



MERETASEME SEIRE JA PROGNOOSITEENUS AASTATEL 2005-2026

Rivo Uiboupin
Meresüsteemide instituut
Tallinna Tehnikaülikool

28.03.2025

TÄNAVU MÖÖDUS 20 AASTAT JAANUARI TORMIST, MIS OMAL AJAL ANDIS TÕUKE MERETASEME SEIRE- JA PROGNOOSITEENUSTE ARENGULE EESTIS

ERR.ee

UUDISED ▾TV ▾RAADIO ▾LASTELE[®]JUPITER ▾

novator

UUDISED ▾TEADUS 3 MINUTIGA

MEEDIAIPAIP

ERIPROJ

Jaauaritoru muutis kardinaalselt Eestis ilma ennustamist

LOODUS

Sandra Saar
03.01.2025 15:53

Kuula artiklit 7 min

JAANUARITORM MUUTIS KARDINAALSELT EESTIS ILMA ENNUSTAMIST

Jaga

19

f

t

Foto: Priit Mürk/ERR



KESKKONNAAGENTUUR

Otsing

Keskonnaseire ja analüüsid ▾

Teenused ja aruandlus ▾

Ilm ja kliima ▾

Asutus, uudised ja kontakt ▾

Kriis.ee

Uudised > 2005. aasta jaauaritoru kiirendas ilmateenistuse arengut

2005. aasta jaauaritoru kiirendas ilmateenistuse arengut

09.01.2015 | 11:50

f

x

e

PILT

2005. aasta jaauaritoru kiirendas ilmateenistuse arengut

Täna möödub 10 aastat viimaste aegade suurimast tormist, mis on saanud vaikival kokkuleppel jaauaritoru nime. Palju purustusi ja kõneainet põhjustanud torm oli

ERR kasutab oma veebilehtedel http küpsiseid. Kasutamist jätkates nõustute kõikide ERR-i veebilehtede küpsiste seadetega

ERR.ee

UUDISED ▾TV ▾RAADIO ▾LASTELE[®]JUPITER ▾

uudised

EESTI

ARVAMUS

MAJANDUS

VÄLISMAA

KULTUUR

SPORT

EETER

TE

Päästeamet Surju hooldekodu siiski ei evakueeri

EESTI

03.01.2025 14:04

Uuendatud: 03.01.2025 18:47

Kuula artiklit 2 min

Vaata galeriid

11 pilti

19

f

t

Foto: Üleujutus Surjus. Autor/allikas: Verner Vilgas/ERR

VEETASEME SEIRE JA PROGNOOS: KELLELE, MIKS JA KUIDAS?

- 2005. jaanuari torm näitas, et **olukorrateadlikkuse parandamiseks ja kriisireguleerimiseks** rannikul on veetasemeinfosüsteem hädavajalik **riigi teenus**.
- **Sadamad** kasutavad oma akvatooriumis olevaid **möötejaamasid igapäevase töö planeerimiseks**.
- **Omavalitsused** pakuvad vajalikku infot oma **kodanikele**.
- **Operatiivne mudelproгноos** rannikutegevuste planeerimiseks ja **kriisideks valmistumiseks**.
- **Üleujutuste kaardistamine satelliitpiltidelt**, et saada infot piirkondadest, kus vaatlusjaamasid pole
- **Kliima projektsioonid** ja kaugseirepõhised üleujutusala kaardistused (esinemisagedus), et toetada **planeeringuid ja arendusi rannikutsoonides**.
- **Parimate praktikate jagamine:** tänu Euroopa koostööpartneritele (Mercator Ocean ja ECMWF) ja Eesti partneritele saame **viia Eesti arendused Euroopasse ja tuua Euroopa arendused Eestisse**.
- Veetaseme seire ja prognoosi teenuse näol on tegemist laiatarbe teenustega, mille klikke (kasutuskordasid) loendatakse miljonites. Ilmselt **Eesti inimesed ja ettevõtted vajavad veetaeme infot**.



KESKKONNAAGENTUUR



SAARTE LIINID

TALLINNA  SADAM



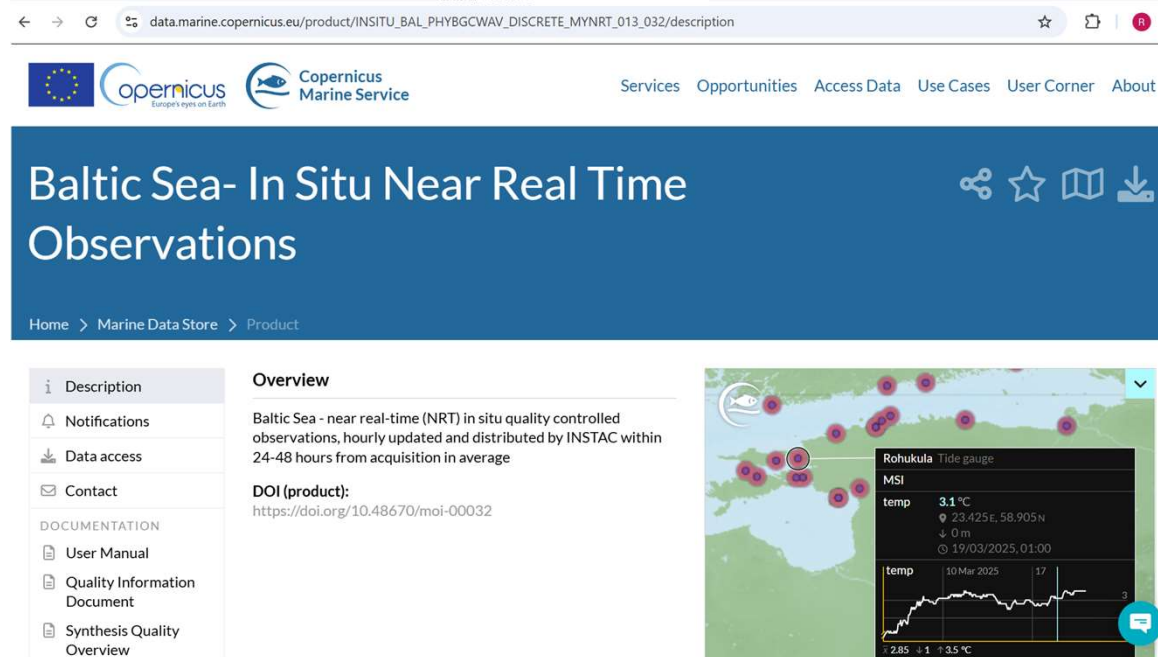
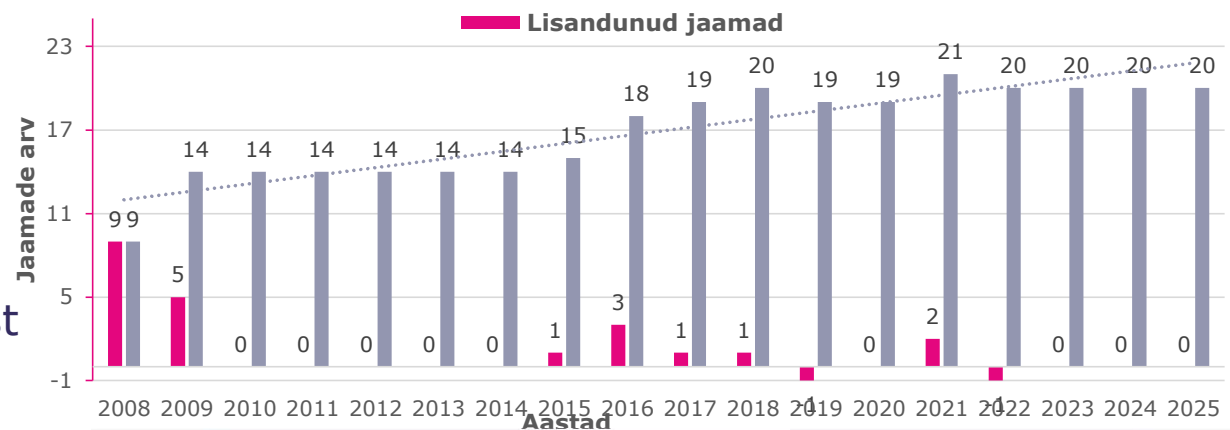
RIIGI
KAITSEINVESTEERINGUTE
KESKUS



VIIMSI

MÕÕTEJAAMAD RANNIKUL 2005-2025

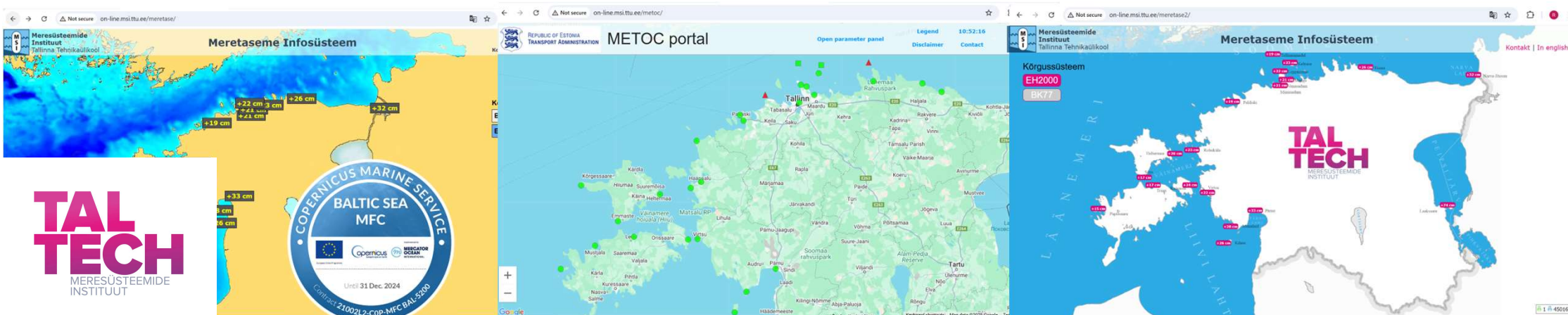
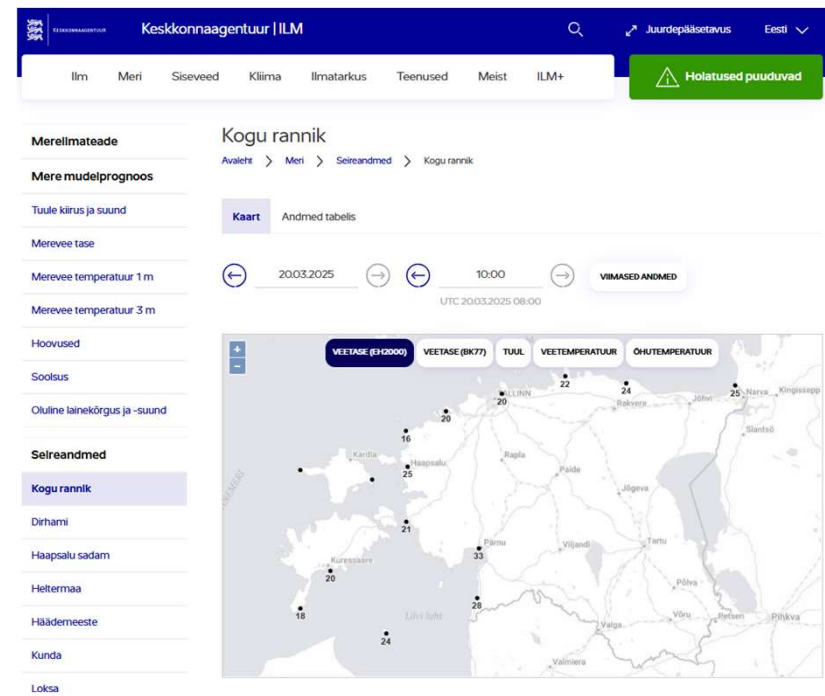
- KAUR'il jaamda pakuvad head ühtlast katvust üle kogu Eesti ranniku
- MSI opereeritavad jaama paiknevad vastavalt kasutajate/ettevõtete spetsiifilistele soovidele ja teadusuuringute vajadustele.
 - Tulevikus lisanduvad uued jaamad vastavalt kasutajate soovidele.
- Ranniku veetaseme jaamade andmed kättesaadavad ka Copernicuse mereteenuses: <https://marine.copernicus.eu/>



LLMEV25003 "Copernicus merekeskkonna seireteenused Läänemere seire ja prognoosikeskuses COP2ph2" (01.12.2024–30.06.2028); Vastutav täitja: **Priidik Lagemaa**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: **Mercator Ocean International**.

MERETASEME INFOSÜSTEEMID

- Eestis terviklikult on hea ranniku veetaseme jaamade katvus
- Vajadus "virtuaalsete" jaamade järele asukohtades, kuhu jaama paigutamine ei ole finantsiliselt otstarbekas ja avamerel.
- "Virtuaalsete" jaamade kasutamine eeldab mudelprognoosi ja järelanalüüsi andmete kavaliteedi parandamist.



MERETASEME PROGNOOS ARENG

Esimese prognoosisüsteemi käivitamisest Eestis 2005 kuni Läänemere idaosale fokuseeritud digitaalse kaksiku lahendusteni ECMWF töövoos 2025

Mereprognooside
käivitamine Eestis
(KIK'i projekt)

Hiromb-EST
mudeli/teenuse
käivitamine Eestis

Üle-euroopalise
Copernicuse mereteenuse
käivitamine

AI komponendi HIDRA2
arendamine Läänemere
jaoks

NEMO kõrglahutuslik
vajaduspõhise digitaalse
kaksiku teenuse
rakendamine ECMWFs
(Destination Earth,
DE330)

2009

2014

2022

2025

2005

2009

2015

2023

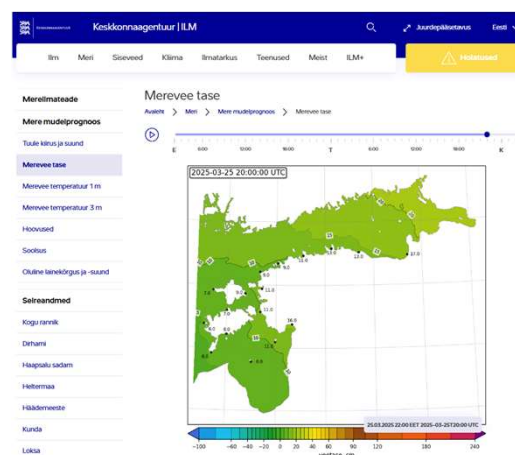
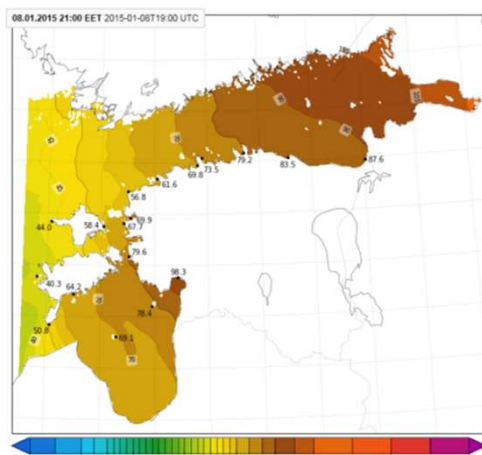
2026

Rahvusvahelise Hiromb
mudeli käivitamine
(MyOcean -> hiljem
Copernicus)

Üleminek Hiromb-Boos
mudelile (HBM mudel)

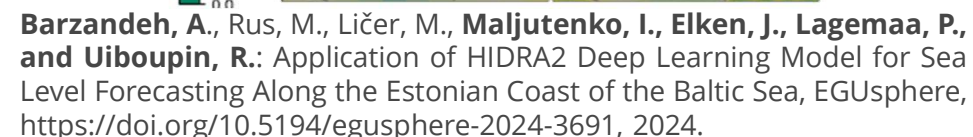
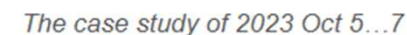
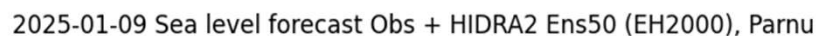
NEMO-EST mudeli
käivitamine KAURis

AI põhise prognoosi (HIDRA2)
operatiivne rakendamine
ECMWF'i töövoos (Destination
Earth, DE330)



Destination Earth On-Demand Digital Twin (DE330) AI-põhine prognoos ekstreemsete sündmuste varajaseks tuvastamiseks Läänemeres

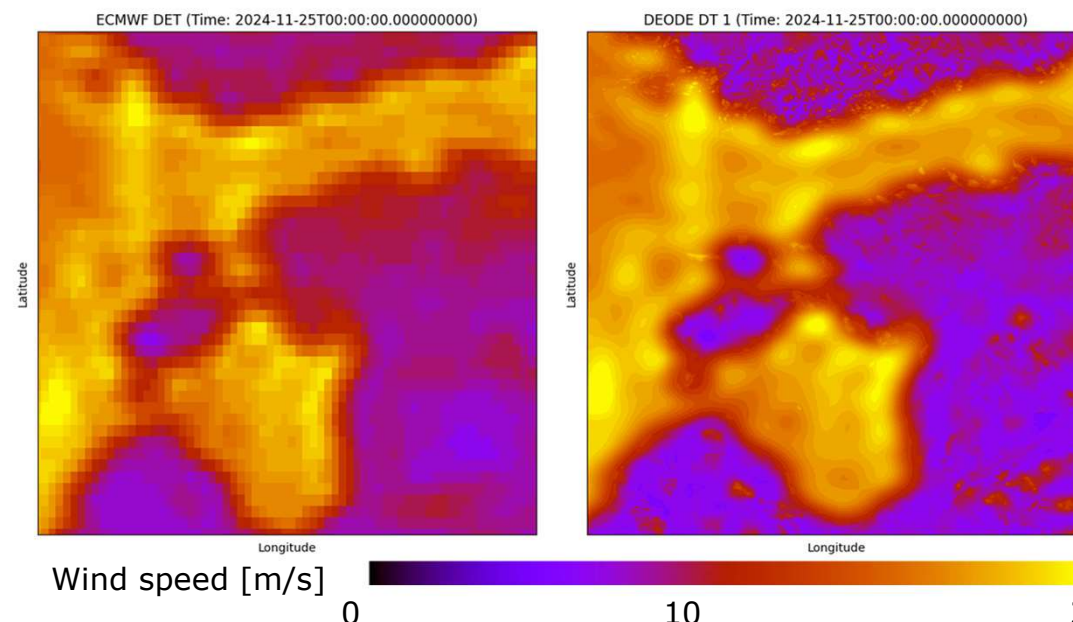
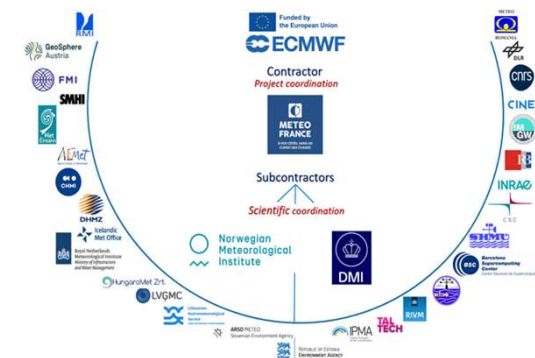
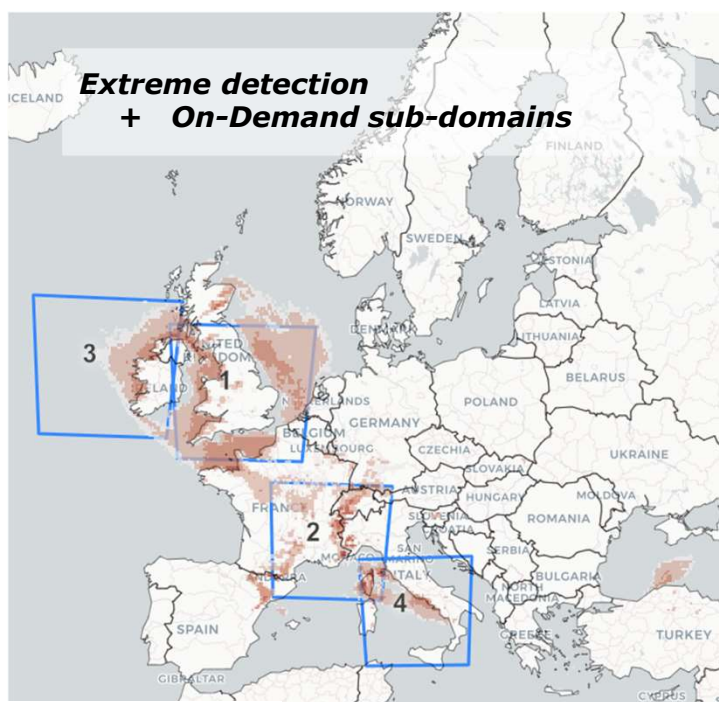
1. HIDRA2 mudel - ekstreemsete sündmuste tuvastamine +144h ette kasutades tõenäosuslikku (erinevad stsenaariumid) AI-põhist mereilma prognoosi
2. ECMWF kõrglahutuslike (500m) meteoväljade rakendamine meretaseme ja lainetuse prognoosiks -> "mis-siis-kui" stsenaariumid.



LLMAV22111 "Destination Earth: digitaalne kaksisk ekstreemset sündmuste vajaduspõhiseks analüüsiks" (1.09.2022–30.04.2026); Vastutav täitja: **Rivo Uiboupin/Ilja Maljutenko**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: **Meteo-France** (MF), European Centre for Medium-Range Weather Forecast (**ECMWF**).

Destination Earth On-Demand Digital Twin (DE330) Operatiivne teenus

- Vajadusepõhised kõrglahutuslikud meteoroloogia väljad (500m) ekstreemsete sündmuste (sh. üleujutus) eel ja ajal Läänemeres.

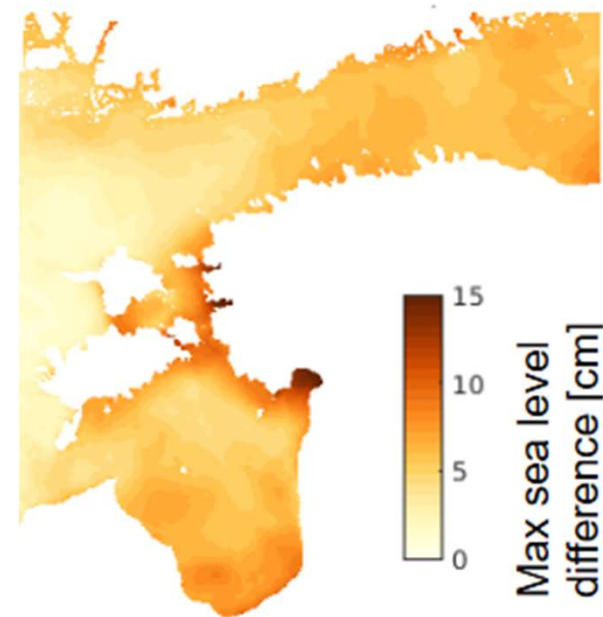
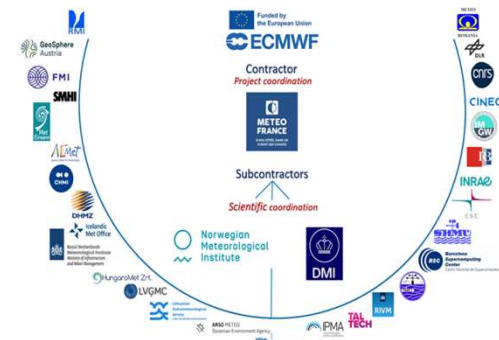


Barzandeh, A., Rus, M., Ličer, M., Maljutenko, I., Elken, J., Lagemaa, P., and Uiboupin, R.: Application of HIDRA2 Deep Learning Model for Sea Level Forecasting Along the Estonian Coast of the Baltic Sea, EGUsphere, <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-3691>, 2024.

LLMAV22111 "Destination Earth: digitaalne kaksisk ekstreemset sündmuste vajaduspõhiseks analüüsiks" (1.09.2022–30.04.2026); Vastutav täitja: **Rivo Uiboupin/Ilja Maljutenko**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: **Meteo-France (MF)**, European Centre for Medium-Range Weather Forecast (**ECMWF**).

**TAL
TECH**
MERESÜSTEEMIDE
INSTITUUT

-



LLMAV22111 "Destination Earth: digitaalne kaksisk
ekstreemset sündmuste vajaduspõhiseks analüüsiks"
(1.09.2022–30.04.2026); Vastutav täitja: **Rivo
Uiboupin/Ilja Maljutenko**; Tallinna Tehnikaülikool,
Meresüsteemide instituut; Finantseerija: **Meteo-
France** (MF), European Centre for Medium-Range
Weather Forecast (**ECMWF**).

Extreme Detection framework

Select date: 16/11/2024

Deode visualisation

EDF

Deode triggering framework:

DTF

Event: storm

mask: no_mask

NWP

Lead time: D0+1

VERIF

domain-1

domain-2

domain-3

domain-4

domain-5

[general]

event_type = "storm"

[domain]

xloncen = -23.62580112570356

xlatcen = 37.74306573247907

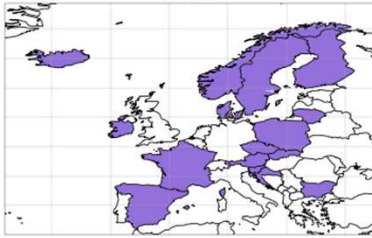
number = 1

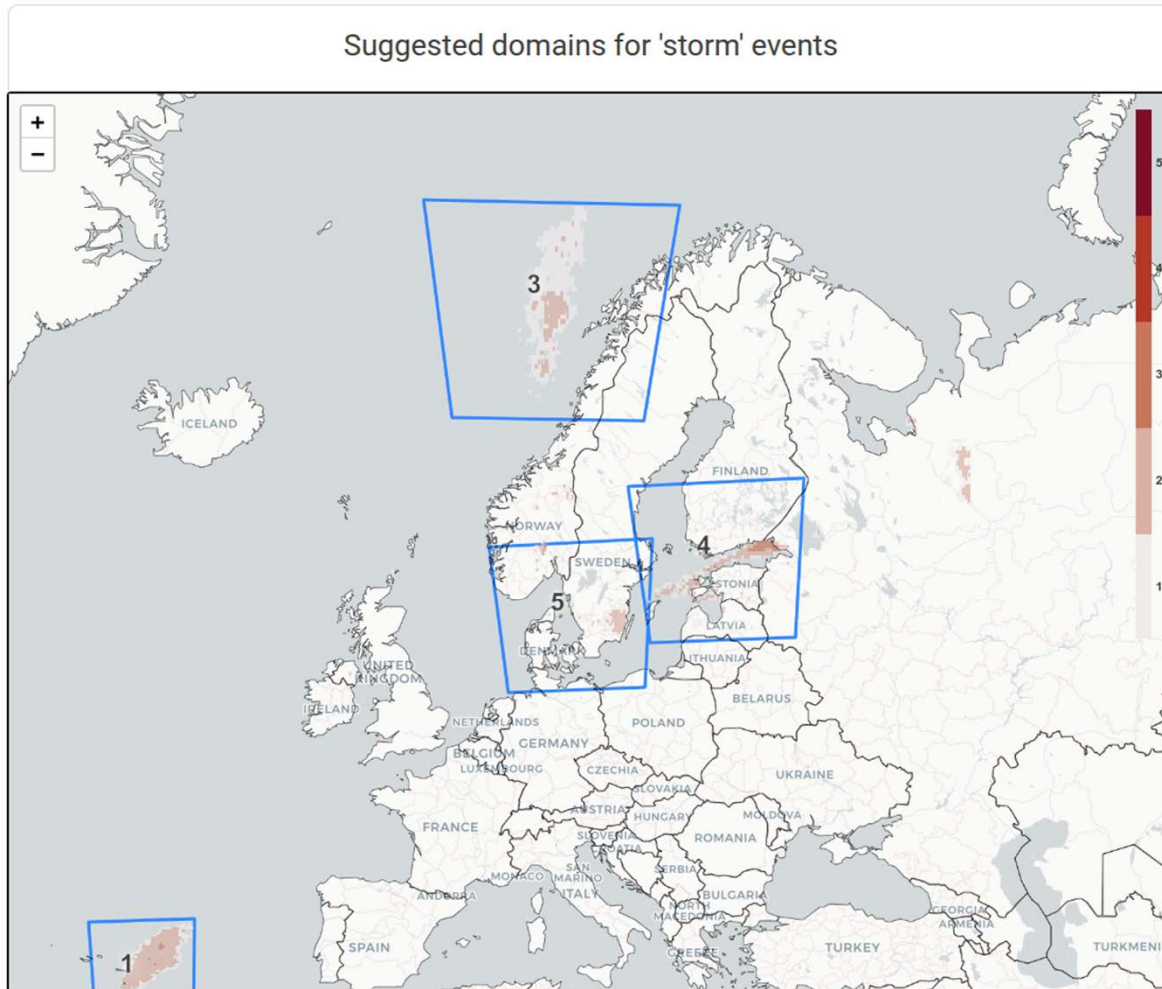
[general.times]

start = "2024-11-16T00:00:00Z"

forecast_range = "P2D"

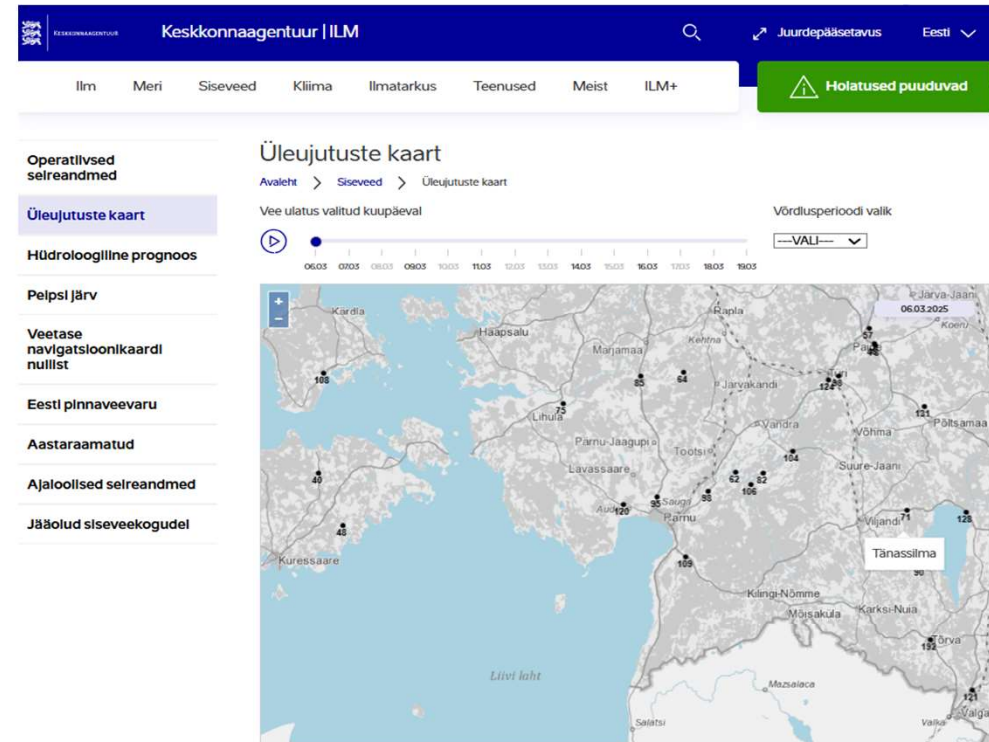
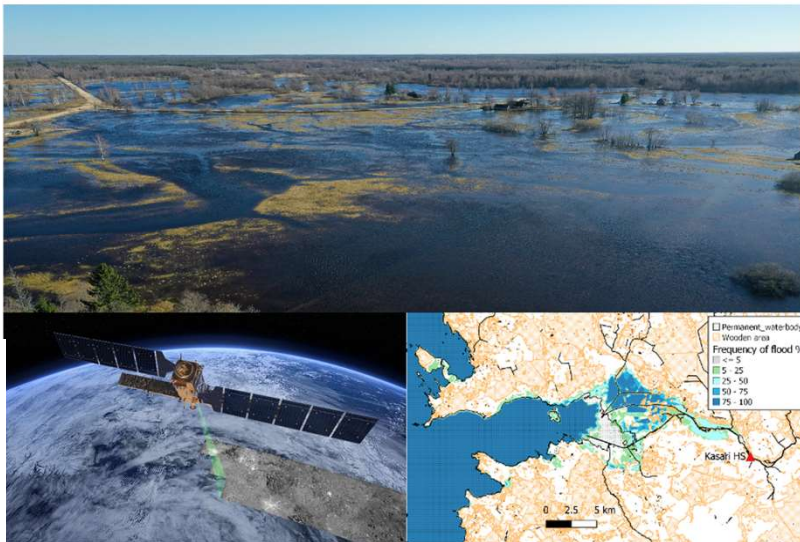
storm





KAUGSEIRETEENUS ÜLEUJUTUSTE KAARDISTAMISEKS (OPERATIIVNE ALATES 2024)

- Sentinel-1 satelliidi andmetel põhineval teenusel on kaks funktsiooni:
 - Operatiivne üleujutusalade kaardistamine Sentinel-1 satelliitidelt.
 - Ranniku ja siseveekogudega seotud üleujutuste statistika planeerimisotsute toetamiseks



Tähelepanu! Väljundid võivad olla ebatäpsed piirkondades, kus esineb lumi- ja jääkatet.

Operatiivsel avatud vee ulatuse kaardirakendusel kuvatakse avatud vee ulatust viimase satelliidi ületlennu hetkel mererannikul, järvedes (90 suuremat) ning jõgede luha aladel. Kaardistuse aluseks on Sentinel-1 satelliitpildid, mille ruumiline lahutus on ca 5x20 m, seega detailsust, mis jääb alla 10 m, ei ole võimalik satelliitpildidelt hinnata. Igapäevane kaardistus katab Sentinel-1 tehisavardari ületlennu trajektoori. Kuna Sentinel-1 vaateala laius on 250 km, siis ei ole ühe satelliidi ületlennuga kaardistatav kogu Eesti piirkond. Veebikaardil kuvatud menüüst saab liiguriga liikudes valida kuupäeva, mille ületlennu kaardistust visualiseeritakse.

Sipelgas, Liis, Age Aavaste, and Rivo Uiboupin. 2021. "Mapping Flood Extent and Frequency from Sentinel-1 Imagery during the Extremely Warm Winter of 2020 in Boreal Floodplains and Forests" *Remote Sensing* 13, no. 23: 4949. <https://doi.org/10.3390/rs13234949>Projekt

LLMAE21069 "Üleujutuste kaugseire teenuse eksperimentaallahendus" (01.07.2021–30.06.2023); Vastutav täitja: Liis Sipelgas; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: Keskonnaagentuur;

OPERATIIVNE ÜLEUJUTUSTE KAARDISTAMINE

SURJU ÜLEUJUTUS 2025

Üleujutuste kaart

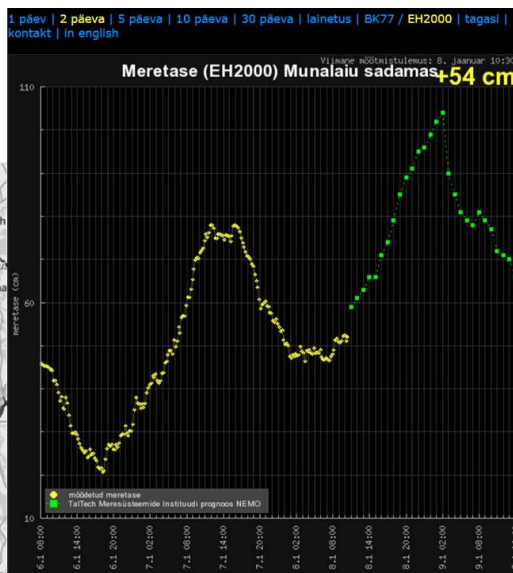
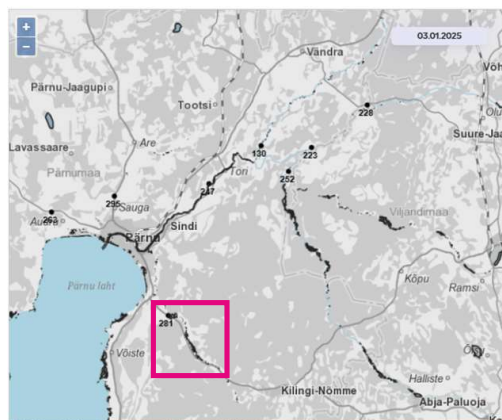
Avaleht > Siseveed > Üleujutuste kaart

Vee ulatus valitud kuupäeval



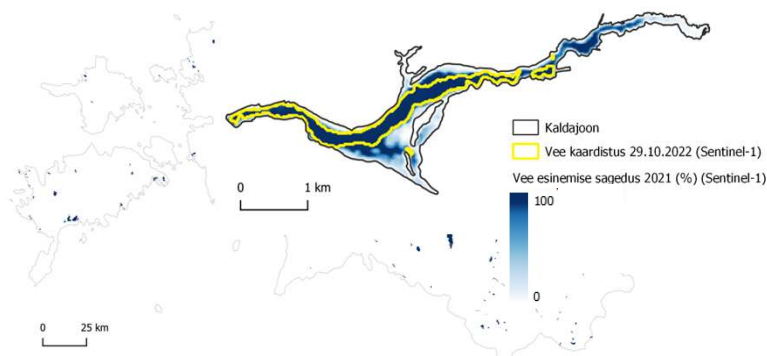
Võrdlusperioodi valik

—VALI—
—VALI—



SOODLA VEEHOIDLA: VEERESSURSI MUUTLIKUS

**TAL
TECH**
MERESÜSTEEMIDE
INSTITUUT



ERR kasutab oma veebilehtedel http küpsiseid. Kasutamist jätkates nõustute kõikide ERR-i veebilehtede küpsiste seadetega

ERR.ee UUDISED TV RAADIO LASTELE JUPITER

uudised EESTI ARVAMUS MAJANDUS VÄLISMAA KULTUUR SPORT EETER

Päästeamet Surju hooldekodu siiski ei evakueeri

EESTI
03.01.2025 14:04
Uuendatud: 03.01.2025 18:47

Kuula artiklit 2 min

Vaata galeriid 11 pilti

Foto: Üleujutus Surjus. Autor/allikas: Verner Vilgas/ERR

Sipelgas, Liis, Age Aavaste, and Rivo Uiboupin. 2021. "Mapping Flood Extent and Frequency from Sentinel-1 Imagery during the Extremely Warm Winter of 2020 in Boreal Floodplains and Forests" *Remote Sensing* 13, no. 23: 4949. <https://doi.org/10.3390/rs13234949>Projekt

LLMAE21069 "Üleujutuste kaugseire teenuse eksperimentaallahendus" (01.07.2021–30.06.2023); Vastutav täitja: **Liis Sipelgas**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: Keskkonnaagentuur;

Veekaalid

Kliima Ilmatarkus Teenused Meist ILM+

Hoiatused

2020 mai

Laadi alla

Vee esinemise sagedus valitud perioodil(%)

10 20 30 40 50 60 70 80 90

Veronika Uibo
24.03.2025 18:44

 Kuula artiklit 3 min

Foto: Verner Vilgas/ERR

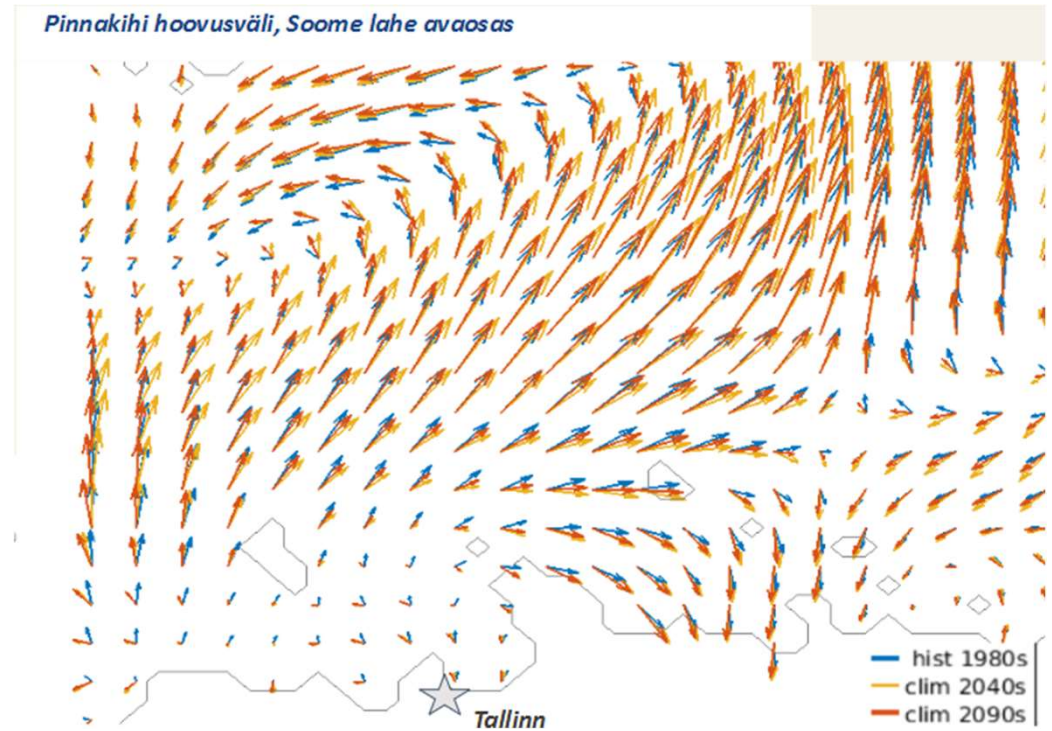
Kliimaministeerium plaanib looduskaitseasutuste muudatusega vähendada mereranna ja siseveekogu kalda ehituskeelu- ja piiranguvööndi ulatust ülejutasaladel. Mereäärsed kohalikud omavalitsused on motttega valdavalt nõus.

Sipelgas, Liis, Age Aavaste, and Rivo Uiboupin. 2021. "Mapping Flood Extent and Frequency from Sentinel-1 Imagery during the Extremely Warm Winter of 2020 in Boreal Floodplains and Forests" *Remote Sensing* 13, no. 23: 4949. <https://doi.org/10.3390/rs13234949Projekt>

LLMAE21069 "Üleujutuste kaugseire teenuse eksperimentaallahendus" (01.07.2021–30.06.2023); Vastutav täitja: **Liis Sipelgas**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut; Finantseerija: **Keskkonnaagentuur**;

VEETASE LÄHIKÜMNENDITEL: KLIIMAPROJEKTSIOONID

- Mere (sh. veetaseme) kliima projektsioonid kuni aastani 2100
- Kõrglahutuslik atmosfääri mudeli info võimaldab paremini esitada rannikuprotsesse ja pakkuda kasutajasõbralikke andmeid/kaarte (nt. sisend kliimaateenustesse)



VEU23019 "Riiklike kliimamuutustega kohanemise tegevuste rakendamine Eestis" (01.01.2023–31.03.2032); Vastutav täitja: **Rivo Uiboupin**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (partner); Finantseerija: **Euroopa Komisjon, Keskkonnaministeerium**

MNKE23060 "Kõrglahutuslike atmosfääri väljade andmebaasi koostamine perioodi 1979-2100 kohta" (01.10.2023–31.12.2024); Vastutav täitja: **Aarne Männik**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (koordinaator); Finantseerija: **SA Keskkonnainvesteeringute Keskus/Kliimaministeerium**;

KLIIAMROJEKTSIOONID: METEO -> MERETASE

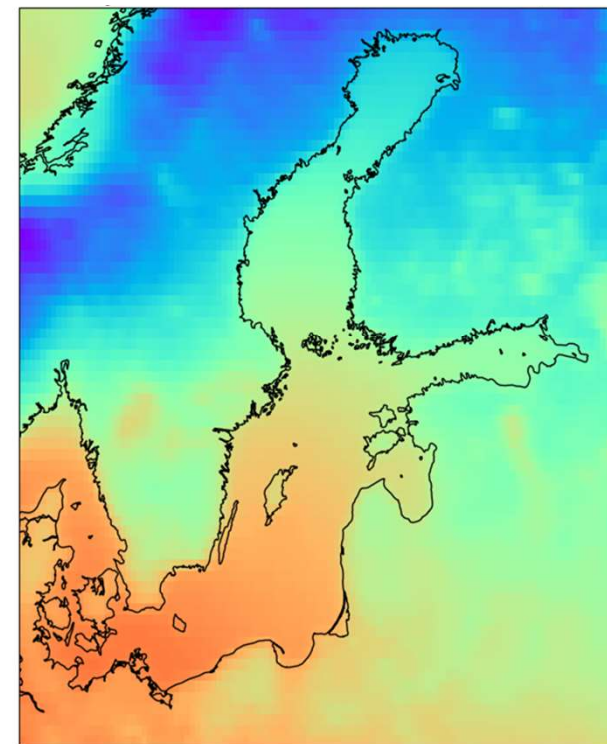
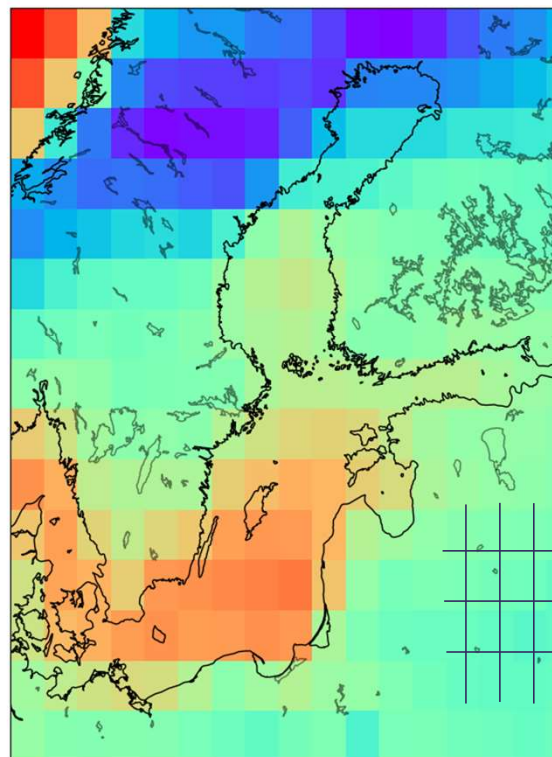
Peenskaleeriv mudel:

- RCA4 -SMHI Rossby keskuse poolt arendatud regionaalne kliimamudel
- Horisontaalne lahutus 22km ⇒
- Vertikaalis 40 kihti
- Merepinna kohal on muutused kontrastsemad

Globaalmodelit on peenskaleeritud aastatele **1960 - 2014**;
3 tuleviku stsenaariumit ajaaknaga **2015 - 2100**:

- SSP245 - "pool rehkendust" stsenaarium
- SSP370 - regionaalsete rivaliteetide stsenaarium
- SSP585 - halvima juhtumi stsenaarium

Globaalse ja Regionaals (peenskaleeritud) mudeli resolutsioon
NOR 100 km RCA 22 km



MERETASEME KLIIMAPROJEKTSIOONID: ÜLEUJUTUSPÄEVAD EESTI RANNIKUL



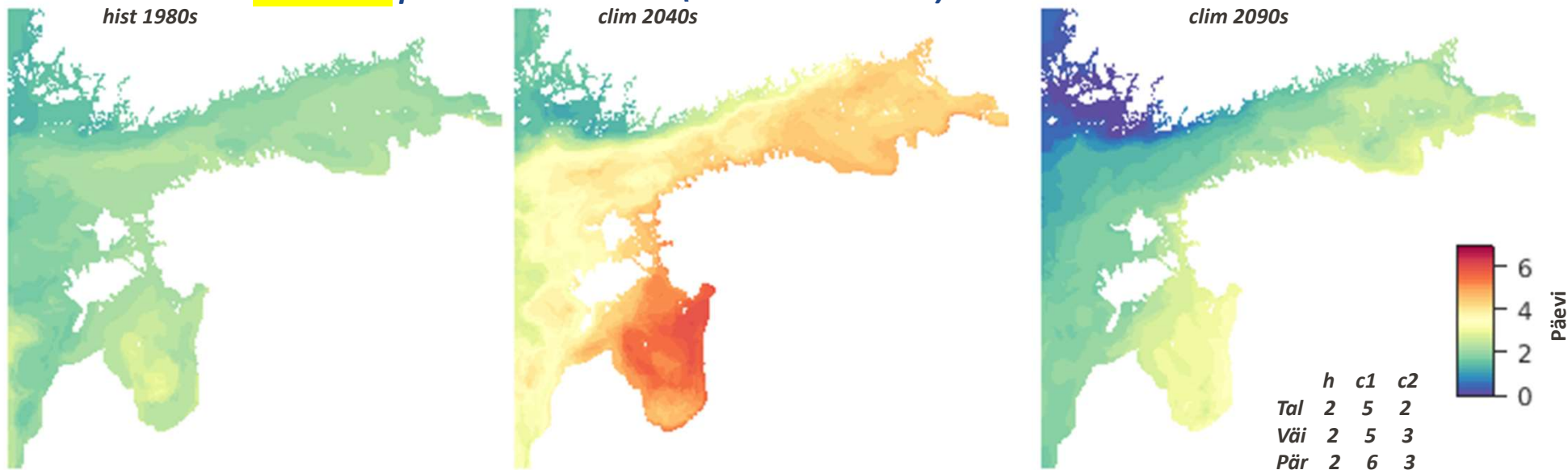
- Üleujutuspäevade hulk suureneb sajandi keskel kuni 5 päeva võrra
- Üleujutuspäevade hulk suureneb sajandi lõpuks kuni 9 päeva võrra
- Kõrge riskiga kohad on Pärnu ja Narva

VEU23019 "Riiklike kliimamuutustega kohanemise tegevuste rakendamine Eestis" (01.01.2023–31.03.2032); Vastutav täitja: **Rivo Uiboupin**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (partner); Finantseerija: **Euroopa Komisjon, Kliimaministeerium**

MNKE23060 "Kõrglahutuslike atmosfääri väljade andmebaasi koostamine perioodi 1979-2100 kohta" (01.10.2023–31.12.2024); Vastutav täitja: **Aarne Männik**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (koordinaator); Finantseerija: **SA Keskkonnainvesteeringute Keskus, Kliimaministeerium**;

MERETASEME KLIIMAPROJEKTSIOONID: MADALVEE PÄEVAD EESTI RANNIKUL

Keskmine **madalvee** päevade arv aastas (veetase < -25 cm)



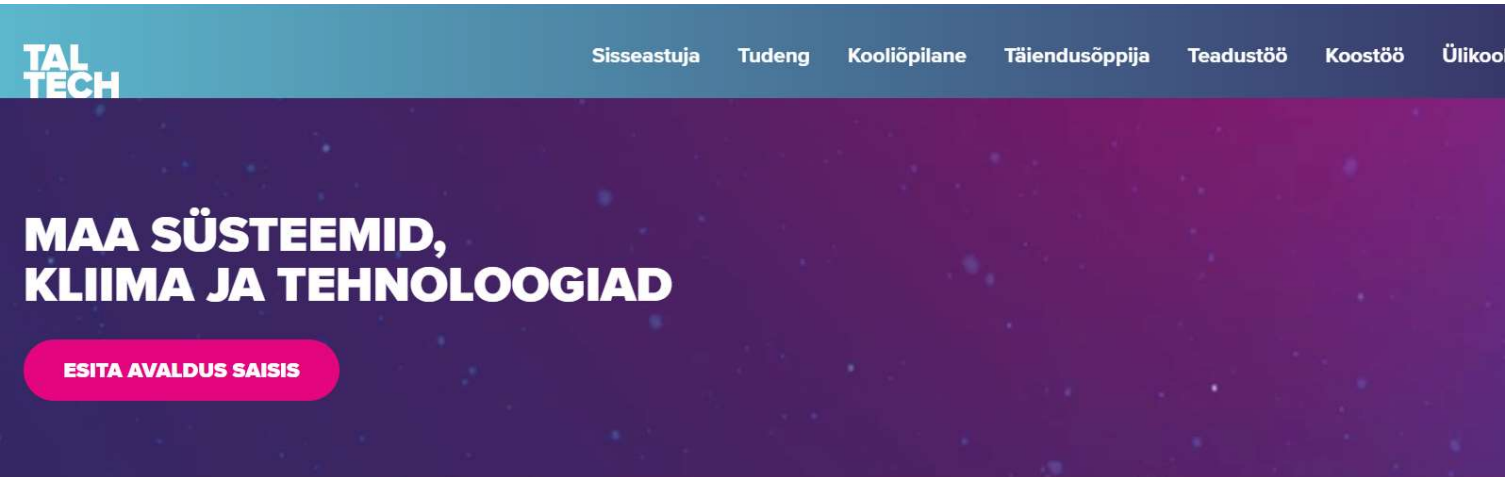
- Madalveepäevade hulk suureneb sajandi keskel 3-4 päeva võrra.
- Sajandi lõpuks on madalveepäevi sarnaselt praegusele ajale

VEU23019 "Riiklike kliimamuutustega kohanemise tegevuste rakendamine Eestis" (01.01.2023–31.03.2032); Vastutav täitja: **Rivo Uiboupin**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (partner); Finantseerija: **Euroopa Komisjon, Kliimaministeerium**

MNKE23060 "Kõrglahutuslike atmosfääri väljade andmebaasi koostamine perioodi 1979-2100 kohta" (01.10.2023–31.12.2024); Vastutav täitja: **Aarne Männik**; Tallinna Tehnikaülikool, Meresüsteemide instituut (koordinaator); Finantseerija: **SA Keskkonnainvesteeringute Keskus, Kliimaministeerium**;

KOKKUVÕTE JA TULEVIK

- 20 aastat meretaseme teenuseid:
 - Mõõtejaamade arv on kasvand ning andmed on riiklikes (MSI ja KAUR) ja Euroopa andmebaasides (Copernicus Marine).
 - Eesti meretaseme mudelprognoos on arenend järjekindlalt partnerluses Copernicuse mereteenusega (Mercator Ocean)
 - Üleujutuste kaugseire teenus on operatiivne alates 2024 kevadest
 - Mere kliimaprojektsioonid valmis kliimaateenustes kasutamiseks alates 2025
- Lähitulevik:
 - AI meetodite operatiivne rakendamine Läänemere veetaseme prognoosi täpsustamiseks ECMWF teenuses
 - Mere digitaalse kaksiku lahendused ja "mis-siis-kui" stsenaariumid kriitilistes olukordades.

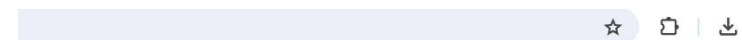


AITÄH!

SISUKORD

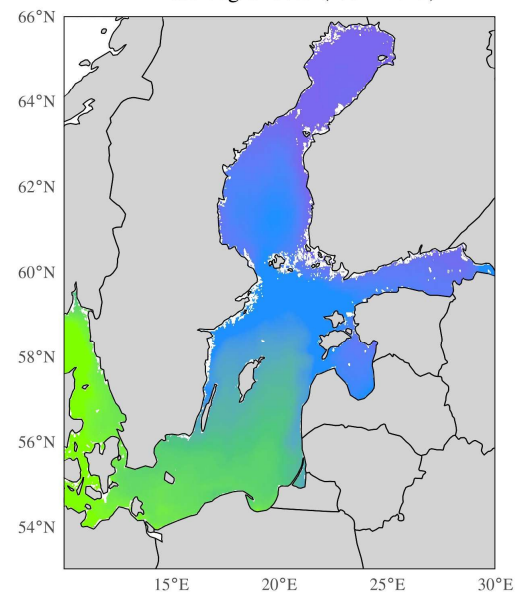
- ↓ Eriala sisu
- ↓ Kas sobib mulle?
- ↓ Tulevik
- ↓ Õppekorraldus ja sisseastumistingimused

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

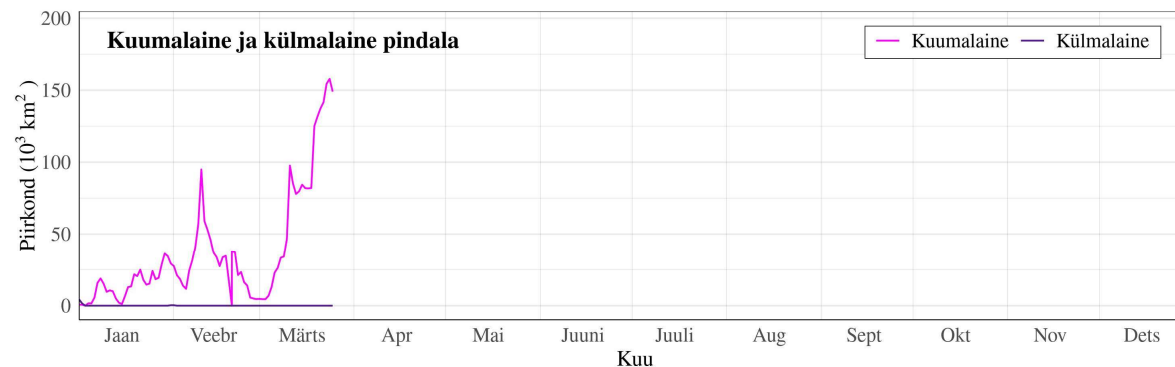
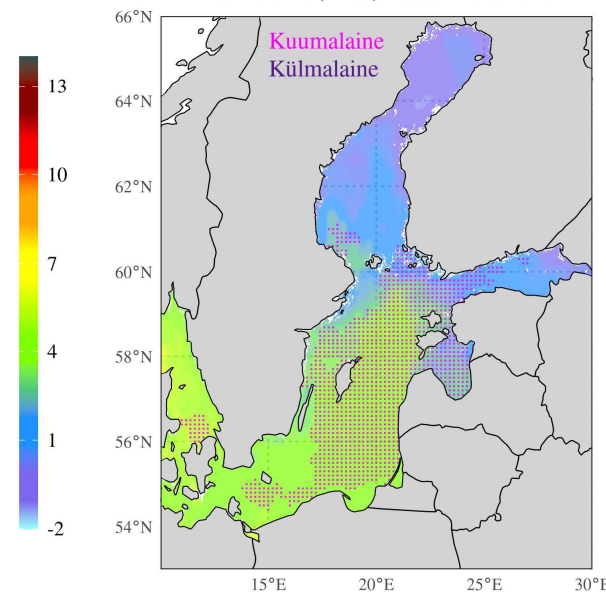


MERE KUUMALAINED

Merepinna temperatuuri päeva
klimatoloogia 25.03 (1994-2023)



Mere kuumalaine (MHW) ja
külmalaine (MCS) ulatus 25.03.2025



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 kuuma- ja külmalainetest mõjutatud ala ajaline muutus. Analüüs põhineb Copernicuse Mereteenuse poolt pakutavatel satelliitpiltidel: (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). Andmetöötlus: TalTech merestüsteemide instituut