

**TAL
TECH**

KAUGSEIREL PÕHINEV MERE KLIIMATEENUS: KUUMALAINED JA JÄÄ

Rivo Uiboupin, Shakti Singh, Ilja Maljutenko
Meresüsteemide instituut
Tallinna Tehnikaülikool

22.11.2024

TAUST JA EESMÄÄRK

- Üldine eesmärk on luua Läänemere digitaalne kaksik
- Digitaalse kaksiku 3 peamist funktsiooni
 - Hetke seisund (*replica*)
 - Tuleviku prognoos
 - Mis-siis-kui stsenaariumid
- Kaugseirel on oluline roll mineviku ja hetkeolukorra kaardistamisel
 - sisend tuleviku prognoosidesse
- **Demonstereerida kahte operatiivset kliimateenust**
 - **Merepinna temperatuur ja kuumalined**
 - **Jääulatus kui mere seisundi indikaator**

Digital Replica ... **What now?**

An integrated picture of the past and current states of Earth systems.

Forecasting ... **What next?**

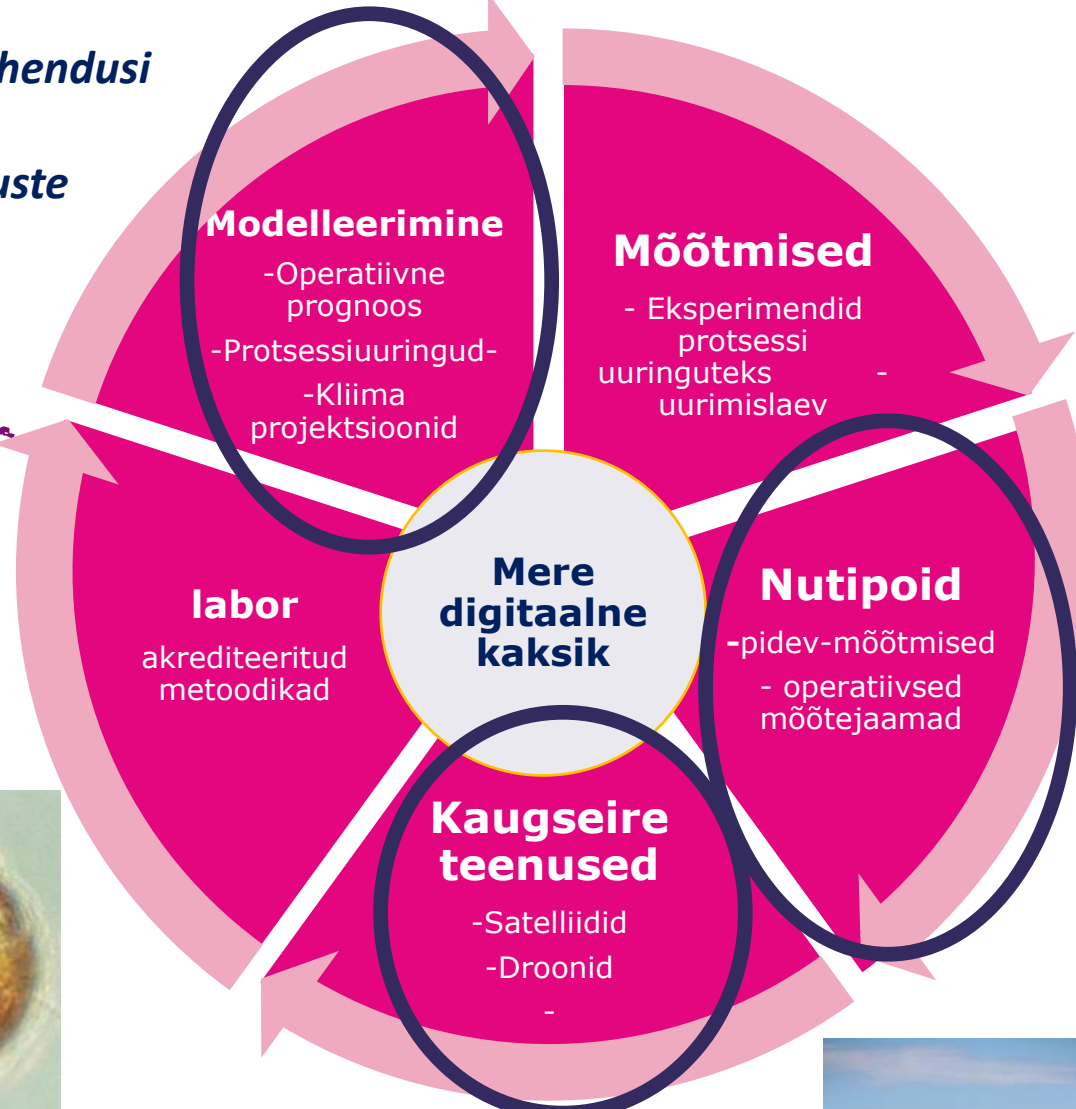
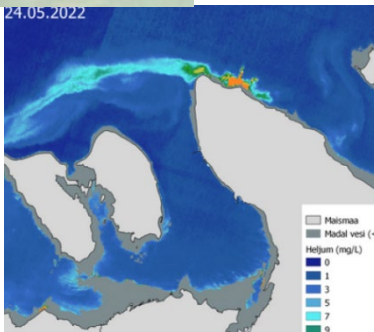
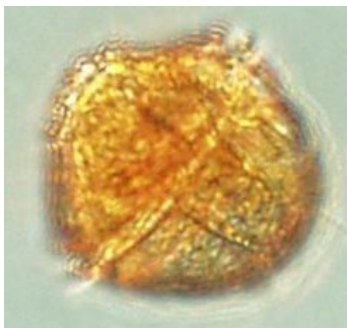
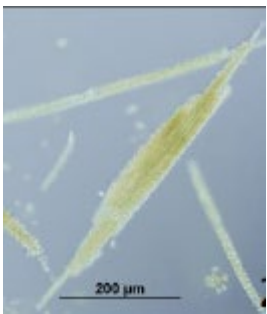
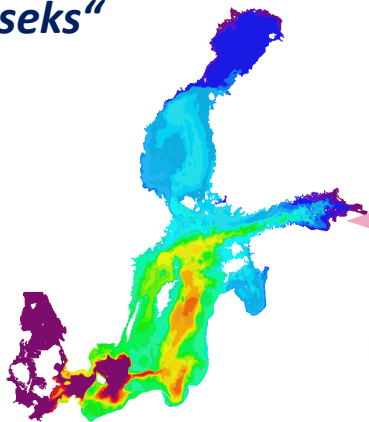
An integrated picture of how Earth systems will evolve in the future from the current state.

Impact Assessment ... **What if?**

An integrated picture of how Earth systems could evolve under different hypothetical what-if scenarios.



„Pakume teaduspõhiseid lahendusi ettevõtete probleemide lahendamiseks ja riigi teenuste arendamiseks“



Modelleerimine

- Operatiivne prognoos
- Protsessiuringud
- Kliima projektsioonid

Mõõtmised

- Eksperimendid protsessi uuringuteks
- uurimislaev

Nutipoid

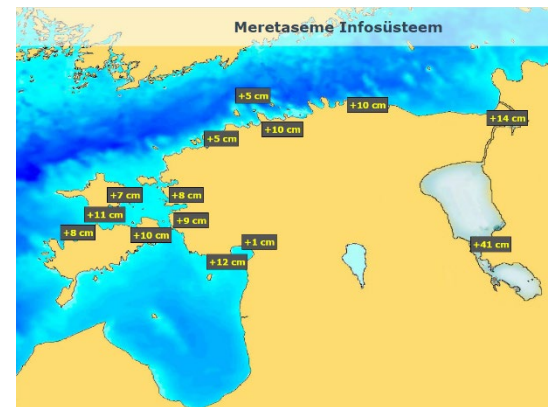
- pidev-mõõtmised
- operatiivsed mõõtejaamad

Kaugseire teenused

- Satelliidid
- Droonid

labor
akrediteeritud meetodikad

Mere digitaalne kaksik



TULEMUSED PÕHINEVAD MITMETEL PROJEKTIDEL

adapttest



Kaasrahanud
Euroopa Liit



**TAL
TECH**
MERESÜSTEEMIDE
INSTITUUT



LEVERAGING DIGITAL TWIN OPPORTUNITIES FOR KEY SEA-ICE IMPACT SECTORS IN THE NORDIC AND BALTIC CONTEXT

NOrdic CryOSphere Digital Twin – NOCOS DT

NOCOS DT aims to explore and pilot the digital twin research and technology opportunities and showcase how outputs from key initiatives like the Destination Earth (DestinE) Climate Adaptation Digital Twin (Climate DT) could be leveraged for key sea-ice impact sectors in the Nordic and Baltic context.

In the longer term, it delivers a major Arctic and Baltic contribution to the climate change information system developed by Climate DT, with cryosphere related use cases at the interface between science and policy, in line with the overarching Destination Earth approach.



ANALYSIS OF ALTERNATIVES FOR PROVIDING ICEBREAKING SERVICES IN ESTONIA

Final Report

**TAL
TECH**

TemTa-38- „Mere Taastuvenergia Digitaalne Kaksik“ (ETAg)

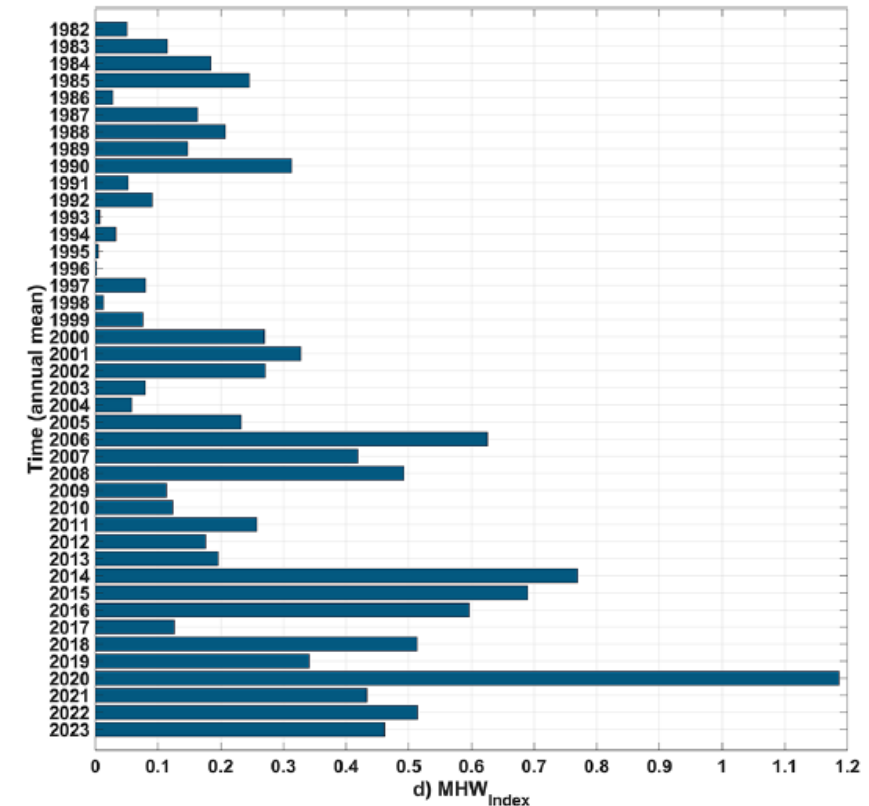
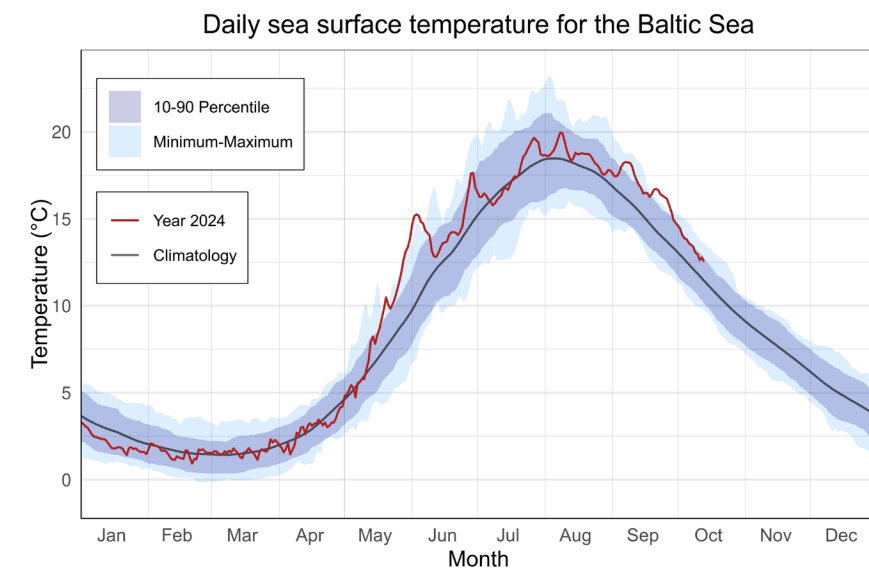
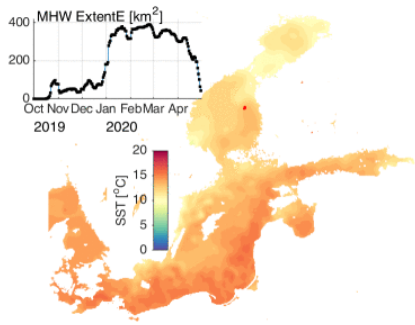
KLIMATEENUSED PÕHINEVAD JÄRGMISTEL ANDMETEL

- Copernicuse mereteenus
 - Satelliit (SST-BAL-SST-L4-REP-OBSERVATIONS-010-016)
 - Mudel (BALTIICSEA_MULTIYEAR_PHY_003_011)
- Andmed perioodist 1993-2023 ja 2024
- Vaadeldavad parameetrid
 - Merepinna temperatuur
 - Jää ulatus
 - Jää paksus
 - Jäähooaja pikkus, algus, lõpp
- Algandmete vajalikud korrektsioonid kirjeldatud *Singh et al 2024 Cryosphere*



MERE KUUMALAINE DEFINITSIOON JA MEETOD

- Mere kuumlaine on anomaalne olukorda meres, kui vee temperatuur on vähemalt viiel järjestikusel päeval oluliselt kõrgem ($>90th$ percentile) antud aastaajale/päevale iseloomulikust pikaajalisest (30 aasta) keskmisest (Hobday et al 2016)
- Kuumalainete trend Läänemeres (ja maailma meres) on positiivne (Barzandeh et al 2024)
 - Esineb sagedamini
 - Suurem intensiivsus

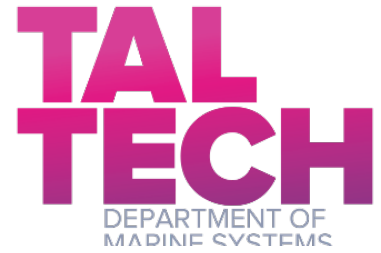


MERE KUUMALINE ARENG (KEVAD 2024)

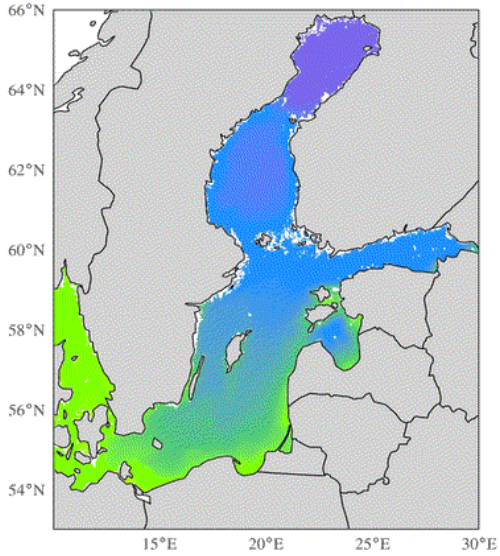
[HTTPS://CMEMS.MSI.TTU.EE/](https://cmems.msi.ttu.ee/)



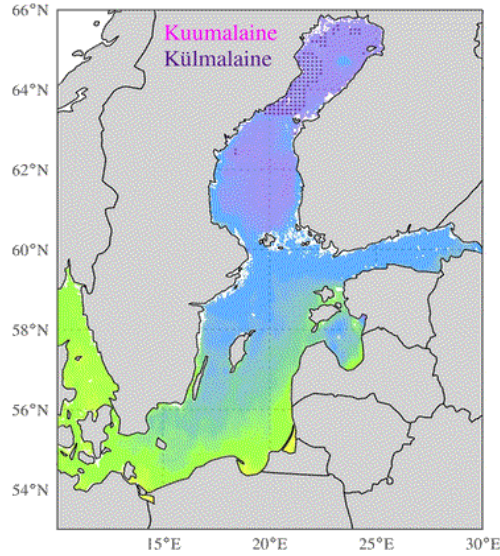
Kliimateenus: Mere kuumalaine (MHW) ja külmalaine (MCS) (01.05.2024)



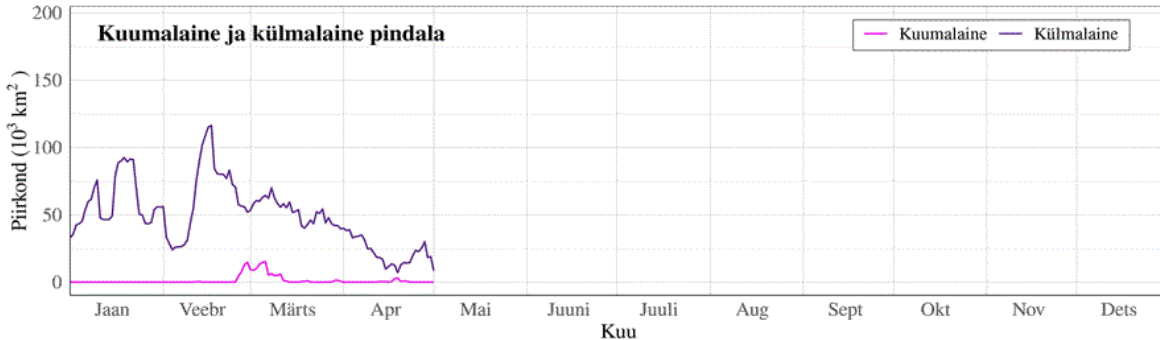
Merepinna temperatuuri päeva klimatoloogia 01.05 (1994-2023)



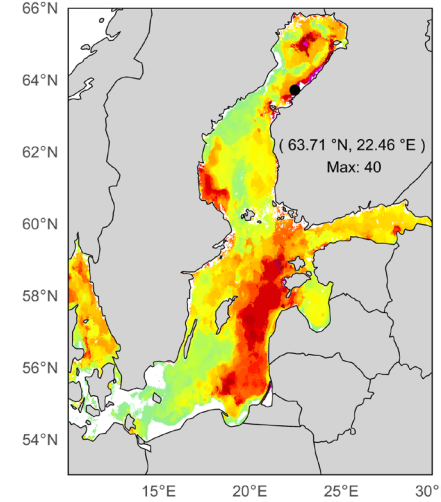
Mere kuumalaine (MHW) ja külmalaine (MCS) ulatus 01.05.2024



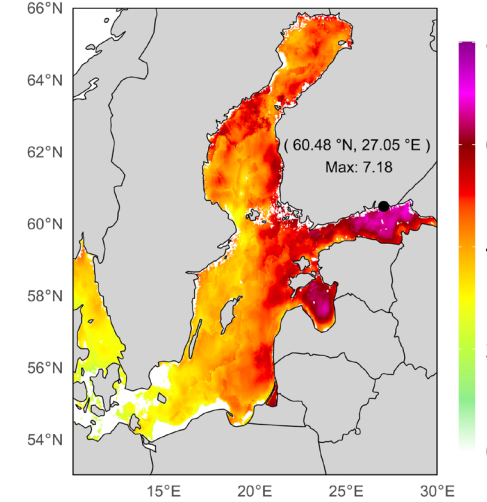
Kuumalaine ja külmalaine pindala



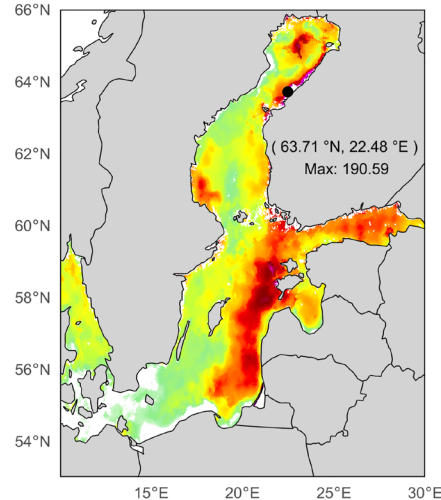
a Number of MHW days



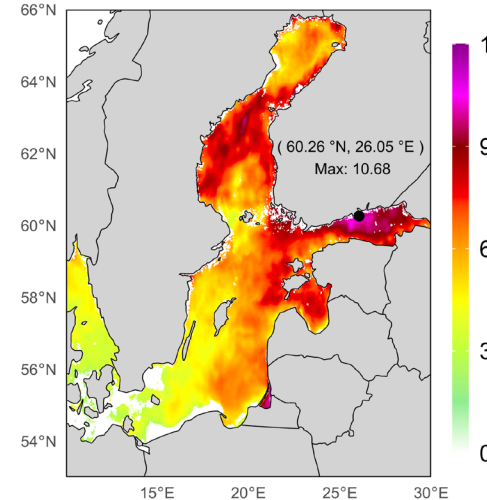
b Mean Intensity (°C)



c Cumulative Intensity (°C.days)



d Maximum Intensity (°C)



Event:1

Merepinna temperatuuri (SST) päeva klimatoloogia (vasakul) ja päevane merepinna temperatuuri kaart, millel on märgitud mere kuumalaine ja mere külmalaine piirkonnad (paremal). Alumisel graafikul on näha mere kuum- ja külmalainetest mõjutatud ala ajaline muutus. Analüüs põhineb Copernicuse Mereteenuse poolt pakutataval satelliitpildidel: (1) Baltic Sea- Sea Surface Temperature Reprocessed (SST_BAL_SST_L4_REP_OBSERVATIONS_010_016) ja (2) Baltic Sea- Sea Surface Temperature Analysis L4 (SST_BAL_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_007_b). Andmetootlus: TalTech meresüsteemide instituut

EKSTREEMNE KUUMALAINE (KÕUTS, 2024, HORISONT)

a MHW in the Baltic Sea (May-Jun 2024)

Maximum area of the MHW: 294,048 km² (70 % of the Baltic Sea)

Date of the maximum area of the MHW: 4 June 2024

Highest max intensity of the MHW: 10.68 °C

Location of the highest max intensity: 60.26 °N, 26.05 °E

SST at the location during highest max intensity: 20.79 °C

Date of max intensity of the MHW: 4 June 2024

Max duration of the MHW: 40 days

Location of max duration: 63.71 °N, 22.46 °E

b MHW in the Baltic Sea (Sep-Oct 2024)

Maximum area of the MHW: 239,868 km² (57 % of the Baltic Sea)

Date of the maximum area of the MHW: 26 Sept 2024

Highest max intensity of the MHW: 5.61 °C

Location of the highest max intensity: 59.82 °N, 26.11 °E

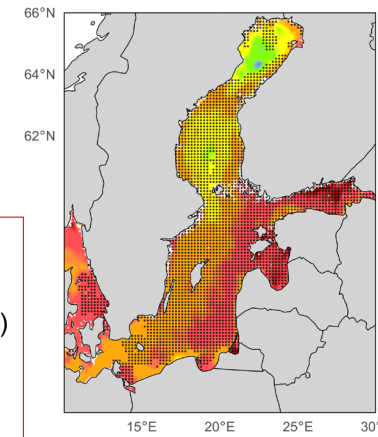
SST at the location during highest max intensity: 19.17 °C

Date of max intensity of the MHW: 26 Sept 2024

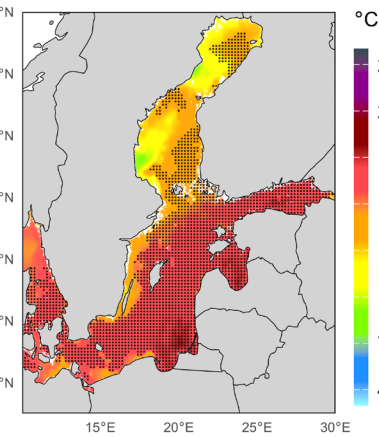
Max duration of the MHW: 39 days

Location of max duration: 65.27 °N, 24.08 °E

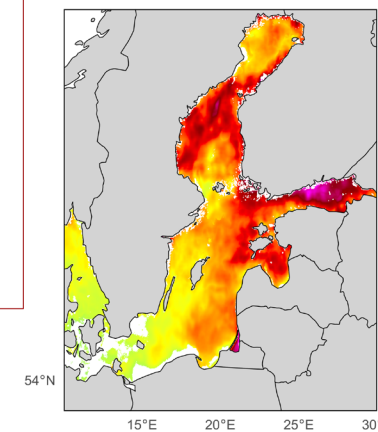
a SST on 4 June 2024



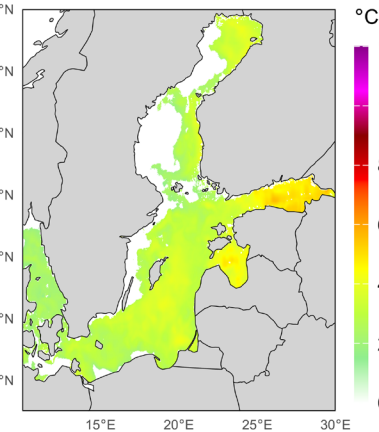
b SST on 26 Sept 2024



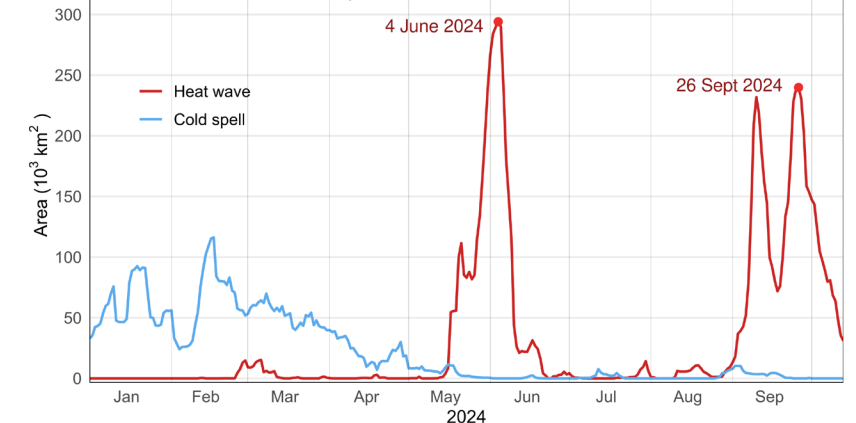
c Maximum intensity (Event:1)



d Maximum intensity (Event:2)



e Heat wave and cold spell area



Mariliis Kõuts
mereökoloog

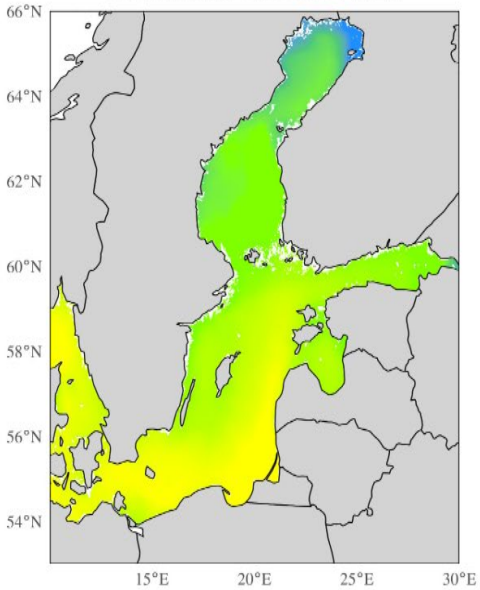
7. september 2024, 11:10
Uuendatud 30. september 2024, 10:26

2024. aasta maikuu lõi temperatuurirekordeid ja jäi eredalt meelde kevadena, kus kevadet õieti polnudki. Välkkiirelt tormas loodus lumesajult ja miinuskraadidelt pikaajalisele suveleitsakule, jätmata isegi aega talveriideid kappi panna. Kevadise kuumalaine

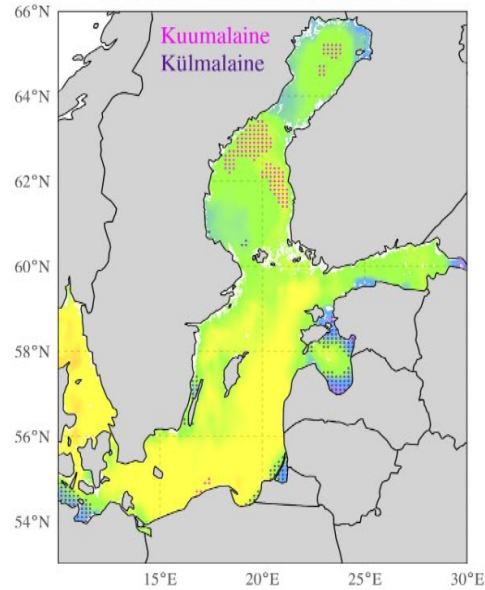
OPERATIIVNE KUUMALINETE SEIRETEENUS: TÄNANE SEIS MEREL

Kliimateenus: Mere kuumalaine (MHW)
ja külmalaine (MCS) (14.11.2024)

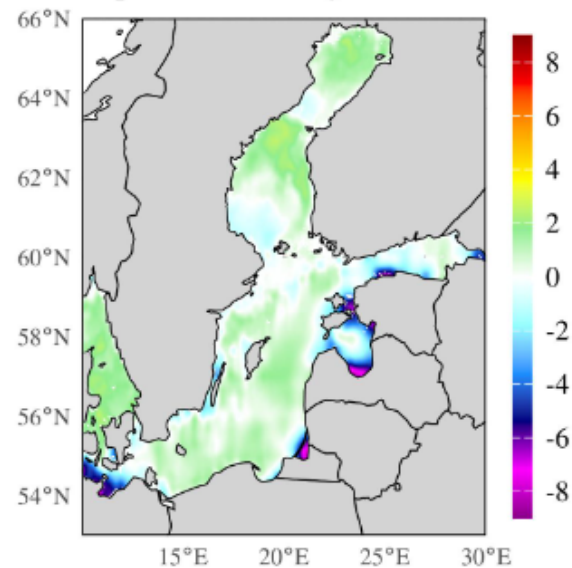
Merepinna temperatuuri päeva
klimatoloogia 14.11 (1994-2023)



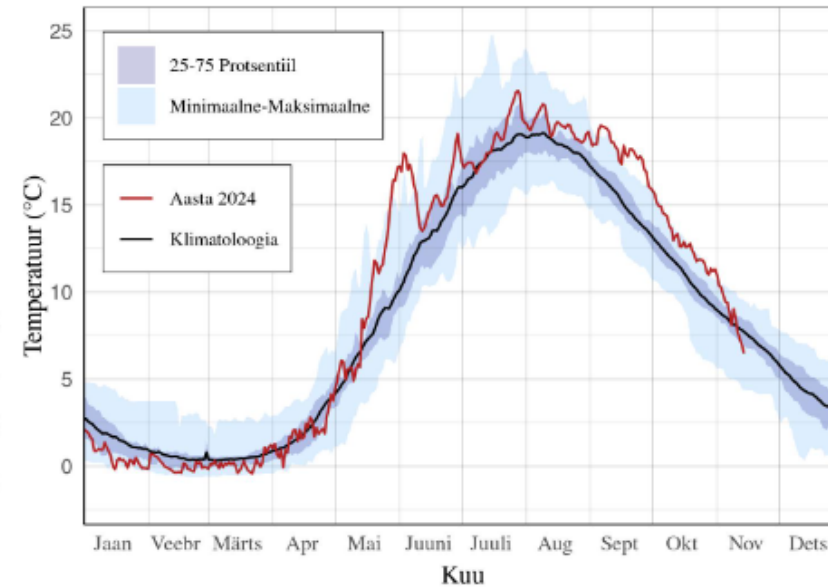
Mere kuumalaine (MHW) ja
külmalaine (MCS) ulatus 14.11.2024



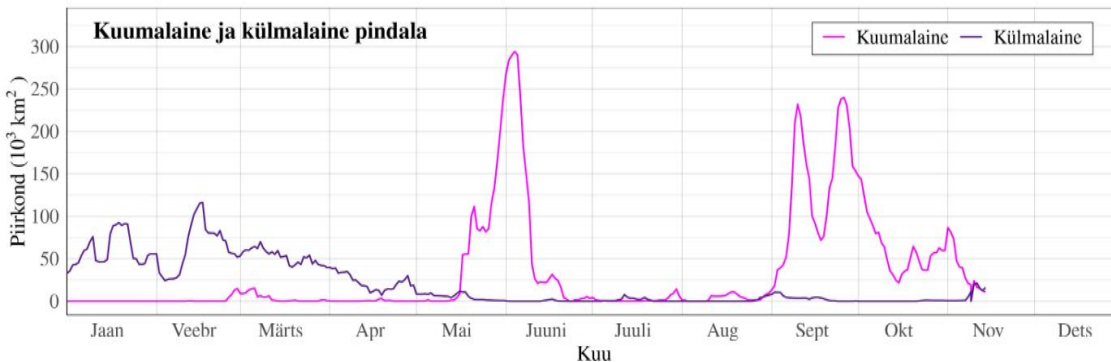
Merepinna temperatuuri erinevus
päeva klimatoloogiast 14.11



Eesti rannikumere keskmine
merepinna temperatuur



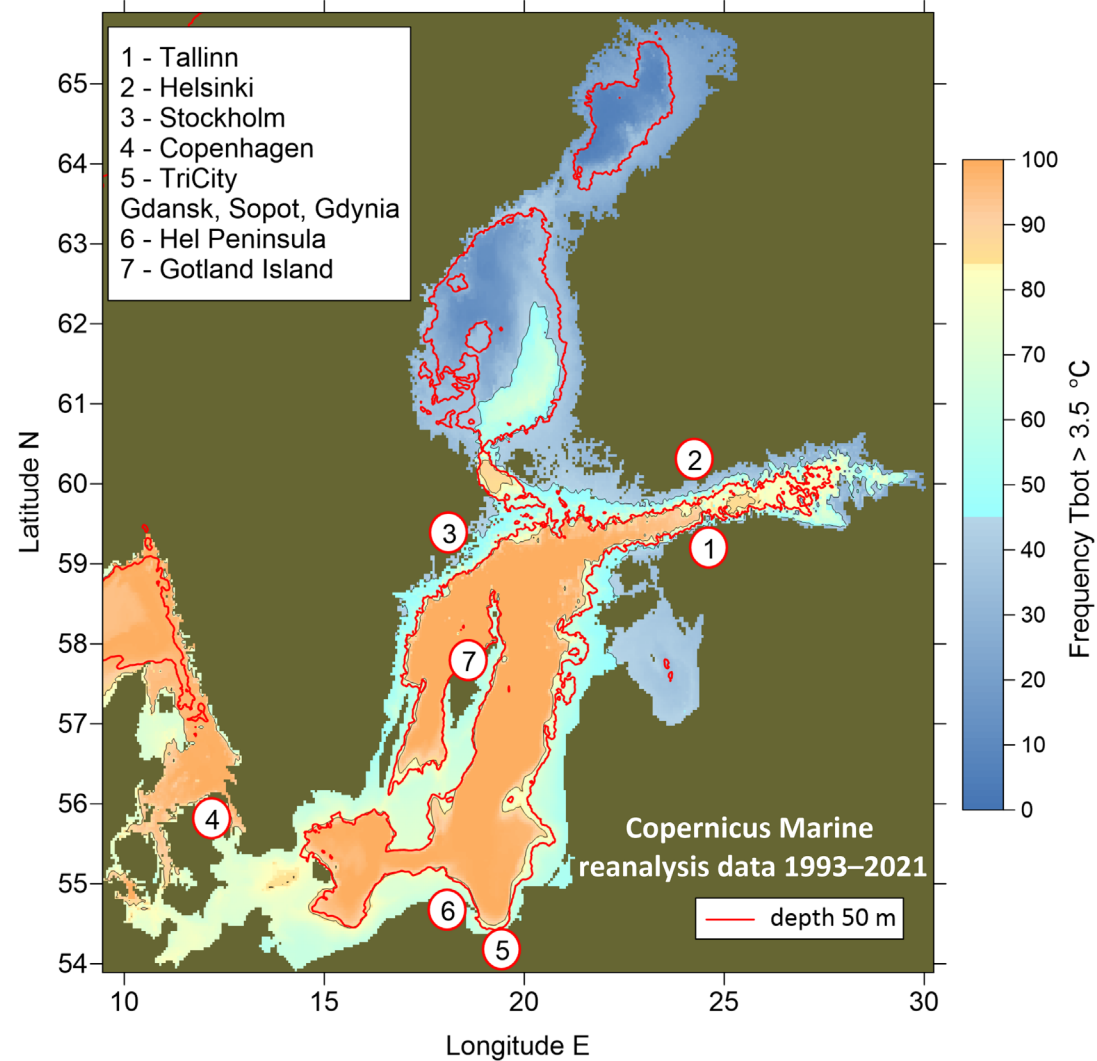
Kuumalaine ja külmalaine pindala



MEREVEESOOJUSE KASUTAMINE HOONETE KÜTMISEL JA JAHUTAMISEL

- Mere temperatuuri jälgimine
 - enamat kui turism ja elukeskkond
 - energeetiline ressurss
- Energeetilise ressursi hindamine ja prognoosimine
- Kütmisek/jahutamiseks sobilike veetemperatuuride esinemise sageduse

Frequency of occurrence of suitable bottom waters for using in SeaWater Heat Pumps ($T_{bot} > 3.5\text{ °C}$)



TemTa-38- „Mere Taastuenergia Digitaalne Kaksik“ (ETAg)

Elken, J., Maljutenko, I., Lagemaa, P., Uiboupin, R., and Raudsepp, U.: Oceanographic preconditions for planning seawater heat pumps in the Baltic Sea – an example from the Tallinn Bay, Gulf of Finland, in: 8th edition of the Copernicus Ocean State Report (OSR8), 2024

JÄÄ ULATUS, KUI KLIIMA MUUTUSTE JA MERE SEISUNDI INDIKAATOR. MILLINE OLI 2023/2024 TALV?

Juurdepäasetavus

Eteenindus Iseteenindused Kliimaministeerium Maanteemuuseum EST RUS ENG



TRANSPORDIAMET



Otsing

Sõidukid ja maanteeliiklus

Teehoid ja liikluskorraldus

Merendus ja veeteed

Lennundus ja lennuohutus

Uudised, ametist ja kontakt

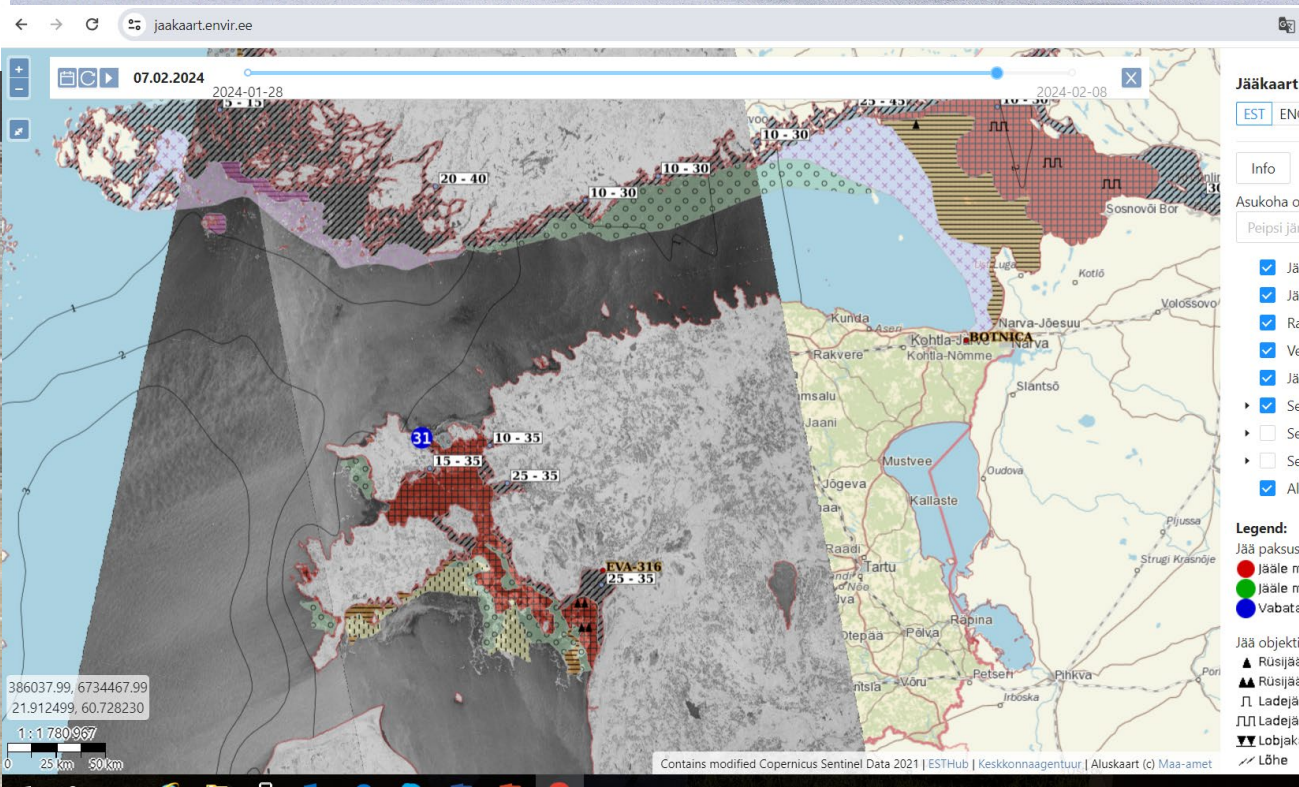
Laevad Eesti lipu alla



<https://pärnu.postimees.ee/7945457/piltuudis-keskoskab-see-vinnab-parnus-joejaale-kobedaid-saake>



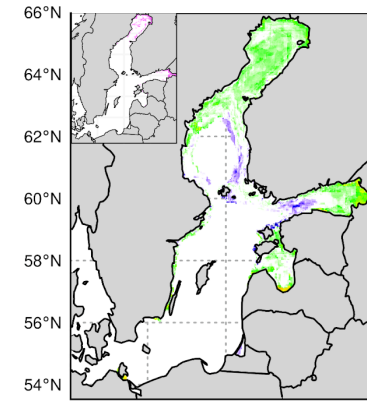
<https://www.err.ee/1609286142/tuul-kuhjas-saaremaal-triigi-poolsaarele-ule-10-meetrised-jaamaed#lg=1&slide=19>



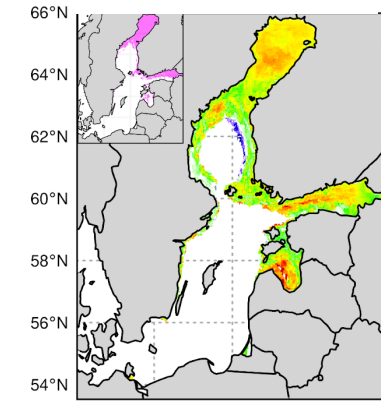
JÄÄHOOAJA KESTVUSE ON LÜHENENUD JA JÄÄKATTE ULATUS ON VAHENENUD: TRENDID

- Jäähooaja algus on nihkunud hilisemaks (trend 1 päev aasta kohta)
- Jäähooaja lõpp on nihkunud varasemaks (trend 1-2 päeva aastas)
- **Jäähooaja periood on lühenenud oluliselt (trend 1-3 päeva/aastas sõltuvalt regioonist)**

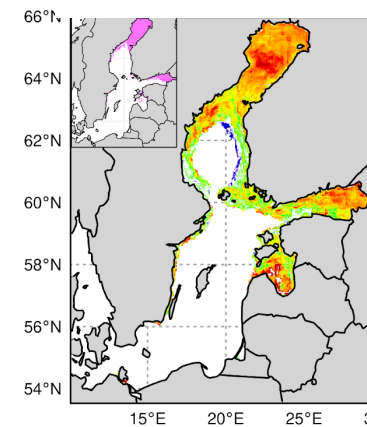
Esimene päev



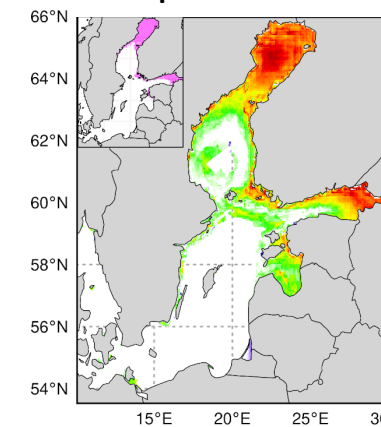
Viimane päev



Jäähooaja kestvus

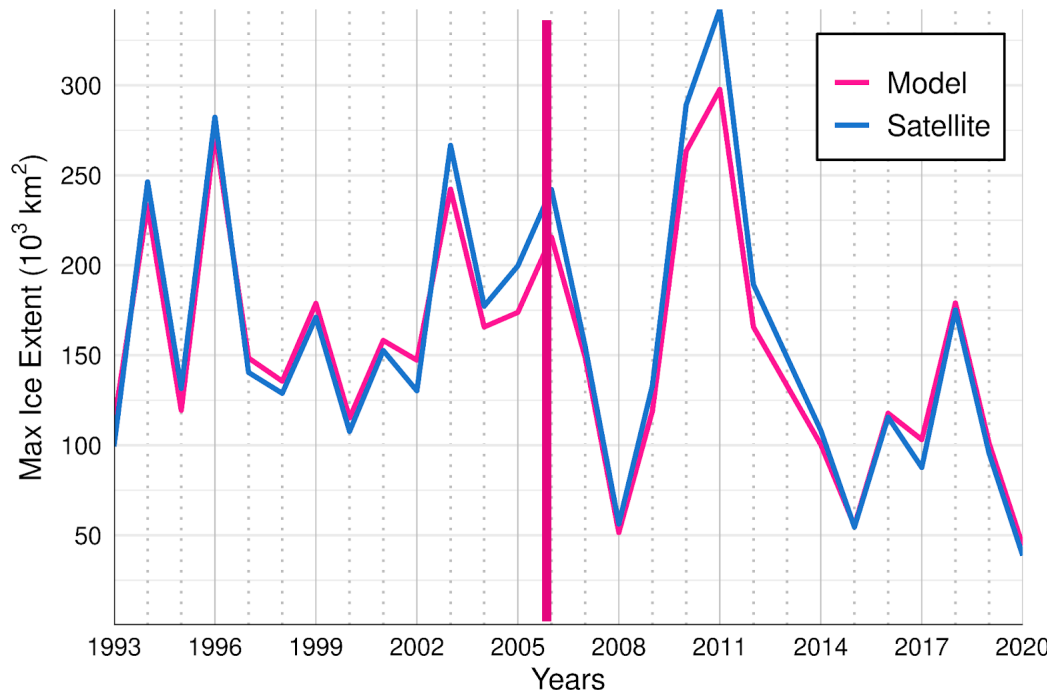


Jäähooaja arv



Trendid (päeva/aastas) perioodil 1993/1994 – 2020/2021. Alampilt indikeerib regiooni, kus muutus on statistiliselt oluline.

Singh, S., Maljutenko, I., and Uiboupin, R.: Sea ice in the Baltic Sea during 1993/94–2020/21 ice seasons from satellite observations and model reanalysis, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1701>, 2024.



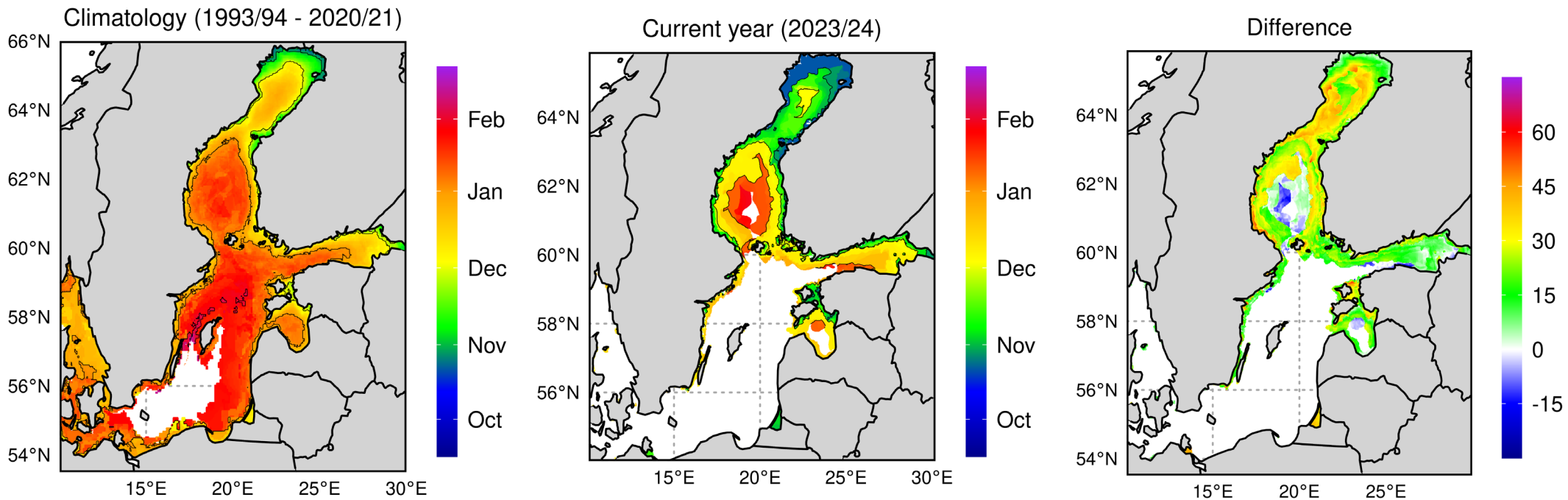
adaptest



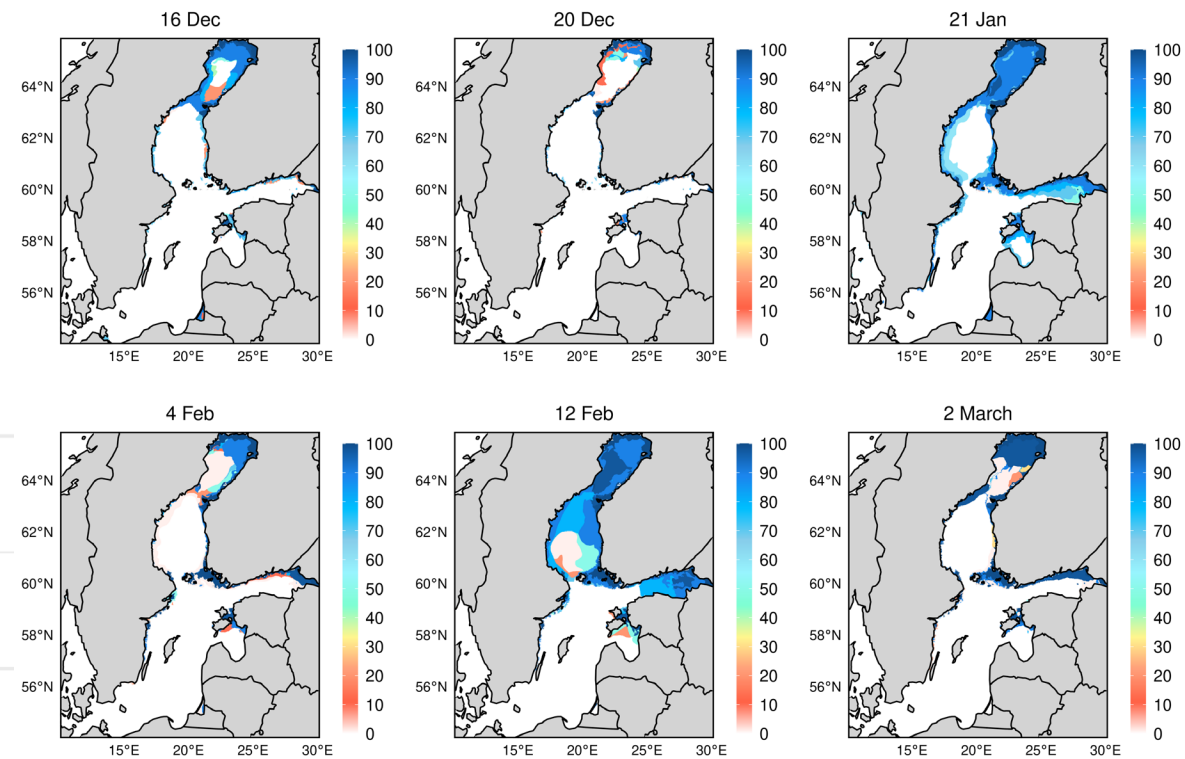
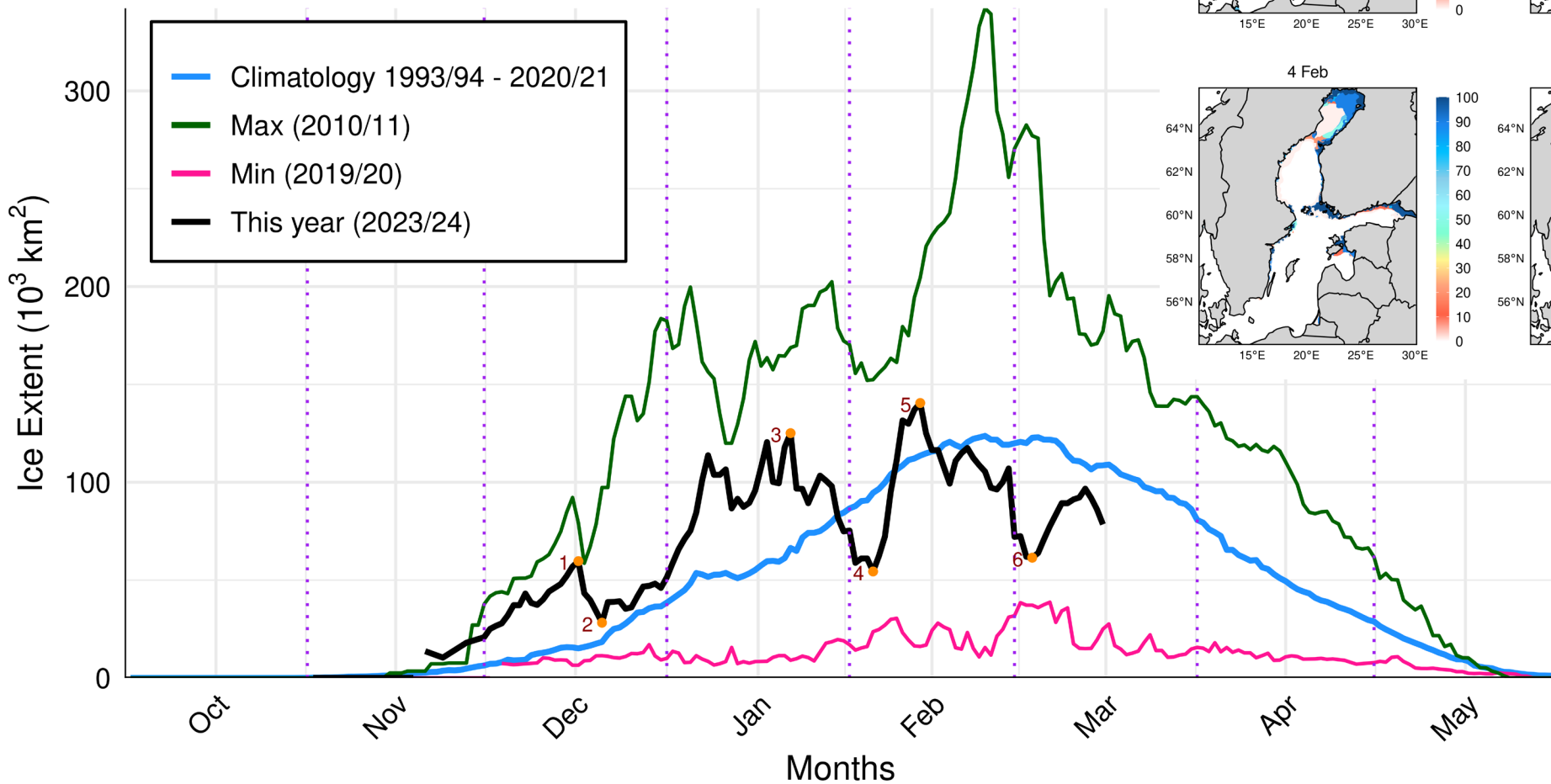
TAL
TECH

2023/2024 ERINEVUS PIKAAJALISEST KESKMISEST: ESIMENE JÄÄ

- Esimene jää (Pärnus ja Väinameres) tekkis novembris. Eesti rannikul tekkis jää 15-30 päeva tavalisest varem.



KLIMATEENUSE VÄLJUND EELMISE TALVE NÄITEL: 2023/2024 TALV VS. KLIMATOLOOGIA

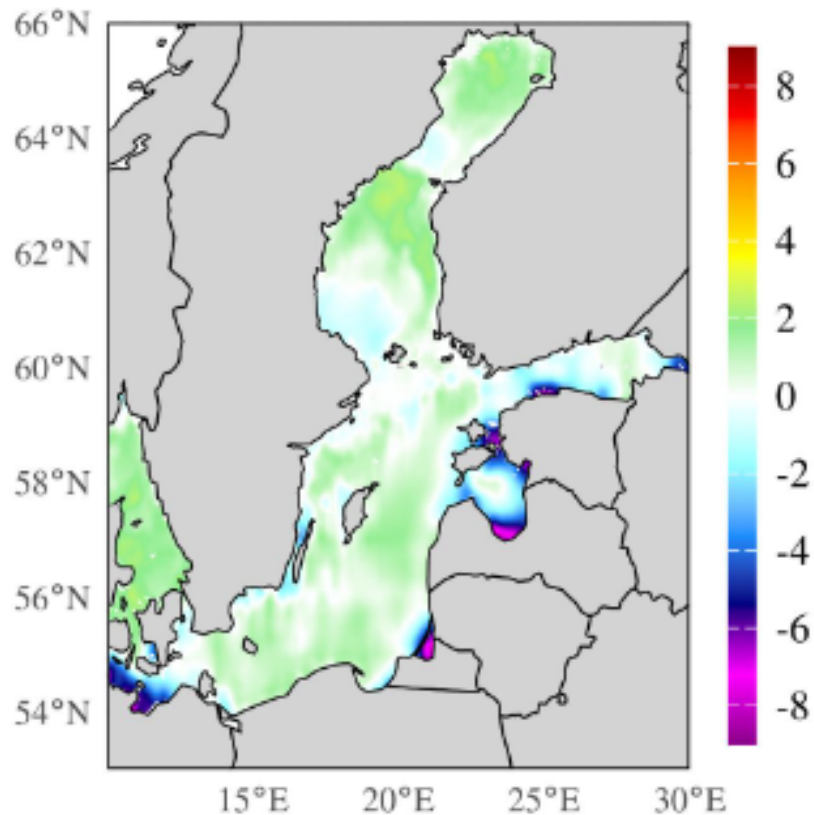


Veerand Läänemerest oli kaetud jääga jaanuari alguses.

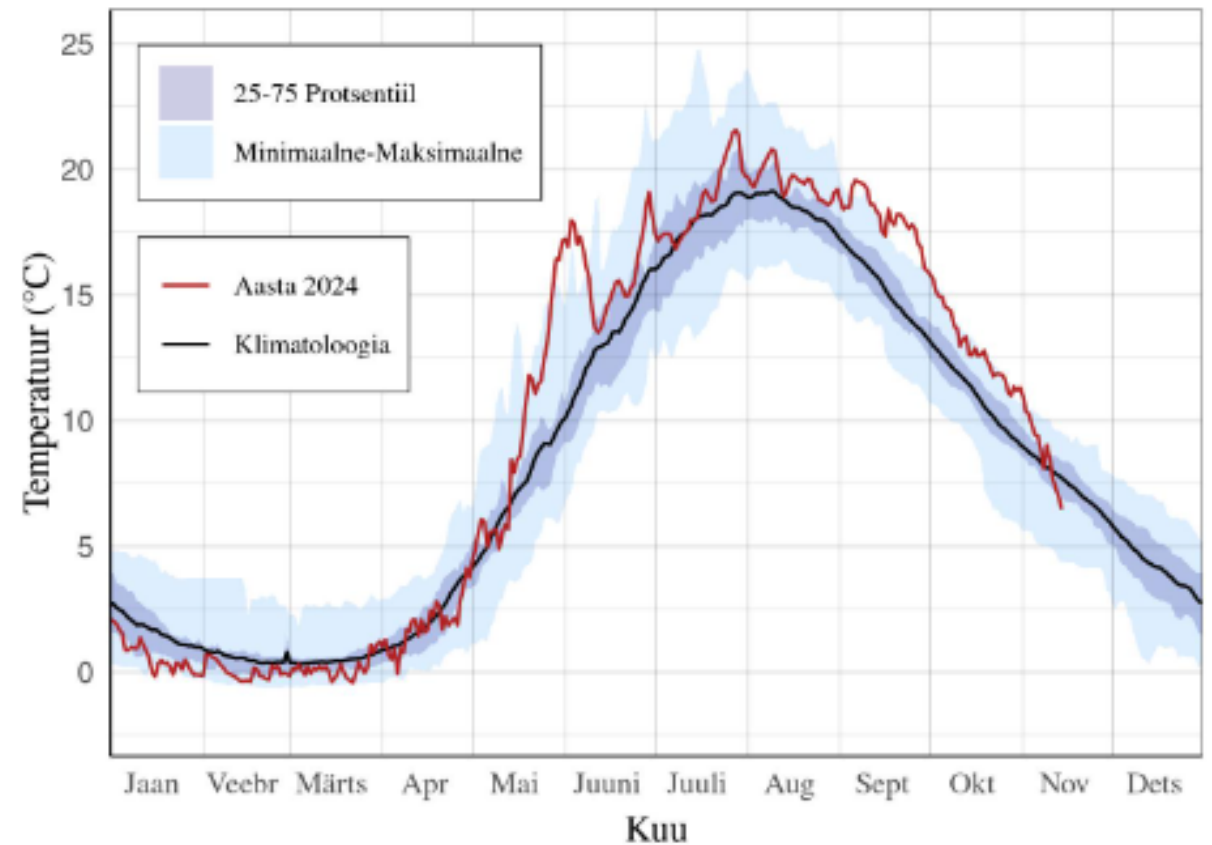
Paljulubavale varajasele talve algusele järgnesid muutlikud olud talve teises pooles.

HETKE SEIS: MEREPINNA TEMPERatuur KAS JA MILLAL TULEB JÄÄ TÄNAVU?

Merepinna temperatuuri erinevus päeva klimatoloogiast 14.11



Eesti rannikumere keskmine merepinna temperatuur

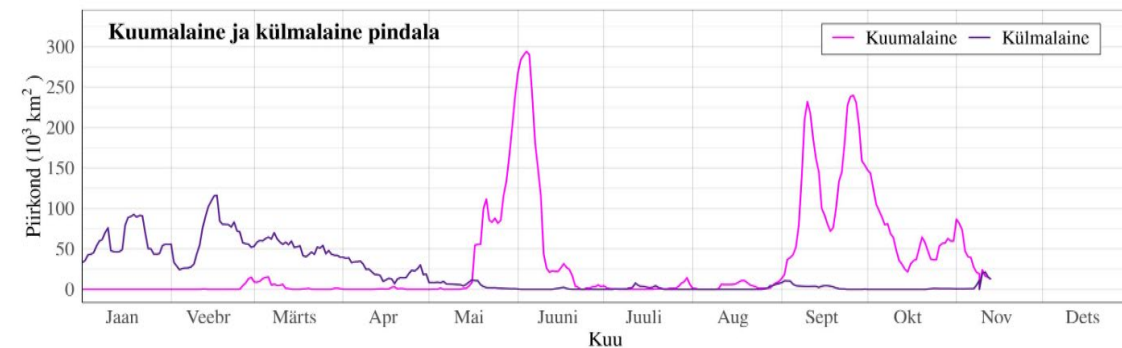
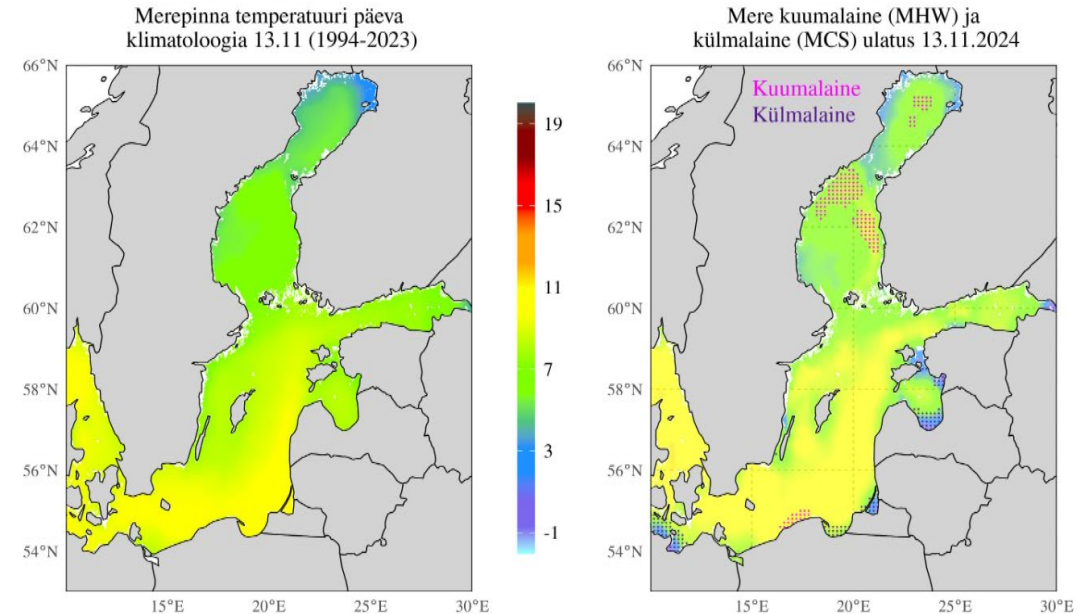


KOKKUVÕTE

- Uued kaugseirepõhised kliimateenused:
<https://cmems.msi.ttu.ee/>

- Merepinna temperatuuri (SST) ja mere kuumalainete (MHW) teenused on *live*'is

- Jäätteenuse teeme avalikuks käesoleval talvel



MAA SÜSTEEMID, KLIIMA JA TEHNOLOOGIAD

[ESITA AVALDUS SAISIS](#)

SISUKORD

[↓ Eriala sisu](#)[↓ Kas sobib mulle?](#)[↓ Tulevik](#)[↓ Õppekorraldus ja sisseastumistingimused](#)

TalTechi kõige Maa-lähedasem eriala õpetab sind tundma planeedi muutuvat keskkonda, planeerima säästlikku ressursikasutust ning rakendama digiajastu nutikaid tehnoloogiaid.

RIVO.UIBOUPIN@TALTECH.EE

MAA SÜSTEEMID JA GEOTEHNOLOOGIA

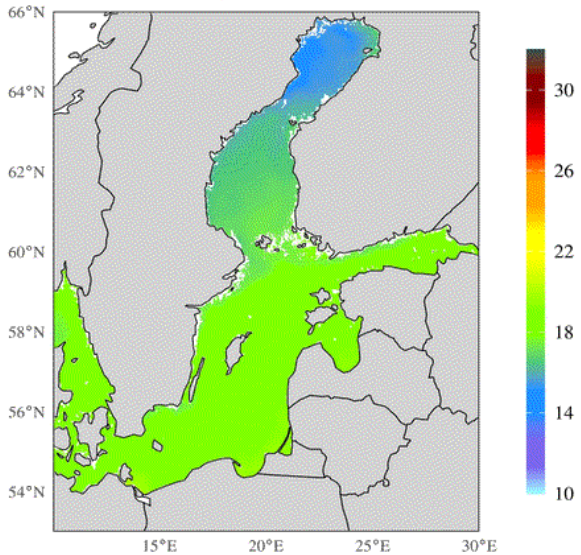
(magister)

[ESITA AVALDUS SAISIS](#)

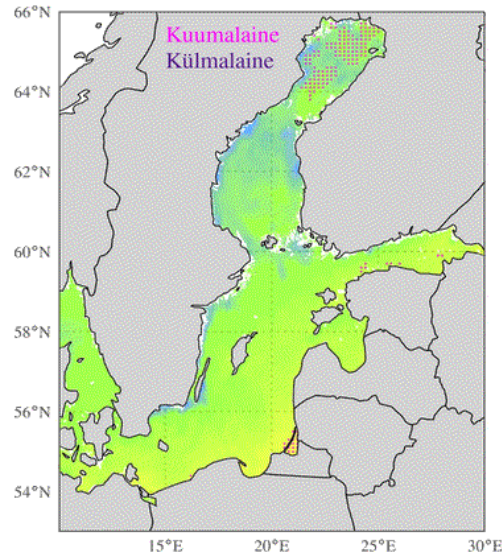
MERE KUUMALINE ARENG (SÜGIS 2024)

Kliimateenus: Mere kuumalaine (MHW)
ja külmalaine (MCS) (20.08.2024)

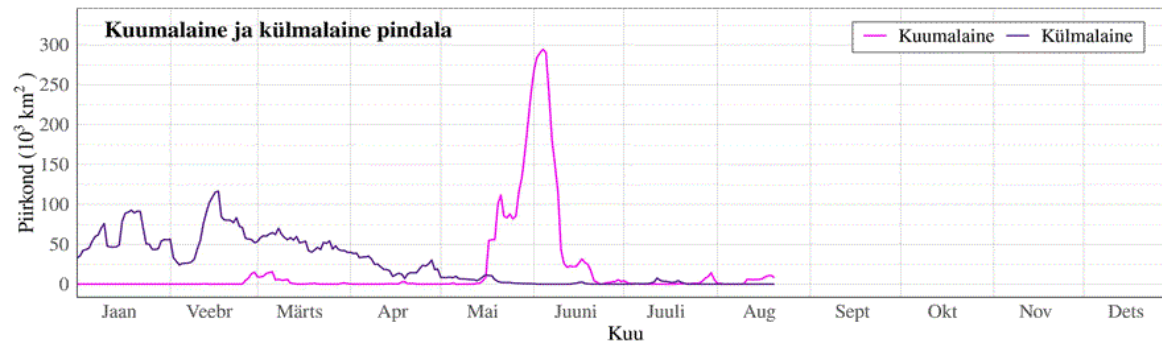
Merepinna temperatuuri päeva
klimatoloogia 20.08 (1994-2023)



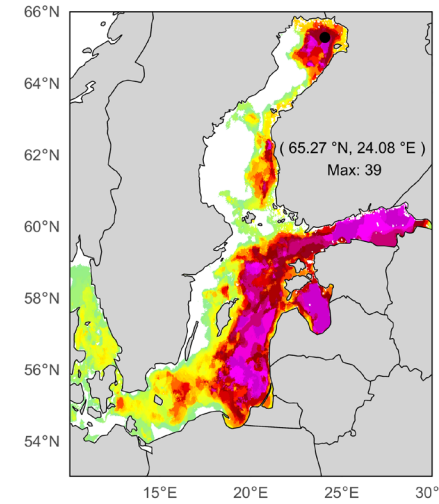
Mere kuumalaine (MHW) ja
külmalaine (MCS) ulatus 20.08.2024



Kuumalaine ja külmalaine pindala

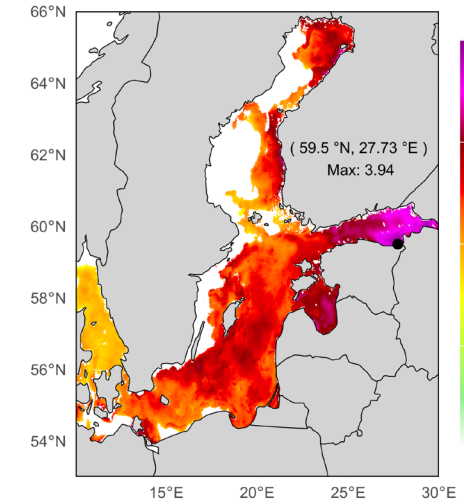


a Number of MHW days

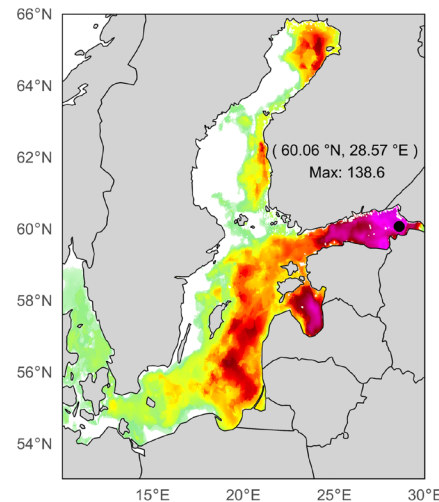


Event:2

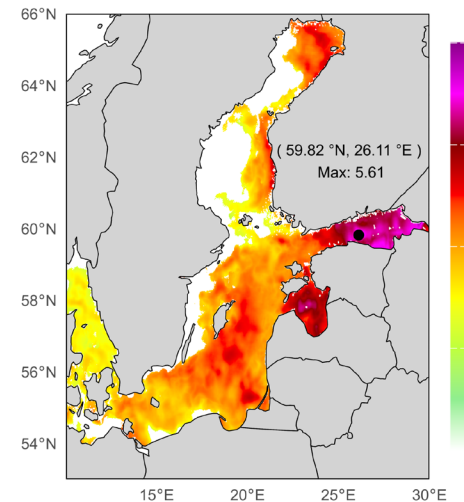
b Mean Intensity (°C)



c Cumulative Intensity (°C.days)

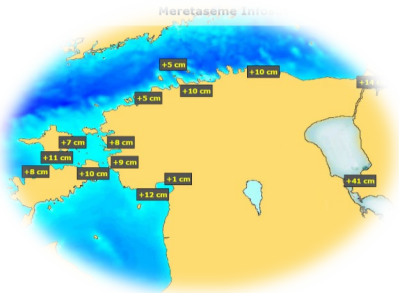


d Maximum Intensity (°C)

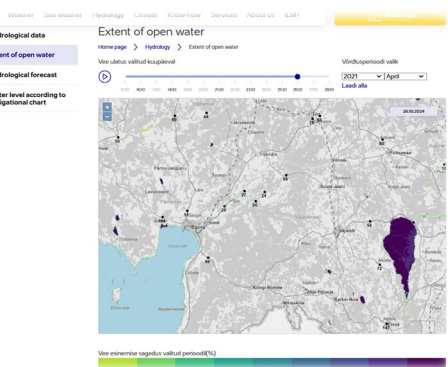


Merepinna temperatuur (SST) päeva klimatoloogia (vasakul) ja päevane merepinna temperatuuri kaart, millel on märgitud mere kuumalaine ja mere külmalaine piirkonnad (paremal). Alumisel graafikul on näha mere kuum- ja külmalainetest mõjutatud ala ajaline muutus. Analüüs põhineb Copernicuse Mereteenuse poolt pakutataval satelliitpildidel: (1) Baltic Sea- Sea Surface Temperature Reprocessed (SST_BAL_SST_L4_REP_OBSERVATIONS_010_016) ja (2) Baltic Sea- Sea Surface Temperature Analysis L4 (SST_BAL_SST_L4_NRT_OBSERVATIONS_010_007_b). Andmetootis: TalTech meresüsteemide instituut

Delivering Operational Services and climate services by combining Earth Observation, in situ and forecast

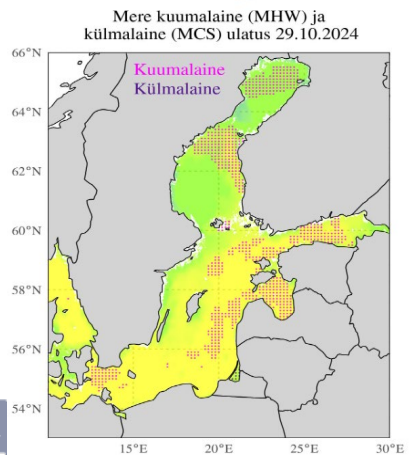


Sea level monitoring system

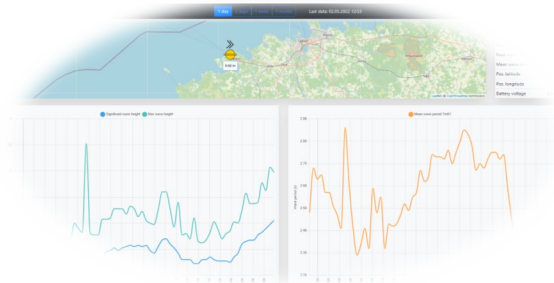


Flood mapping from SAR data (developer of the algorithm/service)

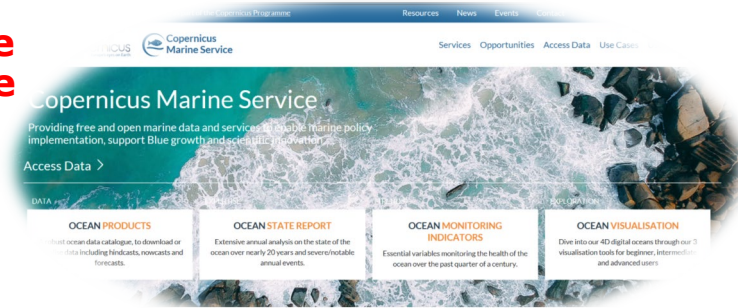
Climate service: marine heat waves from infrared imagery



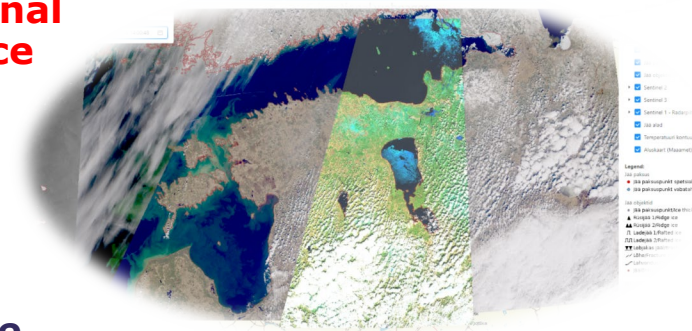
LainePoiss – real-time wave data



Copernicus marine monitoring service developer



Developer of national Ice Charting service



Developer of national marine forecast

