

Selkämeren muutokset

Harri Kuosa

Suomen ympäristökeskus

*Selkämerellä tehtyjen
havaintojen taustoja
tutkitaan*

*Onko kyse
pitkäaikaisesta
muutoksesta?*

*Mitä kaiken takaa
löytyy?*



SELKÄMEREN MUUTTUVA KALASTO

Osa 1 Rajasilta, Marjut
Osa 2 Hyvärinen, Juha

Hakala, Anna ja Kirkkala, Teija (toim.)

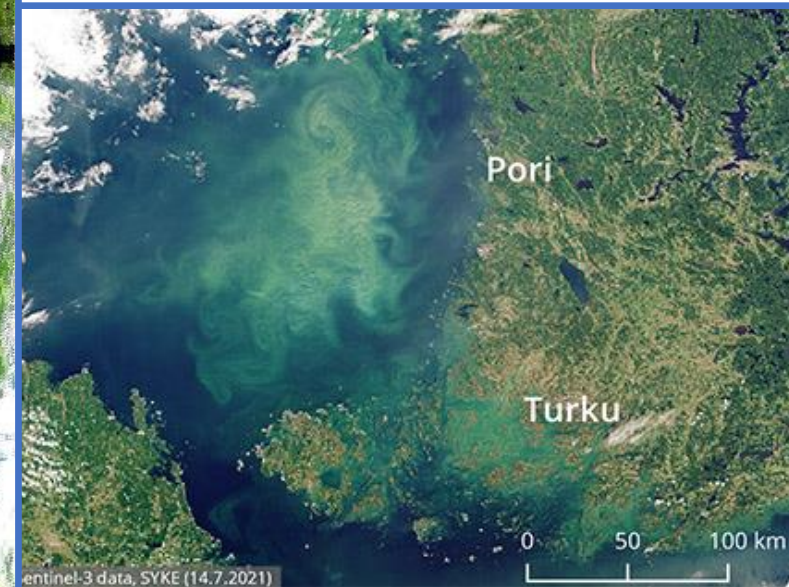
2011



2020

←2005

2021





Understanding past and future sea surface temperature trends in the Baltic Sea

C. Dutheil¹ · H. E. M. Meier^{1,2} · M. Gröger¹ · F. Börgel¹

Biogeosciences, 14, 2113–2131, 2017
www.biogeosciences.net/14/2113/2017/
doi:10.5194/bg-14-2113-2017
© Author(s) 2017. CC Attribution 3.0 License.



ORIGINAL RESEARCH
published: 22 March 2018
doi: 10.3389/fmars.2018.00095



ORIGINAL RESEARCH
published: 25 January 2019
doi: 10.3389/fmars.2019.00002



Large-Scale Nutrient Dynamics in the Baltic Sea, 1970–2016

Oleg P. Savchuk*

Ocean Sci., 18, 89–108, 2022
https://doi.org/10.5194/os-18-89-2022
© Author(s) 2022. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Past, Present and Future Eutrophication Status of the Baltic Sea

Ciarán J. Murray^{1*}, Bärbel Müller-Karulis², Jacob Carstensen^{3,4}, Daniel J. Conley⁵,
Bo G. Gustafsson^{2,6} and Jesper H. Andersen¹

Nutrient transports in the Baltic Sea – results from a 30-year physical–biogeochemical reanalysis

Ye Liu¹, H. E. Markus Meier^{2,1}, and Kari Eilola¹

¹Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden
²Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde, Rostock, Germany

Progress in Oceanography 128 (2014) 139–171



Review

Progress in physical oceanography of the Baltic Sea during
the 2003–2014 period



A. Omstedt^{a,*}, J. Elken^b, A. Lehmann^c, M. Leppäranta^d, H.E.M. Meier^e, K. Myrberg^{f,g}, A. Rutgersson^h



ORIGINAL RESEARCH
published: 19 July 2022
doi: 10.3389/fmars.2022.917879



Depletion of Oxygen in the Bothnian Sea Since the Mid-1950s

Igor V. Polyakov^{1,2*}, Kimmo Tikka², Jari Haapala², Matthew B. Alkire³, Pekka Alenius²
and Harri Kuosa⁴

Refined estimates of water transport through the Åland Sea in the Baltic Sea

Antti Westerlund¹, Elina Miettunen², Laura Tuomi¹, and Pekka Alenius¹

Science of the Total Environment 859 (2023) 160241



Decreased surface and bottom salinity and elevated bottom temperature in
the Northern Baltic Sea over the past six decades



Harri T. Kankaanpää^{a,*}, Pekka Alenius^b, Pekka Kotilainen^a, Petra Roiha^b

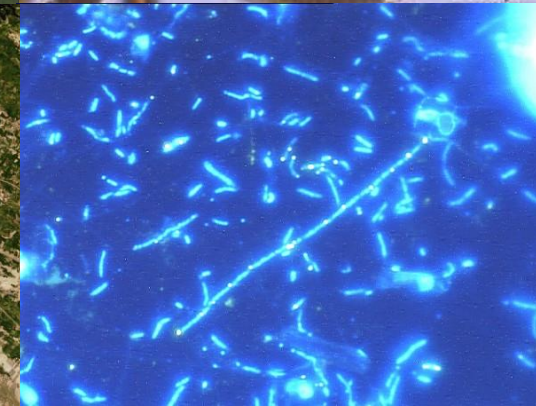
Muutokset näkyvät ensin alimmalla tasolla = levät ja bakteerit

*Levien tuotanto keskittyy
valoisaan kasvukauteen =
Selkämerellä huhti-elokuu*

*Sinilevät kasvavat lähinnä
lämpimänä aikana*

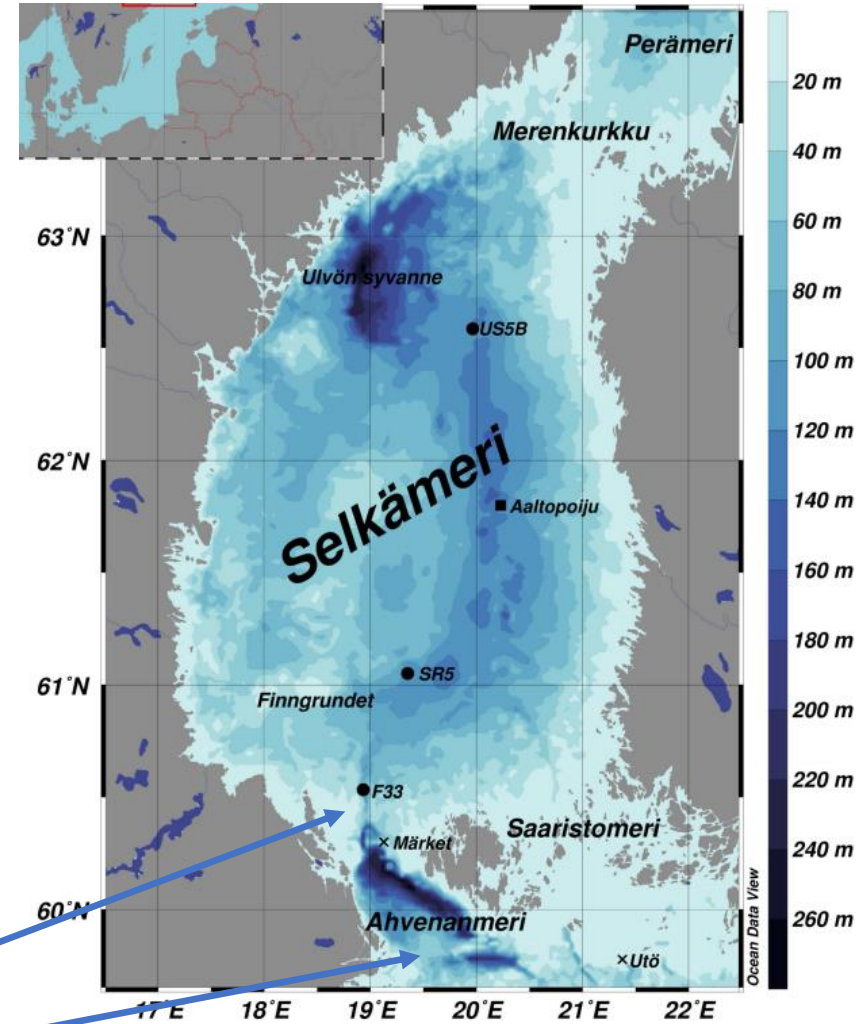
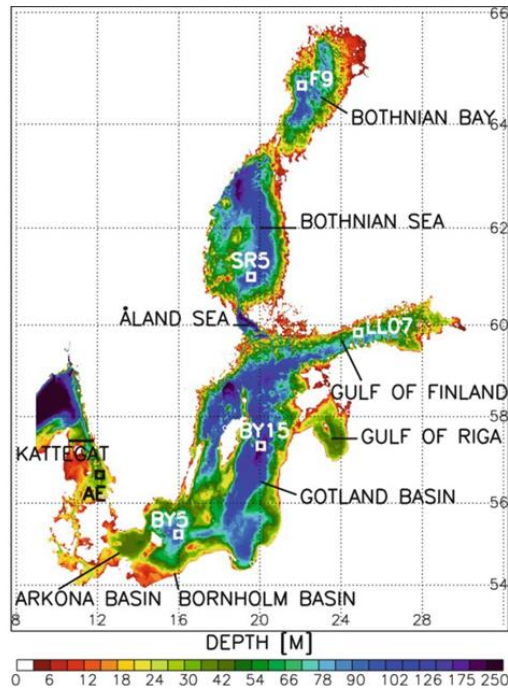
*Sinilevät pystyvät
sitomaan typpeä, joten ne
hyötyvät fosforin
saatavuudesta*

*Bakteerit hyötyvät
liuennun eloperäisen
aineen saatavuudesta*



Selkämeri on monimuotoinen

Selkämeren syvyyssuhteet ovat Itämeren pääaltaan kaltaiset



Kynnykset erottavat Pohjanlahden

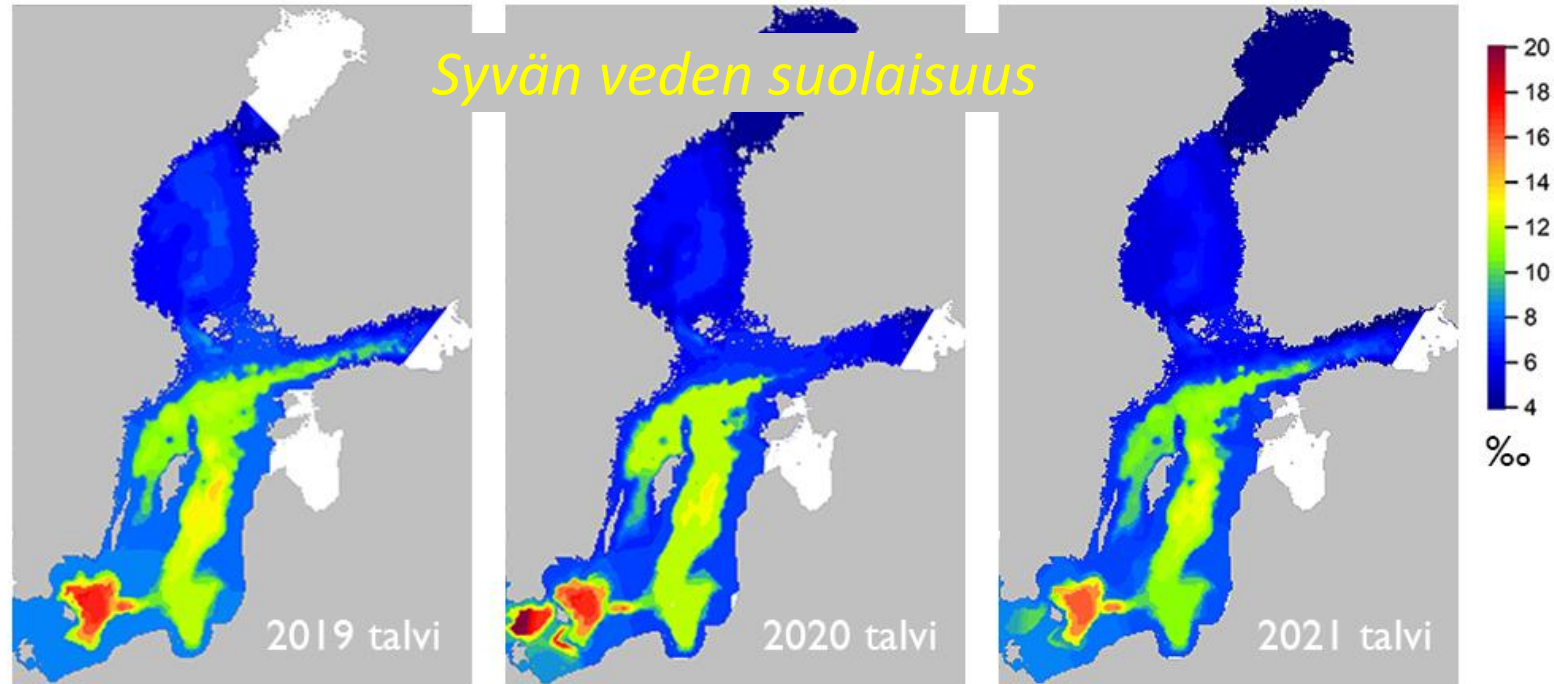
Suolaisuuserot aiheuttavat kerrostuneisuuden

*Itämeren päältäalla on
pysyvä kerrostuneisuus*

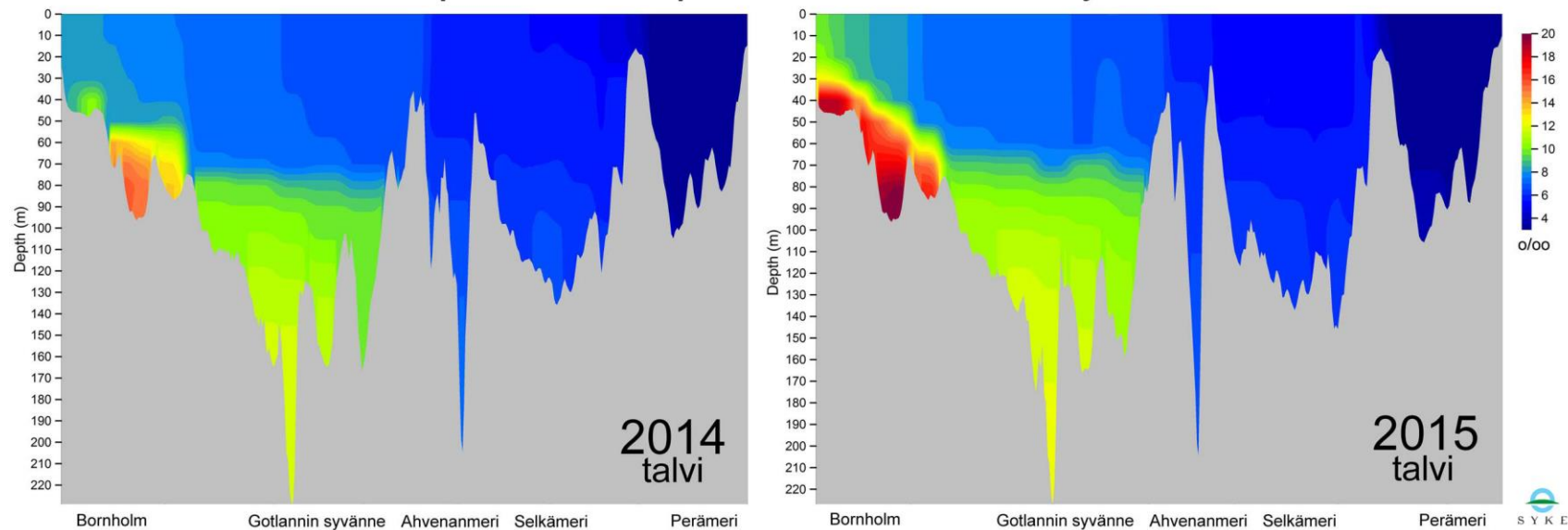
*Syvä vesi ei saa
happitädennystä pinnalta
vesimassan sekoittuessa*

*Selkämerellä ei ole pysyvää
kerrostuneisuutta, joten
hapettomuus ei ole välitön
uhka*

Syvän veden suolaisuus



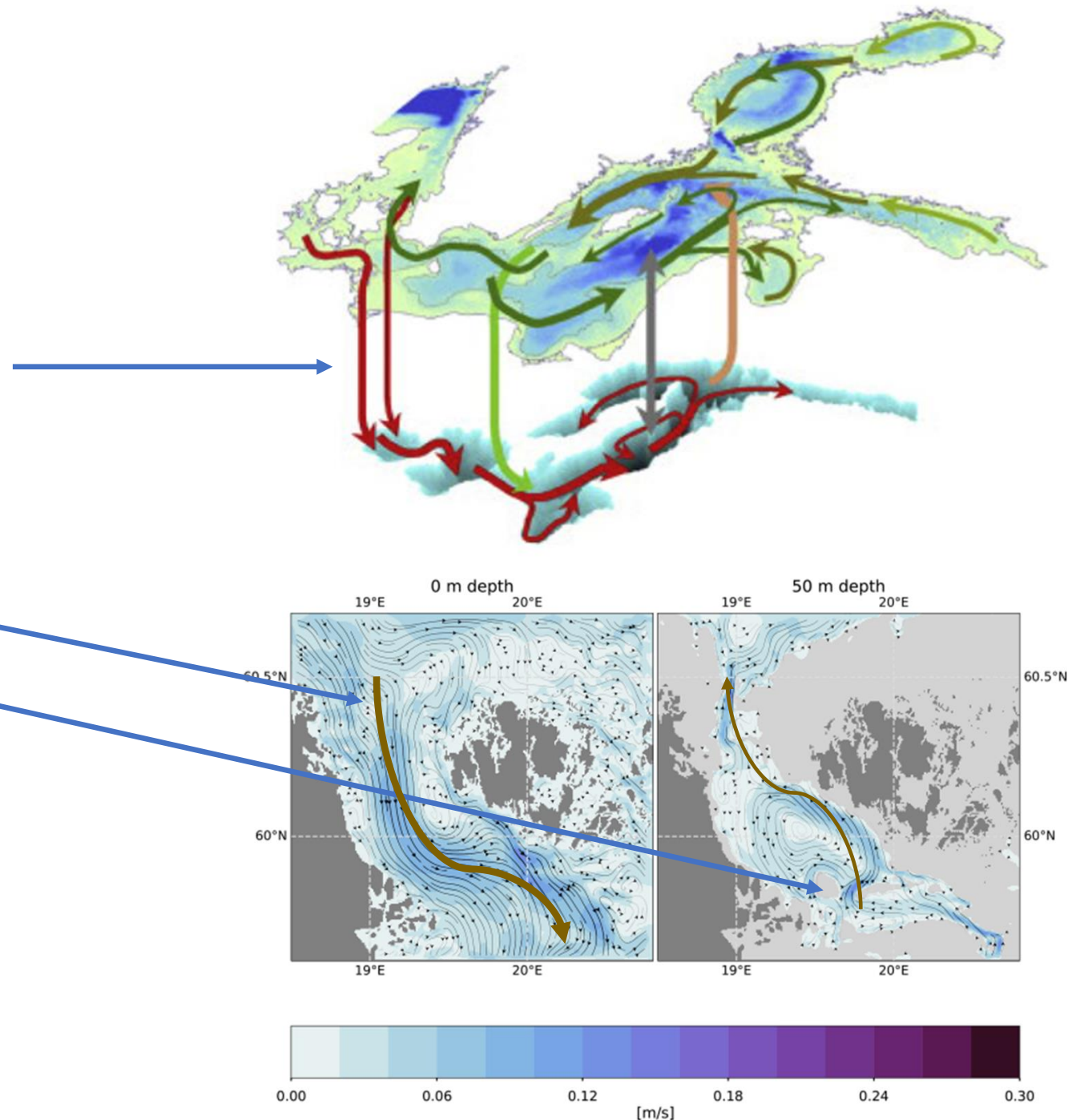
Suolaisuusprofiilit Itämeren päältäalta Perämerelle 2013 ja 2014



Virtaukset seuraavat veden tiheystasoja

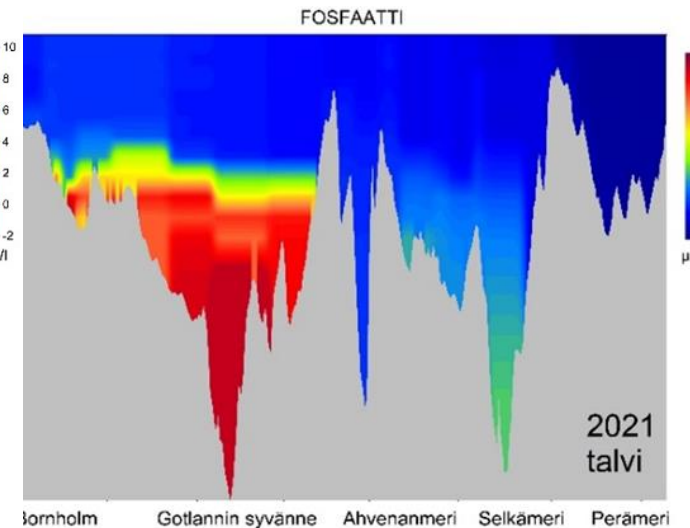
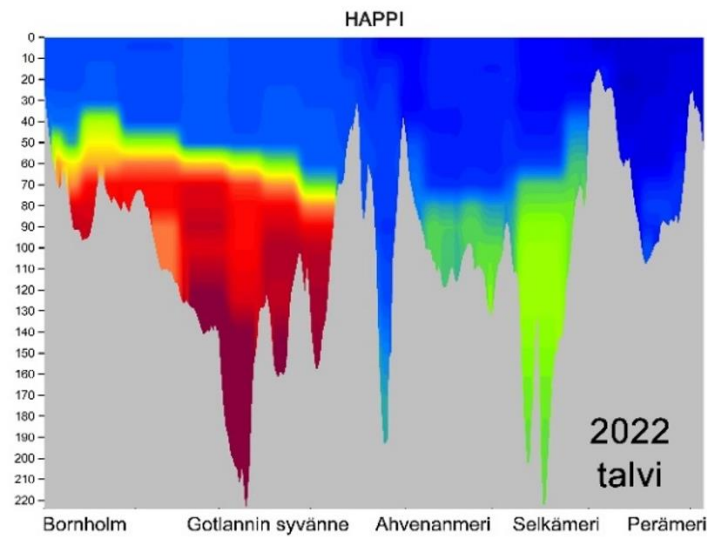
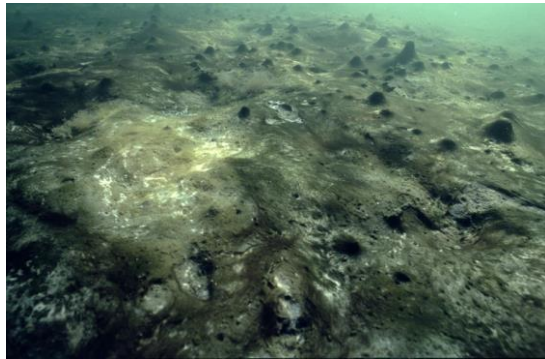
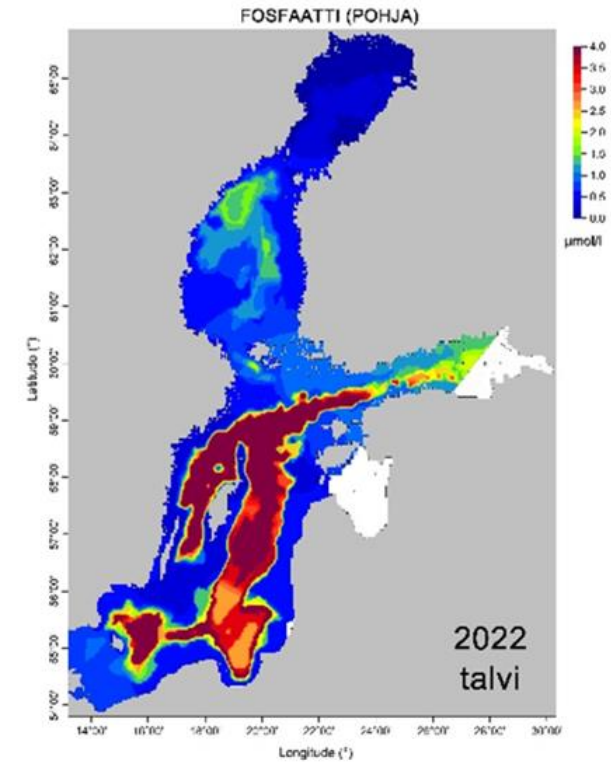
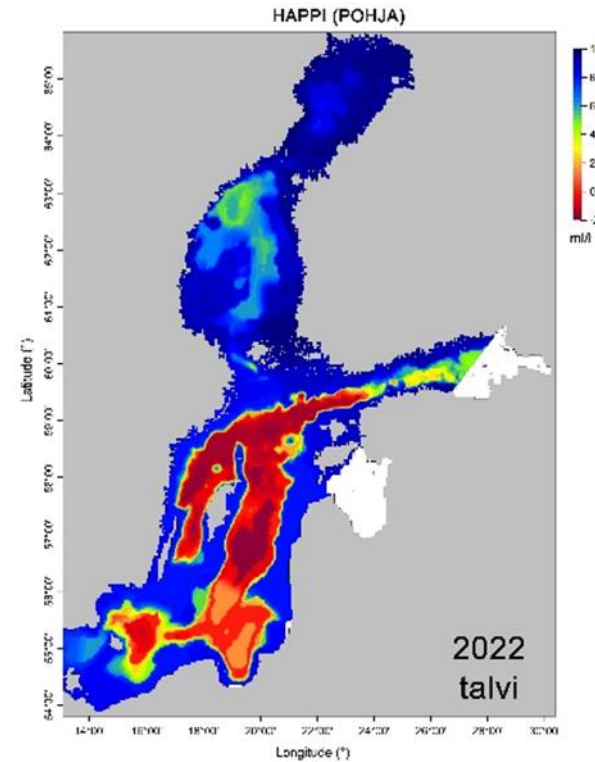
- *Vähäsuolaisempi murtovesi virtaa suolaisen syvän veden päällä*
- *Selkämereltä poistuu pintavettä*
- *Syvältä (50 m) virtaa Itämeren pääaltaan vettä Selkämereen*

[Antti Westerlund, Elina Miettunen, Laura Tuomi, Pekka Alenius (2022). Refined estimates of water transport through the Åland Sea in the Baltic Sea. *Ocean Sci.*, 18, 89–108, 2022]



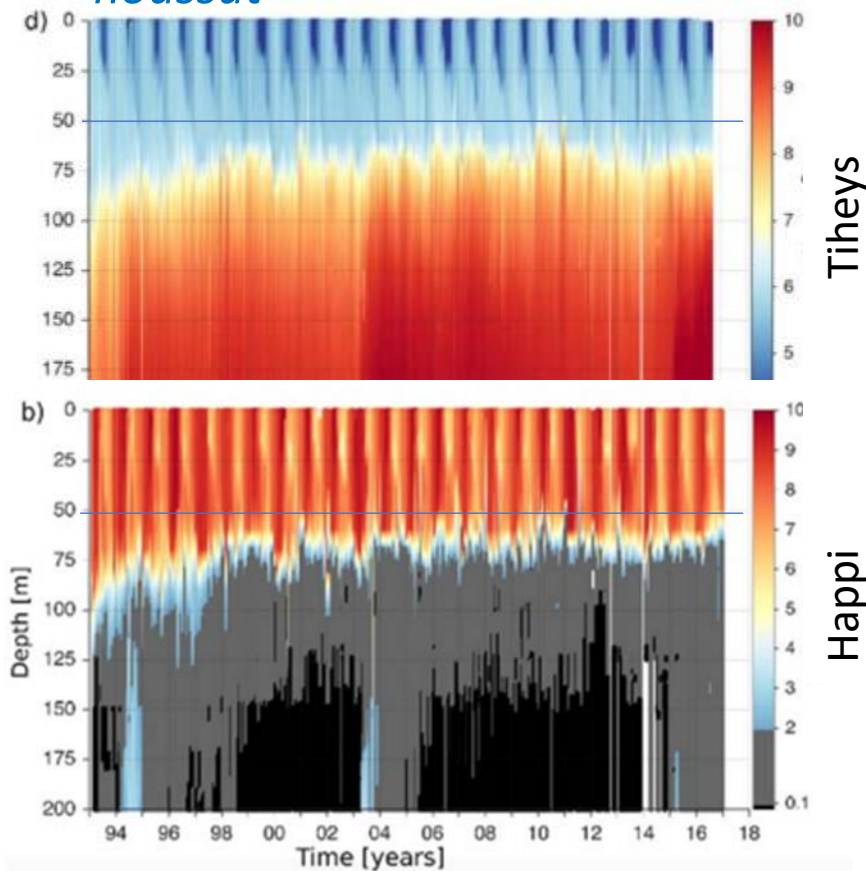
Millaista vettä Selkämereen virtaa?

- Itämeren päältäan syvä vesi on hapetonta*
- Siinä on runsaasti fosforia, jota vapautuu pohjasta*

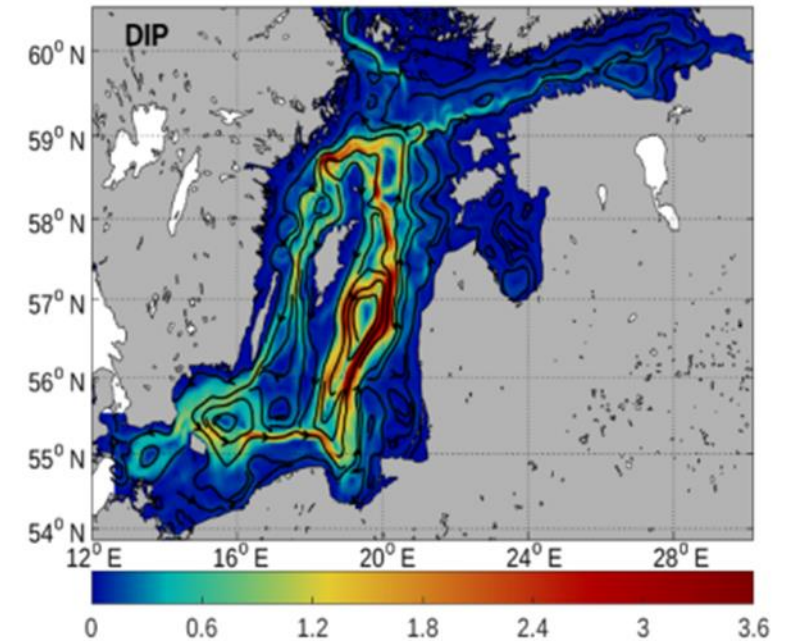
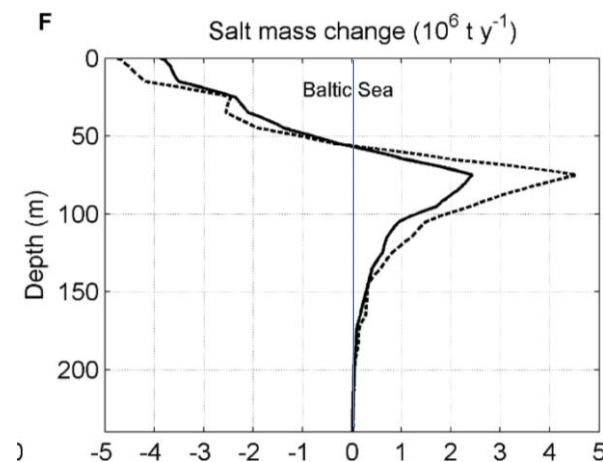


Millaista vettä Selkämereen virtaa?

- Itämeren päältäan halokliini = pysyvän kerrostuneisuuden yläpinta on pikkuhiljaa noussut*



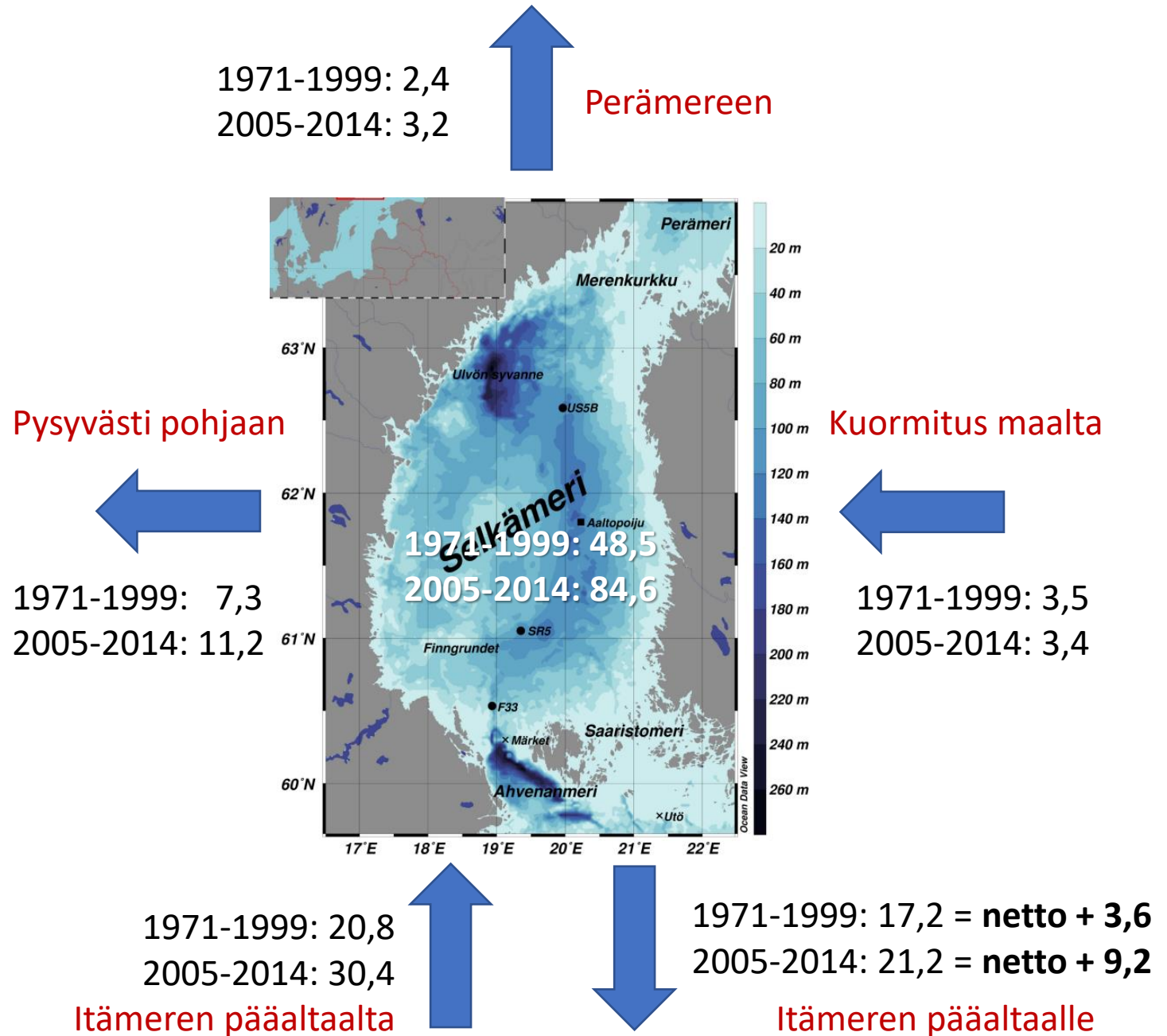
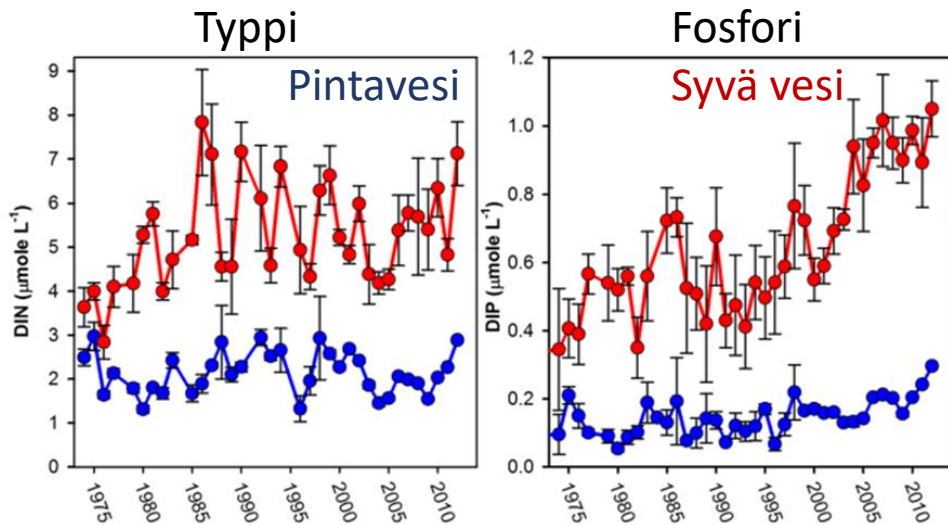
- Itämeren päältäan suolaisuus on muuttunut (1982 – 2016)*



- Seurauksena Itämeren päältäan fosforin 'vuoto, Pohjanlahdelle (?)*

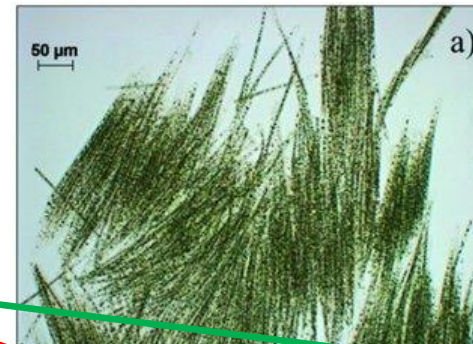
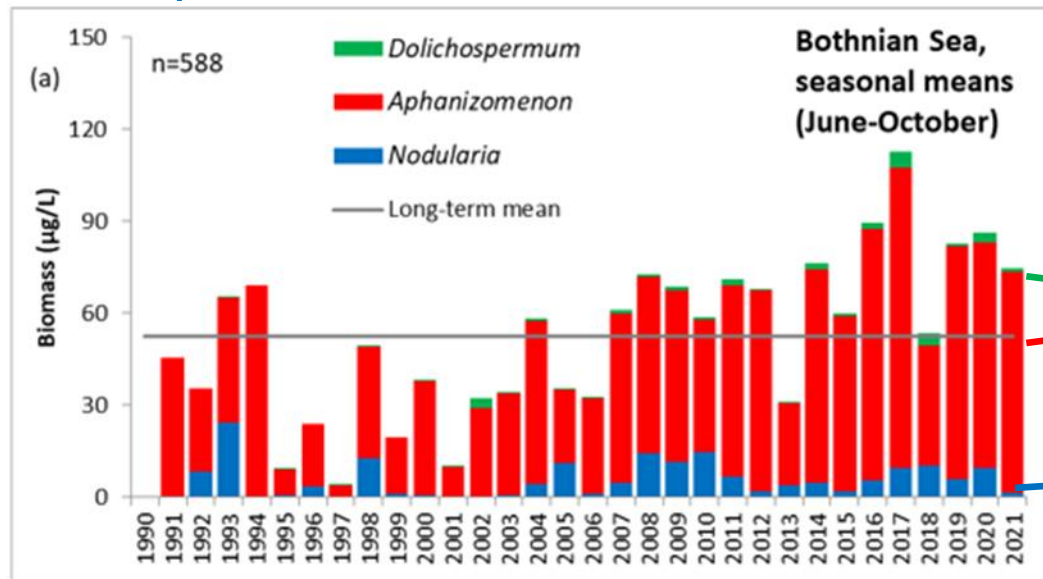
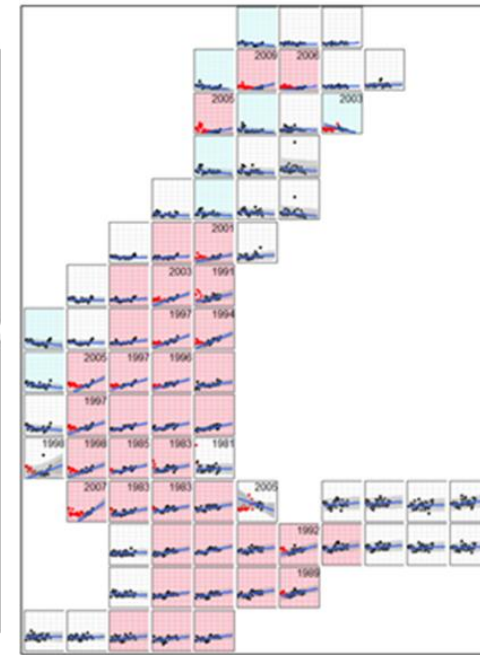
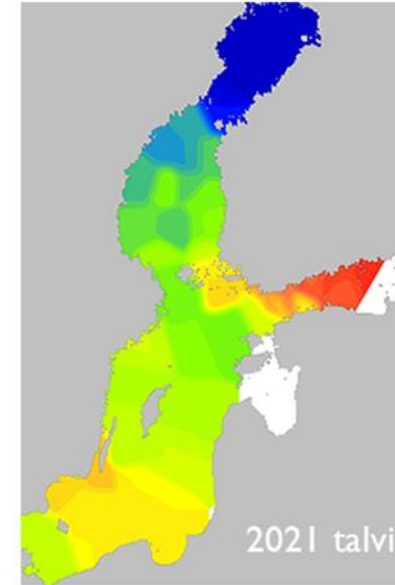
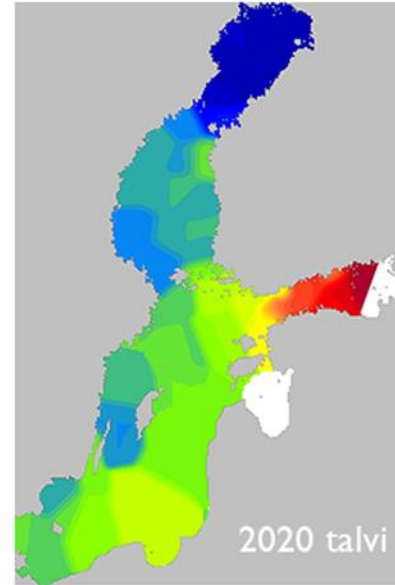
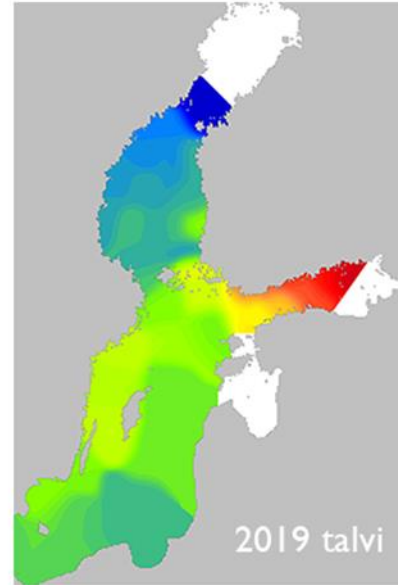
Laskentamallien kertomaa

- Selkämeren fosforitase on muuttunut olennaisesti (luvut x 1000 t/v; varasto x 1000 t)*
- Selkämeren mittaukset näyttävät tukevan laskelmia*



Seurantatuloksia

- Selkämeren pintakerrokseen tulee enemmän fosforia*
- Sinilevien kasvu hyötyy kehityksestä*



2022: "*Nodularia spumigena* oli kuitenkin runsaampi Suomenlahdella ja Selkämerellä viime vuosiin verrattuna, kertoo erikoistutkija **Sirpa Lehtinen** SYKEstä. *Nodularia spumigena* on osoittautunut tähän mennessä aina myrkylliseksi."



Bakteerien merkitys

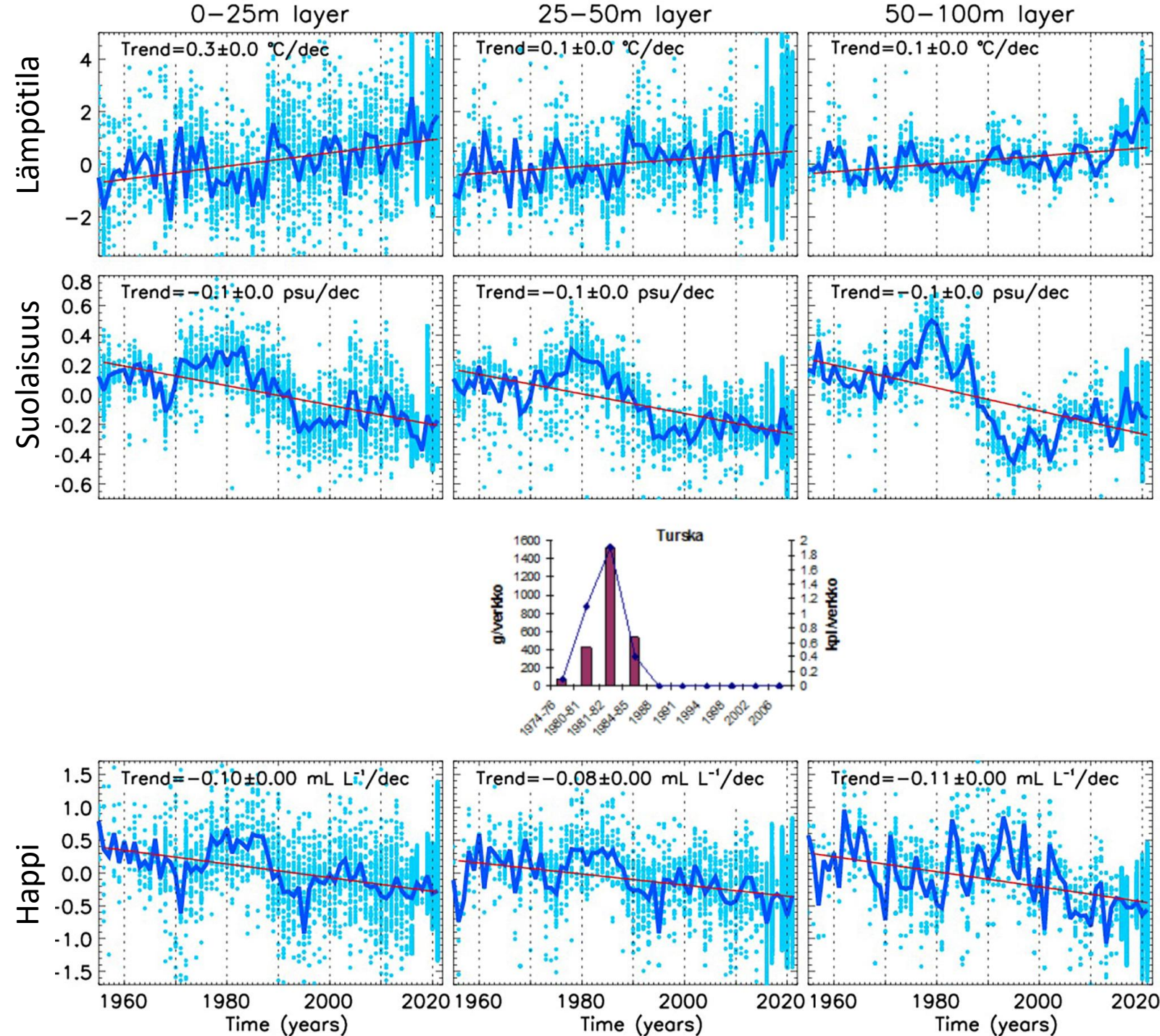
Joakim Ahlgren, Anders Grimvall, Anders Omstedt, Carl Rolff, Johan Wikner (2017). Temperature, DOC level and basin interactions explain the declining oxygen concentrations in the Bothnian Sea. Journal of Marine Systems Volume 170: 22-30

Igor V. Polyakov, Kimmo Tikka, Jari Haapala, Matthew B. Alkire, Pekka Alenius and Harri Kuosa (2022).

Depletion of Oxygen in the Bothnian Sea Since the Mid-1950s. *Frontiers Marine Science*, Sec. Physical Oceanography.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.917879>

- n. 40% hapen muutoksesta johtuu fysikaalisista tekijöistä (lämpötila ja suolaisuus), n. 60% hapen kulutuksen lisääntymisestä



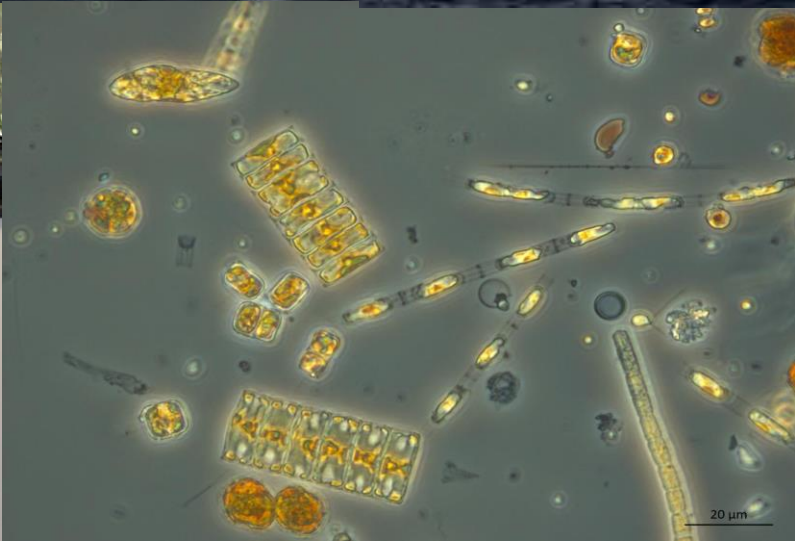
Kasviplanktonin muutokset



Checklist of Baltic Sea Phytoplankton Species



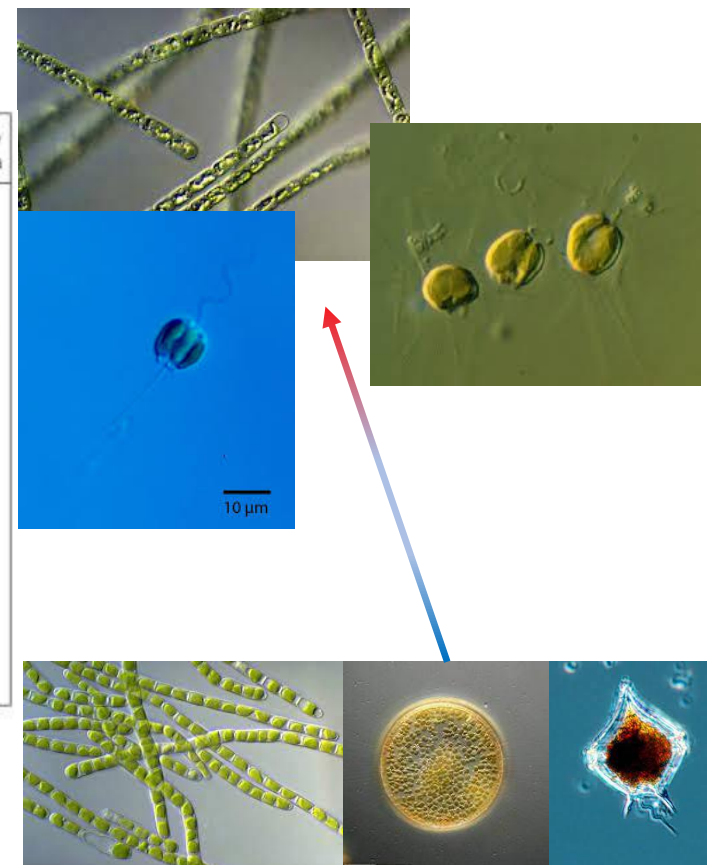
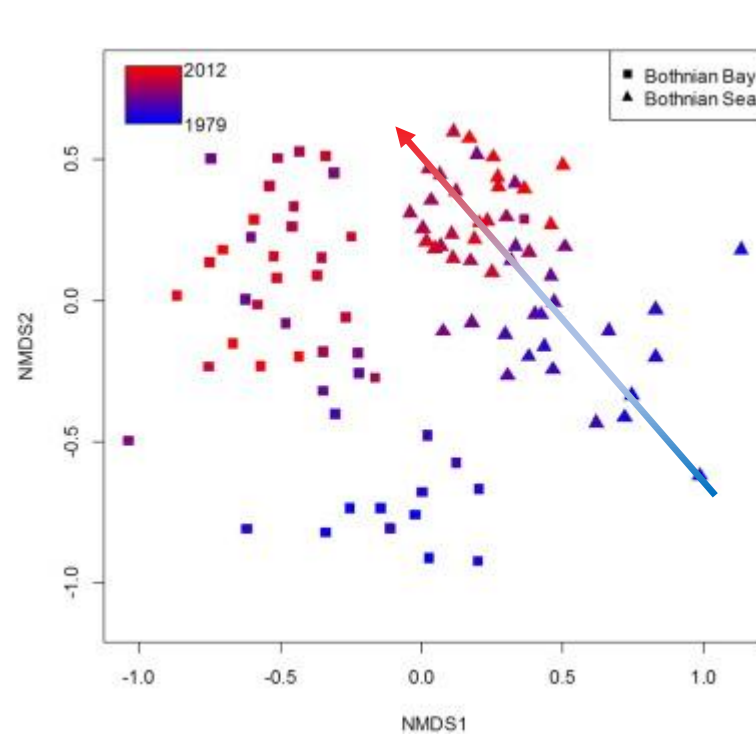
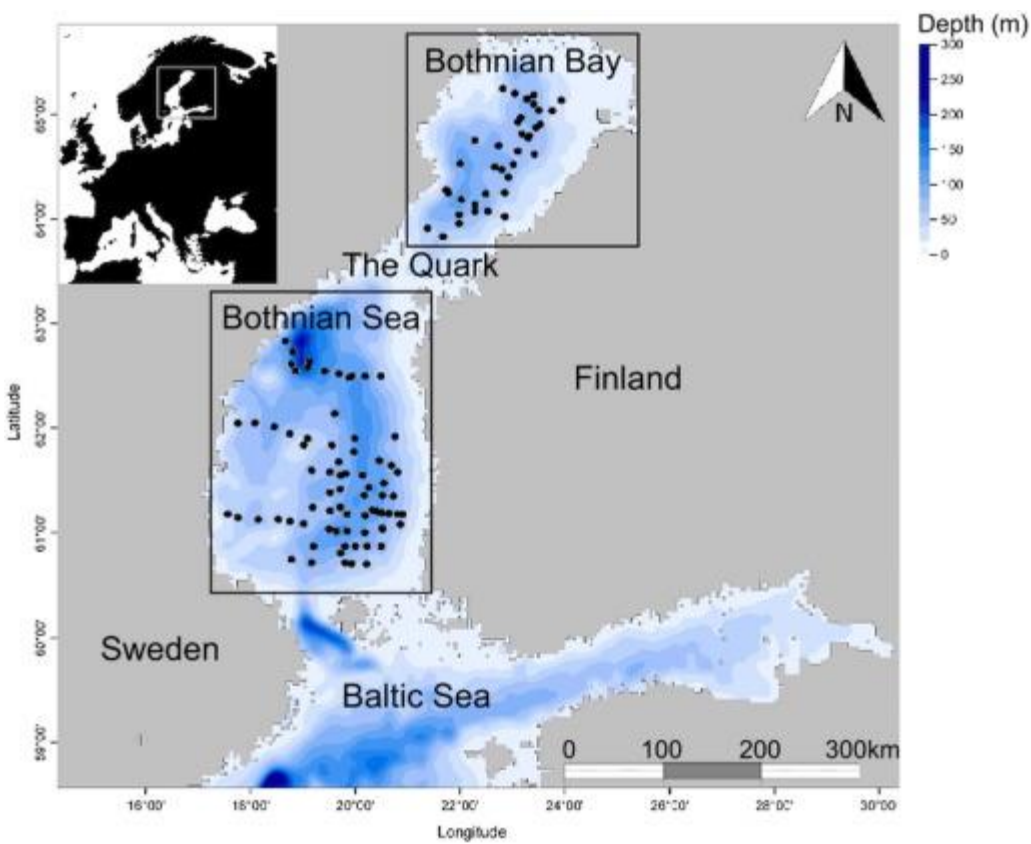
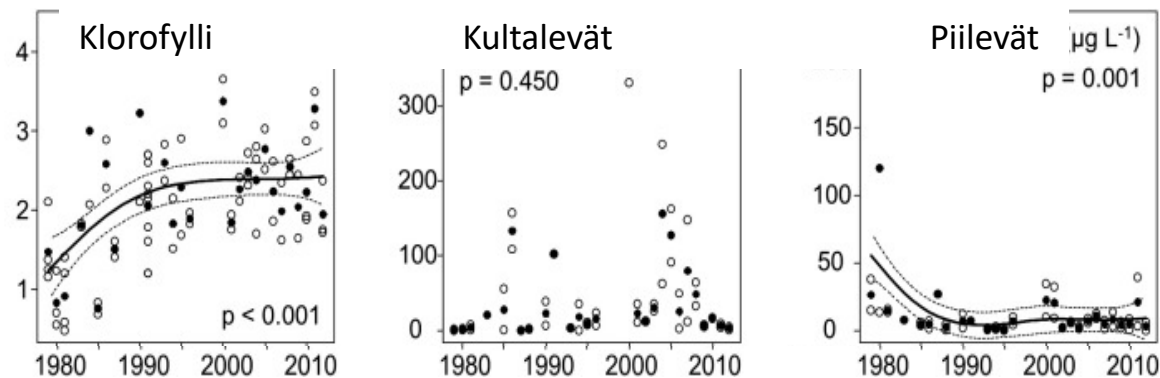
Helsinki Commission
Baltic Marine Environment Protection Commission
2004



	KB	AB	SB	CB	NB	GR	GF	AS	BS	BB
Order GYMNOODONALES										
Amphidinium Claparède & Lachmann 1859										
acutissimum Schiller 1933	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
carterianum Hübner 1957	+	?	-	-	-	-	-	-	-	-
crassum Lohmann 1908	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elenkisi Skvortzov 1925 (2, 4)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
incolatum Campbell 1973	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
longum Lohmann 1908	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
[Amphidinium acutum Lohmann 1920]										
operculum Claparède & Lachmann 1859	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
[Amphidinium klebei Kolod & Swozy 1921]										
ovoidum (Lemmermann) Lemmermann 1900	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Proocentrum ovoidum Lemmermann 1896]										
pellucidum Hardman 1922	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+
[Amphidinium subaënum Bleicher 1952] (106)										
semilunatum Hardman 1923	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
sphenoides Wulff 1916	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Gymnodinium flum Lebour 1917]										
steinii (Lemmermann) Kolod & Swozy 1921	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
[Amphidinium operculum v. steinii Lemmermann 1910]										
sp.	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
Cochlodinium Schütt 1896										
cf. helicoidea Lebour 1925	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pellucidum Lohmann 1908	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cf. pupa Lebour 1925	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnodinium Stein 1878										
aeruginosum Stein 1883	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-
album Lindemann 1928	-	+	?	-	-	-	-	-	-	-
arcticum Wulff 1916 (2, 4)	-	-	-	?	-	-	-	-	-	-
aureolum (Hübner) G. Hansen 2000										
[Gyrodinium aureolum Hübner 1957]										
catenatum Graham 1943 (38)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
chlorophorum Elbrächter & Schlegel 1996	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elongatum Hope 1954	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
endofasciculum Campbell 1973	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rasum Levander 1904 (28)										
[Spirodinium Rasum (Levander) Lemmermann 1900]										
[Gyrodinium pavillardii Bleicher 1952]										

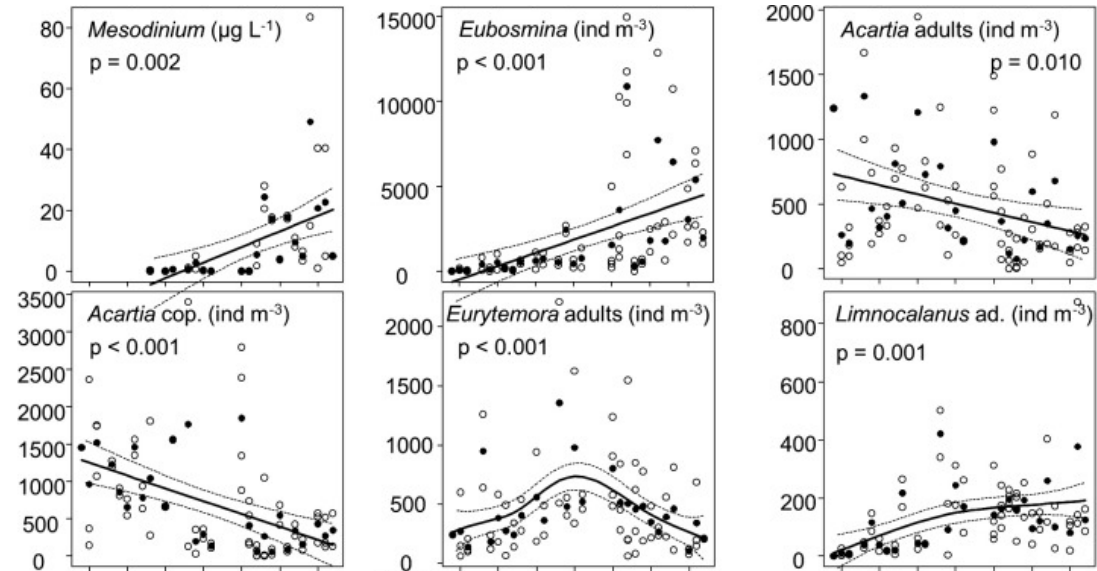
Kasviplanktonin muutokset

- Kasviplanktonlajisto on muuttunut huomattavasti yksilökooltaan pienempään yhteisöön



Eläinplanktonin muutokset

- Suuret hankajalkaisyriäiset ovat vähissä lukuun ottamatta *Limnocalanus*usta
- Pienet vesikirput ovat yleistyneet
- Relikti *Limnocalanus* on nykyisin tärkeä

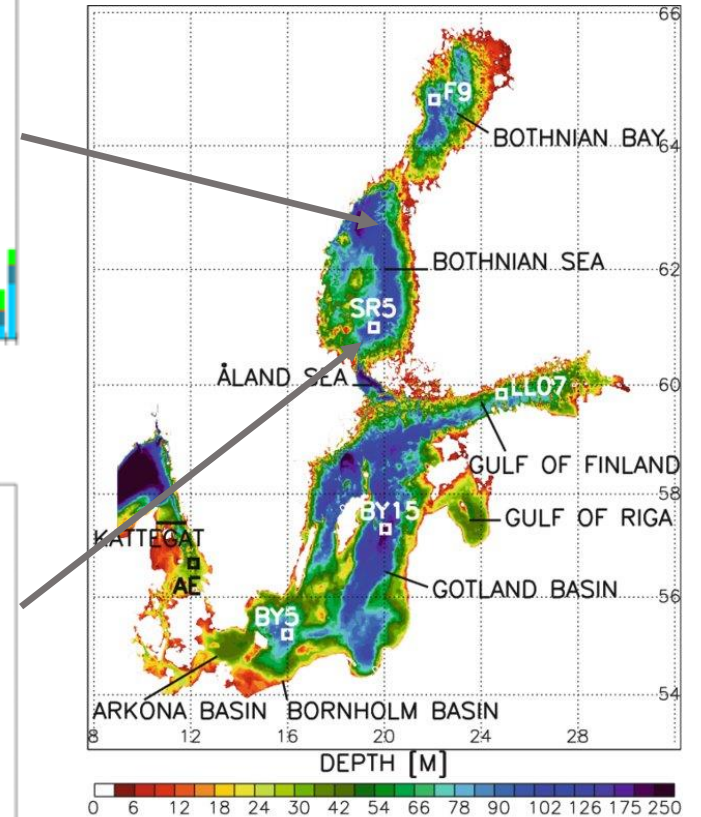
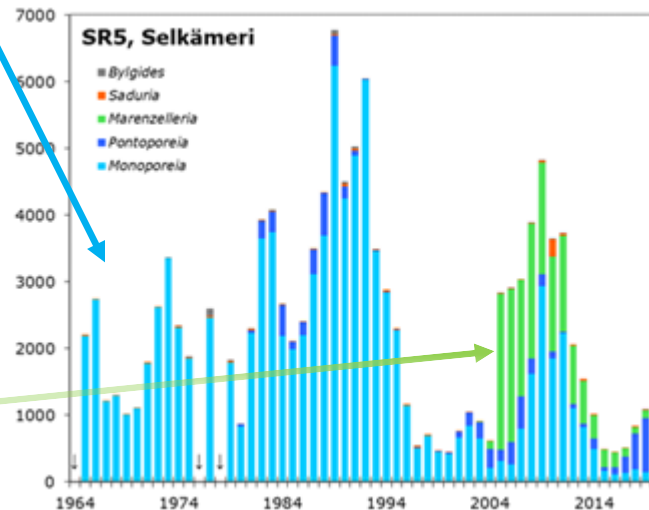
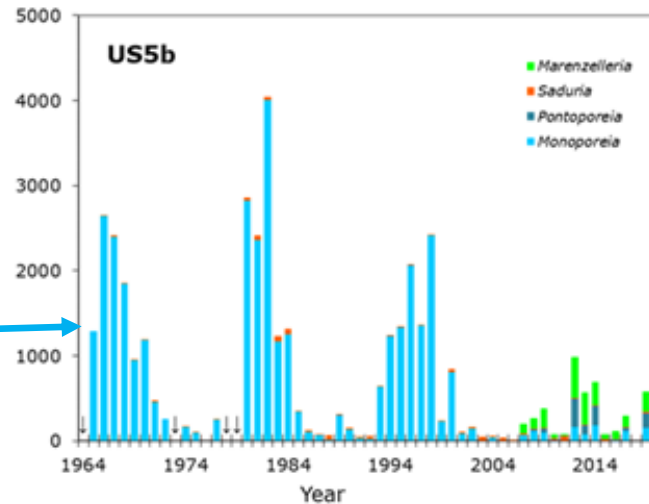


Pohjaeläinten muutokset

- Valkokatka *Monoporeia* on vähentynyt



- Monisukamoto (tulokaslaji) *Marenzelleria* on lisääntynyt



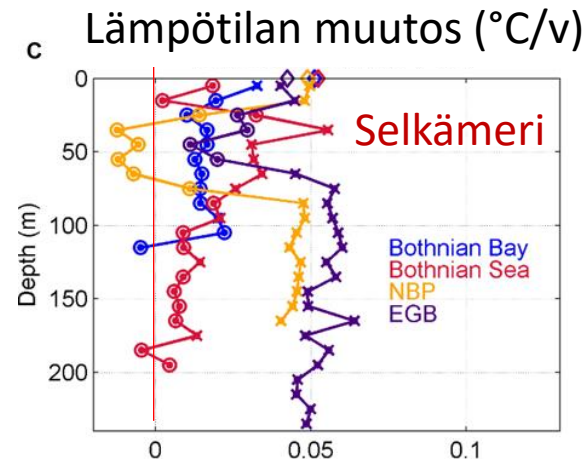
Entäs sitten tulevaisuus?

- Itämeri on lämmennyt ja todennäköisesti lämpenee edelleen
- Muutoksia on vaikea arvioida, sillä Selkämerta on vaikea ymmärtää täysin

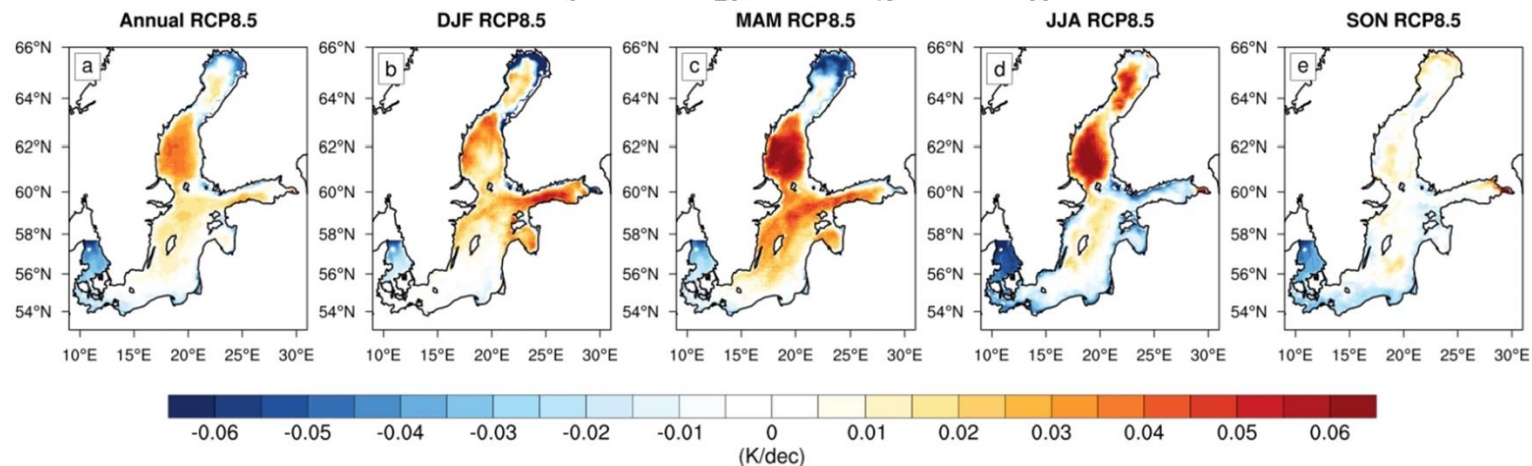
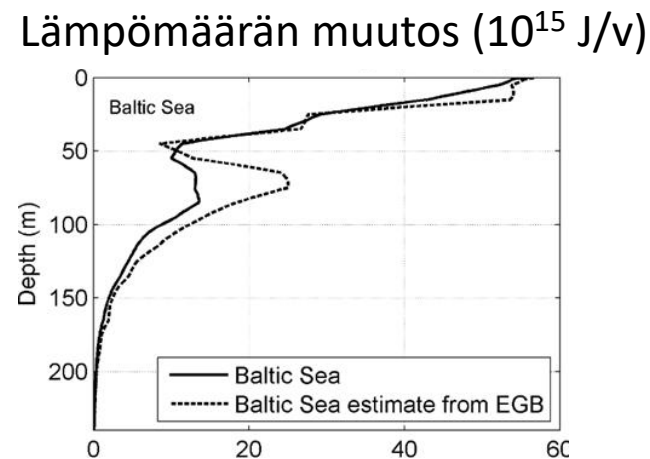
- Toimenpiteet eivät ole turhia – paikallinen taso on tärkeä



1982 → 2016



1982 → 2016





Kiitos!