



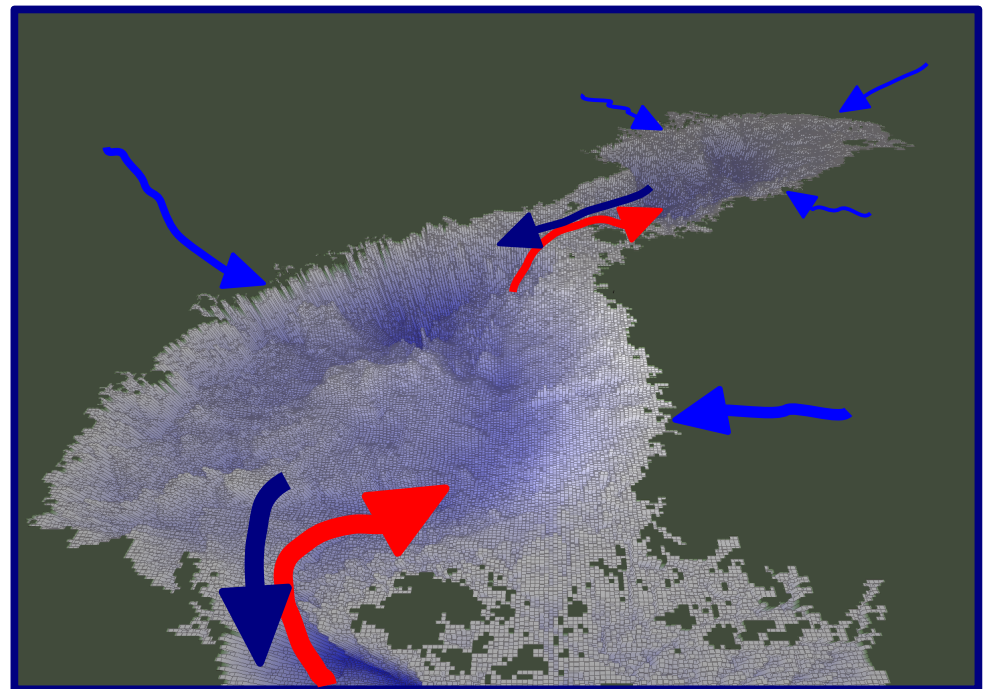
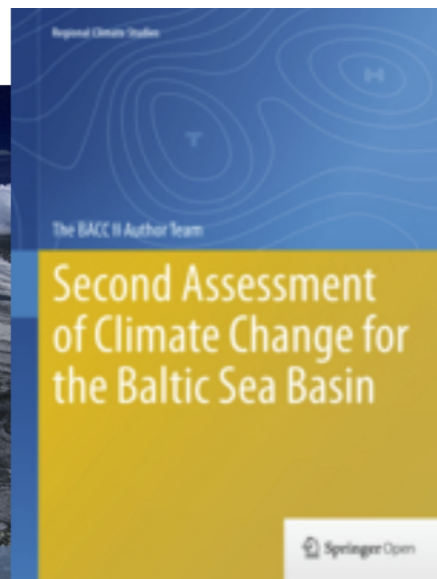
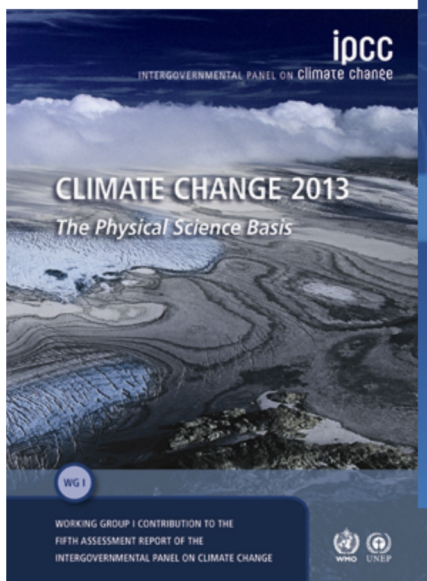
Gulf of Bothnia Climate Change Assessment Physical Changes

Jari Haapala and the GoB CCA author team

Finnish Meteorological Institute

Background

- Gulf of Bothnia has been identified as a region where expected changes due to global climate change will be larger than in other regions of the Baltic Sea.
- IPCC and BACC reports provide foundations for global and local drivers of the GoB physico-biogeochemical system.
- SmartSea assessment examines regional/local climate change impacts and identifies robust signals, uncertainties and knowledge gaps.
- 20+ authors representing meteorological, hydrological, oceanographic, marine biology, chemistry, geology, engineering, fishery research are contributing to the assessment.

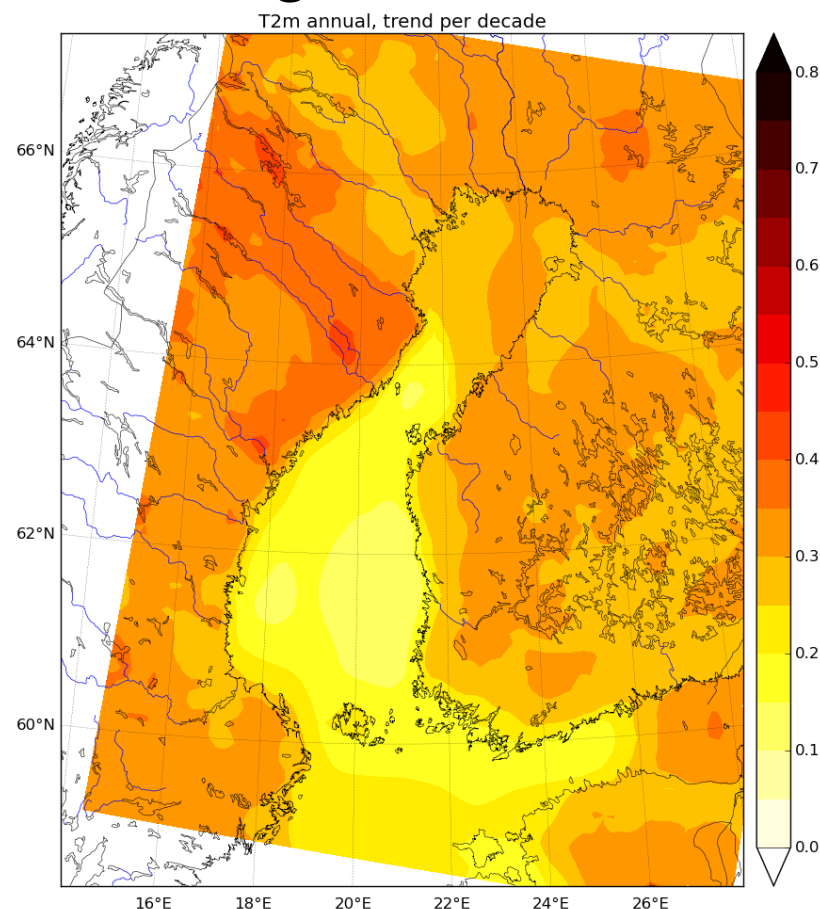


Key Findings : Atmosphere

Temperature and precipitation trends during 1961-2014 over land along the Finnish coast

		Temp (°C/ 10 yr)				
	Trends	DJF	MAM	JJA	SON	ANN
B1	Bothnian Bay	0.59	0.40	0.27	0.28	0.40
B2	the Quark	0.49	0.45	0.32	0.29	0.43
B3	Bothnian Sea	0.48	0.40	0.29	0.28	0.39
	G of Bothnia	0.54	0.40	0.30	0.28	0.41

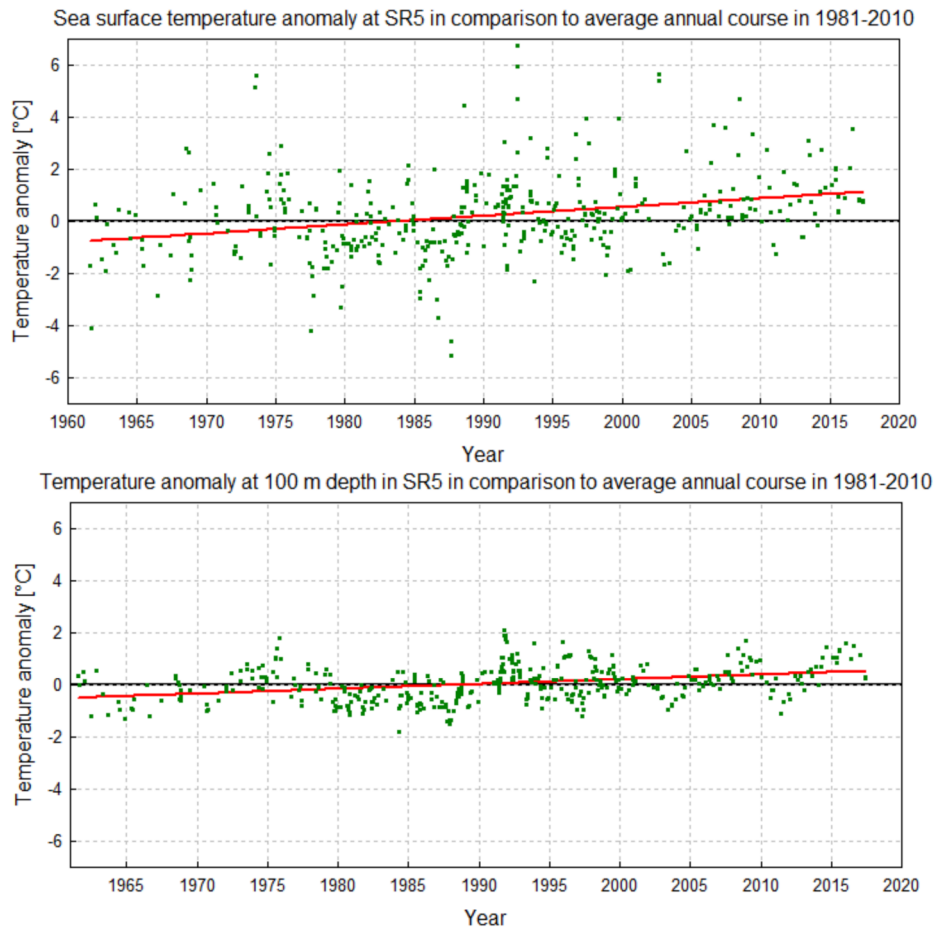
Prec		(mm/ 10 yr)			
DJF	MAM	JJA	SON	ANN	
9	4	11	1	22	
10	2	10	0	21	
9	2	5	3	19	
9	3	8	1	21	



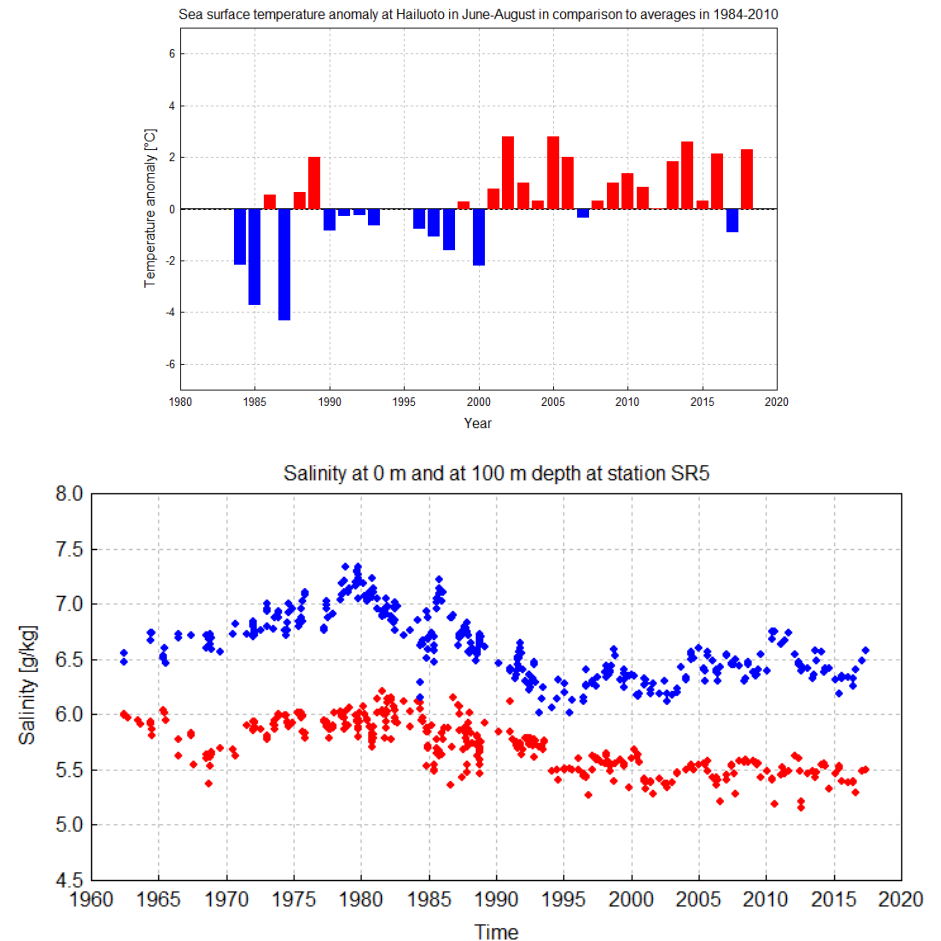
- Statistical significant increases in annual and seasonal mean temperature
- Largest warming during winter months, even ~ 0.6 °C/decade
- Increases also in winter precipitation
- Decreases rather than increases in mean wind speeds over land

Key Findings : Hydrography

CENTRAL BOTHNIAN SEA

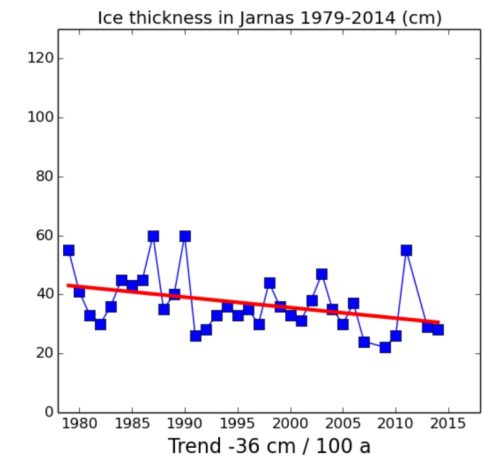
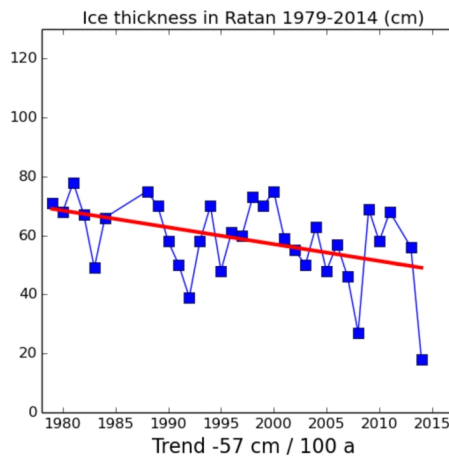
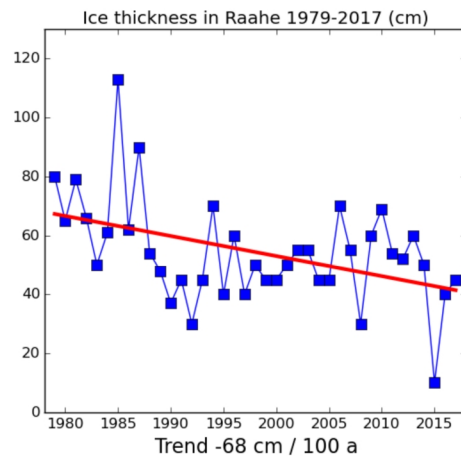
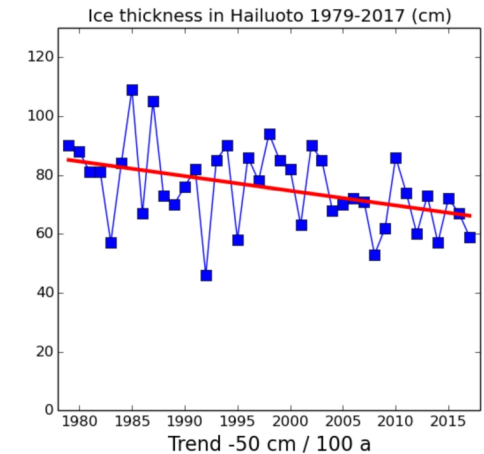
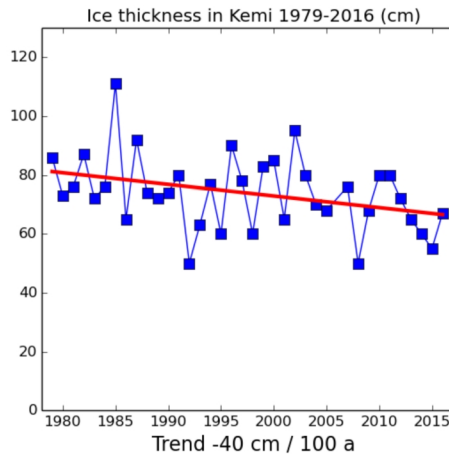
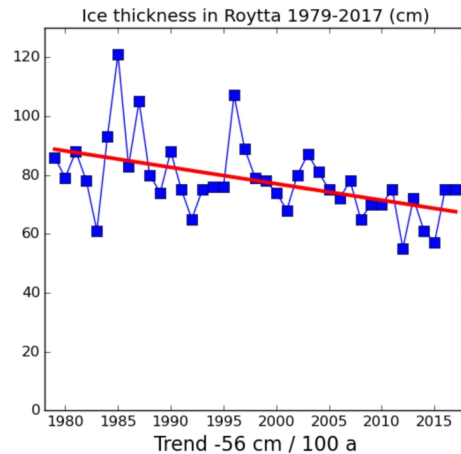
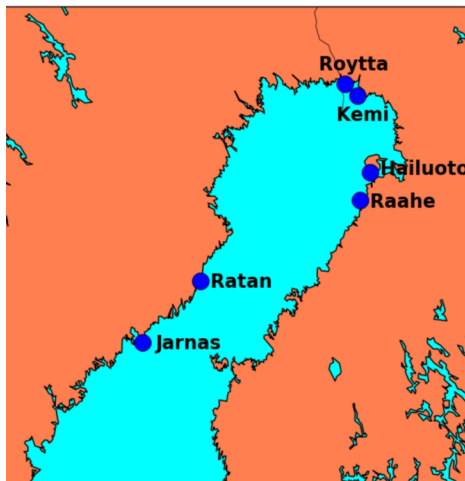


HAILUOTO



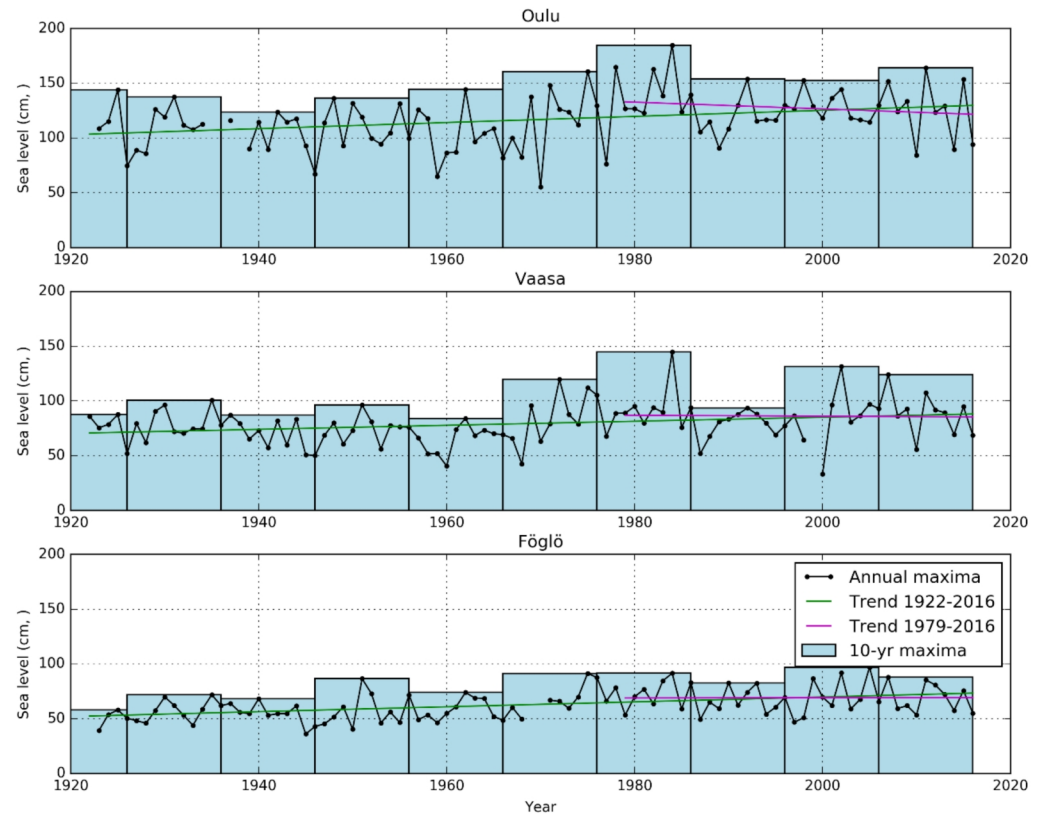
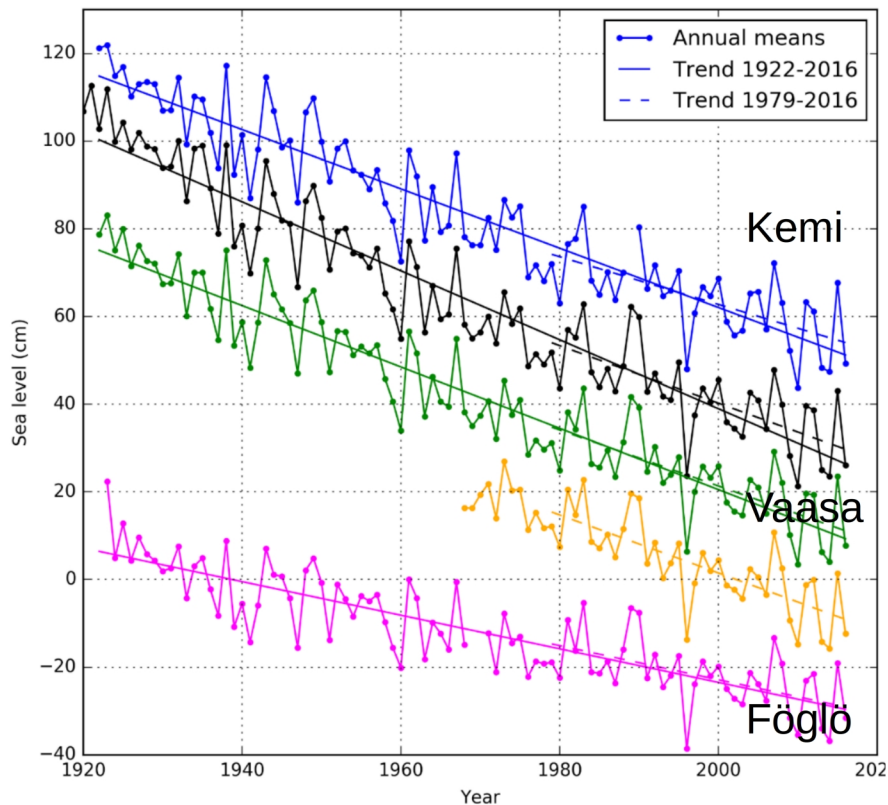
- Observed trend ~ 0.3 °C/decade, large inter-annual variability
- Salinity changes reflect changes in the Baltic Proper

Key Findings : Sea Ice



- Ice thickness has decreased during the last 30+ years in all stations
- Winter 2015 was the first year when the central BoB was certainly ice free

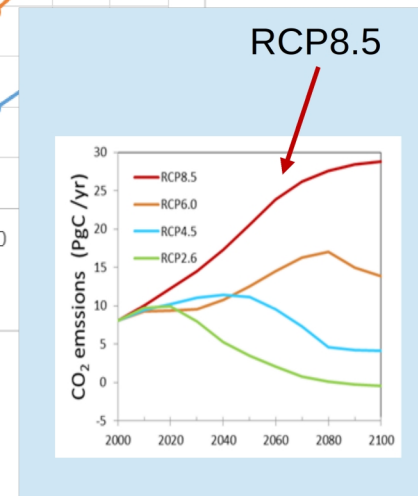
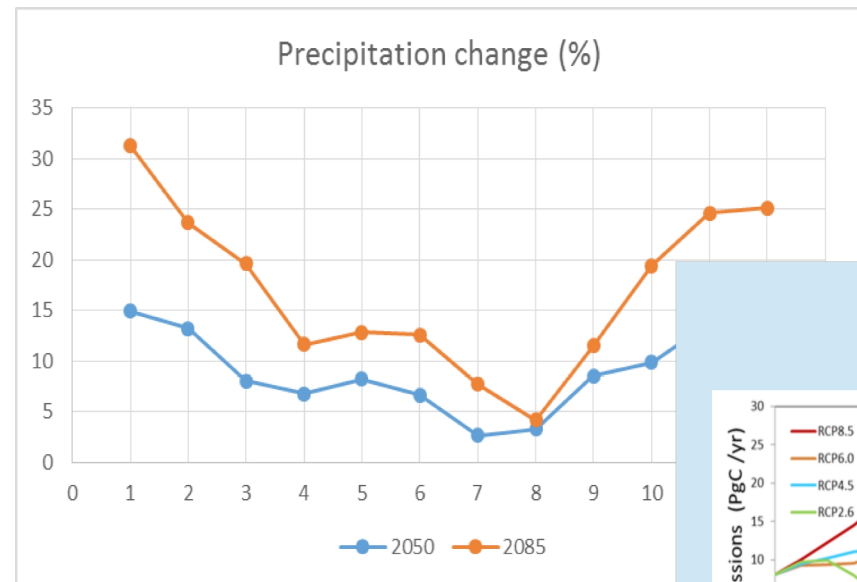
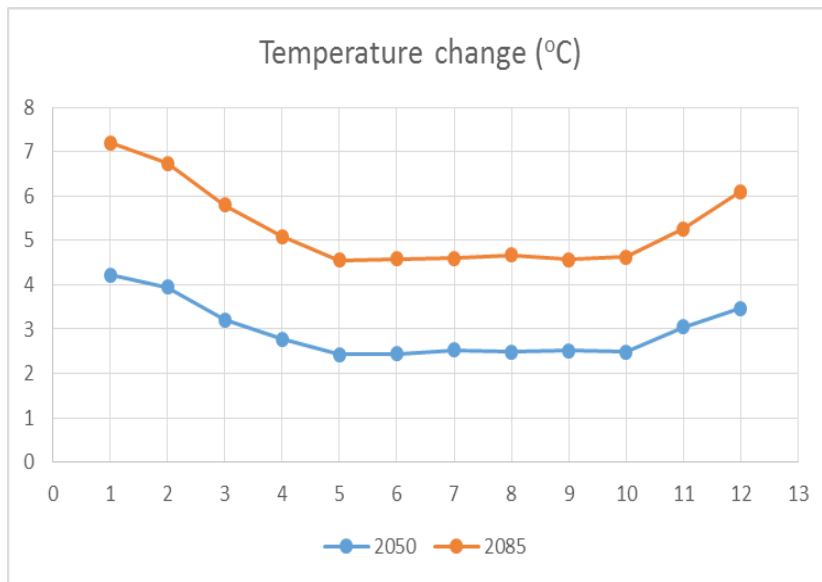
Key Findings : Sea Level



- Land uplift dominates long term sea level changes
- Trend of sea level decline has decreased during last 30 years
- Sea level extremes display long term increasing trend but not during last 30 a

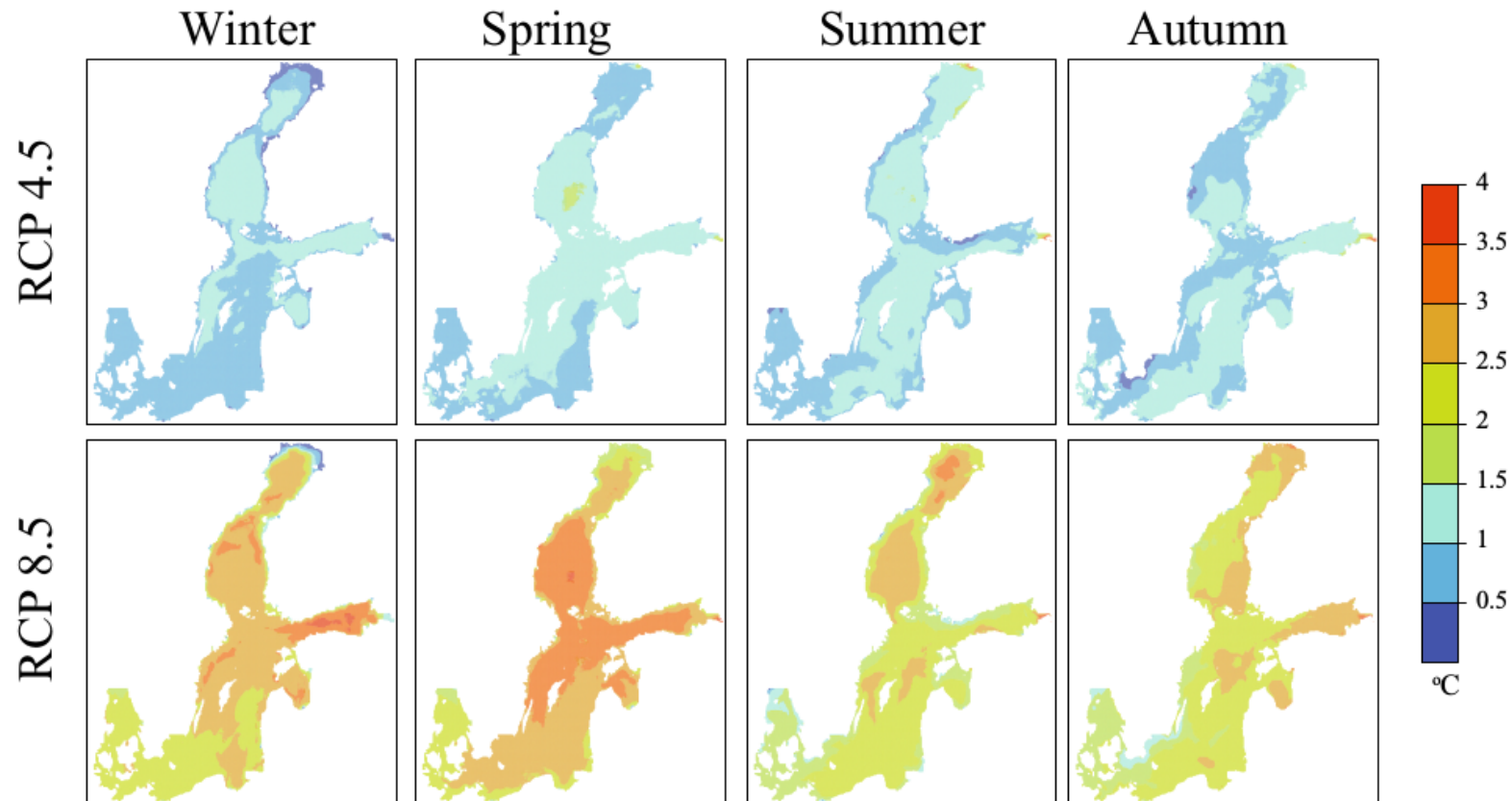
Projected changes in atmospheric conditions

Multi-model (CMIP5) mean monthly changes under the RCP8.5 scenario along the Finnish coast of the Gulf of Bothnia



- Largest changes in winter, up +7 °C until end of century.
- Summer air temperature changes > 4 °C.
- Increase in precipitation, also enhanced in winter.

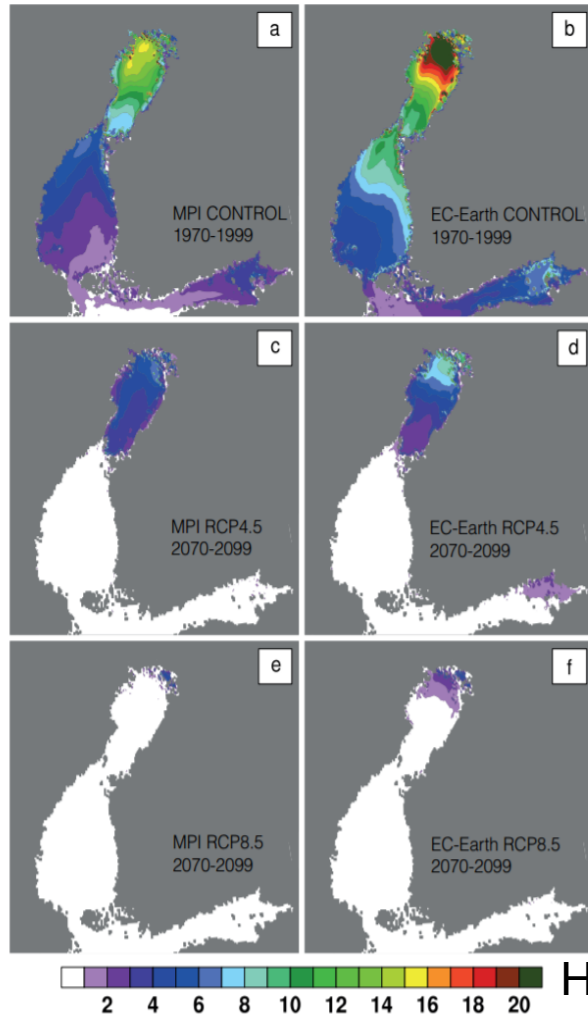
Projected changes in hydrography



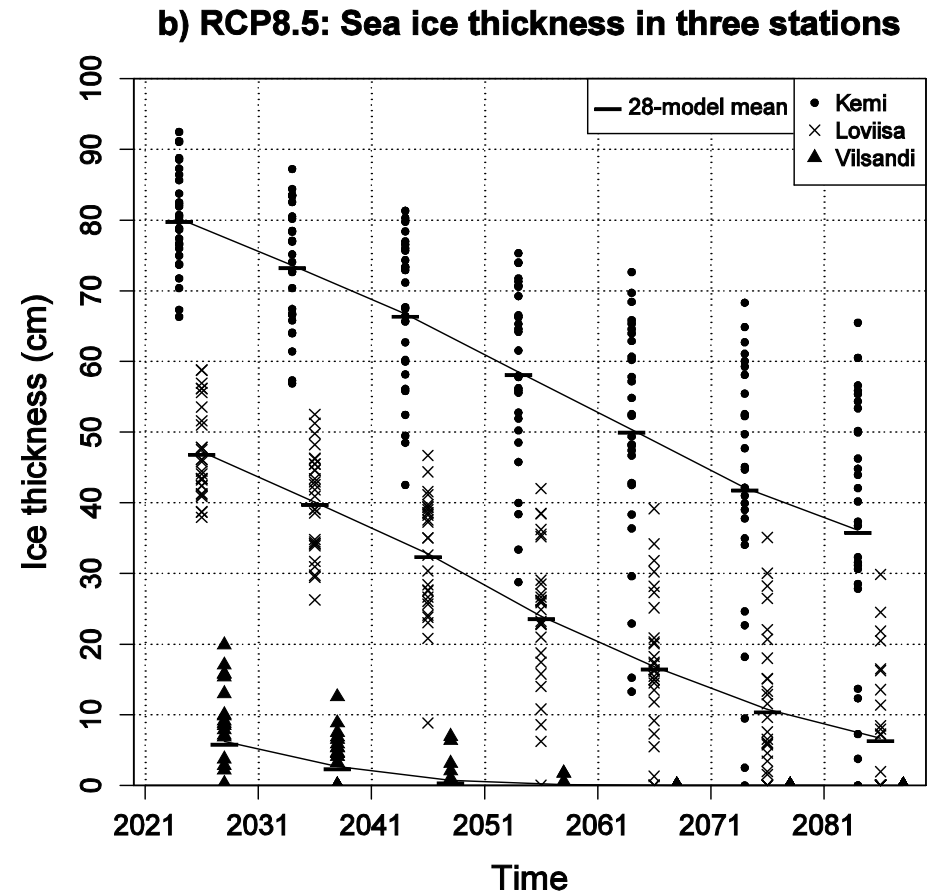
Saraiva et al, 2018

- Increase of the SST largest in the Gulf of Bothnia
- Change up to + 3.5 °C until end of century
- Salinity changes ~ - 1.0 until end of century

Projected changes on sea ice conditions



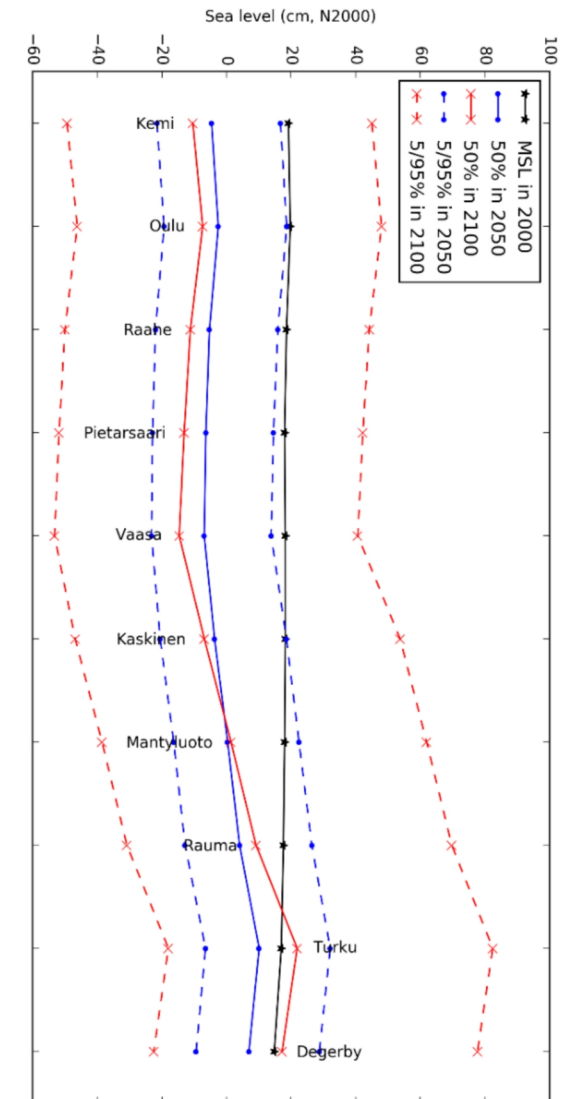
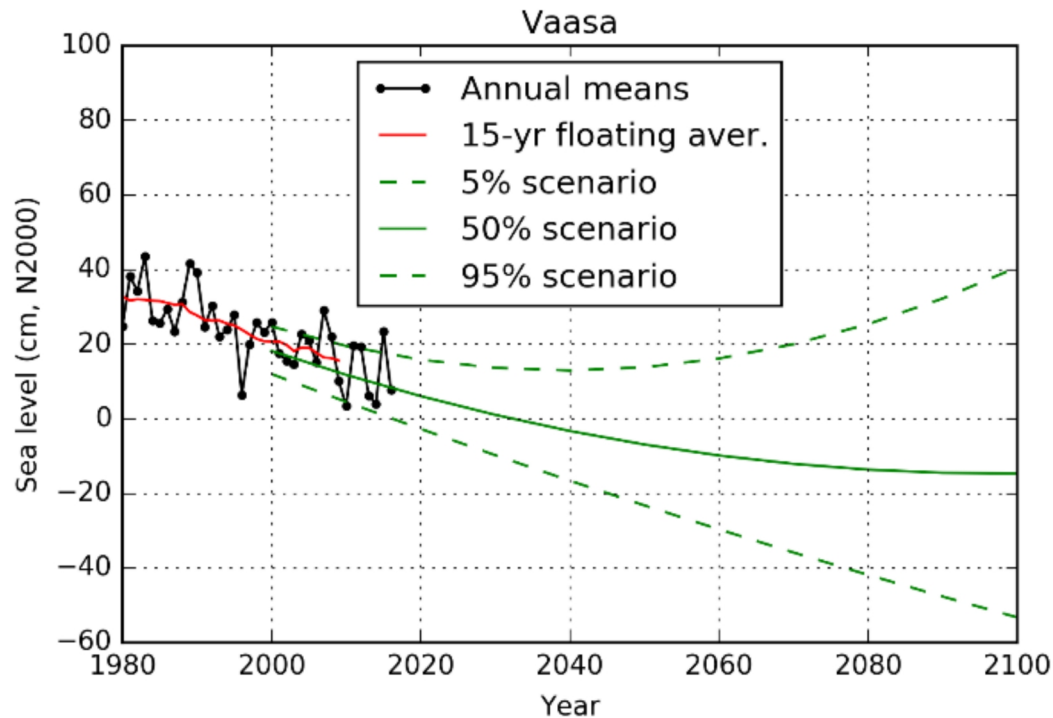
Höglund et al, 2017



Luomaranta et al, 2014

- Ice covered period will be shorter and thickness smaller, but sea ice will be formed still every winter in the Bay of Bothnia.
- Clear differences between RCP4.5 and RCP8.5 scenarios
- Inter-annual variability remains large

Projected changes in sea level



- Sea level decline will slow down or even halt in near future

GoB Climate Change Fact Sheets

- Summarizes key messages of essential meteorological, oceanographic, biogeochemical variables and species
- Available from <http://smartsea.fmi.fi/tulevaisuuden-pohjanlahti/>
- Swedish edition will be made in 2019

Oceanographic variables	Season	Bay of Bothnia	Bothnian Sea
Sea surface temperature	winter	+	+
	summer	+	+
Sea surface salinity	winter	()	()
	summer	-	-
Temperature, depth>100m	winter		/
	summer		/
Salinity, depth>100m	winter		()
	summer		()
stratification	winter	/	/
	summer	+	+
wave height	winter	+	/
	summer	()	()
water level	winter	-	-
	summer	-	-
Duration of ice covered period	winter	-	-
	summer		
Ice thickness	winter	-	-
	summer		
surface currents	winter	+	/
	summer	()	()

Projected change by around 2050

+ = Increase
 - = Decrease
 () = Large uncertainty
 Empty = Unknown or irrelevant
 / = change within natural variability

Ulapan ravinteet

Merenninnan korkeus

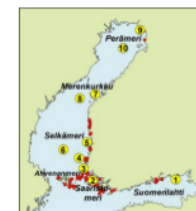
Kalankasvatus Pohjanlahdella

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

Nykytila

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

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

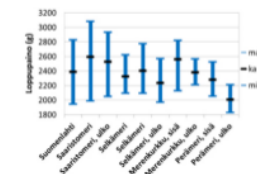


Nykyisten kasvatuslaitosten sijainti (punaiset pisteet) ja paikat joissa kirjohellen kasvua ennustettiin edellytysten lämpötilaprofiilien ja kasvukauden pituuden perusteella (keltaiset pisteet)

Tulevaisuus

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

Ravintekuormitus on kalankasvatusta ohjaava tekijä. Sadannan lisääntyminen kasvattaisi maatalouden ravintekuormitusta, mikä saattaisi olla epäsuorana esteenä kalankasvatuksen laajenemiselle. Jos kasvatusta siirrytään avoimemmille merialueille ja myrskyt ilmaston ääri-ilmiöiden yleistytessä lisääntyvät, tulee kasvatusrakenteet suunnitella entistä kestävämmiksi sekä veneet turvallisiksi operoida kovissa olosuhteissa.



Kirjohellen keskimääräinen loppupaino merialueilla (ja eri vuosien minimi ja maksimi), lähtöpainoin olessesta 500 g.

Markus Kankainen, Antti Kaase, Jari Niikko (Luke)



<http://smartsea.fmi.fi/>



@SmartSeaProject