Pohjanlahden tulevaisuus

2018

Sisällysluettelo

Esipuhe.....iii
Tulevaisuuden Pohjanlahti.....iv
Ilmasto-olosuhteet..... 1
Merenpinnan korkeus..... 2
Jokivirtaama.....3
Merijää..... 4
Aallokko..... 5
Ulapan ravinteet.....6
Ulapan levämäärä.....7
Rannikon lajit..... 8
Rannikon kalasto..... 9
Silakan kalastus.....10
Kalankasvatus..... 11
Mereiset suojelualueet.....12
Matkailu..... 13
Merituulivoiman potentiaali Pohjanlahdella.....14
Meriveden Lämpötila..... 15

Esipuhe

Pohjanlahti on alue, johon ilmastonmuutoksen oletetaan vaikuttavan muuta Itämerta enemmän. SmartSea projekti keskittyy tämän alueen muutosten tutkimiseen. Projektissa tuotetaan ja sovelletaan uutta tutkimustietoa mm. meteorologian, hydrologian, oseanografian, meribiologian, kemian, geologian, kalatutkimuksen kuin insinööritieteiden alalta. Kymmenien tutkijoiden työpanoksen lisäksi projekti hyödyntää alueen toimialojen asiantuntijoiden tietämystä.

Projektin aikana tehdään kattava raportti ilmastonmuutoksen vaikutuksista Pohjanlahdelle. Käsillä oleva julkaisu on esikatsaus tähän mennessä tehdystä tutkimuksesta ja nykytiedosta. Tämä julkaisu koostuu yksittäiseen ominaisuuteen tai toimialaan keskittyvistä, sivun mittaisista tietolaatikoista. Alussa on taulukkoon koostettuna pikakatsaus odotettavissa olevista muutoksista Pohjanlahdella.

Jari Haapala, Simo Siiriä (IL)
päivitetty 17.9.2018

Partnerit:

IL	Ilmatieteen laitos
SYKE	Suomen Ympäristökeskus
Luke	Luonnonvarakeskus
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
UTU	Turun yliopisto, University of Turku
GTK	Geologian tutkimuskeskus
HY	Helsingin Yliopisto
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Tulevaisuuden Pohjanlahti

Meteorologiset suuret	Vuodenaika	Perämeri	Selkämeri	Huomioita
Ilman keskilämpötila	talvi	+	+	0.6-0.7 °C vuosikymmenessä
	kesä	+	+	0.4-0.7 °C vuosikymmenessä
Sadanta	talvi	+	+	2-3 % vuosikymmenessä
	kesä	/	/	nousee alle 1% vuosikymmenessä
Vuorokauden ylin lämpötila	talvi	+	+	
	kesä	+	+	
Vuorokauden alin lämpötila	talvi	+	+	
	kesä	+	+	
Lumen peittämä aika	talvi	-	-	
Voimakkaat lumisateet	talvi	()	()	Lumisateelle otollisten olosuhteiden muodostumisessa ristiriitaisia trendejä (avoin meri, kylmät ilmamassat)
Tuulen nopeus	talvi	(/)	(/)	nousee alle 1% vuosikymmenessä
	kesä	(/)	(/)	nousee alle 1% vuosikymmenessä
Myrskytuulet (> 21 m/s)	talvi	()	()	Ennemmin nousua kuin laskua, jos mitään havaittavaa muutosta
	kesä	()	()	
Auringon säteily	talvi	/	/	Laskee noin 1% vuosikymmenessä
	kesä	/	/	Nousee noin 1% vuosikymmenessä
Hydrologiset suureet	**Vuodenaika**	**Perämeri**	**Selkämeri**	**Huomioita**
Valunta	talvi	+	+	Talviajan valunta noussee 30-60% vuoteen 2050
	kesä	-	-	Kesäajan valunta laskenee noin 20% vuoteen 2050
Ravinnekuormitus	talvi	+	+	Riippuu enemmän maankäytöstä ja säädöksistä, kuin ilmastonmuutoksesta
	kesä	-	-	
Oseanografiset suureet	**Vuodenaika**	**Perämeri**	**Selkämeri**	**Huomioita**
Meren pintalämpötila	talvi	+	+	Perämeren talvipintalämpötila ei juuri nouse, pysyy lähel jäätymispistettä.
	kesä	+	+	
Meren pintasuolaisuus	talvi	(/)	(/)	Epävarmuudet johtuvat arvioiduista jokivirtaamista ja Perämeren ja Varsinaisen Itämeren vedenvaihdosta.
	kesä	-	-	
Lämpötila >100m syvyydellä	talvi		/	
	kesä		/	
Suolaisuus >100m syvyydell	talvi		(/)	
	kesä		(/)	
Kerrostuneisuus	talvi	/	/	
	kesä	+	+	
Aallonkorkeus	talvi	+	/	
	kesä	()	()	Pidemmät jäästä vapaat kaudet lisäävät aallokkoa
Vedenkorkeus	talvi	-	-	Maankohoaminen on merenpinnan nousua voimakkaamp Pohjanlahdella
	kesä	-	-	
Jääpeitteisen ajan pituus	talvi	-	-	
	kesä			
Jään paksuus	talvi	-	-	
	kesä			
Pintavirtaukset	talvi	+	/	Vähäisempi jää voimistaa tuulen vaikutusta virtauksiin, voimistaen niitä.
	kesä	()	()	Vaikutusta veden kerrostuneisuuteen ei vielä määritelty.
Biogeokemialliset suureet	**Vuodenaika**	**Perämeri**	**Selkämeri**	**Huomioita**
Pohjan happipitoisuus	talvi	/	(/)	
	kesä	()	()	
Fosfori	talvi	+	+	Kasvava kuormitus valuma-alueelta
	kesä	+	+	Herkkä muutoksille virtaamista Varsinaiselta Itämereltä
Typpi	talvi	/	/	Vain kevyt muutos valuma-alueen kuormituksessa
	kesä	/	/	
Liuennut orgaaninen aines	talvi	+	+	Kasvava kuormitus valuma-alueelta
	kesä	/	/	
Eliöstö	**Vuodenaika**	**Perämeri**	**Selkämeri**	**Huomioita**
Kasviplanktonin biomassa	talvi			
	kesä	(+)	+	Muutos vahvasti riippuvainen ravinteiden muutoksesta
Sinileväkukinnat	talvi			Perämeren fosfori rajallista, rannikkokukinnat?
	kesä		+	Nousua fosforin määrässä ja lämpötilassa
Kasviplankton lajisto	talvi			Muutoksia lajistossa havaittu. Yhteys ilmastonmuutokse epäselvä.
	kesä	+-	+-	
Eläinplankton lajisto	talvi	/	/	Muutoksia lajistossa havaittu. Ilmastonmuutos mahdolline selittäjä.
	kesä	/	+	
Mereiset rannikkolajit (rakkohauru ja sinisimpukka)	talvi		(-)	Pohjoinen levinneisyyden raja (nyt Merenkurkulla) siirtyy etelämmäksi suolaisuuden vähetessä. Aikajänteessä su epävarmuutta
	kesä		(-)	
Makean veden lajit	talvi			Makean veden lajien elinalue laajenee mikäli suolaisuus laskee
	kesä	+	+	
Ravintoverkon rakenne	talvi	()	()	
	kesä	()	()	

Arvioidut muutokset noin vuoteen 2050

- + = Merkittävä lisääntyminen
- + = Lisääntyy
- - = Vähentyy
- - = Merkittävä vähentyminen
- / = muutokset luonnollisen vaihtelevuuden rajoissa
- ( ) = Suuri epävarmuus

Tyhjä = Merkityksetön tai tuntematon vaikutus

Ilmasto-olosuhteet

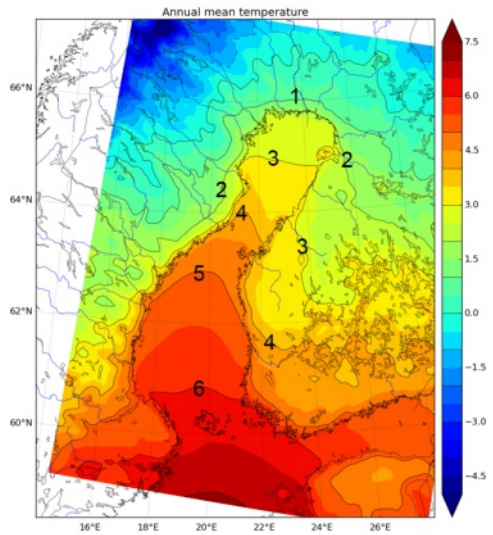
Ilma on lämmenyt Pohjanlahden yllä, voimakkaimmin Perämerellä, ja sadanta on lisääntynyt. Suomen puoleisilla sääasemilla tuulet ovat havaintojen mukaan heikentyneet, mutta Perämerellä ne ovat mahdollisesti hieman voimistuneet. Tulevaisuudessa lämpötilan ja sademäärän kasvu jatkuu, mutta tuulisuuden muutoksiin liittyy paljon epävarmuutta.

Nykytila

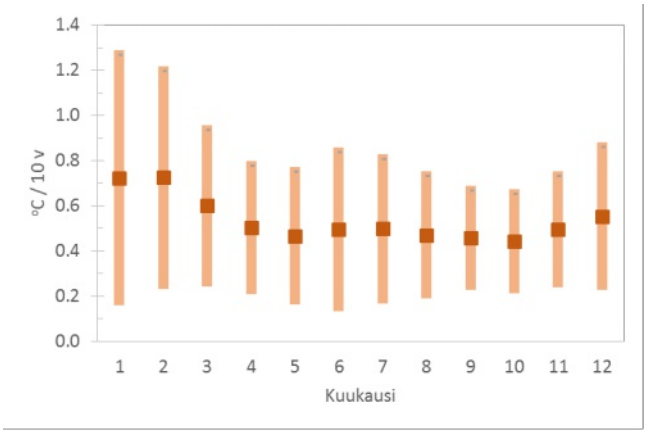
Pohjanlahden rannikkosääasemien havaintojen perusteella ilman lämpötilan vuosikeskiarvo vaihtelee etelän kuuden ja Perämeren pohjukan vajaan kahden plusasteen välillä. Ulapan ja rannikkomeren ilmastollisista oloista saadaan tietoa yhdistämällä havaintoja ja ilmakehää koskevaa mallinnusta. Syksyllä ja talvella ilma meren yllä on selvästi lämpimämpää kuin mantereella, kesällä päinvastoin.

Jakson 1961–2014 aikana lämpötila on kohonnut 20 kilometrin levyisellä vyöhykkeellä Pohjanlahden rantaviivasta Suomen sisämaahan noin 0,4°C vuosikymmenessä ja vuotuinen sademäärä on kasvanut noin 20 mm vuosikymmenessä. Pohjanlahdella lämpeneminen on ollut voimakkainta Perämeren yllä.

Merellä vuotuiset sademäärät ovat pienempiä kuin mantereella, mutta tuulta ja auringonsäteilyä saadaan siellä enemmän. rannikkosääasemilla sekä keskimääräiset että voimakkaimmat tuulen nopeudet ovat pienentyneet jakson 1979–2008 aikana. Sen sijaan Perämerellä tuulet ovat mahdollisesti hieman voimistuneet, näin etenkin keväällä.



Vuoden keskilämpötila (°C) jakson 1961–2015 aikana. Kuva perustuu ns. UERRA-uudelleenanalysointituloksiin.



Arvioita ilman keskilämpötilan muutosnopeudesta (°C vuosikymmenessä) Selkämeren keskiosissa eri kalenterikuukausina siirryttäessä jaksosta 1981–2010 jaksoon 2030–2069. Neliöt kuvaavat suuren ilmastomallijoukon antamaa keskimääräistä arviota ja janat epävarmuusväliä. Ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien on oletettu jatkavan nopeaa kasvuaan ns. RCP 8.5-skenaarion mukaisesti.

Tulevaisuus

Mitä nopeammin hiilidioksidin pitoisuudet kasvavat ilmakehässä, sitä selvemmin ilmaston muutokset erottuvat sääolojen luonnollisesta, vuosien ja vuosikymmenten välisestä vaihtelusta. Joka tapauksessa näyttää vääjäämättömältä, että lämpeneminen jatkuu Pohjanlahden yllä kaikkina vuodenaikoina, voimakkaimmin talvella Perämerellä. Myös sademäärät kasvavat eniten talvella. Talvella auringonpaiste vähenee entisestään, kun taas kesällä ja etenkin syksyllä Pohjanlahdelle paistaa aiempaa enemmän. Tuulisuuden muutokset ovat hyvin epävarmoja, sillä jotkut ilmastomallit ennustavat keskimääräisten tuulen nopeuksien kasvua, jotkut pienenemistä, mutta suurin osa säilymistä jokseenkin ennallaan.

Kirsti Jylhä(IL)
Semjon Schimanke (SMHI)
Jani Räihä, Mikko Laapas,
Kimmo Ruosteenoja, Ari Venäläinen (IL)

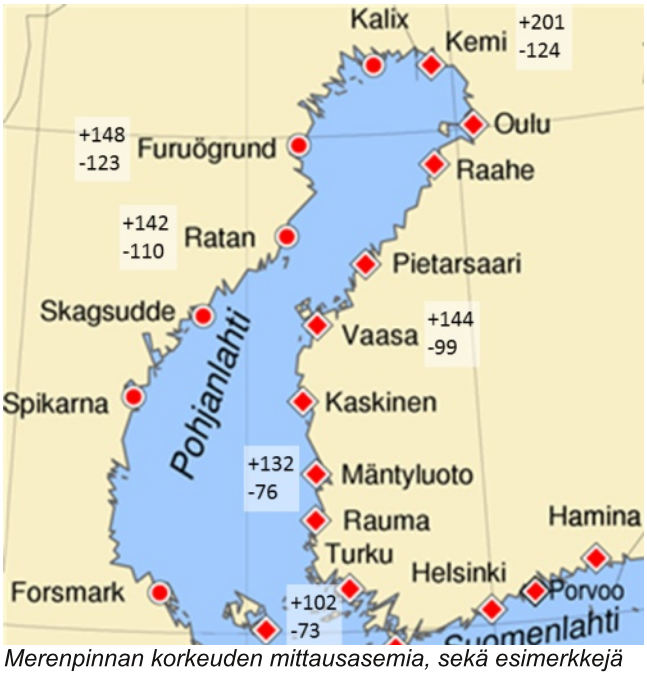
Merenpinnan korkeus

Merenpinnan keskimääräinen korkeus on menneinä vuosikymmeninä laskenut Pohjanlahden rannikolla maankohoamisen vuoksi. Ilmastoskenaariot ennustavat tämän laskun hidastuvan tulevaisuudessa, pahimpien skenaarioiden toteutuessa merenpinta saattaa jopa kääntyä nousuun. Tämä vaikuttaa esimerkiksi paikallisiin tulvariskeihin.

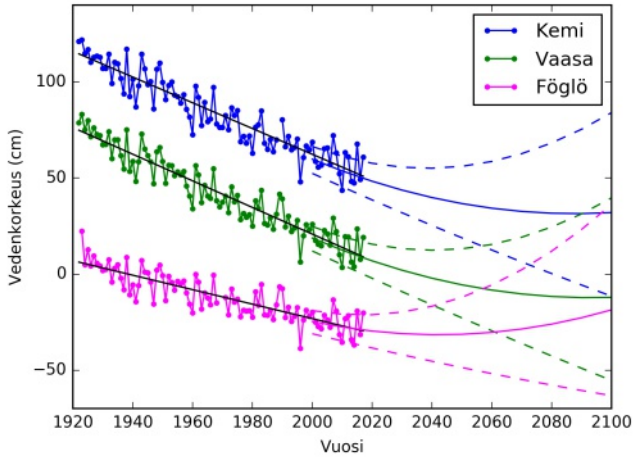
Nykytila

Merenpinnan korkeutta on mitattu Pohjanlahden Suomen puoleisella rannikolla 1920-luvulta lähtien. Viimeisen sadan vuoden aikana keskimääräinen merenpinnan korkeus on laskenut 30-70 cm, koska maankohoaminen on ollut voimakkaampaa kuin valtamerien pinnannousun vaikutus. Valtamerien pintaa nostavat meriveden lämpölaajeneminen sekä mannerjäätiköiden sulaminen ilmaston lämmetessä.

Merenpinnan laskunopeus on vaihdellut vuosikymmenestä toiseen. 1980-luvulta alkaen se on ollut aiempaa hitaampaa kahdesta syystä: länsituulisuus piti Itämeren kokonaisvesimäärän korkeana 1990-luvulla, ja sittemmin valtamerien pinnannousu on kiihtynyt. Merenpinnan korkeuden lyhytaikaisia vaihteluita aiheuttavat pääasiassa tuulet ja ilmanpaine. Siksi ääriarvot vaihtelevat vuosikymmenestä toiseen.



Merenpinnan korkeuden mittausasemia, sekä esimerkkejä mitatuista ääriarvoista (keskiveden suhteen).



Merenpinnan korkeuden vuosikeskiarvojen havaintohistoria ja tulevaisuuden skenaarioita Pohjanlahden rannikolla. (Asemien nollatasoja muutettu selkeyden vuoksi.)

Tulevaisuus

Valtamerien pinnannousun ennustetaan kiihtyvän tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Epävarmuutta ennusteisiin aiheuttaa mm. se, ettei vielä tiedetä miten Länsi-Antarktiksen mannerjäätikkö reagoi lämpenevään ilmastoon.

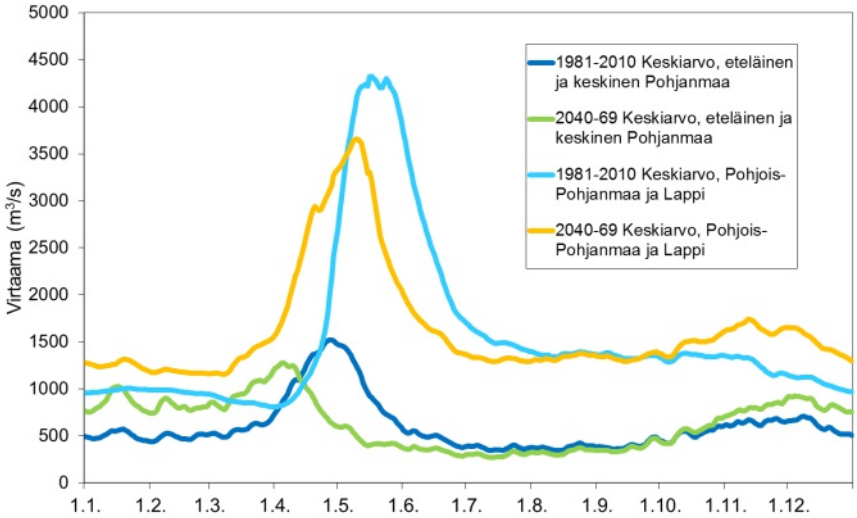
Maankohoaminen jatkuu edelleen Pohjanlahdella, mutta kiihtyvä valtamerien pinnannousu hidastaa paikallista merenpinnan laskua. Keskiskenaariot ennustavat 0-30 cm laskua, ja Saaristomeren alueella jopa 0-10 cm nousua tämän vuosisadan aikana. Epävarmuudet ovat suuria, ja korkeimpien skenaarioiden mukaan merenpinta voikin nousta 20-60 cm.

Laskevan merenpinnan kääntyminen nousuun tarkoittaisi, ettei uutta maata enää paljastuisi meren alta. Päinvastoin, maata saatetaan jopa menettää. Muuttuva merenpinnan keskimääräinen korkeus vaikuttaa myös ääriarvoihin ja esimerkiksi tulvien todennäköisyyteen rannikkoalueilla. Odotettavissa olevat muutokset on tärkeää ottaa huomioon tulvariskien arvioinnissa ja mm. rantarakentamisen suunnittelussa.

Milla Johansson (IL)

Jokivirtaama

Suomen alueelta tulevasta virtaamasta suuri osa päätyy Pohjanlahteen. Virtaamalla on selvä vuodenaikaisvaihtelu ja eniten vettä virtaa keväisin. Pohjanlahteen laskevien jokien vuosittaisissa ja vuodenaikaisissa keskivirtaamissa ei ole havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia viimeisen 30–40 vuoden aikana. Ilmastonmuutoksen myötä vuosikeskivirtaamien ja talviaikaisten virtaamien odotetaan kuitenkin kasvavan seuraavan 50 vuoden aikana.



Keskimääräinen päivittäinen virtaama Suomesta Pohjanmereen eteläiseltä ja keskiseltä Pohjanmaalta (Oulusta etelään) sekä Pohjois-Pohjanmaalta ja Lapista. Virtaamat on simuloitu referenssijaksolle 1981-2010 ja jaksolle 2040-2069 käyttäen RCP4.5 keskimääräistä skenaarioita.

Nykytila

Pohjanlahteen laskevista isoista joista useimmat ovat säännösteltyjä. Virtaamia on mitattu monilla joilla jo 1910-luvulta lähtien. Suomessa ilman lämpötilan ja sademäärän vaihtelu aiheuttaa luonnontilaisten virtaamien selvän vuodenaikaisvaihtelun. Yleensä suurimmat vuotuiset virtaamat saavutetaan keväisin lumien sulamisen seurauksena. Pohjanlahden alueen pohjoisosassa keväthuippu on selvästi vuoden suurin valuntatapahtuma, mutta etelämpänä vuoden suurimmat virtaamat voidaan saavuttaa myös muina vuodenaikoina. Jokien säännöstelyllä on myös vaikutusta vuodenaikaisvaihteluun. Jaksolla 1979-2016 Pohjanlahteen tuleva vuosivirtaama on vaihdellut välillä 1500-3000 m^3/s. Pohjanlahteen laskevien jokien vuosikeskivirtaamissa ei ole havaittu tilastollisesti merkitseviä pitkäaikaismuutoksia. Yleisesti Suomen virtaamaoloissa on havaittu kevättulvahuipun aikaistumista sekä paikoin talvivirtaamien kasvua.

Tulevaisuus

Vuosikeskivirtaamat ja talvivirtaamat kasvat tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen nostaessa ilman lämpötiloja ja sademääriä. Vuosivirtaamien kasvun ennakoidaan olevan keskimäärin maltillista (8–11%) vuosisadan loppuun mennessä, tosin vaihteluväli eri ilmastoskenaarioilla on suuri. Vuodenaikaisvaihtelu muuttuu vuosivirtaamaa enemmän. Talvivirtaamien ennakoidaan kasvavan selvästi (keskimäärin noin 30–50 % jaksoon 2040–69 mennessä). Alueen eteläosassa lumen määrän odotetaan pienenevän ja virtaaman keväthuippujen aikaistuvan. Kesävirtaamien odotetaan pienenevän keväiden aikaistumisen vuoksi, mutta syysvirtaamien kasvavan sateiden lisääntyessä. Etelässä talvet tulevat lumien osalta vaihteleviksi, ja sulantaa voi tapahtua myös keskellä talvea. Lapissa on odotettavissa vielä lumisia talvia ja vuoden suurimmat tulvat aiheutuvat jatkossakin lumien sulamisesta. Virtaaman muutokset heijastuvat myös ravinnekuormituksessa jonka arvioidaan - kasvavan talvella ja laskevan keväällä.

Johanna Korhonen, Jarkko Koskela,
Noora Veijalainen (SYKE)

Merijää

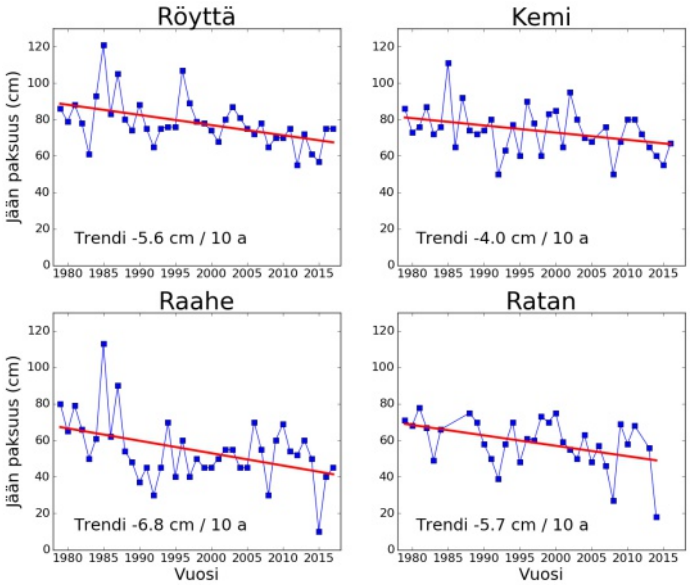
Talvinen jääkansi on Pohjanlahden ominaispiirre. Havaintojen mukaan jääkenttä on ohentunut ja supistunut viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana ilmastonmuutoksen seurauksena. Tämä suuntaus tulee jatkumaan ainakin seuraavan sadan vuoden ajan mutta silti merijäätä tulee esiintymään myös tulevaisuuden leutoinakin talvina Perämeren pohjukassa.

Nykytila

Keskimääräisenä talvena jää peittää koko Perämeren ja Selkämeren rannikkoalueet. Ankarina vuosina koko Pohjanlahti on jään peittämä ja jäätalven pituus voi Perämeren pohjukassa olla yli kuusi kuukautta. Leudoimpina talvina Selkämeri pysyy sulana.

Rannikon läheisellä kiintojäävyöhykkeellä merijään suurin vuotuinen paksuus on Perämerellä 40 - 70 cm ja Selkämerellä 10-40 cm. Avomerellä jääkenttä liikkuu, avautuu ja pakkaantuu tuulien ja merivirtauksien vaikutuksesta. Siellä jäänpaksuus voi olla kiintojään paksuuteen verrattuna moninkertainen.

Pohjanlahden jääoloja on havainnoitu viime vuosisadan alusta alkaen. Jääoloille on tyypillistä vuosien välinen suuri vaihtelevuus. Viimeisen kymmenen vuoden aikana onkin havaittu sekä erittäin leutoja (2008, 2015) että ankaria talvia (2010,2011). Myös ilmastonmuutoksen vaikutus jään peittävyyteen ja paksuuteen näkyy selvästi. Jään suurin vuotuinen laajuus on vähentynyt keskimäärin 2 % ja kiintojään paksuus 4–7 cm vuosikymmenessä.



Jään paksuuden muutoksia Perämeren havaintopisteillä

Tulevaisuus

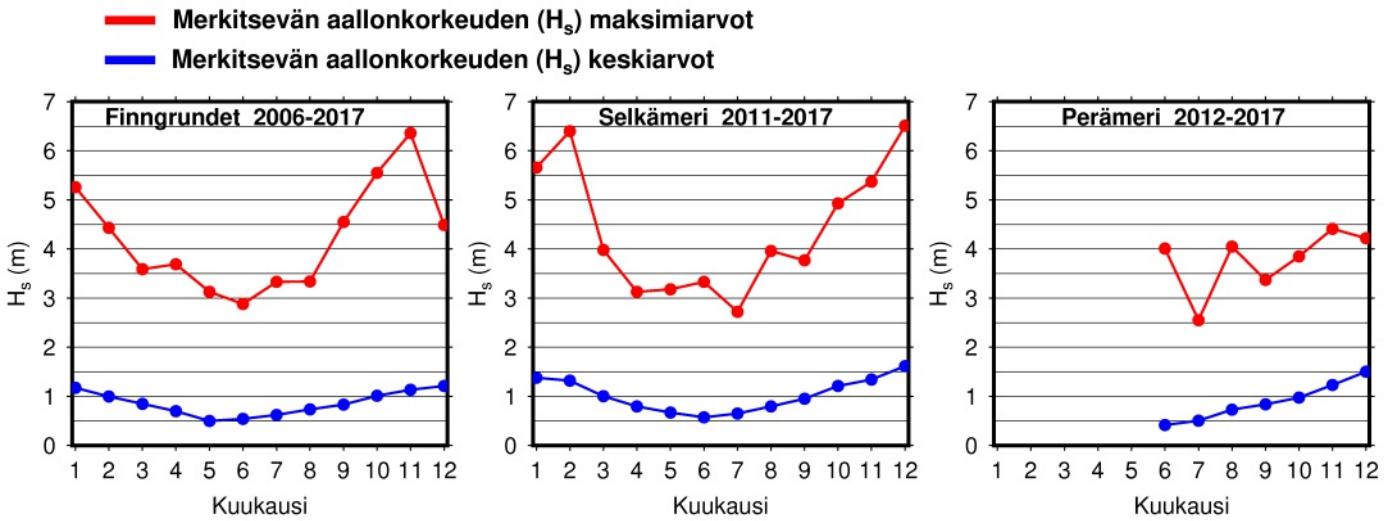
Ilmaston lämpeneminen johtaa leudompiin jääolosuhteisiin, mutta jatkossakin jäätalvien vuosien välinen vaihtelevuus tulee olemaan suurta. Tulevaisuudenkin ilmastossa tullaan kohtaamaan sekä ankaria että leutoja talvia. Keskimääräisinä talvina Perämeri tulee jäätymään ainakin osittain. Selkämerellä jäätä tulee esiintymään harvemmin.

Jääolojen muutokset riippuvat suuresti globaalin ilmastonmuutoksen voimakkuudesta. Jos ilmaston lämpenemistä pystytään hillitsemään Pariisin sopimuksen mukaisesti, jääolojen muutosvauhti voi jopa hidastua. Päästöjen jatkuessa nykymenon mukaisesti, meri tulee jäätymään leudoimpina talvina ainoastaan matalilla rannikkoalueilla Perämeren pohjukassa.

Jari Haapala, Iina Ronkainen (IL)

Aallokko

Selkämerellä korkein mitattu merkitsevä aallonkorkeus on 6.5 m. Korkein yksittäinen aalto oli tällöin lähes 12 metriä. Selkämerellä aalto-olosuhteet ovat kovimmillaan loppusyksystä ja talvella. Perämerellä jääpeite rajoittaa aallokon kasvua talvella. Tulevaisuudessa aalto-olosuhteiden arvioidaan voimistuvan Pohjanlahdella jääpeitteen vähentyessä. Muutoksen arvioidaan olevan suurempi Perämerellä kuin Selkämerellä.

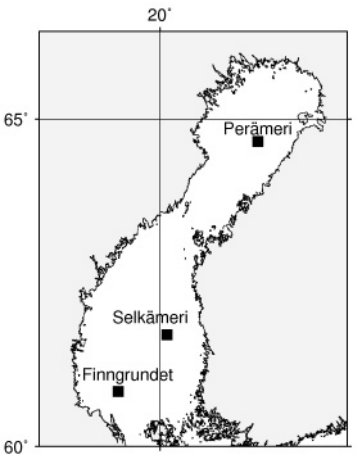


Nykytila

Aallokkoa on Itämerellä mitattu 70-luvulta lähtien, aluksi osana mittauskampanjoita ja 90-luvun puolesta välistä lähtien jatkuvana seurantana. Pohjanlahdella säännöliset aalto-mittaukset alkoivat 2006, kun SMHI asensi aaltopoijun Selkämeren lounaisosiin. Ilmatieteen laitos puolestaan aloitti aaltomittaukset Selkämeren keskiosissa vuonna 2011 ja Perämerellä vuonna 2012. Aikasarjat ovatkin toistaiseksi melko lyhyitä. Lisäksi Pohjanlahdella jääpeite vaikuttaa huomattavasti mittausjakson pituuteen, sillä aaltopoijut pitää nostaa merestä ennen kuin merialue jäätyy. Näin ollen tyypillisesti mittaamatta jää osa kovatuulisesta alkutalvesta, kun ulappa-alueet etenkin Selkämerellä saattavat olla vielä avoimia. Merkitsevän aallonkorkeuden kuukausikeskiarvot ja -maksimit ovat suurimmat loppusyksystä ja talvella. Keväällä ja kesällä aallokko on pienempää. Kuukausikeskiarvot vaihtelevat sekä Selkämerellä että Perämerellä 0.5-1.6 m välillä, Selkämeren arvojen ollessa kuitenkin hieman korkeampia. Maksimeissa näkyy suurempi ero alueiden välillä; Selkämerellä suurin mitattu merkitsevän aallonkorkeuden arvo 6.5 m ja Perämerellä 4.4 m.

Tulevaisuus

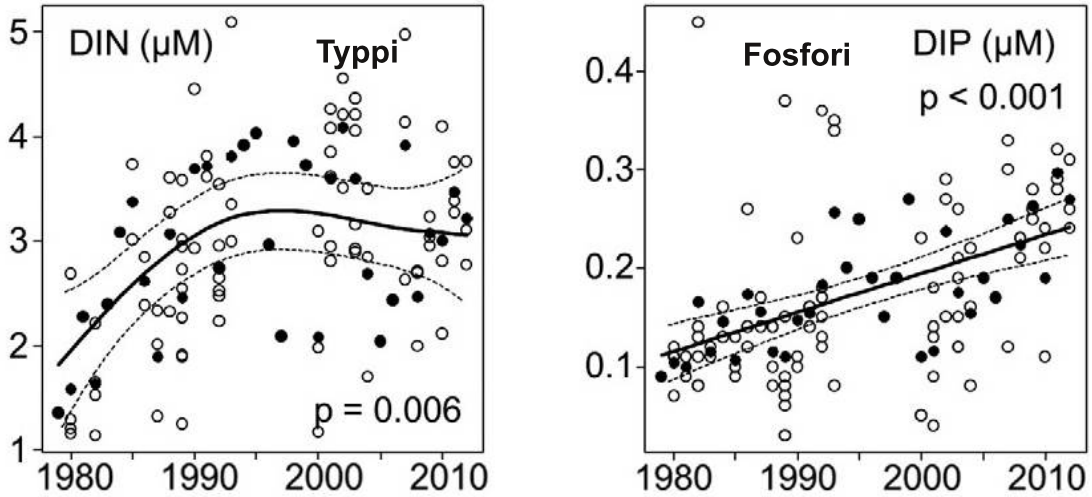
Mahdolliset muutokset tuuliolosuhteissa vaikuttavat aalto-olosuhteisiin. Pinta-aallot ovat tuulen synnyttämiä ja aallokko on sitä isompaa, mitä kovempi tuuli on. Tuulisuuden muutoksiin liittyy kuitenkin suuri epävarmuus ja siksi myös tulevaisuuden aalto-olosuhteita on vaikea arvioida. Tuulen nopeuden lisäksi tuulen suunnalla on suuri merkitys sille, minkälaiseksi aallokko Pohjanlahdella kehittyy. Selkämeri ja Perämeri ovat suhteellisen pieniä altaita ja suurimmat aallokot syntyvät tuulen puhaltaessa etelälounaasta tai pohjoiskoillisesta. Tuuliolosuhteiden lisäksi muutokset jäätalven kestossa ja jääpeitteen laajuudessa vaikuttavat aalto-olosuhteisiin Pohjanlahdella. Aalto-olosuhteiden oletetaan voimistuvan talvikuukausina ja alkukeväästä erityisesti Perämerellä merialueiden pysyessä pidempään jäättöminä.



Laura Tuomi (IL), Heidi Pettersson (IL),
Ola Kalén (SMHI)

Ulapan ravinteet

Kasviplanktonin kasvua rajoittaa pääravinteiden saatavuus. Perämeren rajoittava ravinne on fosfori. Merenkurkun eteläpuolella typpi rajoittaa yleisesti kasviplanktonin tuotantoa, mutta fosfori edistää typpeä sitovien sinilevien kasvua. Alueelle virtaavat joet ja Itämeren pääaltaalta tulevat virtaukset tuovat pääosan ravinteista Pohjanlahteen. Ravinnepitoisuudet ovat tavoitearvoja korkeampia, mutta alueellisia eroja löytyy. Ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän fosforikuormitusta, mahdollisesti lisäten sinileväkukintoja.



Selkämeren ulapan liuenneiden talviravinteiden kehitys 1979 – 2012. Käyrä esittää muutosta, joka on tilastollisesti merkitsevää (Kuosa ym. 2017, Journal of Marine Systems 167: 78–92).

Nykytila

Perämeren ravinnetilanne vuodesta 1980 lähtien on pysynyt varsin vakaana. Kokonaisravinteet ovat jopa jonkin verran laskeneet. Kuitenkin ainoastaan fosforin osalta tilanne on hyvä, sillä typen tasossa oli nousua jo 1970-luvulla (Helcom 2018).

Selkämerellä puolestaan ravinnetilanne on muuttunut viimeisten vuosikymmenten aikana. Typpitaso nousi 1980-luvulla huomattavasti, mutta sittemmin nousu on taittunut. Fosforitaso on sen sijaan noussut jatkuvasti. Selkämereen kohdistuu kuormitusta valuma-alueelta, mutta viimeaikainen fosforin lisääntyminen lienee yhteydessä Itämeren pääaltaalta tulevaan fosforipitoiseen vesimassaan. Selkämeren ravinteet ovat tavoitearvoja korkeammalla tasolla.

Typen pitoisuuksien pysyminen vakaana ja fosforin pitoisuuksien nousu on johtanut Selkämerellä tilanteeseen, jossa kevään levätuotantohuippu jättää käyttämättä osan fosforista. Typpeä sitovat sinilevät pystyvät hyödyntämään tätä ylijäämää kesällä.

Tulevaisuus

Perämeren ulapan fosforitaso on edelleen alhainen, mutta kasvava kuormitus näkyy erityisesti rannikolla.

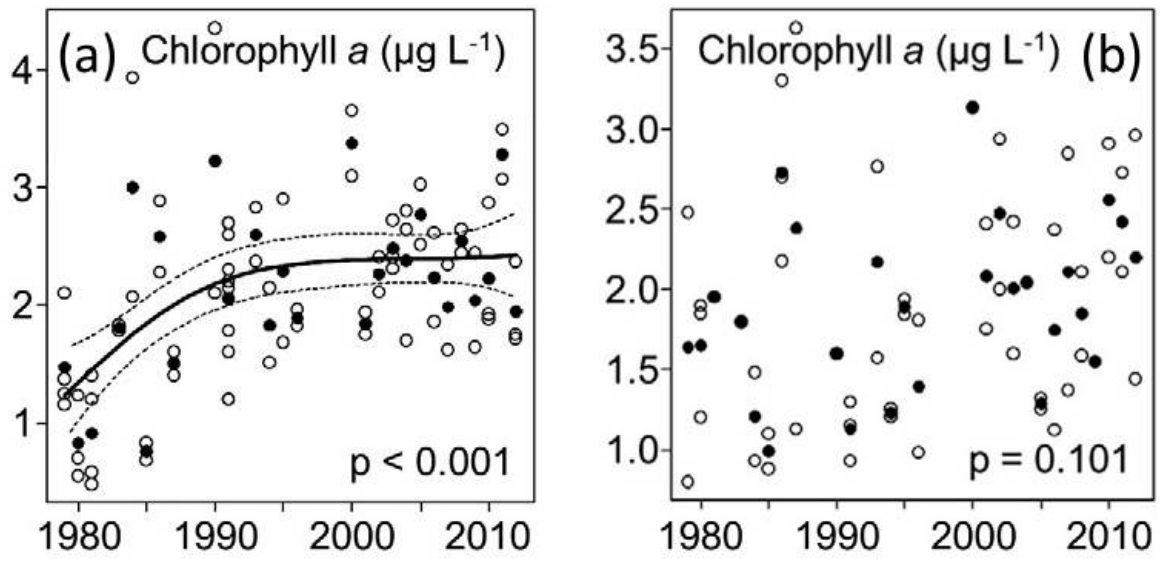
Selkämeren fosforipitoisuuden nousu liittyy Pohjanlahden ja pohjoisen Itämeren väliseen vedenvaihtoon, mikä tekee ilmiöstä vaikeasti ennustettavan. Selkämeren syvän veden korkea fosforipitoisuus heijastuu viiveellä myös pinnan fosforitasoon. Koska Selkämeri on muuttunut fosforirajoitteisesta typpirajoitteiseen suuntaan, molempien pääravinteiden muutos vaikuttaa suoraan koko systeemin toimintaan. Typen määrä kontrolloi kevään tuotantoa ja siten pohjalle laskeutuvan aineksen määrää. Typen ja fosforin suhde määrää sen, jääkö typpeä sitoville sinileville ylijäämäfosforia kesäaikaan käytettäväksi. Ravinteiden tarkka seuranta ja prosessien ymmärtäminen on avainasemassa Selkämeren ekologisen kehityksen määrittämiseksi.

Ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän valuma-alueelta tulevaa fosforikuormitusta. Muiden olosuhteiden pysyessä vakiona lisäkuormitus voimistaa sinileväkukintoja.

Harri Kuosa (SYKE)

Ulapan levämäärä

Veden klorofyllipitoisuudella on varsin suora yhteys ravinnetilanteeseen ja levämäärään, ja sitä käytetäänkin merialueen rehevöitymisen mittana veden sameuden ja sinilevien määrän ohella. Pohjanlahden ulappa-alueen klorofyllipitoisuudet ylittävät hyvän ekologisen tilan rajan. Levämäärän kehitys riippuu pääosin valuma-alueen ravinnekuormasta.



Selkämeren (a) ja Perämeren (b) ulapan kesäaikaisen klorofyllipitoisuuden kehitys 1979 – 2012. Käyrä esittää muutosta, joka on tilastollisesti merkitsevää
(Kuosa ym. 2017, Journal of Marine Systems 167: 78–92).

Nykytila

Pohjanlahden kesän levämäärä, ja sitä kuvastava klorofyllipitoisuus, seuraa pääosin ulapan ravinnetilannetta. Sekä Perämeren että Selkämeren ulappa-alueen klorofyllipitoisuudet ylittävät hyvän ekologisen tilan rajan. Muutos rehevämpään suuntaan tapahtui jo 1970-luvulla. Perämerellä klorofyllipitoisuus ei ole enää merkittävästi muuttunut vuoden 1980 jälkeen. Selkämerellä puolestaan ulapan kesäaikainen klorofyllipitoisuus jatkoi nousuaan koko 1980-luvun ajan. Nykyinen tila on klorofyllin suhteen huomattavan korkea, yli puolitoistakertainen, suhteessa tavoitetasoon nähden. Vaikka Pohjanlahden kesän klorofyllipitoisuus on pysynyt vakaana pitkään, on vuosien välinen vaihtelu hyvin suurta johtuen mm. sääoloista. Kehitystä parempaan suuntaan ei ole havaittu.

Tulevaisuus

Ilmastonmuutoksen suora vaikutus Pohjanlahden klorofylliin on vähäinen. Nykyisissä ennusteissa ei ole kuitenkaan otettu huomioon valuma-alueelta tulevan kuormituksen mahdollista kasvua. Tämä johtuu erityisesti siitä, että koko Itämeren valuma-alueelle on vaikea arvioida ravinteiden kehitystä. Pohjanlahden valuma-alueelle on tehty arvio, jonka mukaan tuleva ravinnekuormitus kasvaa erityisesti fosforin osalta. Selkämeren kohdalla lisääntynyt fosforikuormitus lisää erityisesti kesän typpeä sitovien sinilevien kasvua.

Yksi Pohjanlahden kehityksen ratkaiseva ilmiö on fosforipitoisen syvän veden virtaus pohjoiselta Itämereltä. Virtausten suhde ilmastonmuutokseen on vielä selvittämättä.

Harri Kuosa (SYKE)

Rannikon lajit

Lajien levinneisyyteen Pohjanlahdella vaikuttavat pohjan laatu, veden suolapitoisuus, lämpötila, ravinteisuus, happitilanne sekä aallokko- ja jääolosuhteet. Ilmastonmuutos vaikuttaa moniin näistä tekijöistä ja on todennäköistä että lajien levinneisyydet muuttuvat. Mikäli suolapitoisuus Pohjanlahdella laskee, mereiset lajit kuten rakkohauru, sinisimpukka ja eräät muut selkärangattomat taantuvat, kun taas makean veden lajit, erityisesti vesikasvit todennäköisesti leviävät entistä laajemmille alueille.

Nykytila

Rakkohauru ja sinisimpukka tarjoavat ravintoa, suojaa ja kiinnittymispintoja selkärangattomille ja kaloille. Otollisissa olosuhteissa rakkohauru muodostaa yhtenäisen vyöhykkeen 0,5 – 5 metrin syvyyteen ja hieman syvemmältä voi myös sinisimpukoita löytää yhtenäisinä mattoina. Molemmat lajit ovat alkuperältään mereisiä, eikä niitä löydä Merenkurkun pohjoispuolelta.

Vesikasvit viihtyvät Itämeren makeavetisimmillä alueilla. Perämerelle ja Merenkurkulle tyypillisiä lajeja ovat lahnaruohot, luikat, palpakot, vesirikot ja eräät vesisammalet sekä harvinaisista lajeista nelilehtivesikuusi, upossarpio ja paunikko. Monet niistä eivät laajemmin esiinny Selkämerellä.

Em. lajien pitkäaikaismuutoksista Pohjanlahdella on vain vähän tietoa. Olosuhteet ovat viimeisen parin sadan vuoden ajan pysyneet melko samanlaisina, joten – ainakin alueilla, joita ihmisen aiheuttama rehevöityminen ei merkittävästi vaivaa – levinneisyyksissä ei todennäköisesti ole tapahtunut suuria maantieteellisiä muutoksia.

Tulevaisuus

Itämeren suolapitoisuus laskee ilmastonmuutoksen aiheuttaman sadannan lisääntymisen myötä. Tästä syystä rakkohauru ja sinisimpukka todennäköisesti häviävät Merenkurkusta ja vähenevät myös Selkämerellä. Rakkohaurun levinneisyyden on arvioitu sadassa vuodessa siirtyvän Merenkurkusta Rauman tienoille. Mereisten lajien tulevaisuutta Pohjanlahdella on kuitenkin vielä vaikea arvioida. Vesikasvien puolestaan voidaan olettaa leviävän entistä laajemmille alueille, ainakin mikäli muut niille tärkeät ympäristötekijät säilyvät suotuisina.

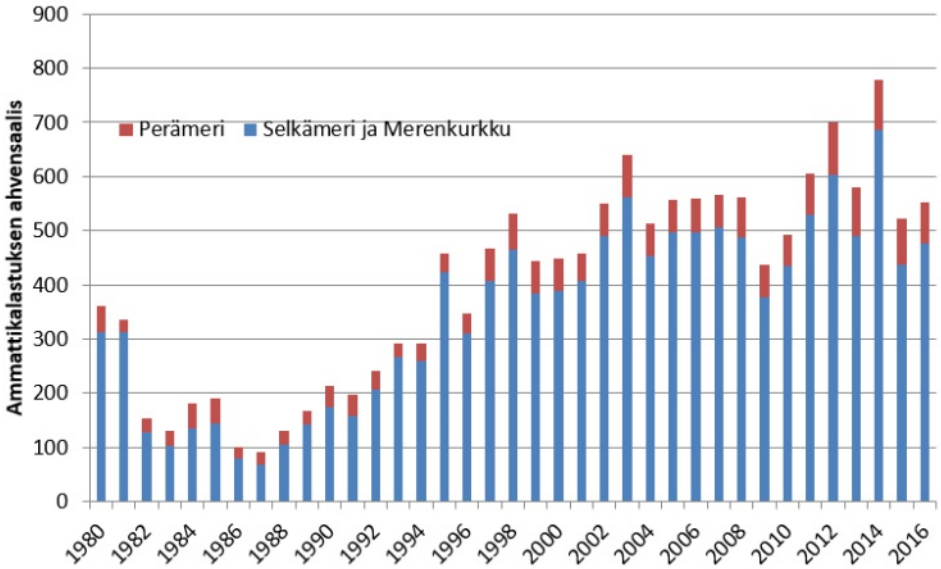
Mikäli rakkohauru ja sinisimpukka häviävät, myös näitä lajeja elinympäristönään ja ravintonaan käyttävät selkärangattomat ja kalat kärsivät. On kuitenkin mahdollista että vesikasvit voivat korvata rakkolevän tarjoaman elinympäristön. Toisaalta vesikasvit kiinnittyvät pohjaan juurakoilla, eivätkä ne tulevaisuudessakaan esiinny kovilla pohjilla. Merenkurkun ja Selkämeren kallio- ja kivikkorannoilla matalan veden ekosysteemissä voi siten tapahtua merkittäviä muutoksia.

Rakkohaurun nykyinen levinneisyys Suomen rannikolla. Huomaa levinneisyyden pohjoisraja Merenkurkussa. Lähde: VELMUn karttapalvelu https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu

Markku Viitasalo (SYKE)

Rannikon kalasto

Ilmaston lämpeneminen on viime vuosikymmenten aikana vaikuttanut Pohjanlahden rannikon kalastoon. Pääsääntöisesti keväällä ja kesällä lisääntyvät lämpimämmän veden lajit kuten ahvenkalat sekä särkikalat hyötyvät muutoksesta, mutta viileitä ja karuja vesiä suosivat lohikalat taantuvat. Lämpötilan nousu lisää kalojen kasvunopeutta, mutta joillakin lajeilla lisääntymismenestys heikkenee.



Ammattikalastuksen ahvensaaliiden kehitys Pohjanlahdella

Nykytila

Lämpötila vaikuttaa kalojen kasvuun, käyttäytymiseen, ravinnon saantiin, vaelluksiin ja olinpaikkoihin ja tätä kautta lisääntymiseen ja eloonjääntiin. Pohjanlahdella ahven- ja kuhasaaliit ovat olleet 2000-luvulla selvästi suuremmat kuin aiempina vuosikymmeninä, ja niitä on saatu entistä pohjoisemmilta alueilta. Kuhan esiintymisalue on laajentunut pohjoiseen ja luonnonlisääntymistä on nykyään Oulun merialueella saakka. Lämpimät kesät edesauttavat vahvojen ahvenen vuosiluokkien kehittymistä ja heijastuvat saalismääriin kalojen kasvaessa pyyntikokoon 4-7 vuoden iässä. Veden pH vaikuttaa kevätkutuisten kalalajien lisääntymismenestykseen. Jokisuistoissa pH on parantunut huomattavasti -80 ja -90 luvuista.
Merikutuisen siian lisääntyminen on vaikeutunut veden talviaikaisen lämpenemisen ja rannikkoalueiden rehevöitymisen vuoksi. Poikkeavien lämpötila- tai sääolosuhteiden aiheuttamat muutokset kalojen käyttäytymisessä ja oleskelualueissa vaikeuttavat kalastusta.

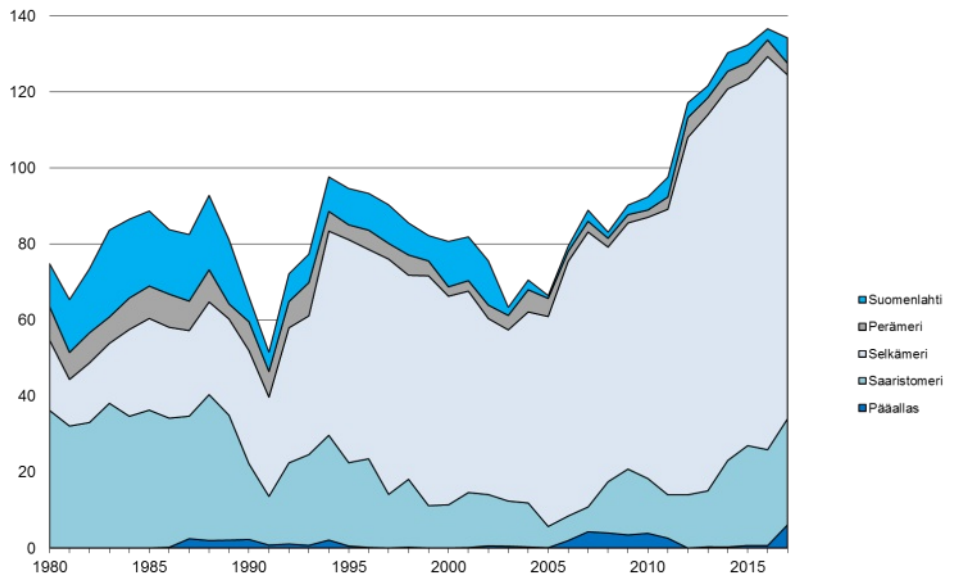
Tulevaisuus

Kuha tulee todennäköisesti edelleen runsastumaan ilmaston lämpenemisen edetessä. Ahvenen kohdalla ennustaminen on epävarmempaa, koska lisääntyvä sameus haittaa ahvenen menestymistä, ja särkikalojen suuri määrä voi lisätä ravintokilpailua. Myös vahva kuhakanta verottaa nuoria ahvenia ja vähentää pyyntikokoon tulevien ahventen määrää. Vieraslajien kuten mustatäplätokon runsastumisen vaikutukset muuhun kalalajistoon eivät puolestaan ole vielä ennustettavissa. Merikutuisen siian menestymismahdollisuudet heikkenevät entisestään. Merikutuisen siian saaliit Pohjanlahden eteläosassa että vaellussiikasaaliit tulevatkin olemaan istutusten varassa. Viileään veteen sopeutuneiden lohikalojen poikastuotanto joissa voi vaikeutua, ja niiden esiintymisalueen eteläraja voi siirtyä pohjoisemmaksi.

Outi Heikinheimo, Irma Kallio-Nyberg,
Lari Veneranta (Luke)

Silakan kalastus

Merkittävimmän kalamme, silakan, tärkein kalastusalue Pohjanlahdella on Selkämeri. Kalastus on keskittynyt isoille troolareille. Lähivuosikymmeninä silakka pysynee runsaana Selkämerellä, mutta sen kasvu saattaa taantua. Silakan kysyntä etenkin kalajauhotehtaille kasvanee nykyisestä.



Suomen silakkasaaliit merialueittain vuosina 1980–2017.

Nykytila

Selkämeri tuottaa vuotuisesta Pohjanlahden silakkasaaliista (70 000–130 000 tonnia) 95 % ja Suomen koko silakkasaaliista 75 %. Saalis saadaan lähes kokonaan trooleilla ja muutama prosentti silakkarysillä. Kaksi kolmasosaa silakkasaaliista tuodaan troolareilta kotimaisiin satamiin ja loput Ruotsiin tai Viroon. Saalis käytetään lähinnä eläinten rehuksi, vain 15 % päätyy ihmisravinnoksi. Kalakanta-arvioita seurailevat alueelliset ja kansalliset kalastuskiintiöt määrittävät enimmäissaaliit. Selkämeren saaliit ovat viime vuosikymmeninä kasvaneet, minkä taustalla on ainakin ilmaston lämpeneminen ja veden ravinteisuuden kasvu. Kasvatettu lohi ja kirjolohi ovat vallanneet markkinoita ja vähentäneet silakan kysyntää ruokakalana. Ruoaksi kalastettu silakka päätyy pääosin itäisen Euroopan markkinoille. Ennen vientikieltoa päävientimaa oli Venäjä. Ensimmäinen suomalainen kalajauhotehdas perustettiin 2016. Se käsittelee vuosittain 30 000–40 000 tonnia silakkaa.

Tulevaisuus

Lämpeneminen lisännee suurten vuosiluokkien todennäköisyyttä. Lievä rehevöityminen voisi edelleen lisätä silakan määrää, mutta kutupaikkojen heikentyminen saattaa johtaa koko kannan taantumiseen. Ravinteisuuden väheneminen vastaavasti pienentäisi silakkamäärää. Suolaisuuden vaikutus on epävarmempaa. 2000-luvulla suolapitoisuuden ollessa erityisen pieni, oli silakan kasvu tavanomaista heikompaa. Silakan kasvuun vaikuttavat eläinplanktonin ja pohjaeläinten määrä, jotka riippuvat veden suola- ja happipitoisuudesta. Suolapitoisuus vaikuttaa myös merivettä suosivan silakan fysiologiaan. Silakkakannan tiheys vaikuttaa yksilökasvuun ravintokilpailun ja myös mahdollisen kannibalismin myötä. Perämeren suolapitoisuuden pieneneminen hyödyttää suolaa heikosti sietävää muikkua. Muikun voikin olettaa runsastuvan, samalla kuin silakkakanta taantuu.

2017 käyttöönotetut yrityskohtaiset kalastuskiintiöt auttavat kalastajia suunnittelemaan vuoden kalastuksensa aiempaa paremmin. Silakan markkinoiden vaihtelu jatkuu. Elintarvikkeiden vientikiellon Venäjälle jatkuessa vientimarkkinoiden kehitys Itä-Euroopassa jatkunee. Silakan kysyntä kalajauhotehtaiden raaka-aineeksi voi kasvaa.

Jari Raitaniemi, Jari Setälä (Luke)

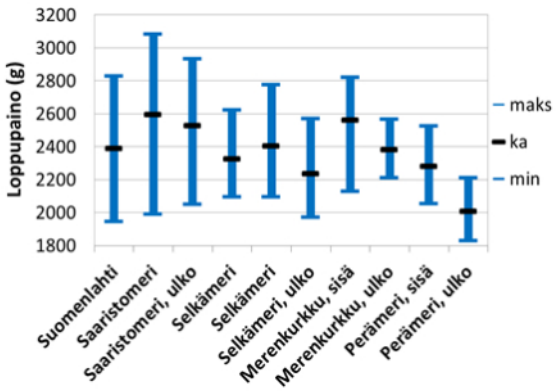
Kalankasvatus

Valtioneuvoston strategisena tavoitteena on lähes kolminkertaistaa kasvatetun kalan tuotanto Manner-Suomessa vuoteen 2022 mennessä. Kansallisessa vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelmassa Pohjanlahti on tunnistettu tärkeäksi kasvualueeksi.

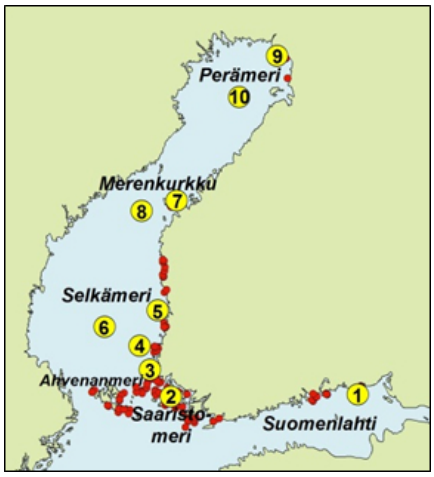
Nykytila

Suomessa kulutetusta ruokakalasta vain noin 10% on kasvatettu ja 6% kalastettu Suomessa. Tuontiriippuvuutta halutaan vähentää lisäämällä kotimaista kalatuotantoa. Suurin osa ruokakalatuotannosta, 84 %, sijaitsee merellä, pääosin Ahvenanmaalla ja Saaristomerellä. Ympäristöministeriön ja Maa- ja Metsätalousministeriön laatiman sijainninohjaussuunnitelman mukaan erityisesti Selkämerelle ja Pohjanlahdelle voisi perustaa uusia kasvatuslaitoksia.

Parhaat kasvatusolosuhteet kirjolohelle on Etelä-Suomen merialueilla, jossa vesi vaihtuu hyvin. Nykyiset laitokset sijaitsevat pääosin väli- ja ulkosaaristossa. Sijainninohjaussuunnitelman jälkeen yrittäjät ovat saaneet uusia, aiempaa suurempia kasvatuslupia avomerialueilta. Avomerialueella ravinnekuormitus laimenee jolloin vaikutus herkille ranta-alueille on vähäisin. SmartSea-projektissa on tuotettu tietoa jatkokasvatuspaikkojen lisäksi poikastuotantoon ja kalojen talvehtimiseen soveltuvista alueista. Tätä voidaan hyödyntää muun muassa merialueiden suunnittelussa.



Kirjolohen keskimääräinen loppupaino merialueella (ja eri vuosien minimi ja maksimi), lähtöpainon ollessa 500 g.



Nykyisten kasvatuslaitosten sijainti (punaiset pisteet) ja paikat joissa kirjolohen kasvua ennustettiin tiedettyjen lämpötilaprofiilien ja kasvukauden pituuden perusteella (keltaiset pisteet)

Tulevaisuus

Elinkeino- ja ympäristöpolitiikan lisäksi myös ilmastonmuutos vaikuttaa kalankasvatukseen, mutta pääasiassa positiivisesti. Toistaiseksi lämpötilojen suhteen parhaat kasvualueet sijaitsevat Etelä-Suomessa, mutta jatkossa veden lämmetessä ja kasvukauden pidetessä kasvatuksen teho paranee Pohjanlahdella. Mikäli jäätä ei enää muodostu nykyiseen tapaan, kasvatus ja kalojen säilyttäminen on mahdollista avoimemmilla merialueilla myös talvella rannan läheisen talvivarastoinnin sijaan. Lämpimämmät vedet myös parantavat lämpöä suosivan kuhan ja siian kasvatuksen mahdollisuuksia.

Ravinnekuormitus on kalankasvatusta ohjaava tekijä. Sadannan lisääntyminen kasvattaisi maatalouden ravinnekuormitusta, mikä saattaisi olla epäsuorana esteenä kalankasvatuksen laajenemiselle. Jos kasvatus siirtyy jatkossa avoimemmille merialueille ja myrskyt ilmaston ääri-ilmiöiden yleistyessä lisääntyvät, tulee kasvatusrakenteet suunnitella entistä kestävämmiksi sekä veneet turvallisiksi operoida kovissa olosuhteissa.

Markus Kankainen, Antti Kause, Jari Niukko (Luke)

Mereiset suojelualueet

Kansainvälisesti sovittu tavoite on, että kaikilla merialueilla on suojeltuna 10 % meren pinta-alasta. Pohjanlahdella tähän tavoitteeseen ei ole päästy.

	Perämeri		Merenkurkku		Selkämeri	
	lkm	km^2	lkm	km^2	lkm	km^2
Natura2000	43	1106	10	1334	21	1335
Helcom MPA	10	801	1	1281	4	799
Valtio	1	8,0	1	32,6	1	26
Yksityinen	41	1,6	94	3,9	108	8,3
Ramsar	4	754	2	637	1	12
Kansallispuisto	1	157	0	0	1	912
YHTEENSÄ*		1161		1336		1361

Pohjanlahden merensuojelualueet (lukumäärä ja km^2) Suomen aluevesillä, elokuu 2018.
**Yhteenlaskettu mereisten suojelualueiden laajuus, huomioiden eri suojelualuetyyppien päällekkäisyys.*

Nykytila

Merialueiden suojelu on lisääntynyt viime vuosikymmenien aikana. Suojelualueiden tavoitteena on suojella lajeja, luontotyyppejä tai kokonaisia ekosysteemejä monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Etenkin tiukasti suojeltujen, kaikelta hyödyntämiseltä rajoitettujen ja kalastukselta kiellettyjen alueiden, on havaittu hyödyttävän muun muassa kalataloutta runsastuneiden kalakantojen kautta. Tiukasti suojeltujen merialueiden runsaamman monimuotoisuuden ja suurempien populaatiokokojen on myös havaittu suojanneen ekosysteemejä ilmastonmuutoksen negatiivisilta vaikutuksilta.

Kansainvälisesti on sovittu tavoitteesta, jossa kaikilla maailman merillä olisi suojeltuna 10 % merialueen pinta-alasta. Pohjanlahdella tämä tavoite ei toteudu Selkämeren ja Perämeren alueiden osalta. Pohjanlahden suojelualueverkosto muodostuu useista erityyppisistä alueista (taulukko), joiden välillä suojelun taso vaihtelee. Useissa tapauksissa myös suojelualueiden hoito- ja käyttösuunnitelmat ovat puutteelliset.

Tulevaisuus

Ilmastonmuutoksen myötä meriveden lämpötila nousee. Ilmastonmuutos lisää myös sadantaa ja rannikkoalueen jokivalumaa. Jokien mukanaan tuomat ravinteet ja kiintoaines kiihdyttävät rannikkoalueiden rehevöitymistä ja liettymistä. Muutokset tulevat muuttamaan eliöyhteisöjen rakennetta vielä ennustamattomalla tavalla.

Nykytietoa merenalaisesta luonnosta tulisi käyttää suojelualueiden sijainnin määrittelyssä. Merialuesuunnittelun yhteydessä tulisi määrittää keskeiset alueet suojelualueverkoston laajentamiseksi. Suojelualueista tulisi muodostaa verkosto, jossa yksittäiset alueet muodostavat lajiston liikkumaetäisyyden määrittämissä rajoissa yhtenäisen kokonaisuuden. Tarkasteluun tulisi ottaa myös mahdollisuus määrittää joitakin suojelualueita tiukimman mahdollisen käyttörajoituksen alle. Näitä voisivat olla mm. merikutuisen siian ja kuhan kaltaisten lajien lisääntymisalueet, joilla on merkittävä vaikutus kalantuotantoon.

Sanna Kuningas (Luke)
Lari Veneranta (Luke)
Waltteri Niemelä (SYKE)

Matkailu

Pohjanlahden matkailulle ja virkistyskäytölle on tyypillistä pienimuotoisuus ja alueen ainutlaatuisen luonnon ja kulttuurin suuri merkitys. Pohjanlahti on matkailun erityiskohde, kuten Suomikin maailman mittakaavassa. Se ei tarjoa kaikkea kaikille, vaan erityisiä elämyksiä pienelle matkailija- ja virkistyskäyttäjien joukolle. Ilmastonmuutoksen myötä Pohjanlahden matkailun toimintaedellytykset paranevat etenkin kesäkaudella.

Selkäsarvi, Perämeren kansallispuisto. Kuvaaja Aarno Torvinen, lähde Ympäristöhallinnon kuvapankki.

Nykytila

Pohjanlahden matkailun kesäsesonki on lyhyt, mikä heijastuu matkailun volyymiin. Kakkosasuminen ja vapaa-ajanasuminen eivät niinkään ole sidoksissa vuodenaikaan tai säähän ja ne muodostavat muiden vuodenaikojen matkailun perustan. Luonnon virkistyskäyttö, kuten harrastuskalastus on merkittävässä osassa Pohjanlahden matkailua.

Pohjanlahdella maankohoaminen toimii vastavoimana merenpinnan nousulle ja on yksi matkailun kivijaloista. Sen myötä Pohjanlahden saaristo- ja ranta-maisemat muuttuvat varsin nopeasti. Myös kulttuuriympäristö ja kulttuurimaisema ovat jatkuvassa muutoksessa. Olosuhteet ovat useimpina vuosina otollisia talvimatkailulle ja -virkistykselle. Talvet tarjoavat eksotiikkaa ulkomaan matkailijoille. Matkailun perusta on kuitenkin kotimaan matkailussa, josta suurin osa tapahtuu viikonloppuisin tai lyhyillä lomilla.

Tulevaisuus

Euroopan kesien ennustetaan lämpenevän ja sateiden vähenevän. Sään ääri-ilmiöiden ja epävakaisuuden arvioidaan lisääntyvän. Pohjois-Eurooppa voi olla matkailun suuntautumisen voittaja. Neljän asteen lämpötilan nousu siirtäisi suotuisimman kesämatkailualueen Välimereltä Itämerelle. Pohjanlahdella kesämatkailukausi voi pidentyä ja lämmetä. Kotimaan matkailu voi jopa kaksinkertaistua maissa, joiden ilmasto-olosuhteet paranevat. Toisaalta meren rehevöityminen voi lisääntyä ja haitata matkailua. Lentomatkailu kallistunee ja pitkien matkojen kysyntä vähentynee. Tämä vähentäisi myös matkailun päästöjä ja energiankulutusta matkojen suuntautuessa lähelle. Haavoittuvimpia ovat säästä ja luonnonoloista riippuvaiset matkakohteet ja erityisten haasteiden edessä on talvimatkailu. Niinpä tärkeää on kehittää matkailutuotteita, jotka ovat houkuttelevia sääolosuhteista riippumatta. Suurimmalla osalla matkailuyrittäjistä tieto ilmastonmuutoksesta ja valmius sopeutumiseen ovat kuitenkin vähäisiä.

Kari Oinonen, Anna Strandell, Maija Tiitu (SYKE)
Sari Repka (UTU)

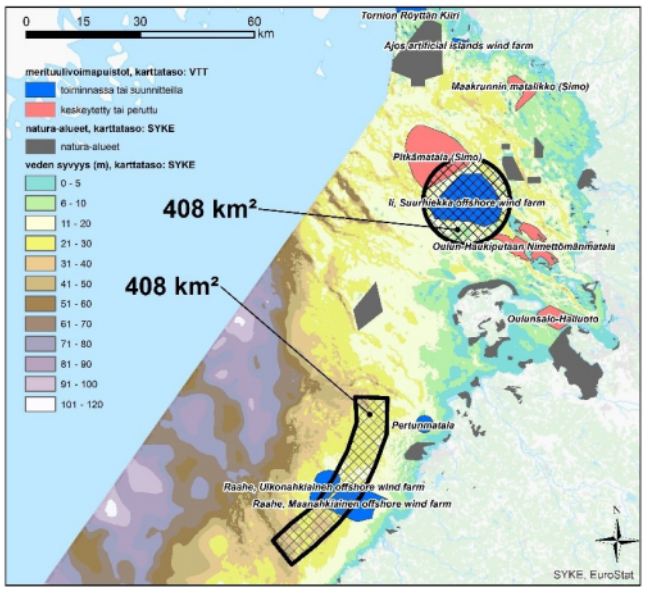
Merituulivoiman potentiaali Pohjanlahdella

Pohjanlahti tarjoaa suotuisan alueen tuulienergian tuotantoon, sillä tuulisuus on tyypillisesti maa-alueisiin verrattuna keskimäärin voimakkaampaa ja tasaisempaa. Lisäksi Pohjanlahdelta löytyy laajasti matalahkoja alle 30 - 40 m vesialueita muodostaen otollisen alueen, jossa voi hyödyntää kustannustehokkaita pohjaan tukeutuvia ratkaisuja meriperustalle.

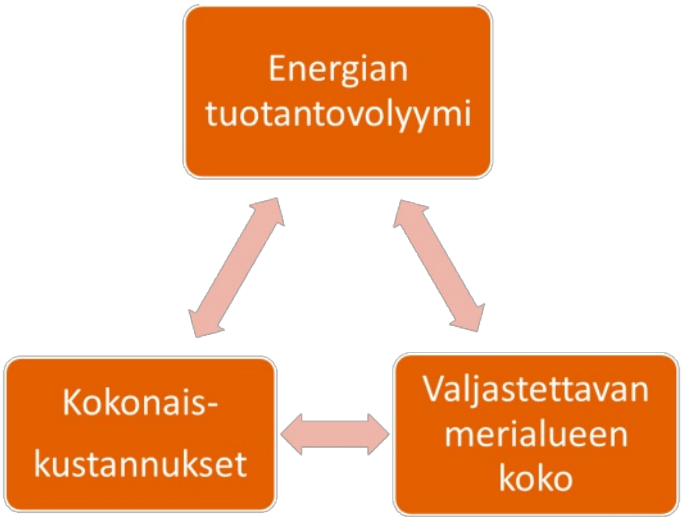
Nykytila

Suomessa on yksi avomerelle rakennettu tuulipuisto: Tahkoluoto 1 Porin edustalla, jossa energiantuotanto alkoi syksyllä 2017. Tahkoluodossa on 11 tuuliturbiinia ja nimellisteho on yhteensä 42 MW. Muuta merelle rakennettua tuulienergian tuotantoa löytyy mm. Kemistä: Ajoksen tuulipuisto, joka on perustettu rannan läheisyyteen keinosaarille sekä Ahvenmaalta, jossa on luodoille perustettuja tuulivoimaloita.

Pohjanlahden olosuhteet asettavat haasteellisen toimintaympäristön merituulivoimalle. Turbiinin kannatinrakenteiden suunnittelussa tuulen, aallokon ja erityisesti merijään aiheuttamat kuormat määrittävät keskeiset suunnittelukriteerit. Erityisesti jäätalven olosuhteet muodostavat keskeisen erityispiirteen Pohjanlahden merituulivoimalle verrattuna muihin merialueisiin, joissa tuulienergiaa tuotetaan jo laajassa mittakaavassa. Suunnittelun ohella jääolosuhteet vaikeuttavat tuuliturbiinien huoltoa. Samaten turbiinien asennus on ajoitettava ajankohtiin, jolloin meri on käytännössä jäästä vapaa.



Merituulipuistojen sijoittelu ja veden syvyysdata Perämerellä.



Tulevaisuus

Suomessa on kehitetty jäissä hyvin toimivia meriperustusratkaisuja. Vaikka teknologiset edellytykset merituulivoiman rakentamiseen myös jäisille merialueille ovat hyvät, aiheuttaa jääkuorman huomiointi kustannuslisää sekä rakennusinvestointiin että operointiin ja huoltoon.

Merituulienergian tuotantopotentiaalia arvioitaessa on huomioitava tuulipuiston energian tuotannon volyymin lisäksi, miten tuotanto suhteutuu valjastettavan merialueen kokoon sekä kustannuksiin. Kokonaiskustannukset koostuvat rakentamisinvestoinnin lisäksi tuulipuiston huollosta ja operoinnista. Nykyaikainen tuuliturbiinitekniikka mahdollistaa laajamittaisen uusiutuvan energian tuotannon merellä. SmartSea-hankkeessa tehtyjen laskelmien perusteella nykyaikaisen ydinvoimalan tuotanto 1.2 GW voitaisiin korvata valjastamalla suuruusluokaltaan 20 km x 20 km merialue tuulivoiman tuotantoon. Laskelma perustuu keskimääräiseen vuosituotantoon 7 MW tuuliturbiineilla (408 kpl) ja kokemusperäiseen hyötysuhteiseen 42%. Suuren mittakaavan tuomat kustannusedut tuovat merituulivoiman ratkaisuja lähemmäksi EU:n tavoitetuotantohintaa energiayksikkö kohti: 50 €/MWh (LCOE, the levelized cost of the energy).

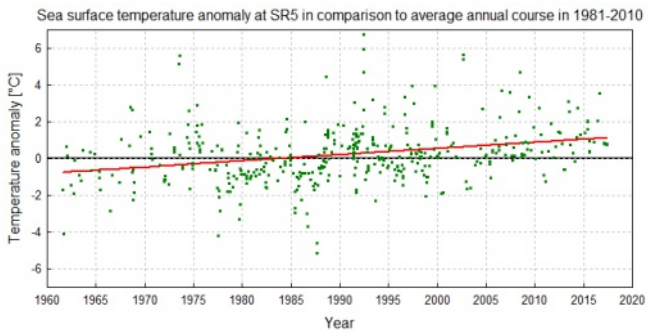
Jaakko Heinonen (VTT)

Meriveden lämpötila

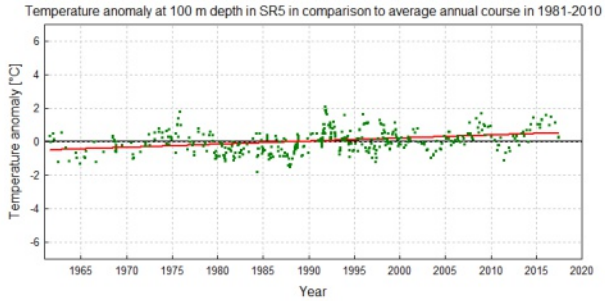
Meren pintakerroksen lämpötilan vuotuinen kulku hallitsee pintakerroksen lämpötilan vaihteluita. Ilmaston muuttuessa lämpimän kauden pituus voi kasvaa, mutta pintakerroksen vesi kylmenee talveksi tulevaisuudessakin niin kauan kuin ilmakin on talvella kylmää. Pohjanlahden pintaveden maksimitiheyden lämpötila on jokisuiden suolattoman veden 4°C:sta eteläisen Selkämeren avomeren n. 2.7°C.

Nykytila

Nykytilassa meriveden pintakerros jäähtyy Pohjanlahdella talvella jäätymispisteeseen tai lähelle sitä joka talvi. Pintalämpötilan minimi on maaliskuussa. Huhtikuussa lämpötila alkaa nousta ja saavuttaa avomerellä 10 °C:n lämpötilan kesäkuun loppupuolella. Pintakerros on lämpimin heinä-elokuun vaihteessa, avomerellä 16°C, rannikoilla enemmän. Elokuun puolivälin jälkeen alkaa nopeampi jäähtyminen, joka jatkuu maaliskuuhun. Pintakerroksen lämpötila alittaa 10°C syys-lokakuun vaihteessa. Vesi on kesällä kylmintä 50 -80 metriä syvällä, jonne keväinen ja syksyinen pystysuora kierto ulottuu. Tätä kerrosta sanotaan vanhaksi talvivedeksi. Syvemmällä veden lämpötilan vuodenaikaiset vaihtelut ovat vähäisiä, vain pari astetta, Syvien kerrosten lämpötilan vuotuinen maksimi on myöhään syksyllä. Vuosien väliset vaihtelut ovat pintakerroksessa suuria ja viimeisten vuosikymmenten aikana näyttää kesäinen lämpötila kasvaneen. Syvässä vedessäkin lämpötila näyttää avomerellä hiljalleen kasvaneen.



Eteläisen Selkämeren syvän veden lämpötila 100 metrin syvyydessä vuosien 1981-2010 keskimäärisiin päivittäisiin arvoihin verrattuna.



Eteläisen Selkämeren meriveden pintalämpötila vuosien 1981-2010 keskimäärisiin päivittäisiin arvoihin verrattuna.

Tulevaisuus

Ilmaston lämmetessä lämpimän kesäkauden pituus näyttää lisääntyvän. Vuodenaikaiskierto kuitenkin säilyy nykyisen tapaisena ellei ilman lämpötila nouse niin korkeaksi, ettei talvellakaan vesi jäähtyisi maksimitiheyden lämpötilaa kylmemmäksi, siis noin alle 3°C lämpöön. Kesäaikaisen pintakerroksen kerrostuneisuuden oletetaan kasvan kun vesi lämpenee.

Pekka Alenius

Lisätiedot: pekka.alenius@fmi.fi