

Ruutu 47

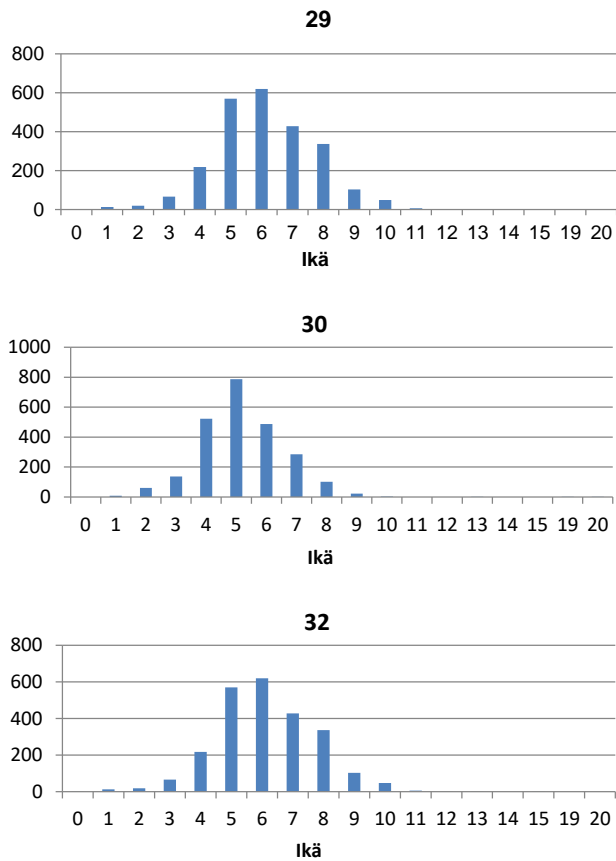
	2013	2014	2015	2016
Solmuväli				
36–40 mm	25 731	33 267	22 667	42 065
41–45 mm	266 484	257 903	231 380	189 407
46–50 mm	3 282	2 969	655	1 070
51–60 mm	1 024	1 442	709	695
Yhteensä	296 520	295 580	255 411	233 237
% 36–40 mm	8.7	11.3	8.9	18.0

Ruutu 52

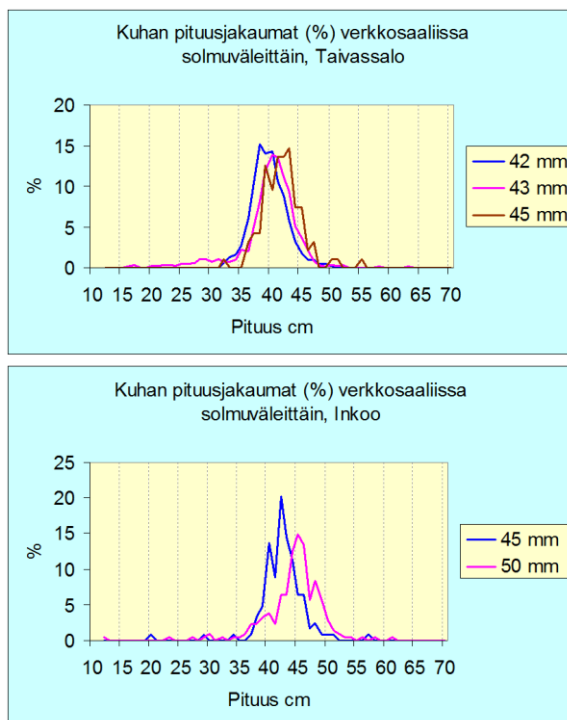
	2013	2014	2015	2016
Solmuväli				
36–40 mm	1 165	1 634	1 435	50
41–45 mm	185 583	189 951	160 008	115 562
46–50 mm	4 459	103	516	922
51–60 mm	5	760	291	335
Yhteensä	191 212	192 449	162 250	116 869
% 36–40 mm	0.6	0.8	0.9	0.0



Kuva 6. Verkkopyyntiponnistuksen kehitys solmuväleittäin kuhan pyynnissä vuosina 1998–2016 Saaristomeren ruuduilla 47 ja 52. Pyyntiponnistuksen laskentaan on otettu mukaan kalastajien kuukausikohtaiset saalisilmoitukset, joissa on raportoitu kuhasaalista. Luokka 36–45 mm on jaettu kahteen luokkaan vuodesta 2013 alkaen.



Kuva 7. Kujan ikäjakaumat verkkosaaliissa Saaristomerellä alueella 29 (tilastoruutu 52) ja alueella 30 (tilastoruutu 47) sekä Suomenlahdella (alue 32) vuosina 2013–2017.

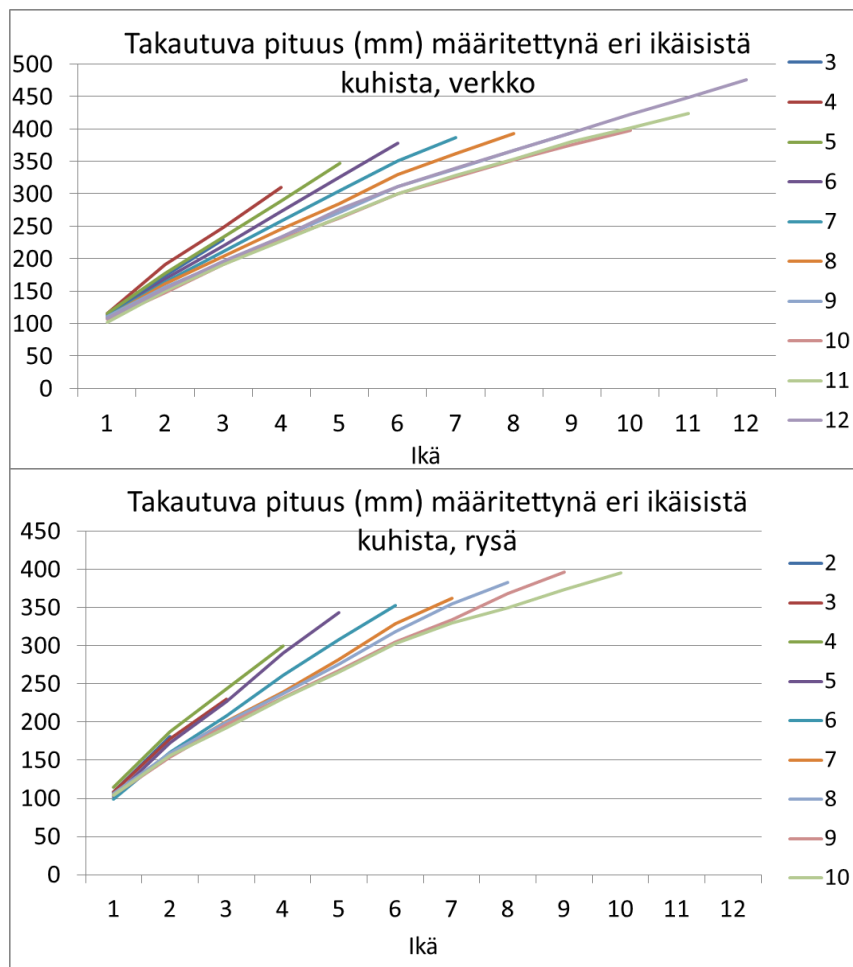


Kuva 8. Kujan pituusjakaumat verkkopyynnissä eri solmuväleissä (Setälä ym. 2003)

4. Kuhan kasvu ja pituusjakaumat saaliissa

4.1. Kalastuksen valikoiva vaikutus kasvuun

Valikoivalla kalastuksella on suuri vaikutus kuhapopulaation kokojakaumaan (kuva 9). Kuhan kasvussa on alun perin suuri hajonta, mutta nopeakasvuisimmat jäävät pyydyksiin sitä mukaa kun ne saavuttavat pyyntikoon. Tästä syystä kasvun voidaan helposti tulkita olevan hidasta, vaikka kysymyksessä on kalastuksen vaikutus. Kalastukseen rekrytoituminen tapahtuu Saaristomerellä osittain jo 4-vuotiaana, mutta jopa 10-vuotiaissa on vielä yksilöitä alle 37 cm:n alimitan. Kuvassa 9 on keskimääräinen kasvu pyynti-ian mukaan, mutta yksilökohtaisen kasvun hajonta on vieläkin suurempi (ks. kuvat 17–19 jäljempänä).



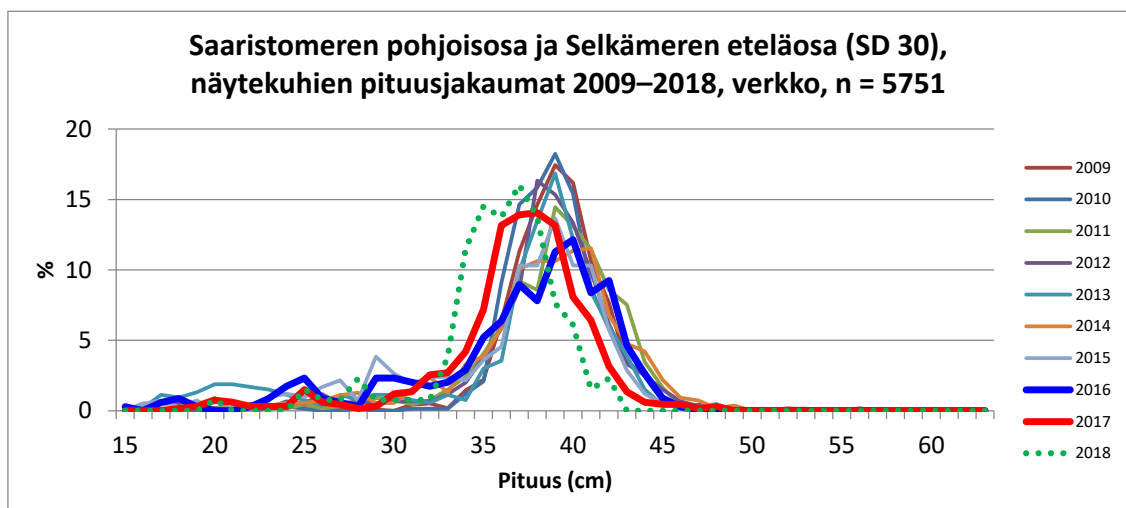
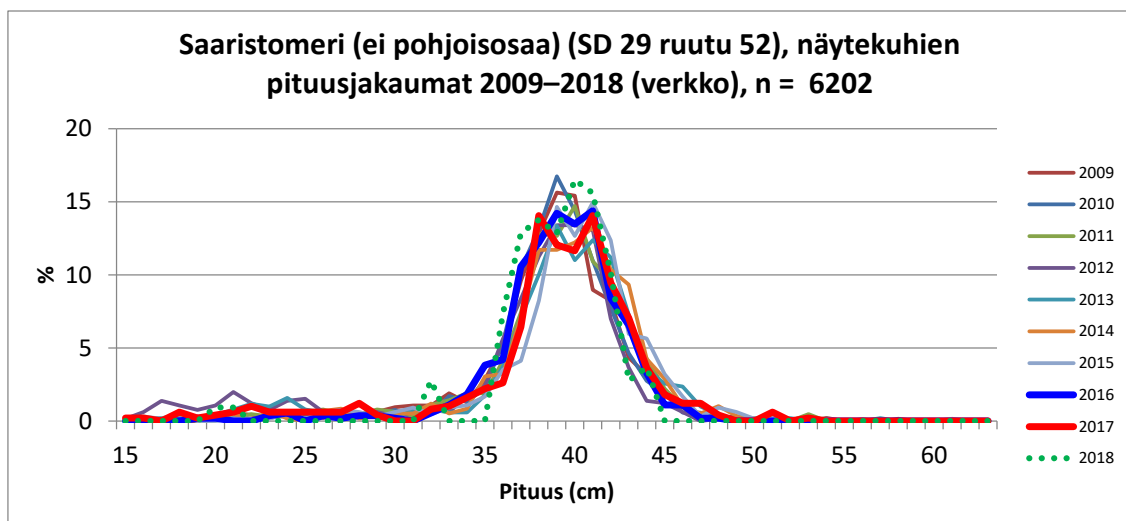
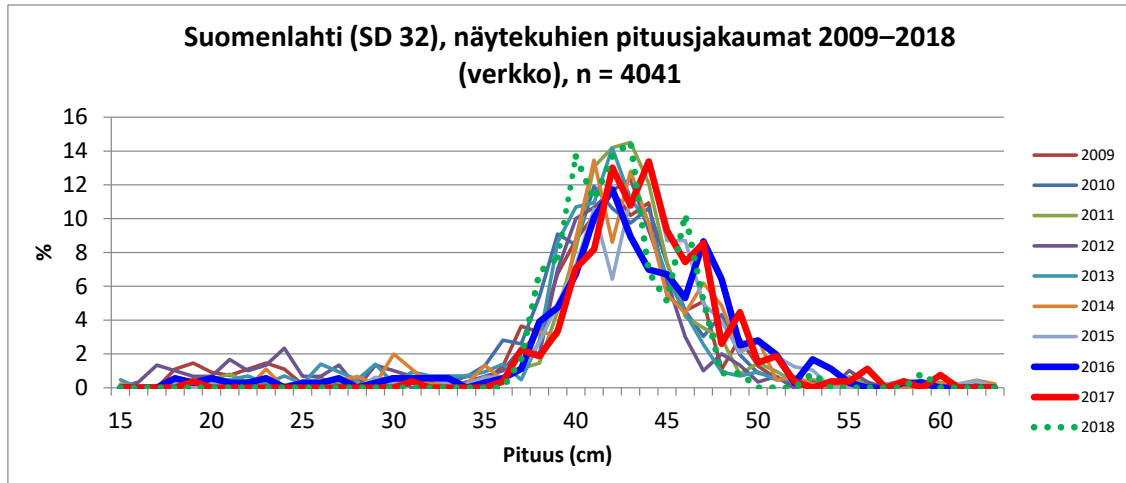
Kuva 9. Saaristomeri: Koon perusteella valikoiva kalastus kohdistuu nopeakasvuisimpiin yksilöihin jo nuorina (ylempi kuva, näyte verkkokalastuksen saaliista), jolloin niiden osuus populaatiossa vähenee (ks. alempi kuva, rysä valikoimattomana pyydyksenä edustaa parhaiten populaation koostumusta). Kun kalastuskuolevuus on suuri, vanhemmissa ikäryhmissä on jäljellä enää hidaskasvuisia yksilöitä. Eriväriset käyrät edustavat ikää, jossa kuha on pyydetty.

4.2. Kuhan pituusjakaumat rannikkoalueilla 2009–2018

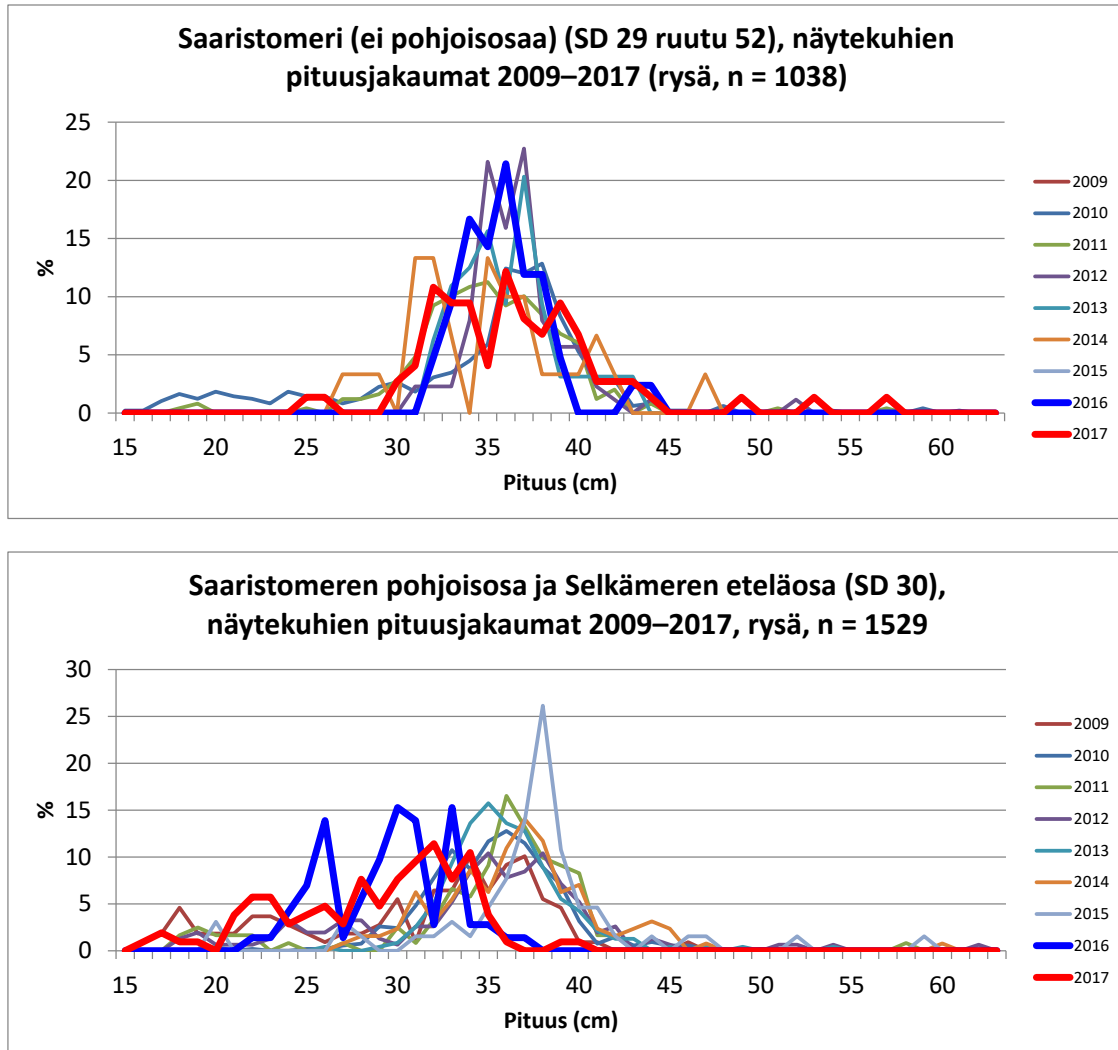
Satunnaisotoksin rannikon kaupallisten kalastajien saaliista kerätty kuhanäyteaineisto ilmentää kulloinkin pyynnissä olleen kuhakannan kokorakennetta. Vaikka pyynnissä käytetyt verkot ovat voimakkaasti valikoiva pyydys, pyydettyjen kuhien pituuden vaihtelusta saadaan silti piirteitä esiin. Keskimäärin suurimpia solmuvälejä on käytetty Suomenlahdella, pienimpiä Saaristomeren pohjoisosassa. Alamittaisena pyydyksiin jääneet kuhat on myös otettu näytteiksi, mm. antamaan tietoa pyyntiin tulossa olevista kuvavuosiluokista.

Näytekuhien pituusjakaumat Suomenlahdella ja Saaristomeren eteläisillä rannikkoalueilla (ruutu 52) olivat vuonna 2017 pitkäaikaisten keskiarvojen mukaisia ja vastaavat ko. solmuväleistä saatavan saaliin jakaumaa (kuva 8) Suomenlahdella pituusjakaumat vuosina 2016 ja 2017 olivat jopa hieman keskimääräistä isompiin yksilöihin painottuneet (kuva 10). Suomenlahdella 76 % näytekuhista oli vähintään 42-senttisiä vuonna 2017 ja Saaristomeren eteläisillä rannikkoalueilla keskimäärin 51 % oli vähintään 40-senttisiä ja 26 % vähintään 42-senttisiä. Kevättalven 2018 näytteissä osuudet olivat hieman pienempiä (taulukot 2 ja 3).

Saaristomeren pohjoisosassa (ICES-osa-alue 30, ruutu 47) sen sijaan kuhan pituusjakaumassa on tapahtunut vuoden 2017 ja kevättalven 2018 aikana siirtymä aiempia vuosia pienempiin yksilöihin (kuva 10), mikä selittyy ahvoneen kohdistetun pyynnin kasvulla ja sen myötä pienemmillä verkkojen solmuväleillä (vrt. kuva 8). Vuoden 2017 näytteissä vähintään 40-senttisten yksilöiden osuus oli pudonnut, toisin kuin eteläisemmissä ruuduissa, vuoden 2016 keskimääräisestä osuudesta (38 %) 21 prosenttiin ja kevättalvella 2018 edelleen 10 prosenttiin näytekuhista (taulukot 2 ja 3). Kevättalven 2018 näytteissä pohjoiselta Saaristomereltä jopa puolet näytekalosta oli alle 37 cm alamitan. Rysänäytteissä kalaa oli vähemmän ja tulokset hankalampia tulkita, mutta Saaristomeren pohjoisosan näytteessä näkyi kuitenkin sama ilmiö kuin verkkonäytteissä jo 2016 alkaen: pituusjakauma koostui aiempia vuosia pienemmistä kuhista (kuva 11). Rysänäytteet kuvaavat verkkonäytteitä paremmin muutoksia populaation rakenteessa.



Kuva 10. Kujan pituusjakaumat prosentiosuuksina verkkonäytteissä 2009–2018. Vuoden 2018 näytteeseen sisältyvät vain kevättalven 2018 aikana näytteiksi otetut yksilöt. Ylinä Suomenlahti, keskellä Saaristomeren eteläiset rannikkoalueet eli tilastoruutu 52 ja alinna Saaristomeren pohjoisosa (SD 30, lähinnä tilastoruutu 47). Myös käytettyjen verkkojen solmuväleistä pienimmät (43 mm ja osin 40 mm) olivat käytössä Saaristomeren pohjoisosassa.



Kuva 11. Kuhan pituusjakaumat prosenttiosuuksina rysänäytteissä Saaristomeren eteläisiltä rannikkoalueilta (yllä) sekä pohjoiselta Saaristomereltä ja Selkämeren eteläosasta (SD 30, tilastoruutu 47) 2009–2017. Näytteiksi otetaan myös alamittaiset, rysään jääneet kuhat.

Taulukko 2. Vähintään 37-, 40- ja 42-senttisten kuhien prosenttiosuudet vuosina 2009–2018 kaupallisen kalastuksen kuhaverkkosaaliista kerätyistä näytekaloista Suomenlahdella, Saaristomeren eteläisellä rannikkoalueella (ruutu 52) ja pohjoisella Saaristomerellä sekä Selkämeren eteläosassa 2009–2018: keskiarvo, minimi, maksimi sekä vuoden 2017 ja kevättalven 2018 osuudet.

	Suomenlahti		Saaristomeri et.		Saaristom pohj.	
	SD 32	N	SD 29 ruutu 52	N	SD 30	N
Vähintään 37 cm	%		%		%	
Keskiarvo 2009–2018	91	4 041	83	6 202	76	5 751
Min. 2009–2018	82	4 041	74	6 202	47	5 751
Max. 2009–2018	100	4 041	88	6 202	87	5 751
2017	99	269	84	498	62	669
2018 (vasta kevättalven näytteet)	100	117	88	109	47	131
Vähintään 40 cm	%		%		%	
Keskiarvo 2009–2018	81	4 041	49	6 202	37	5 751
Min. 2009–2018	70	4 041	41	6 202	10	5 751
Max. 2009–2018	91	4 041	59	6 202	47	5 751
2017	91	269	51	498	21	669
2018 (vasta kevättalven näytteet)	84	117	49	109	10	131
Vähintään 42 cm	%		%		%	
Keskiarvo 2009–2018	61	4 041	23	6 202	15	5 751
Min. 2009–2018	53	4 041	14	6 202	2	5 751
Max. 2009–2018	76	4 041	30	6 202	22	5 751
2017	76	269	26	498	6	669
2018 (vasta kevättalven näytteet)	59	117	17	109	2	131

Taulukko 3. Vähintään 37-, 40- ja 42-senttisten kuhien vuosittaiset prosenttiosuudet 2009–2018 kaupallisen kalastuksen kuhaverkkosaaliista kerätyistä näytekaloiista Suomenlahdella, Saaristomeren eteläisellä rannikkoalueella (ruutu 52) ja pohjoisella Saaristomerellä sekä Selkämeren eteläosassa. Näytekuhien lukumäärä kunakin vuonna kullakin alueella. Vuoden 2018 näytteissä on mukana vain kevättalven näytekalat.

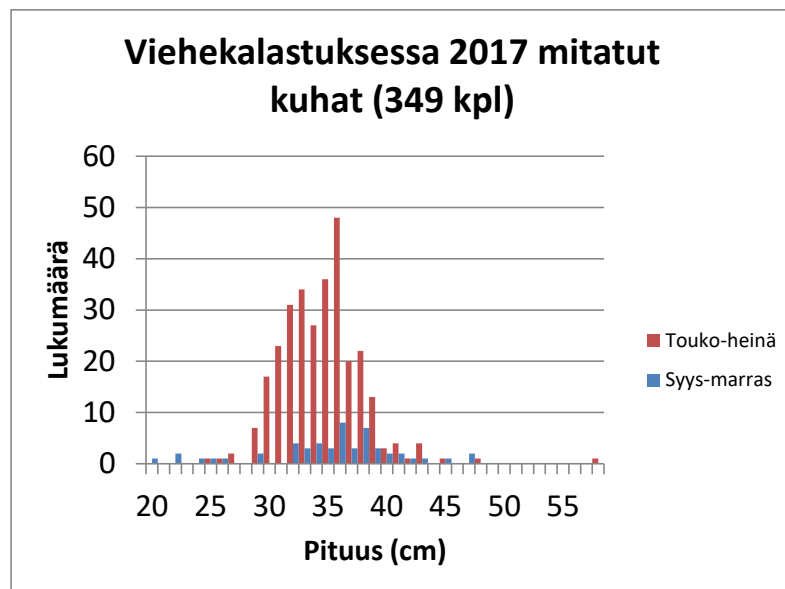
Vuosi	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2009-2018
Suomenlahti											
Kokoluokka	Prosenttiosuudet eri kokoluokissa										
≥ 37 cm	87.4	92.2	93.4	81.7	86.5	91.2	95.0	93.0	98.9	100.0	91.3
≥ 40 cm	73.8	75.1	86.3	70.3	74.7	82.6	86.3	83.2	91.4	83.8	80.5
≥ 42 cm	54.8	54.8	65.0	49.7	53.0	60.3	68.5	66.5	76.2	59.0	60.6
≥ 45 cm	22.0	23.8	24.2	16.3	17.9	29.1	37.7	38.8	39.0	23.9	27.0
Lukumäärä	549	462	620	300	430	453	483	358	269	117	4041
Saaristomeren eteläiset rannikkoalueet (tilastoruutu 52)											
Kokoluokka	Prosenttiosuudet eri kokoluokissa										
≥ 37 cm	81.5	84.6	83.2	73.7	82.9	86.1	86.4	85.8	83.7	88.1	83.1
≥ 40 cm	43.4	44.3	50.3	40.6	52.5	55.5	59.4	48.8	51.2	48.6	48.7
≥ 42 cm	19.0	18.9	24.7	14.2	29.1	30.1	31.8	20.9	25.5	16.5	22.9
≥ 45 cm	3.3	3.8	4.6	2.1	7.1	6.1	7.8	2.7	5.4	0.0	4.5
Lukumäärä	947	1057	632	657	509	589	655	549	498	109	6202
Saaristomeren pohjoisosa (etenkin tilastoruutu 47)											
Kokoluokka	Prosenttiosuudet eri kokoluokissa										
≥ 37 cm	86.5	86.4	79.2	78.5	73.2	74.5	66.4	66.2	62.0	47.3	76.0
≥ 40 cm	43.1	37.7	47.0	38.2	33.0	43.2	32.1	38.2	20.9	9.9	37.0
≥ 42 cm	16.3	13.6	22.4	15.0	12.4	20.3	11.5	17.6	6.4	2.3	14.8
≥ 45 cm	2.5	1.6	2.9	3.0	0.9	4.6	1.7	1.2	1.3	0.0	2.2
Lukumäärä	1175	669	664	600	534	546	417	346	669	131	5751

Viehekalastajien kalastuskirjanpito

Kalastuksesta kirjanpitoa vuonna 2017 pohjoisella Saaristomerellä pitäneiden viehekalastajien saaliskuhista 4 % ylitti vapaa-ajan kalastajien alamitan, 42 cm:

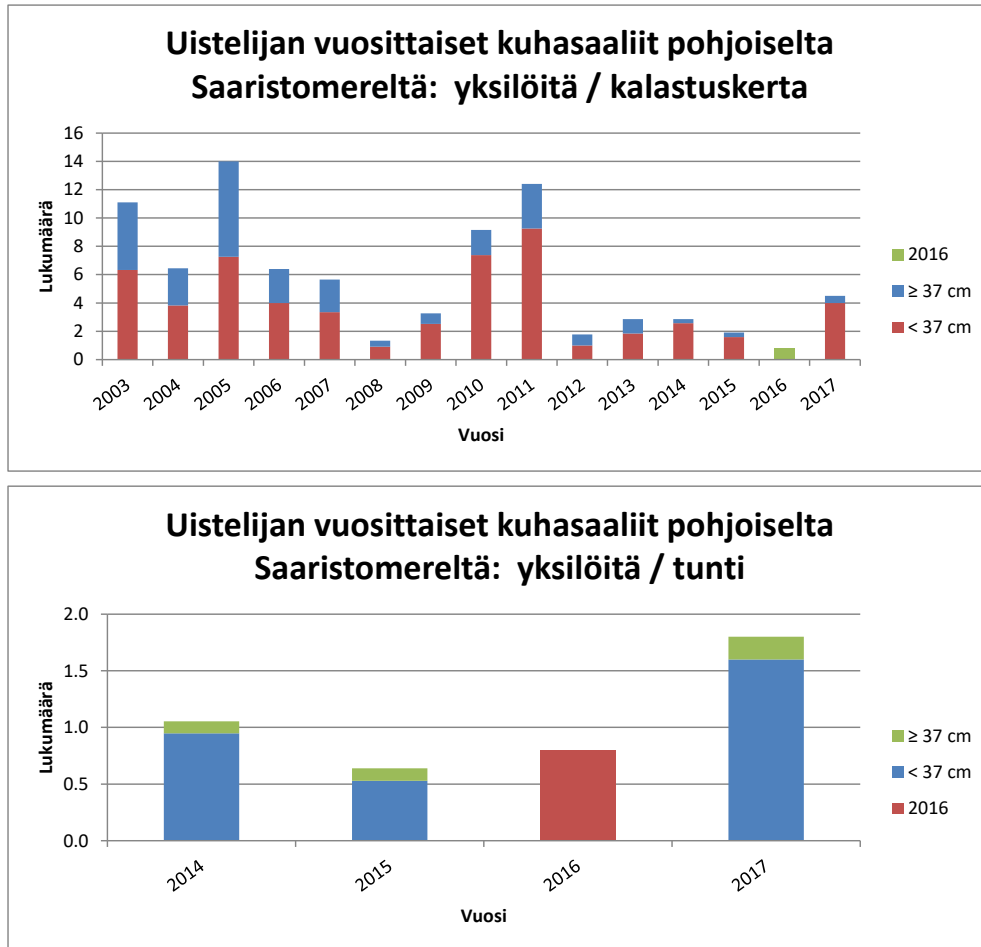
Kuhan pituus	Lukumäärä	Yli rajapituuden	Alle rajapituuden
	349	%	%
≥ 37 cm	92	26	74
≥ 40 cm	24	7	93
≥ 42 cm	13	4	96

Vieheillä pyydytyissä kaloissa (n = 349) eri kokoluokkia edustavien kuhien osuudet kuhakannassa lienevät lähempänä todellista pituusjakaumaa kuin hyvin valikoivassa verkkosaaliissa. Pohjoisen Saaristomeren viehekuhasaaliissa oli runsaimmin 30–37-senttisiä kuhia (kuva 12), mikä vastaa edellä esitettyä rysäsaaliin pituusjakaumaa.



Kuva 12. Vapaa-ajan kalastajien pohjoiselta Saaristomereltä 2017 jigillä saamien kuhien (n = 349) pituusjakauma.

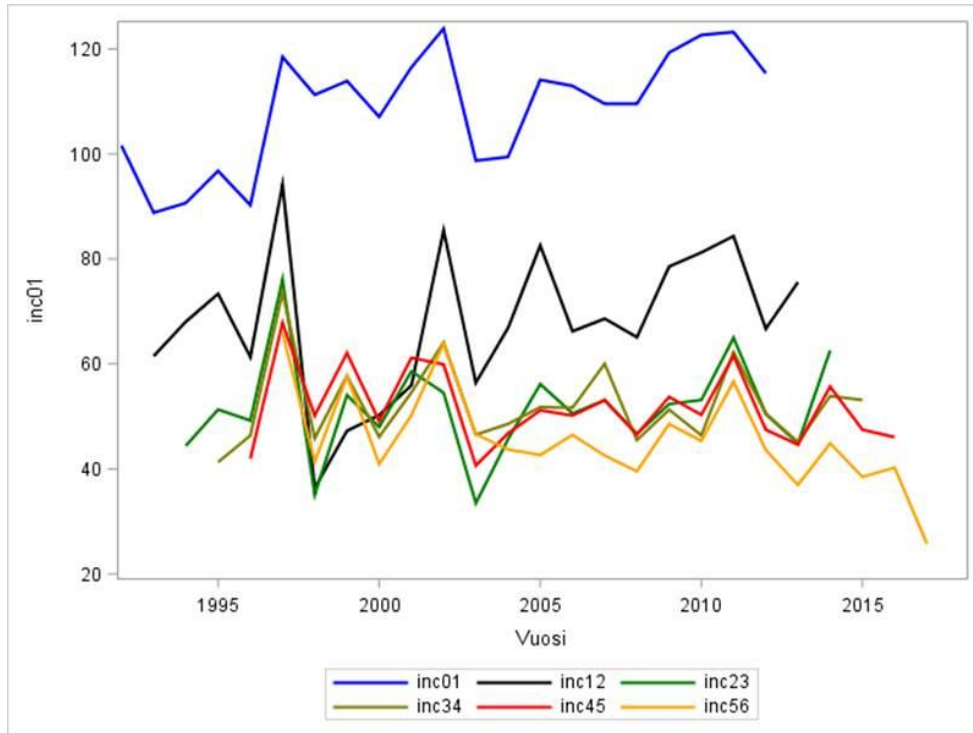
Yksi em. viehekalastajista antoi monivuotisen uistelukirjanpitonsa tutkimuksen käytettäväksi. Vuodesta 2003 alkavassa aikasarjassa alkoi vuonna 2012 keskimäärin edeltäviä vuosia heikompi jakso, vaikka vuosikohtaisten uistelukertojen määrä pysyi vuosina 2011–2013 ennallaan, 18–20 kerrassa. Aikasarjan loppua kohden uistelukertojen määrä väheni ja oli vuonna 2016 seitsemän ja vuonna 2017 vain kaksi kertaa. 2010-luvulla yli 37-senttisten saaliskuhien määrä on ollut pieni 2000-lukuun verrattuna (kuva 13).



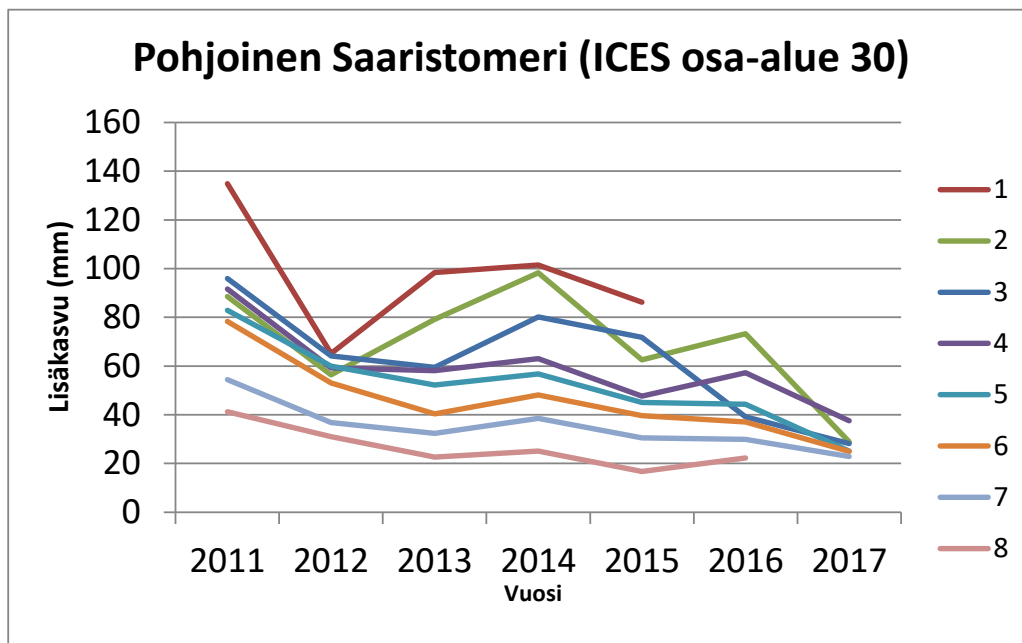
Kuva 13. Viehekalastajan kalastuskirjanpito pohjoiselta Saaristomereltä (lähinnä Pohjankylän alue Velkualla/Naantalissa) vuosilta 2003–2017. Kuhasaaliit kalastuskertaa kohden (yllä) ja viimeisimmiltä vuosilta myös kalastustuntia kohden (alla). Saaliit eriteltiin kirjanpidossa kahteen ryhmään: alamittaiset ja määrämittaiset (eli 37 cm mitan täyttävät). Kun alamitta nousi vuonna 2016, siltä vuodelta ei ole tietoa erikseen alle ja yli 37-senttisten kuhien määristä.

4. 3. Lämpötilan vaikutus kuhan kasvuun

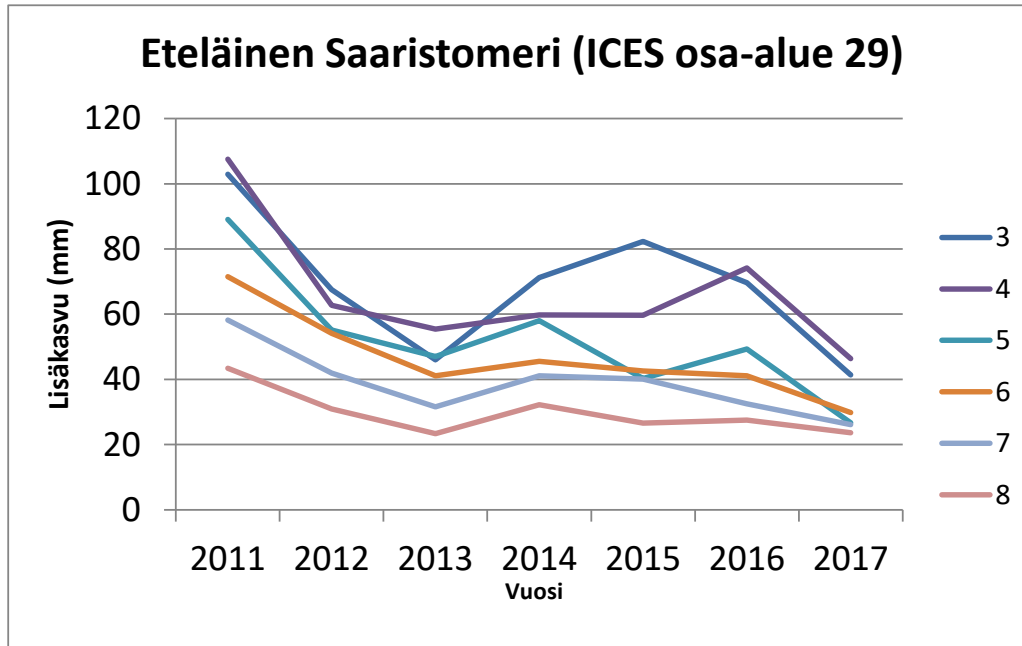
Kuhan kasvu on vaihdellut vuodesta vuoteen, tärkeimpänä vaikuttajana lämpötila: lämpiminä kesinä kuhat kasvavat enemmän kuin viileinä kesinä (kuva 14). Tyypillisesti pituuden lisäys on suurin parina ensimmäisenä kesänä ja on sen jälkeen useana vuonna noin 4–6 cm vuodessa (kuva 14). 2010-luvulla paras kasvuvuosi on toistaiseksi ollut vuosi 2011, jolloin syksyllä saatuihin yksilöihin painottuneissa aineistoissa vielä 5. ja 6. kasvukaudenkin keskimääräinen pituuden lisäys saattoi olla jopa 8 cm (kuvat 15 ja 16). Heikoimman kasvun vuosi oli viileä kasvukausi 2017, jolloin vastaava keskimääräinen syksyllä saaliiksi saatujen yksilöiden pituuden lisäys oli 2–3 cm (kuvat 15 ja 16, vuodelta 2017 on käytettävissä toistaiseksi vain syksyn iänmäärittystietoja). Syksyn saaliskaloissa on mukana edellisen kesän aikana pyyntikokoon kasvaneita yksilöitä, mikä nostaa keskipituutta verrattuna erityisesti keväällä pyydettyjen yksilöiden keskimääräisiin pituuden lisäyksiin.



Kuva 14. Saaristomeren (ruudut 47 ja 52) näytekuhat kaupallisesta verkkosaaliista: Eri ikäisten kuhien keskimääräinen, vuosittainen pituuden lisäys (mm) ikäryhmittäin. Esim. inc01 = ensimmäisen kesän kasvu millimetreinä, inc12 = toisen kesän kasvu millimetreinä, inc23 = kolmannen vuoden pituuden lisäys.



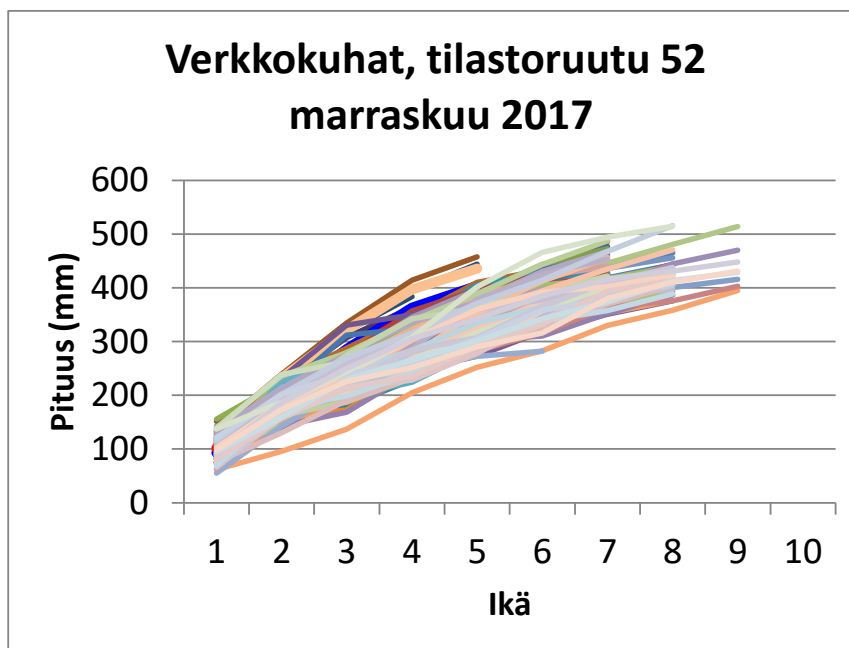
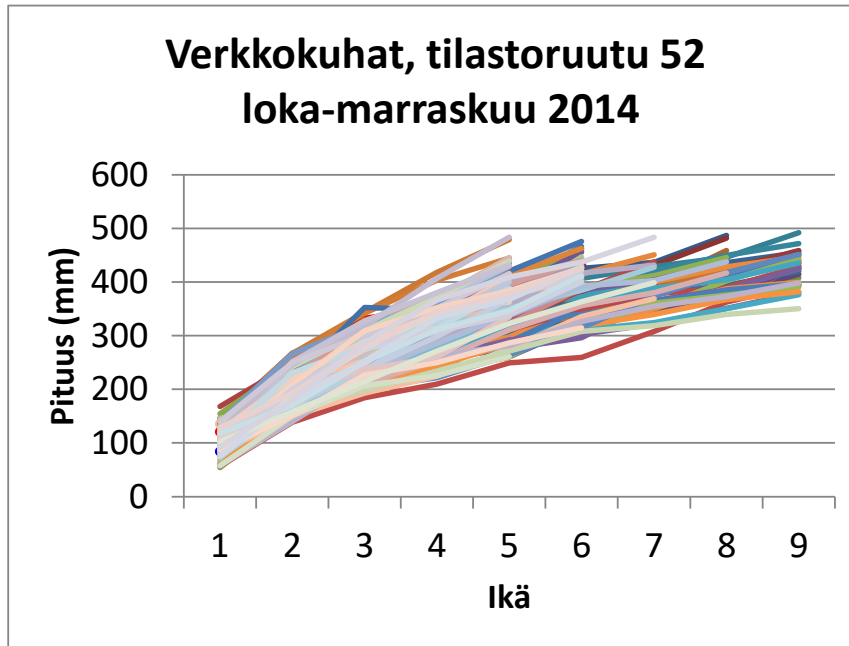
Kuva 15. Pohjoisen Saaristomerren (lähinnä ruutu 47) näytekuhat kaupallisesta verkkosaaliista: Eri-ikäisten kuhien keskimääräinen pituuden lisäys (mm) kasvukaudella (1–8. kasvukausi) ikäryhmittäin 2011–2017. Tarkasteltu aineisto on painottunut syksyllä saaliiksi tulleisiin yksilöihin.



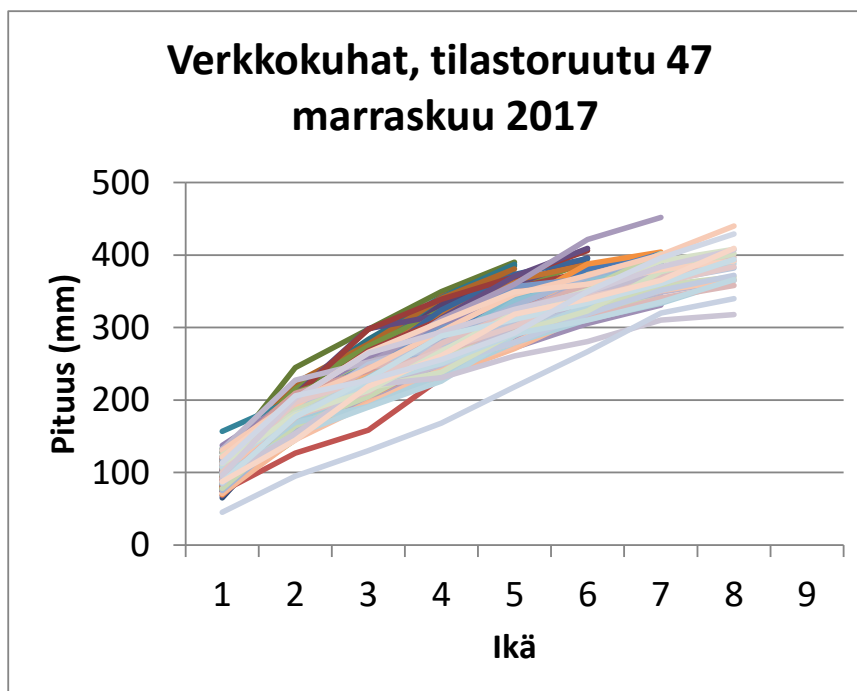
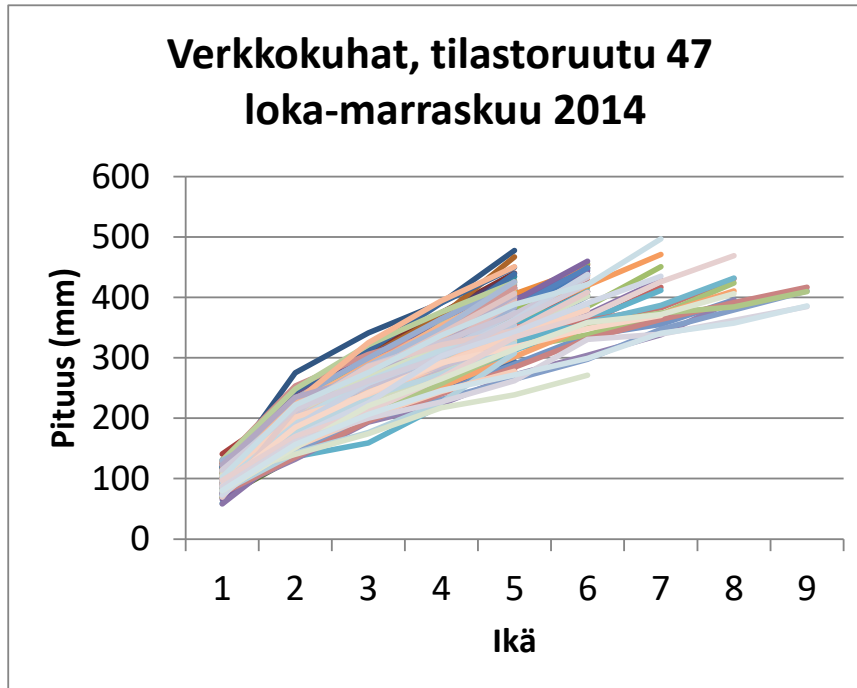
Kuva 16. Saaristomeren eteläisten rannikkoalueiden (lähinnä ruutu 52) näytekuhat kaupallisesta verkkosaaliista: Eri ikäisten kuhien keskimääräinen pituuden lisäys (mm) kasvukaudella (1–8. kasvukausi) ikäryhmittäin 2011–2017. Tarkasteltu aineisto on painottunut syksyllä saaliiksi tulleisiin yksilöihin.

Kaupallisten kalastajien verkkokuhista otetuista syysnäytteissä vuosilta 2014 ja 2017 on havaittavissa, että Saaristomeren eteläisillä rannikkoalueilla nopeakasvuisimmat kuhat näyttävät saavuttavan 40 cm pituuden neljäntenä kasvukautenaan. Tavallisimmin ne tulevat tähän kokoon 5–8-vuotiaina (kuva 17). Hidaskasvuisestakin kannan osasta suurin osa saavuttanee 40 cm mitan noin 12 vuodessa. Myös vuonna 2017 nopeakasvuisimmat yksilöt saavuttivat 40 cm pituuden neljäntenä kasvukautenaan, vaikka hidaskasvuisimmat olivat 4-vuotiaina vasta runsaan 20 cm mittaisia (kuva 17).

Pohjoisella Saaristomerellä kasvukäyrät näyttivät vuoden 2014 näytteissä melko samanlaisilta kuin etelämpänä, vaikka aivan yhtä nopeakasvuisia yksilöitä ei näytteessä ole kuin etelässä, mutta vuonna 2017 nopeakasvuisimmat ja suurelta osin muutkin yksilöt näyttävät leikkautuneen jo pois kannasta 37–40 cm mittaisina (kuva 18). Tämä sopii hyvin yhteen kalastajien kokeman pyyntikokoisen kuhan vähyyden kanssa – aiempia vuosia harvempiin pyyntikokoisiin kuhiin on kohdistunut voimakas kalastuspaine, ja viileän vuoden hidastama kasvu on edelleen pahentanut tilannetta.



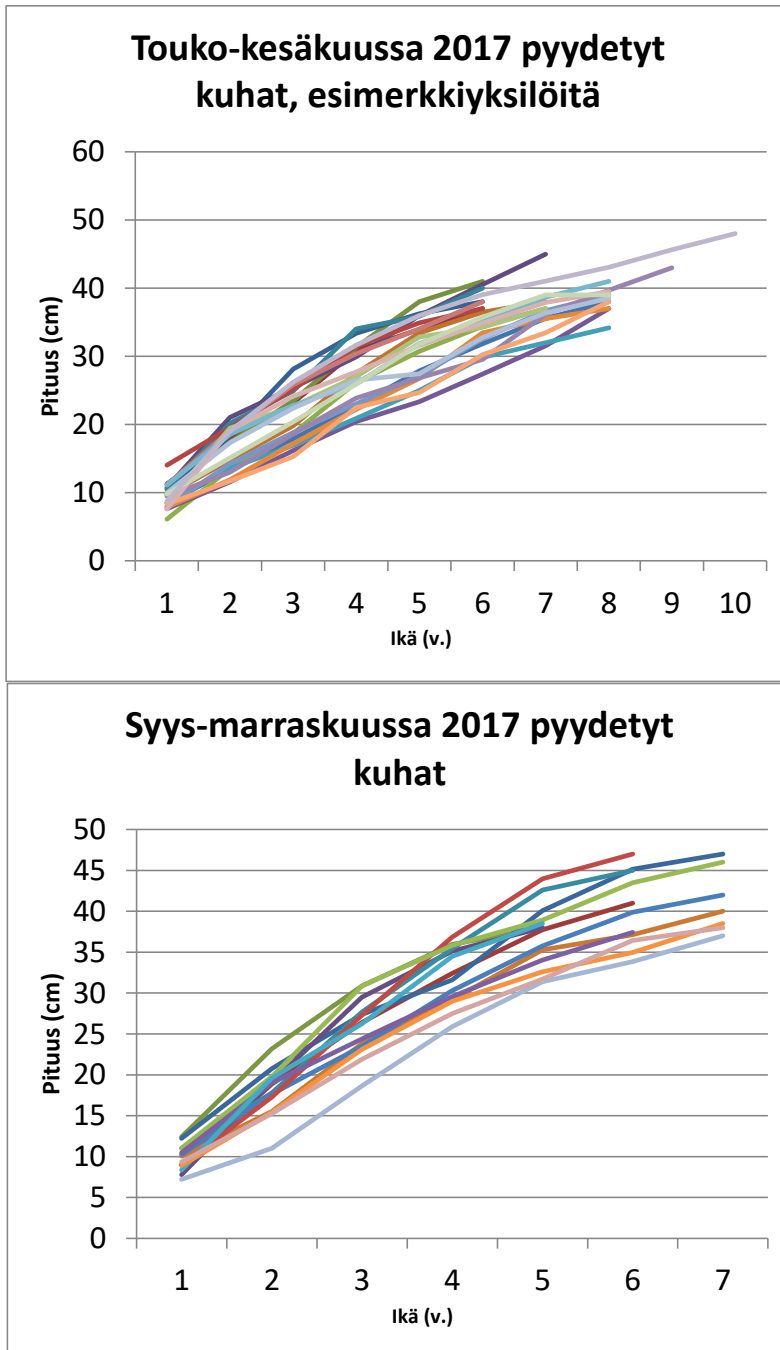
Kuva 17. Kaupallisten kalastajien loka-marraskuun verkkonäytekuhien yksilölliset kasvukäyrät Saaristomeren eteläisellä rannikkoalueella (tilastoruutu 52) vuosina 2014 ja 2017.



Kuva 18. Kaupallisten kalastajien loka-marraskuun verkkonäytekuhien yksilölliset kasvukäyrät pohjoisella Saaristomerellä (tilastoruutu 47) vuosina 2014 ja 2017.

Vapaa-ajan kalastajien jigisaaliistaan ottamista suomunäytteistä 66 yksilön näytteet oli otettu touko-kesäkuussa ja 14 yksilön näytteet syys-marraskuussa 2017. Kevään ja syksyn näytekalojen yksilökasvut poikkesivat selvästi toisistaan (kuva 19), oletettuna syynä se, että keväällä pyydetään usein keskimäärin vanhempia vuosiluokkia kuin seuraavana syksynä, jolloin pyyntikokoon on kasvanut joukko yksilöitä, jotka vielä keväällä olivat alamittaisia. Vanhemmista vuosiluokista nopeakasvuisin osa on pyydetty jo aiempina vuosina, minkä vuoksi niiden keskipituudet ovat ikään

nähdn pienempiä kuin syksyn saaliskaloilla. Kun syksyn näytekuhista 21 % oli saavuttanut 40 cm pituuden viidentenä kesänään, 46 % kuudentena kesänään ja yli puolet seitsemäntenä kesänään, kevään näytekuhat olivat korkeammasta iästään huolimatta pääsääntöisesti alle 40-senttisiä. Niissä eniten yli 40-senttisiä yksilöitä oli 7-vuotiaissa, 21 %.



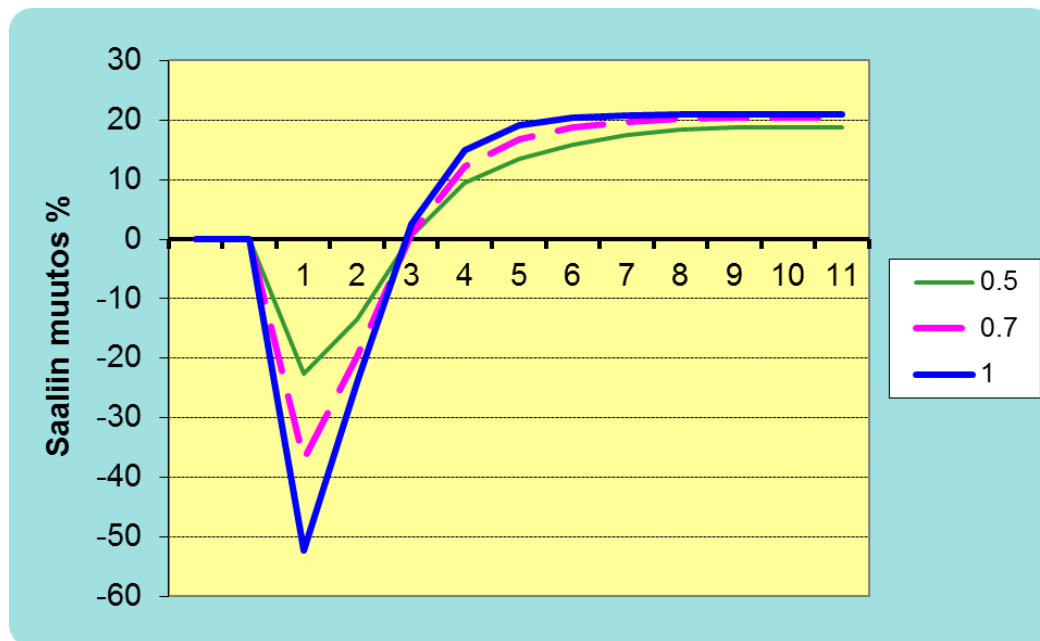
Kuva 19. Kujan suomusta takautuvasti määritettyjä yksilöllisiä kasvuja pohjoiselta Saaristomereltä touko-kesäkuussa (yllä, vuosiluokat 2007–2011, $n = 22$) ja syys-marraskuussa (alla, vuosiluokat 2011–2013, $n = 14$) jigillä pyydetyistä kuhista. Syksyllä pyydetyillä yksilöillä myös kesän 2017 kasvu on sisällytetty kuvaan, joten kaikilla yksilöillä käyrän loppupiste näyttää yksilön pyyntipituuden.

5. Alamitan noston vaikutukset kaupallisten kalastajien saaliiseen

Saaristomeri: Kuhan alamitan noston vaikutus kalastajien saaliiseen riippuu suuresti kalastuskuolevuudesta. Mitä suurempi kuolevuus, sitä syvempi pudotus aiheutuu kalastajien saaliisiin alamitan muutosta seuraavina parina vuonna (kuva 20). Sen jälkeen saalis nousee entistä korkeammalle tasolle, kalastus kohdistuu keskimäärin vanhempiin yksilöihin kuin ennen, ja saalis koostuu aiempaa useammista ikäryhmistä. Hidas- ja nopeakasvuisten yksilöiden määrät populaatiossa vaikuttavat, koska hidaskasvuisilta kuluu useampia vuosia kasvaa uuteen alamittaan. Myös suurempi luonnollinen kuolevuus syventäisi saaliskuoppaa hieman.

Tämän oletetun tasapainotilanteen mukaan on laskettu julkaisuissa Setälä ym. 2003, Heikinheimo ym. 2006 saaliin menetyksen nettohyötyarvo, kun hetkellinen kalastuskuolevuus on 1, ja laskelman mukaan 50 % saaliin alenemisen aiheuttama taloudellinen menetys korvautuisi kasvaneiden saaliiden ansiosta noin 8 vuodessa.

Käytännössä kuitenkin vuosiluokkien runsaus ei ole vakio, kuten mallinnuksessa oli oletuksena, vaan vaihtelee suuresti. Jäljempänä on pyritty simuloimaan nykytilannetta sen perusteella, mitä voidaan olettaa lähivuosina pyyntiin tulevista vuosiluokista.



Kuva 20. Kujan verkkosaaliin kehitys alamitan nostoa 37 cm => 40 cm seuraavina vuosina Saaristomerellä mallinnuksen mukaan (malli Setälä ym. 2003), olettaen että vuosiluokkien voimakkuus on vakio, ja riippuvuus pyynnin voimakkuudesta (hetkellinen kalastuskuolevuus $F = 0,5 - 1$)

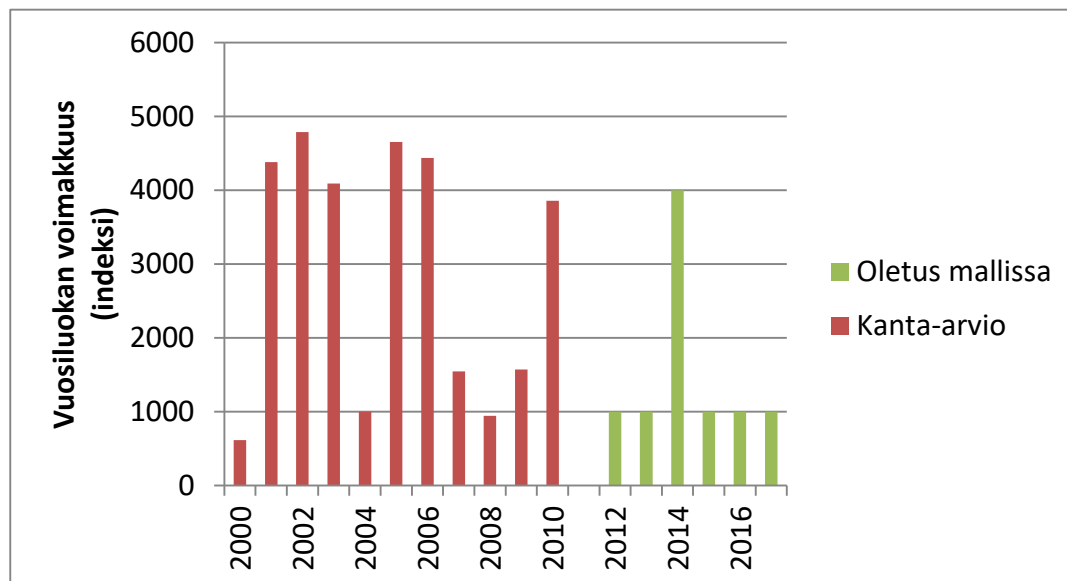
Alamitan noston yhteydessä on myös verkkojen solmuvälit säädettävä vastaamaan uutta alamittaa, ja näin on oletettu mallinnuksessa. Muuten alamitan muutoksella ei ole juurikaan vaikutusta, koska verkoista vapautetut alamittaiset kumat selviytyvät harvoin hengissä. Vuoden 2016 alusta tapahtunut kujan alamitan muutos 37:stä 42 senttiin muille kuin I luokan kaupallisille kalastajille Saaristomerellä on käytännössä vaikuttanut vain vapakalastajien saaliiseen, koska verkkojen solmuvälisuosituksia ei ole muutettu. Kun vapaa-ajankalastuksen saalis on suunnilleen samaa

luokkaa kuin ammattikalastuksen saalis, ja jos oletetaan vapakalastuksen olleen ennen alamitan muutosta noin puolet tästä, uusi alamitta on voinut vaikuttaa korkeintaan noin neljänneksen verran ko. kokoluokkien kalastuskuolevuuteen. Ilmeisesti kuitenkin vapakalastuksen pyyntiponnistus on pienentynyt, eli suuren alamittaisten määrän vuoksi osa vapaa-ajan kalastajista lienee luopunut pyynnistä kokonaan.

Myös Suomenlahdella on vapakalastuksen osuus vapaa-ajan pyynnistä pienentynyt, vaikka useilla kalastusalueilla on ennestään ollut 40 sentin alamitta voimassa, joten alamitan muutos vuonna 2016 on ollut vain 2 senttiä.

Mallinnustuloksia Saaristomerén tilanteesta

Alamitan voimaantulo vuoden vaikutusta I-luokan kaupallisten kalastajien verkkosaaliiseen Saaristomerellä tutkittiin käyttämällä kuhan populaatiomallia (Setälä ym. 2003, Heikinheimo et al. 2006). Oletuksena on heinä-elokuun lämpötilojen mukaisesti, että vuosiluokat 2012 ja 2013 ovat heikkoja, 2014 keskivahva (noin vuosien 2005–2006 tasoa, mallissa nelinkertainen heikkoihin vuosiluokkiin verrattuna), ja 2015–2017 heikkoja (kuva 21, vrt. kuva 3). Mallissa on kolme kasvuluokkaa, hidas-, keski- ja nopeakasvuiset, ja kasvun vaikutusta voidaan mallintaa muuttamalla näiden luokkien osuuksia kalastukseen rekrytoituvassa kannassa. Vapakalastuksen osuus on oletettu vähäiseksi, joten tilanne vastaa nykyhetkeä. Alamittaisten osuutta saaliissa ei ole vähennetty kokonaissaaliista.



Kuva 21. Mallissa oletetut vuosiluokkavoimakkuudet (2014 indeksi 4000, kaikki muut vuosiluokat indeksi 1000) arvioituna karkeasti heinä-elokuun keskilämpötilojen mukaan ja vertailu kanta-arvion mukaiseen tilanteeseen 2000–2010. Vuosiluokan 2011 voimakkuus ei ole vielä tiedossa.

Mallinnuksessa on kalastuskuolevuutena (F) käytetty arvoa 1, joka vastaa Saaristomerén tilannetta pitkällä aikavälillä. Mallinnus tehtiin myös käyttämällä alemmaa kalastuskuolevuutta (0,7) vuodesta 2016 alkaen, jolloin kalastus on saattanut vähentyä muita kuin I ryhmän kaupallisia kalastajia koskevien alamittamuutosten vuoksi. Kalastuskuolevuudessa voi olla kuitenkin aluekohtaisia eroja.

Muut oletukset olivat Setälän ym. (2003) mukaiset. Luonnollisen kuolevuuden arvona käytettiin arvoa 0,2 kokoluokalle $n. \leq 500$ g ja arvoa 0,1 tätä suuremmille kuhille. Mallilla tehtiin kuitenkin simuloituja myös suuremmalla luonnollisella kuolevuudella.

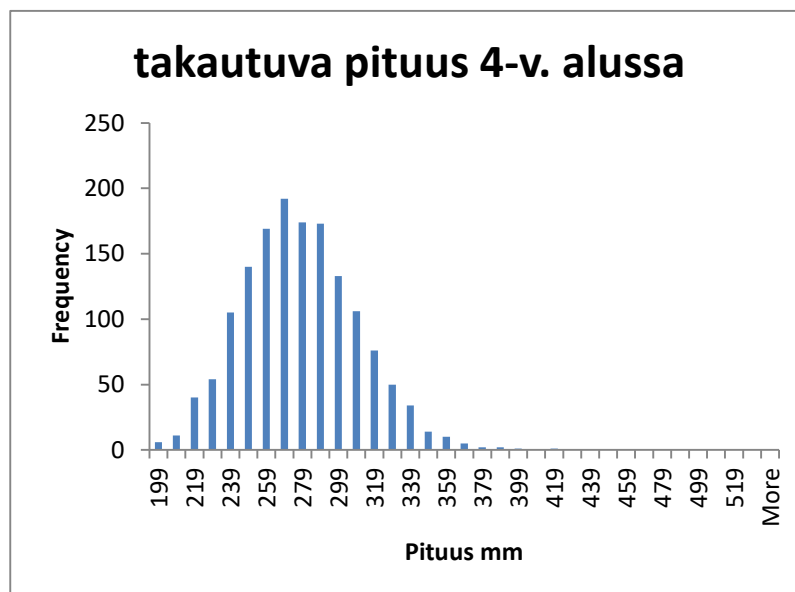
Mallissa käytettiin kolmea erilaista kasvuvaihtoehtoa (tilanne vuosiluokan rekrytoituessa kalastukseen):

Keskimääräinen kasvu: 25 % populaatiosta hidaskasvuisia, 50 % keskikasvuisia, 25 % nopeakasvuisia

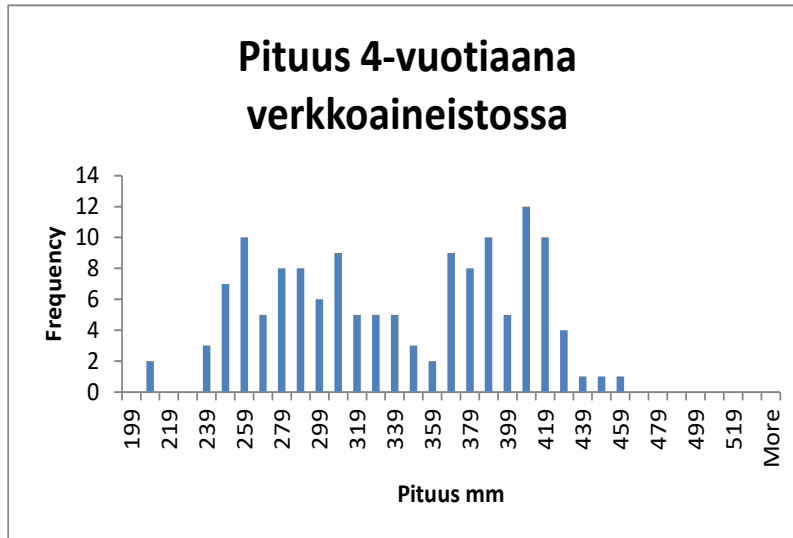
Hidas kasvu: 50 % hidaskasvuisia, 25 % keskikasvuisia, 25 % nopeakasvuisia

Hyvin hidas kasvu: 50 % hidaskasvuisia, 40 % keskikasvuisia, 10 % nopeakasvuisia.

Näyteaineisto osoittaa, että nopeakasvuisia kuhia on valikoivasta kalastuksesta huolimatta edelleen populaatiossa jäljellä, kun tarkastellaan ikäryhmiä ennen rekrytoitumista kalastukseen. Esimerkiksi vuoden 2017 syksyllä verkkosaalisnäytteessä vuosiluokan 2014 yksilöissä oli 3. ikävuoden lopulla osa 36–38 -senttisiä (2 yksilöä 12:sta), ja osa taas 25–29-senttisiä, keskiarvo 28 senttiä. Pituudet eivät kuitenkaan poikkea vastaavan ikäisten pituusjakaumasta 2000-luvun aineistossa, vaikka vertailujaksolla oli useita lämpimiä kesiä, mutta 2015–2017 kesät olivat viileitä (kuvat 22 ja 23). Toisaalta kuhan kasvun on todettu riippuvan myös kannan tiheydestä, joka oli 2000-luvulla suuri, mutta vuosiluokan 2014 aikana se on tuskin ollut rajoittava tekijä. Kaksihuippuisuus kuvassa 23 (alla, verkkoaineisto) verkkosaaliin pituusjakaumasta johtuu eroista keväällä ja loppuvuonna pyydettyjen pituuksissa. Mallissa käytetty keskimääräinen kasvu vastaa 2000-luvun takautuvien pituuksien osoittamaa tilannetta.

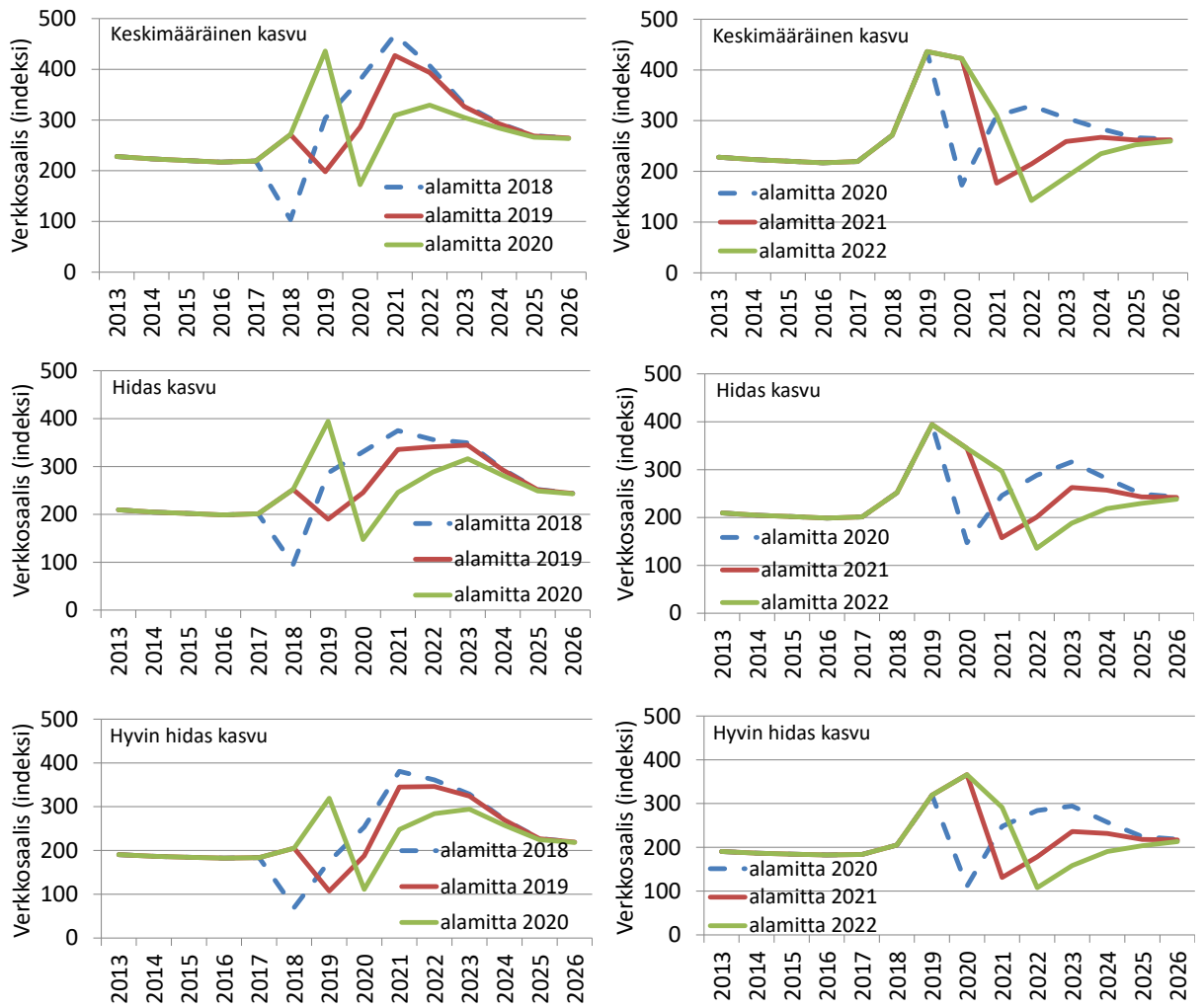


Kuva 22. Saaristomeren kuhan takautuvasti määritetty pituus neljännen ikävuoden alussa vuosien 2000-2010 aineistossa.

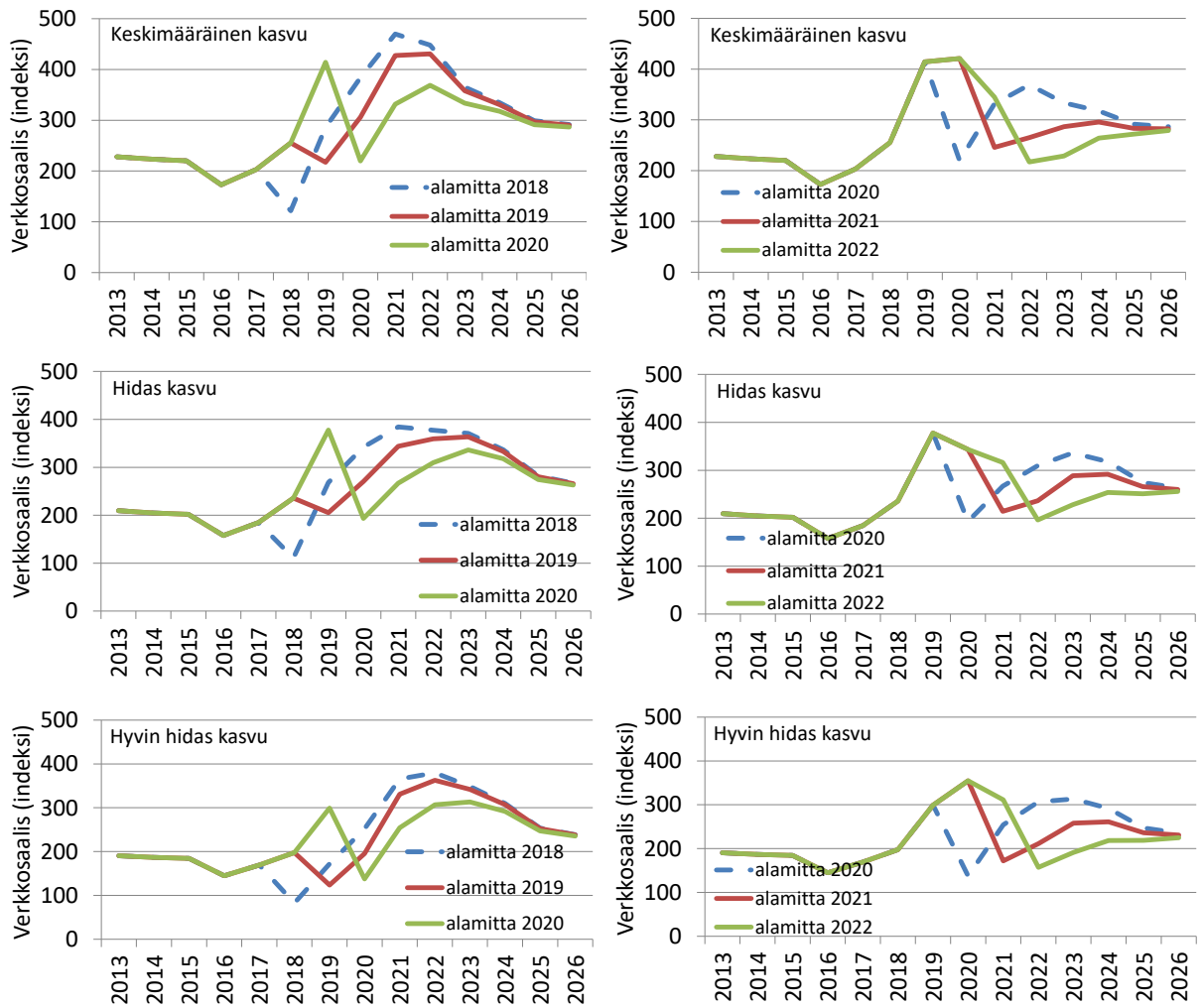


Kuva 23. Saaristomeren kuhan pituus 4-vuotiaana verkkosaaliissa vuosina 2000 - 2010. Verrattaessa takautuvasti määritettyihin pituuksiin edellisessä kuvassa on otettava huomioon, että tässä ovat mukana myös loppuvuonna pyydetyt, jolloin kasvua on tapahtunut vuoden mittaan.

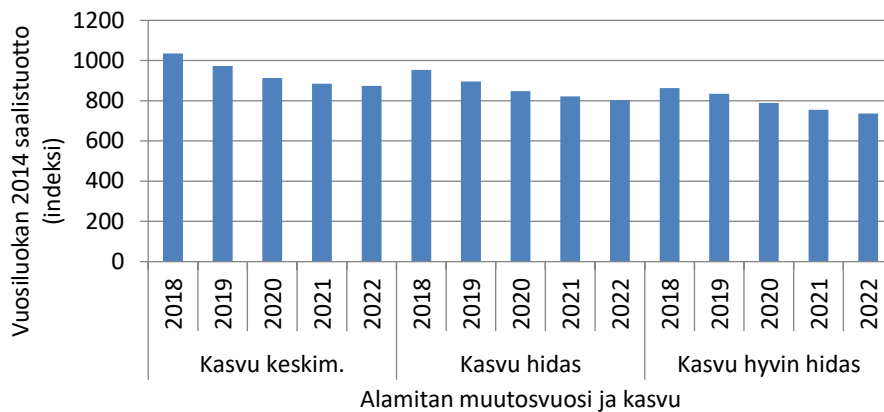
Mallinnustulosten mukaan alamitan noston ajankohta ei vaikuta kovin paljon vuosiluokasta 2014 saatavaan saalistuottoon. Jonkin verran suurempia saaliita saataisiin, jos alamitan nosto tapahtuisi vuonna 2019 (kuva 26). Vaikutus on kuitenkin huomattava saaliin jakautumiseen eri vuosille (kuva 24). Kalastuskuolevuuden pieneneminen vuonna 2016, mikäli se on tapahtunut, aiheuttaisi jonkin verran suuremmat saaliit ja vähemmän kärjistetyt saaliin vaihtelut (kuva 25). Myös kalastuskuolevuuden aleneminen aiheuttaa ensin saaliskuopan ja sen jälkeen saaliiden nousun entistä korkeammalle tasolle. Suurempi luonnollinen kuolevuus (0,2 yli 500 g:n kuhilla, alkuperäinen oletus 0,1) taas aiheuttaisi kautta linjan jonkin verran pienemmät saaliit ja pienemmän saaliin kasvun alamitan muutoksen jälkeen (kuva 27). Mallinnukset edustavat keskimääräistä tilannetta, mutta aineistot viittaavat siihen, että kalastuskuolevuudessa ja pyynnin kohdistumisessa voi olla suuriakin eroja Saaristomeren eri osissa. Pohjoisella Saaristomerellä (ruutu 47) alamitan muutoksen vaikutukset lienevät mallinnuksen tuloksia kärjistetyimmät, eteläisellä Saaristomerellä taas lievemät.



Kuva 24 . Kujan verkkosaalis Saaristomerellä vaihtoehdoisilla kasvuoletuksilla ja alamitan muutosajankohdilla. Kalastuskuolevuuden taso on 1 (hetkellinen kalastuskuolevuus) eli pyyntiponnistuksen oletetaan pysyneen entisellä tasolla. Vuosiluokka 2014 on oletettu vahvaksi ja kaikki muut heikoiksi. Kasvuvaihtoehdot: ks. teksti.



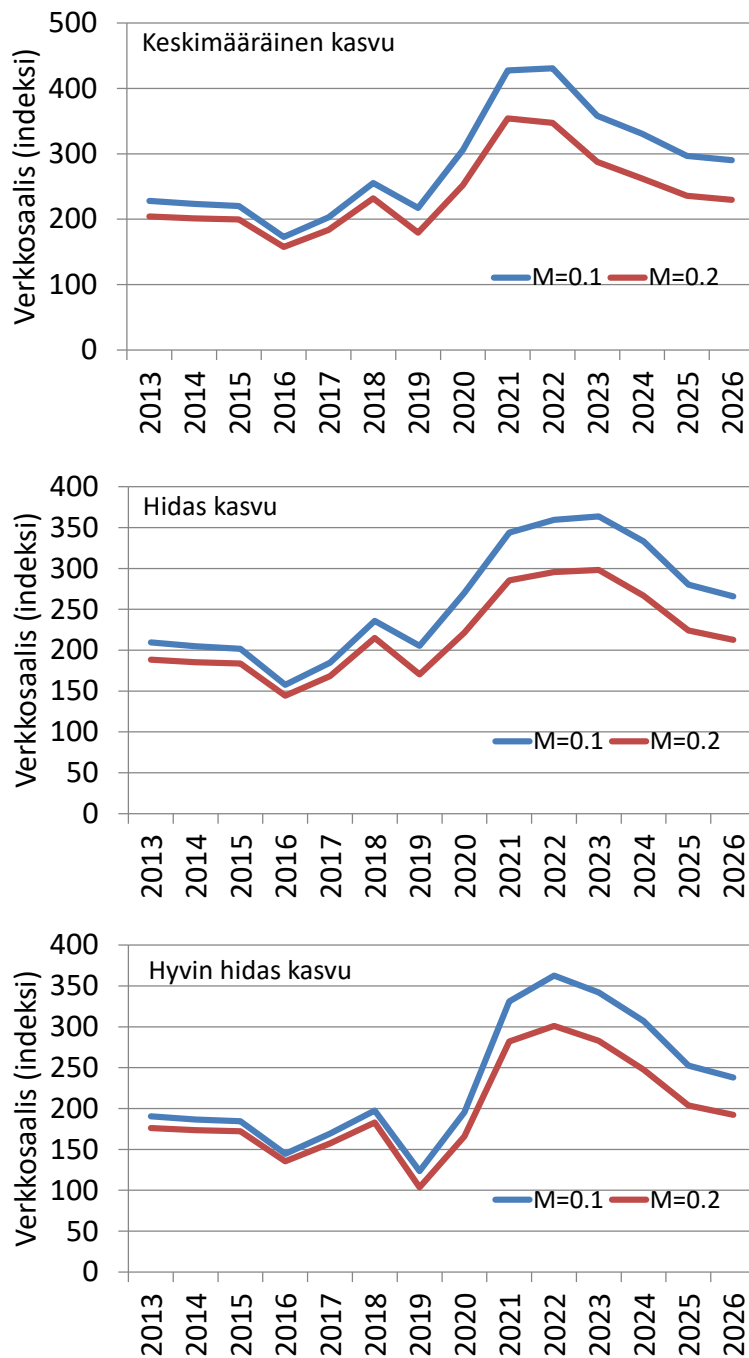
Kuva 25 . Kuhan verkkosaalis Saaristomerellä vaihtoehdoisilla kasvuoletuksilla ja alamitan muutosajankohdilla. Kalastuskuolevuuden on oletettu alentuneen $1 >> 0,7$ (hetkellinen kalastuskuolevuus) vuonna 2016. Vuosiluokka 2014 on oletettu vahvaksi ja kaikki muut heikoiksi. Kasvuvaihtoehdot: ks. teksti.



Kuva 26. Alamitan muutosajankohdan ja kuhan kasvun vaikutus vuosiluokasta 2014 saatavaan verkkosaaliiseen Saaristomerellä. Oletuksena on, että kalastuskuolevuus ei ole pienentynyt (hetkellinen kalastuskuolevuus $F=1$). Jos $F=0,7$, olisivat saaliit kaikilla vaihtoehdoilla vähän suuremmat, mutta suhteellisesti tilanne olisi samanlainen.

Tähänastiset havainnot vuosiluokan 2014 runsaudesta näyteaineistoissa

Vuosiluokka 2014 oli Saaristomeren vuoden 2017 näyteaineistossa 3-vuotiaita ja pääosin alamittaisina pyydyksiin jääneitä yksilöitä. Siltä osin kun kaupallisten kalastajien saalisaineistosta on määritetty yksilöiden iät, 3-vuotiaiden osuus näytekuhista oli vielä hyvin pieni, eikä sen pohjalta voi vielä vahvistaa tai kumota vuosiluokan runsautta kuhakannoissa. Saaristomeren eteläisten rannikkoalueiden näytteissä vuosiluokka 2014 erottui pienestä näytemäärästä huolimatta lähivuosis isompana ryhmänä, pohjoisen Saaristomeren näytteissä puolestaan ei erottunut. Rysänäytteiden alamittaisissa yksilöissä ja viehekalastajien saaliissa esiin tulleissa alamittaisissa yksilöissä tämän vuosiluokan merkittävä osuus on mahdollinen. Vuosiluokan runsaudesta saadaan varmempia havaintoja, kun vuoden 2018 näytteistä on käytettävissä ikämäärytyksiä.



Kuva 27. Oletetun luonnollisen kuolevuuden vaikutus verkkosaaliiseen Saaristomerellä. Esimerkkinä alamitan muutos vuonna 2019, ja kalastuskuolevuuden oletetaan alentuneen tasolle 0,7 vuonna 2016. M= luonnollinen kuolevuus yli 500 g:n kuhilla.

Kirjallisuutta:

Heikinheimo, O., Setälä, J., Saarni, K. & Raitaniemi, J. 2006: Impacts of mesh-size regulation of gillnets on the pikeperch fisheries in the Archipelago Sea, Finland. *Fisheries Research* 77 (2), p. 192-199.

Heikinheimo, O., Pekcan-Hekim, Z., Raitaniemi, J. 2014. Spawning stock – recruitment relationship in pikeperch, *Sander lucioperca*, in the Baltic Sea, with temperature as environmental effect. *Fisheries Research* 155, 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.015>

Heikinheimo, O., Rusanen, P., Korhonen, K. 2016. Estimating the mortality caused by great cormorant predation on fish stocks: pikeperch in the Archipelago Sea, northern Baltic Sea, as an example. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73, 84–93. doi: 10.1139/cjfas-2015-0033

Kokkonen, E., Vainikka, A., Heikinheimo, O. 2015. Probabilistic maturation reaction norm trends reveal decreased size and age at maturation in an intensively harvested stock of pikeperch *Sander lucioperca*. *Fisheries Research* 167, 1–12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2015.01.009>

Raitaniemi, J. ja Manninen, K. (toim.) 2017. Kalakantojen tila vuonna 2016 sekä ennuste vuosille 2017 ja 2018: Silakka, kilohaili, turska, lohi, siika, kuha ja ahven. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2017. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-504-2>

Setälä, J., Heikinheimo, O., Saarni, K. ja Raitaniemi, J. 2003. Verkon solmuvälin suurentamisen vaikutus Saaristomerren ammattikalastuksen kuha- ja ahvensaaliin arvoon. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 297. 36. s.