



Milline saab olema Eesti põllumajanduse kliima aastal 2040?

Piia Post

Tartu Ülikooli füüsika instituudi kliimauuringute
keskus

piia.post@ut.ee

EPKK ärifoorum 2.06.2026 Tartus



Kaasrahanud
Euroopa Liit



Kaasrahanud
Euroopa Liit



Eesti
tuleviku heaks

KIPPER - Kliima- ja Ilmateenuste Prototüübid kestlikuks
Põllumajanduseks Eesti Regioonides RITA-AGROMET2
2023–2029 RITA+ alategevus 1



ADAPTEST WP8.2 Eesti tulevikukliima projektsioonid

Velle Toll, Erko Jakobson, Liisi Jakobson, Hannes Keernik, Andres Luhamaa, Margit Aun, Piia Post

KIPPER - Kliima- ja Ilmateenuste Prototüübid kestlikuks Põllumajanduseks Eesti Regioonides

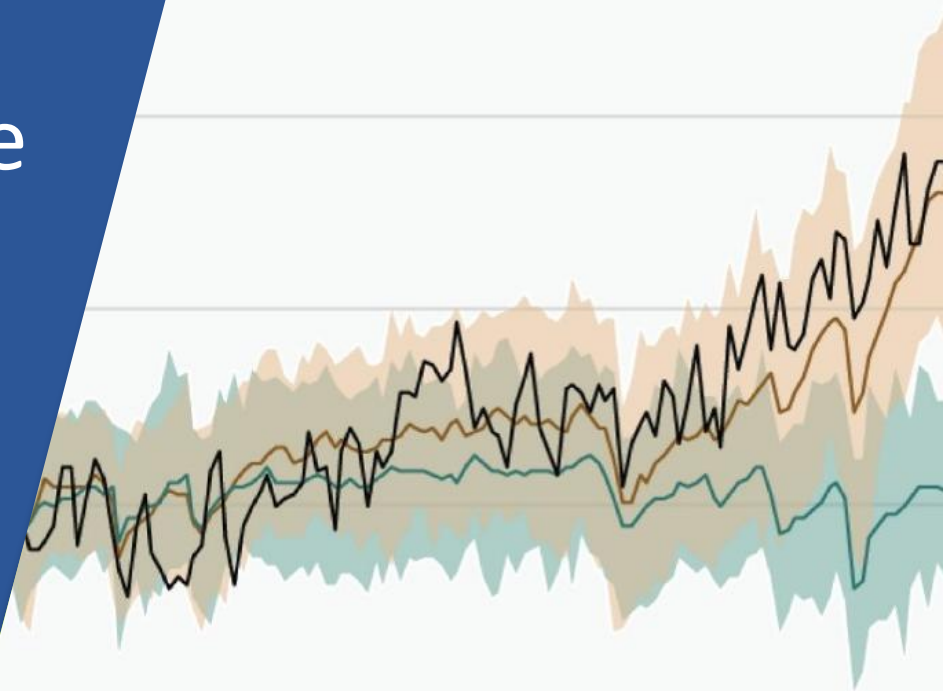
Velle Toll, Hannes Keernik, Andres Luhamaa, Margit Aun, Mattias Rennel, Jaak Jaagus, Triin Saue, Merko Kärp, Piia Post



PROBLEEM

- Globaalsed kliimamuutused mõjutavad Eestit nii otseselt kui kaudselt
- Mitmed muutused on kindlad ja suure mõjuga
- Kliimamuutused mõjutavad kõiki eluvaldkondi
- Põllumajanduses on muutused juba tuntavad

...ase õhutemperatuuri muut
...ainult looduslike tegurite mõj
...a **inimtegevuse** mõju (mõlem



Kliima on globaalne ning kliimamuutuse põhjustab energia lisandumine kliimasüsteemi

Inimtekkeliste kasvuhoonegaaside tõttu salvestub süsteemis enam energiat



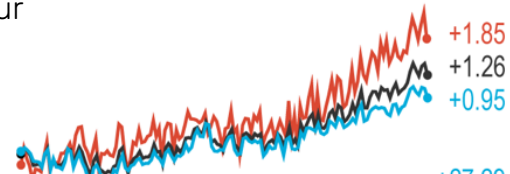
Kliimamuutused üle eri tegurite

Tõusvad trendid

Maakera temperatuur

(Land and Ocean; °C)
1880–2021

Land
Ocean

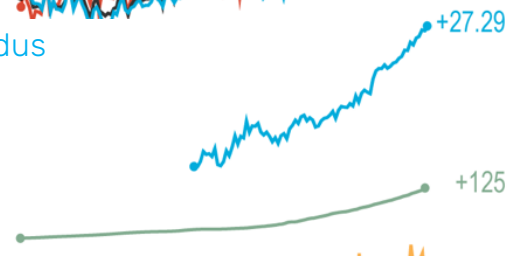


Ookeani soojussisaldus

(0–700 meters; zettajoules)
1940–2021

CO₂

(parts per million)
1880–2021



Kesktriosfääri temperatuur

(°C)
1979–2021



Meretase

(meters)

Tide gauges; 1900–2018

Satellite altimetry; 1993–2021



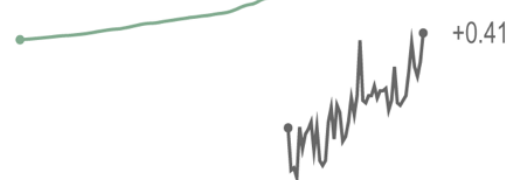
Metaan

(parts per billion)
1880–2021



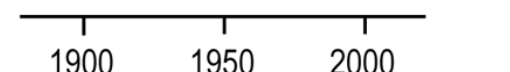
Eriniiskus

(grams per kilogram)
1973–2020



NO

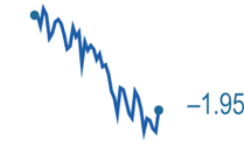
(parts per billion)
1880–2021



Langevad trendid

Arktika jääkate

(annual anomalies; million square kilometers)
1979–2021



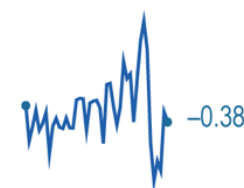
Ookeani pH

(pH)
1985–2019



Antarktika jääkate

(annual anomalies; million square kilometers)
1979–2021



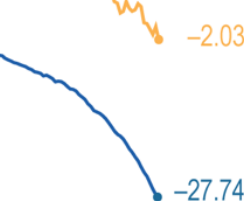
Keskstratosfääri temperatuur

(°C)
1979–2021



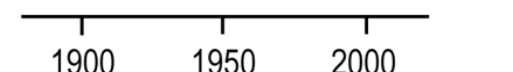
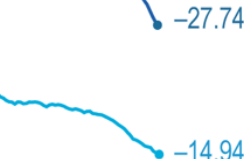
Liustike massibilanss

(meters water equivalent)
1950–2020



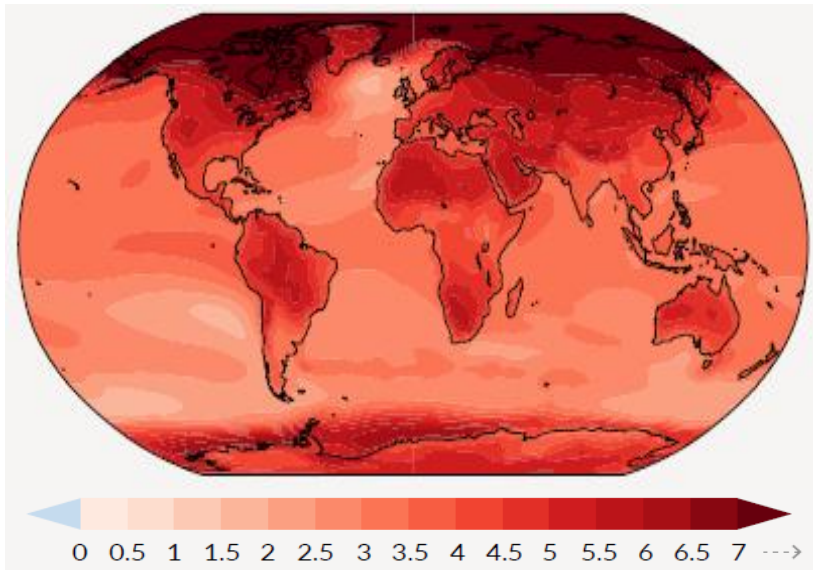
Gröönimaa liustike massibilanss

(trillion metric tons)
1880–2021

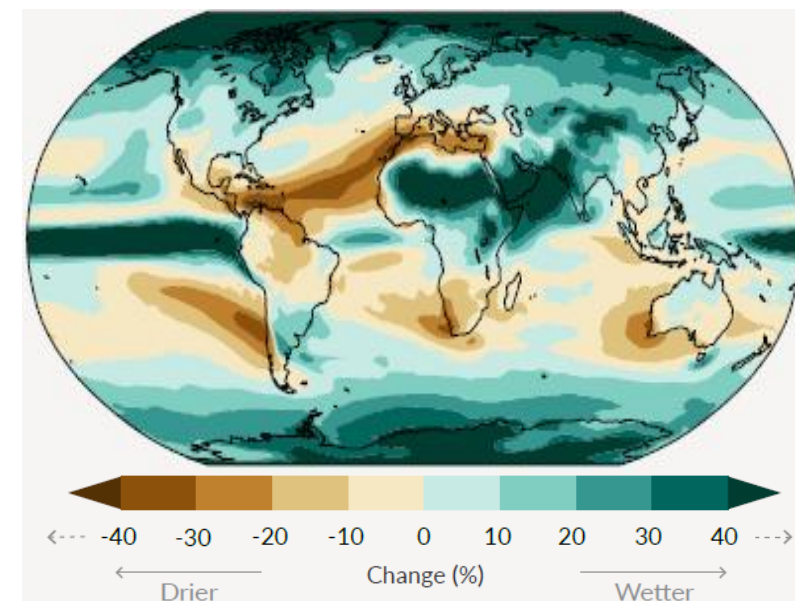


Stripe Inc., NOAA NCEI,
and CISS NC.

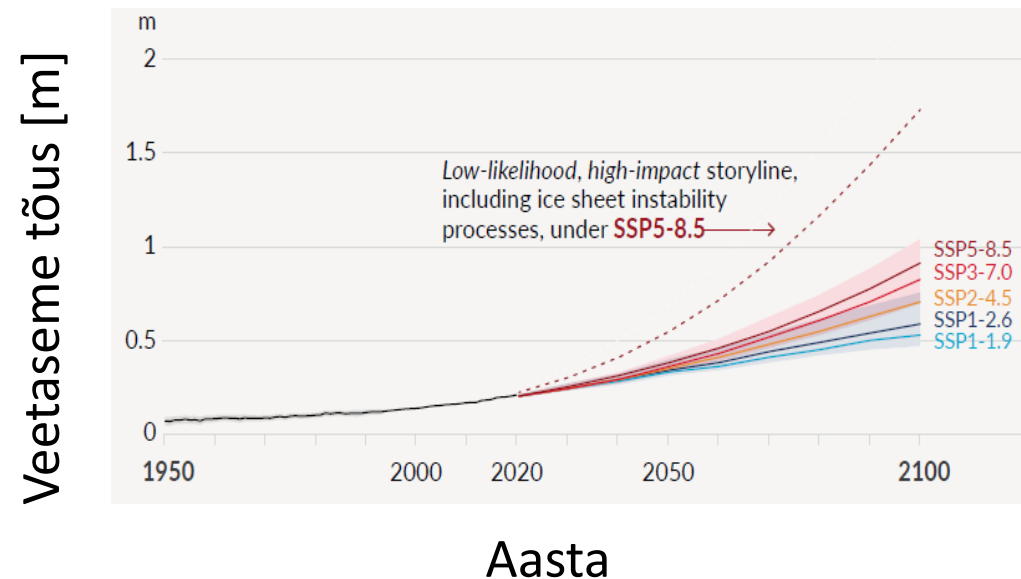
Energia lisandumine kliimasüsteemi toob kaasa kliima muutuse



Õhutemperatuuri tõus [°C]



Sademete muutus [%]



Kõrgete heitkogustega stsenaarium, projektsioon aastaks 2100

Äärmuslikud sündmused muutuvad sagedasemaks ja äärmuslikumaks

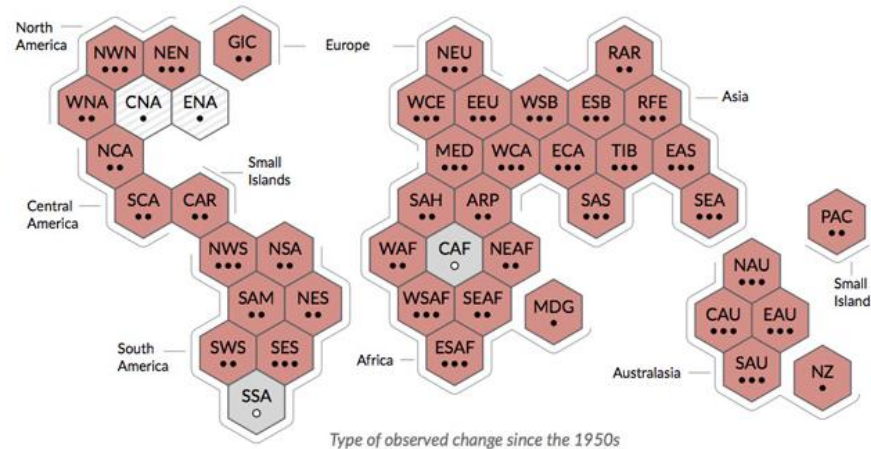
Type of observed change in hot extremes

- Increase (41)
- Decrease (0)
- Low agreement in the type of change (2)
- Limited data and/or literature (2)

Confidence in human contribution to the observed change

- High
- Medium
 - Low due to limited agreement
 - Low due to limited evidence

a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



Type of observed change since the 1950s

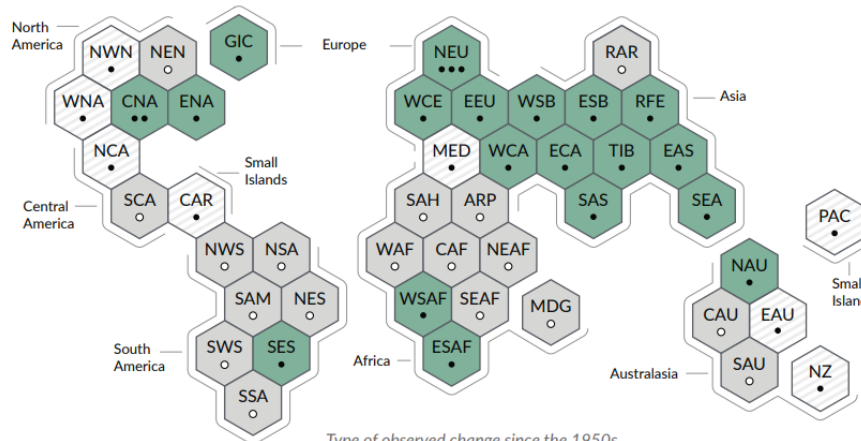
Type of observed change in heavy precipitation

- Increase (19)
- Decrease (0)
- Low agreement in the type of change (8)
- Limited data and/or literature (18)

Confidence in human contribution to the observed change

- High
- Medium
 - Low due to limited agreement
 - Low due to limited evidence

(b) Synthesis of assessment of observed change in **heavy precipitation** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



Type of observed change since the 1950s

Paljude muutuste ulatus kliimasüsteemis sõltub otseselt globaalse soojenemise tugevusest.

Mida tugevam soojenemine, seda tugevamad ja sagedasemad on kuumalained, paduvihmad ja põuad.

Atmosfääri veeringe intensiivistumine toob kaasa sajuhulga kasvu sademeterohketes piirkondades ja sajuhulga kahanemise kuivades piirkondades.

IPCC, 2021

MUUTUSTE AVALDUMINE

EESTIS

- Temperatuurid on tõusnud, eriti talvel
- Lumikatte kestus on vähenenud
- Talved on heitlikumad
- Tugevad sademed on muutunud sagedasemaks ja intensiivsemaks
- Kuivade perioodide sageduse muutus varieerub aastaajati

MAAILMAS

- Globaalse lõuna soojenemine ja muud muutused maailma viljaaidas





Kõik kliimamuutused pole teada sama kindlusega

Suurema kindlusega on need näitajad, mis on otseselt seotud kliima põhifüüsikaga (energiabilanss, temperatuur, meretase)

Väiksema kindlusega näitajad on seotud regionaalse dünaamika, atmosfääri ja ookeani üldringluséga või otsese inimtegevusega

Kliimaprojektsioonide määramatus sõltub nii aja kui ruumimastaabist, aga ka kliimasüsteemi eripäradest

Kliimaprojektsioonide määramatuse allikad:

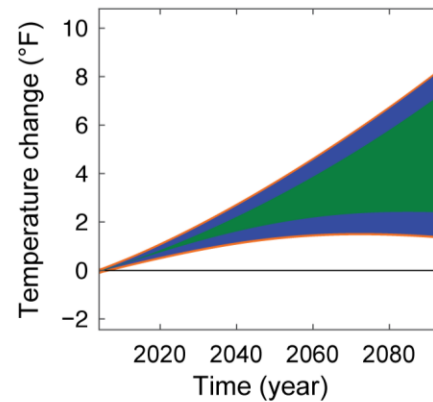
1) loomulik muutlikkus (orandž)

2) mudeli määramatus (sinine)

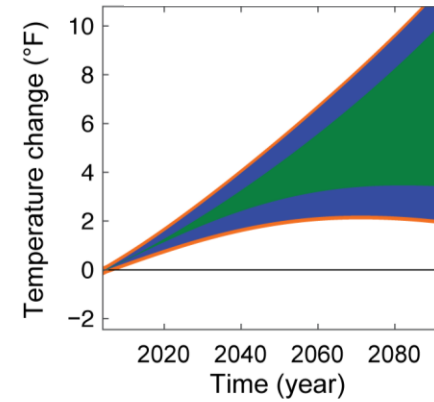
3) stsenaariumite määramatus (roheline)

Temperatuuri
muutus

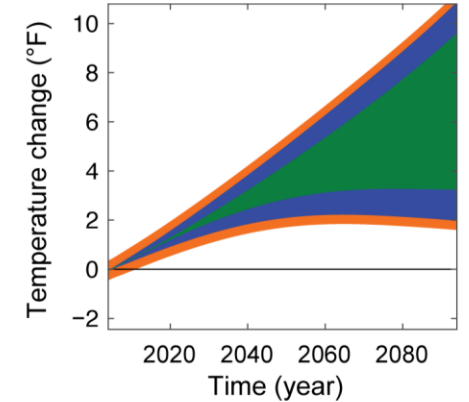
Globaalne



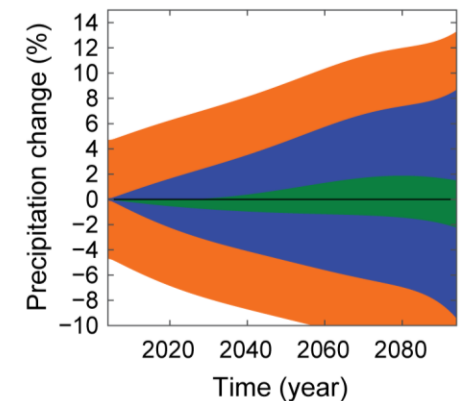
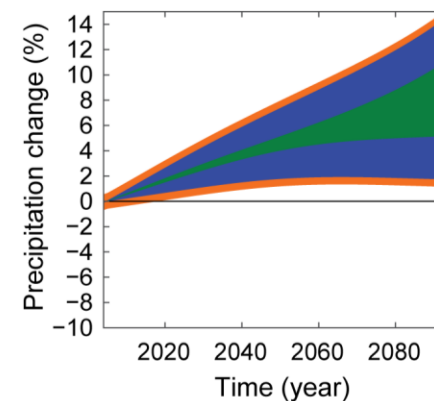
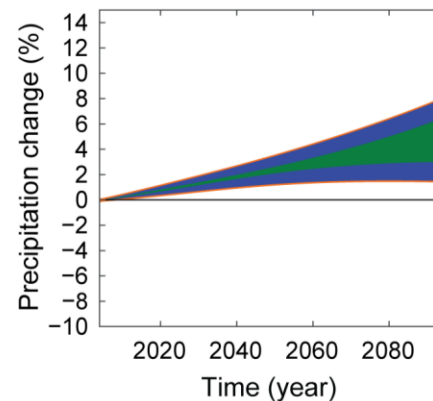
Põhja-poolkera



Regionaalne



Sademete
muutus



Sources of Uncertainty

Orange Natural variability Blue Model Green Scenario



Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL

KINDEL

Muutused suuremastaapses tsirkulatsioonis
Tsükloonaalsuse kasv
Muutused tuulisuses
Muutused äikesetormides
Muutused pilvisuses
Muutused päikesekiirguse hulgas

Mereveetaseme tõus Eesti rannikul
Tugevamad rannikuüleujutused
Põuasuse kasv

Rohkem sademeid

Temperatuuri tõus
Tugevamad kuumalained
Tugevamad paduvihmad
Lühem lumeperiood
Vähem merejääd
Nõrgemad külmalained
Tugevam aurumine





Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL



KINDEL

Temperatuuri tõus
Tugevamad kuumalained
Tugevamad paduvihmad
Lühem lumeperiood
Vähem merejääd
Nõrgemad külmalained
Tugevam aurumine



Eesti ööpäevakeskmise temperatuur tõuseb kõigis mudelites



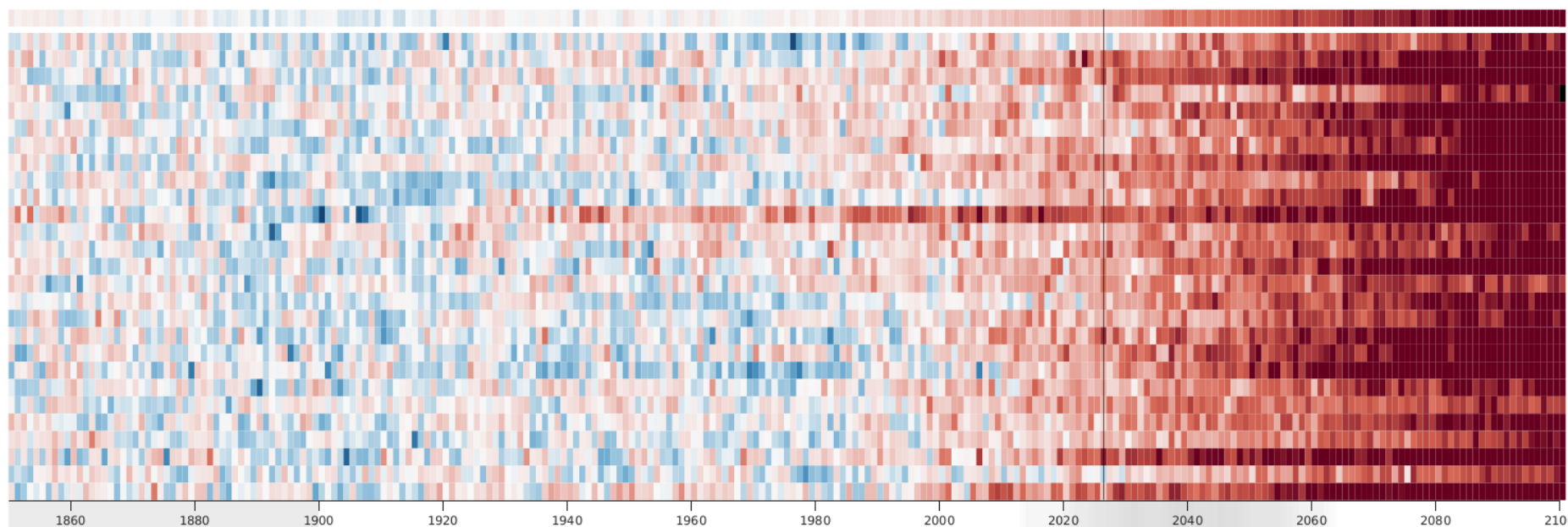
MEAN OF DAILY MEAN TEMPERATURE (°C) - CMIP6 - CHANGE - REL. TO 1850-1900 - WARMING 2°C - ANNUAL FOR ESTONIA

Credit: C3S/ECMWF. Atlas version 2.3



Eesti ööpäevakeskmise temperatuuri muutus (°C)
ajaloolise perioodiga (1850-1900) võrreldes

mudelid



aastad

Rows: **Models (median on the top)** Column: **Years** Light/dark box: **Baseline / GWL period**



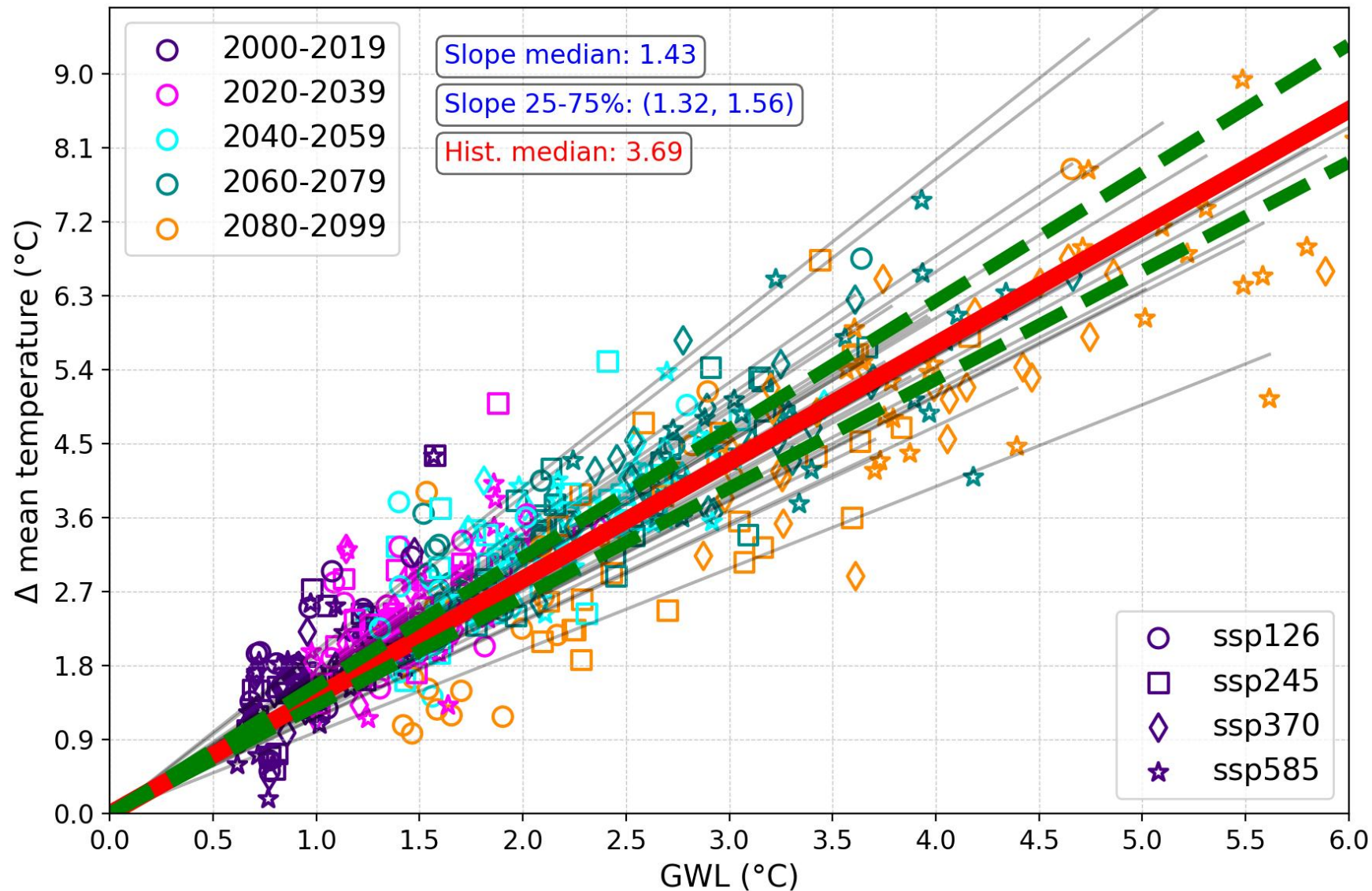
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY

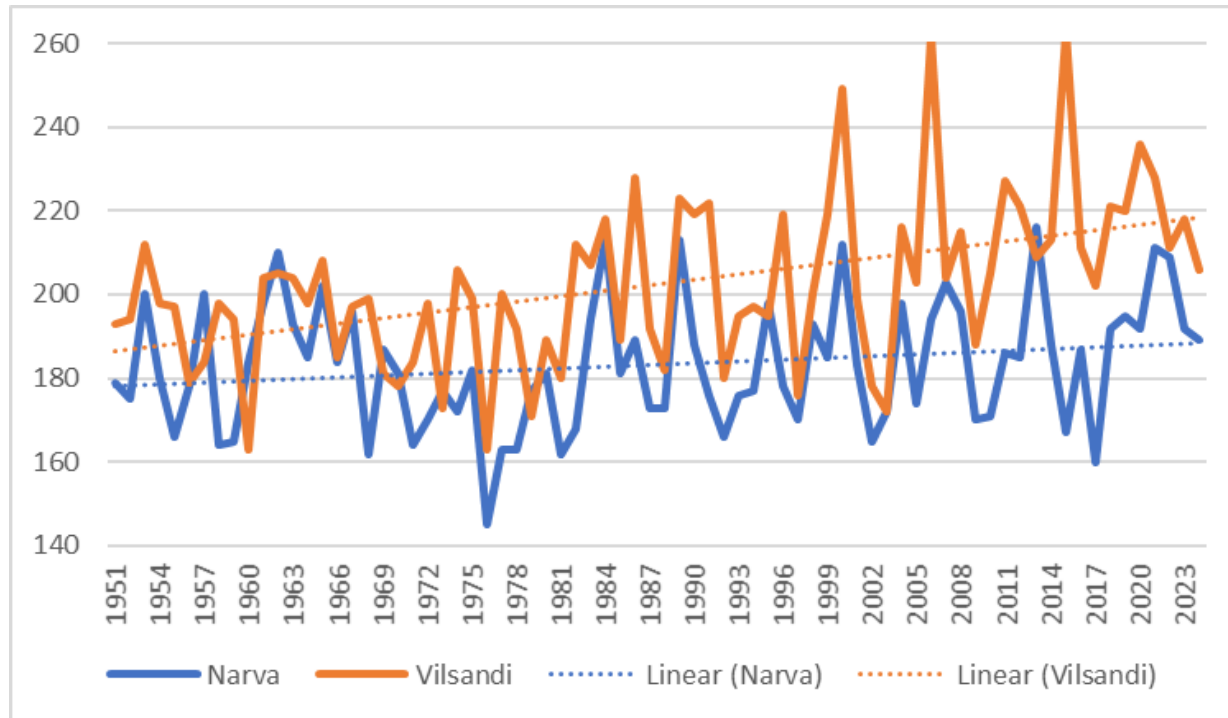


Aastane temperatuurimuutus Eestis skaleerub hästi globaalsega



Soojusressurss kasvab kõigi näitajate järgi

Kasvuperiood on pikenenud kõikides ilmajaamades



Kasvuperioodi kestus (päevades) Narvas ja Vilsandis perioodil 1951–2024 ning nende lineaarsed trendid.

Muutus on olnud perioodil 1951–2024 vahemikus 11 kuni 32 päeva ning perioodil 1966–2024 veelgi enam ehk 18 kuni 37 päeva.

Olulised muutused kasvuperioodi alguse ja lõpu kuupäevades ning kestuses pea kõigis jaamades. Ainult Kirde-Eesti jaamades Jõhvis, Narvas ja Väike-Maarjas ei olnud see muutust oluline $p < 0,05$ tasemel.

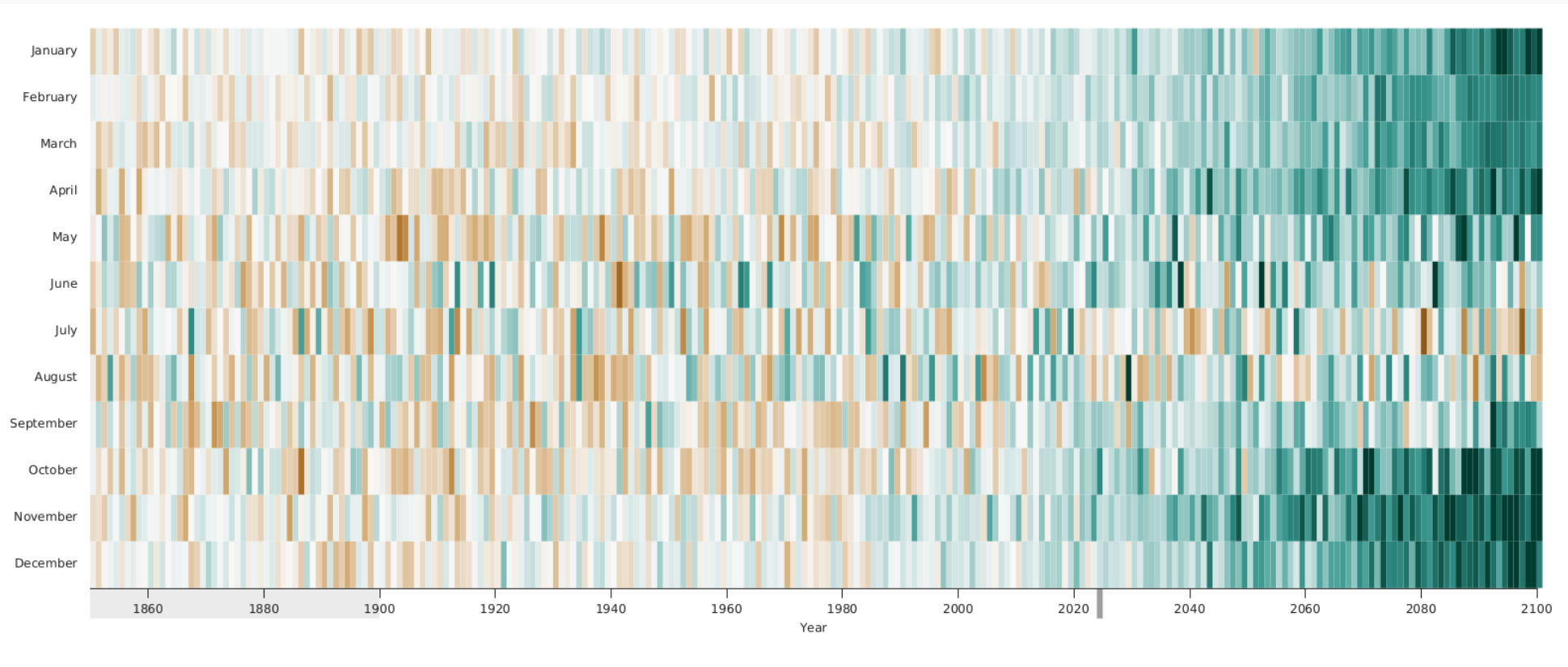
Suhteliselt kõige suurem muutus on toimunud Lõuna- ja Lääne-Eestis.

Äärmuslikud sademed muutuvad heitlikumaks

Äärmuslike sademete muutus
Eestis

MAXIMUM OF 1-DAY ACCUMULATED PRECIPITATION (MM/DAY) -
CMIP6 - CHANGE - SSP5-8.5 - MEDIUM TERM (2041-2060) -
SUMMER - REL. TO 1850-1900 FOR ESTONIA

Credit: C3S/ECMWF



ühik: mm/24h
skaala -5 (pruun) to 5 (roheline)



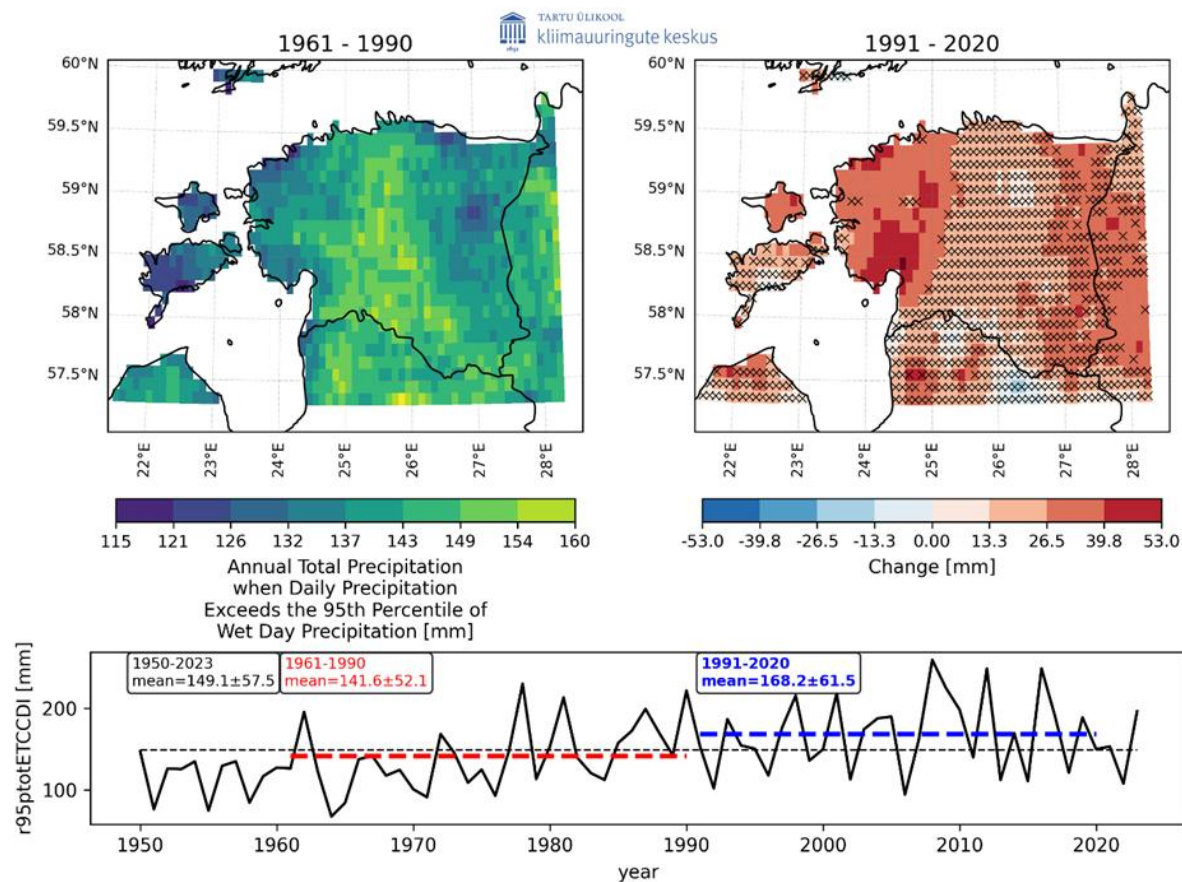
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY
ECMWF



Sademed muutuvad heitlikumaks



Äärmuslike sadude (5%) ajal sadanud vihm moodustab aina suurema osa kogusademetest 141 mm -> 168 mm



Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL



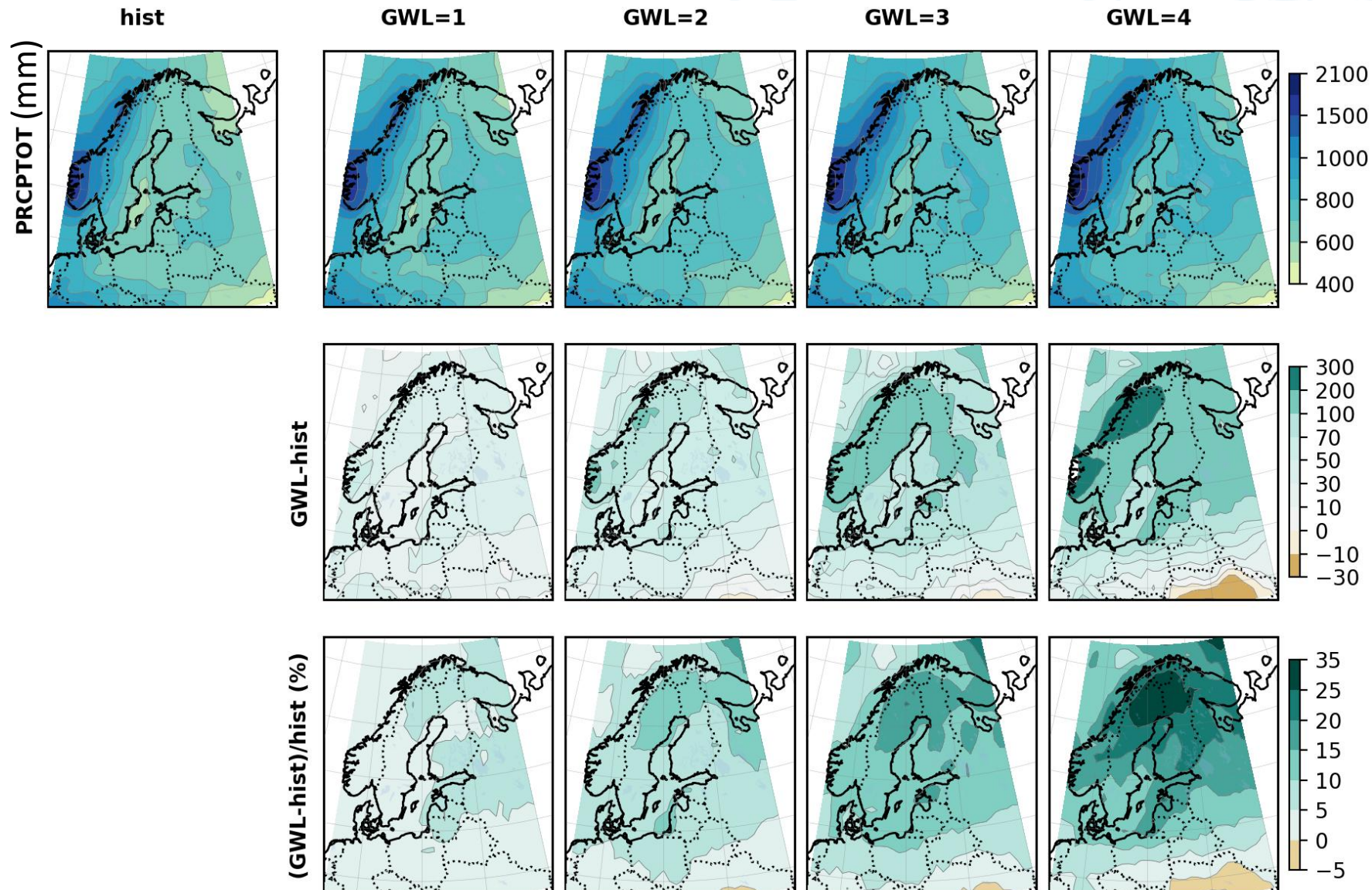
KINDEL

Rohkem sademeid

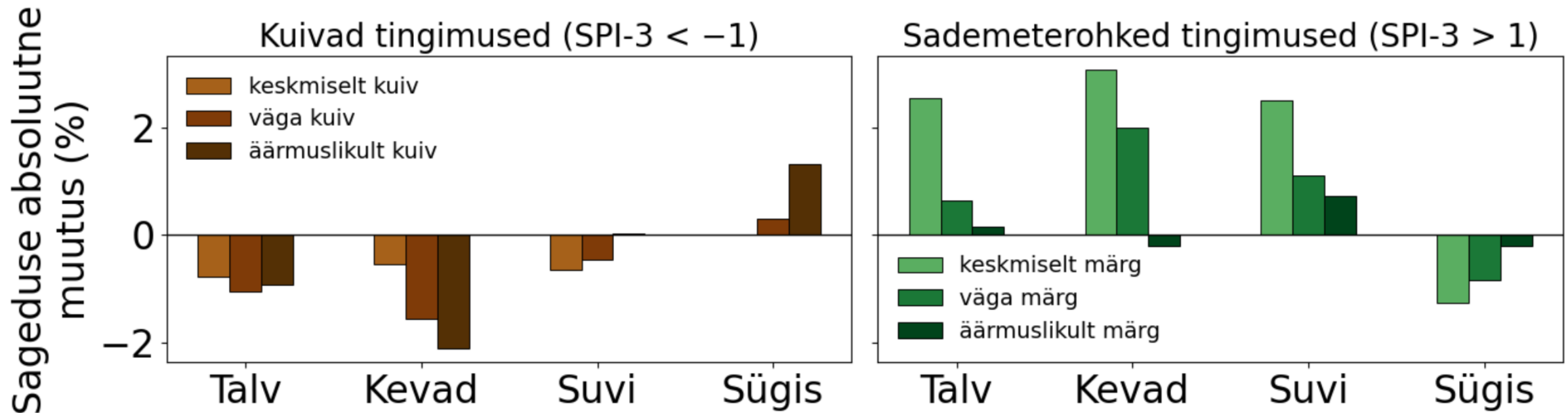
Temperatuuri tõus
Tugevamad kuumalained
Tugevamad paduvihmad
Lühem lumeperiood
Vähem merejääd
Nõrgemad külmalained
Tugevam aurumine



Põhja-Euroopas kasvab aastane sademesumma globaalse temperatuuri tõustes



Kasvab sademete hulk (enamusel aastaaegadel)





Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL

KINDEL



Mullad muutuvad kuivemaks, aga aastatevaheline muutlikkus jääb!

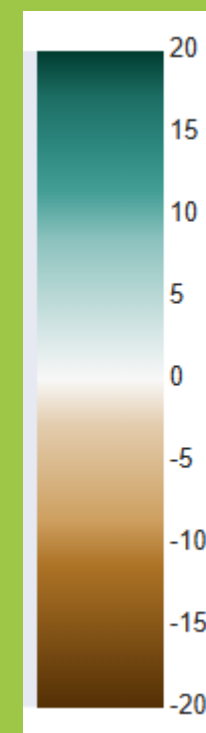
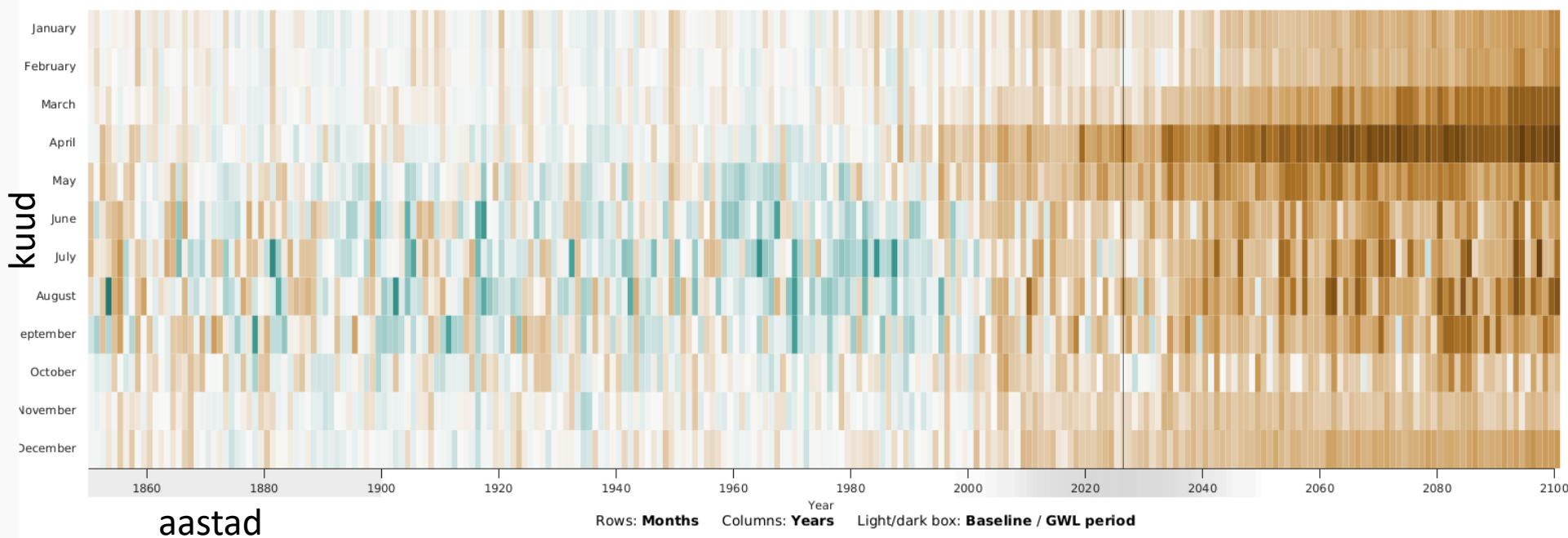


MEAN SOIL SHALLOW MOISTURE CONTENT (%) - CMIP6 - RELATIVE CHANGE - REL. TO 1850-1900 - WARMING 1.5°C - ANNUAL FOR ESTONIA



Credit: C3S/ECMWF. Atlas version 2.3

Eesti mulla niiskussisalduse muutus (%) ajaloolise perioodiga (1850-1900) võrreldes





Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL

KINDEL

Muutused suuremastaapses tsirkulatsioonis
Tsükloonaalsuse kasv
Muutused tuulisuses
Muutused äikesetormides
Muutused pilvisuses
Muutused päikesekiirguse hulgas

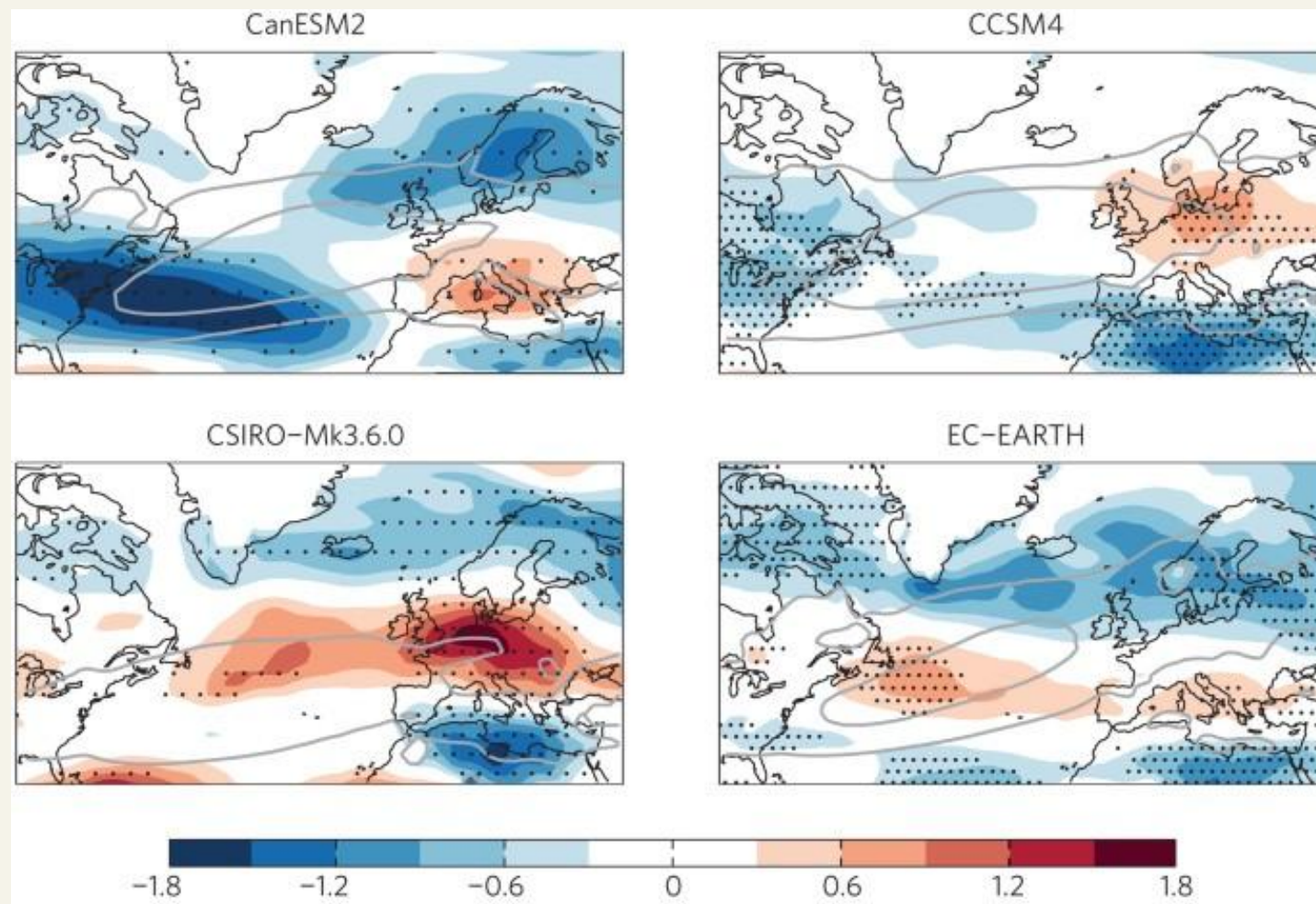
Mereveetaseme tõus Eesti rannikul
Tugevamad rannikuüleujutused
Põuasuse kasv

Rohkem sademeid

Temperatuuri tõus
Tugevamad kuumalained
Tugevamad paduvihmad
Lühem lumeperiood
Vähem merejääd
Nõrgemad külmalained
Tugevam aurumine

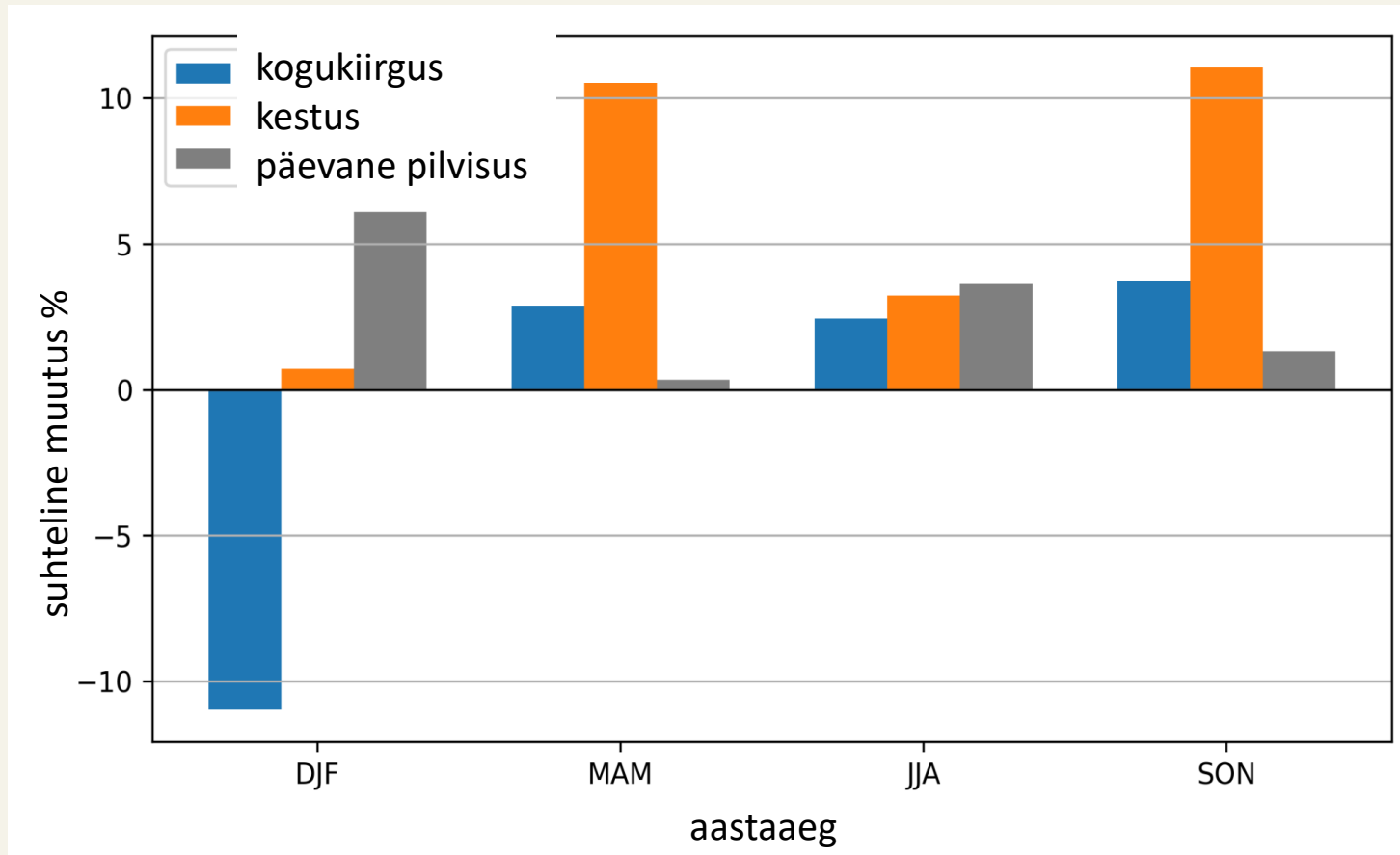


Muutused atmosfääri suuremastaapses tsirkulatsioonis on ebaselged

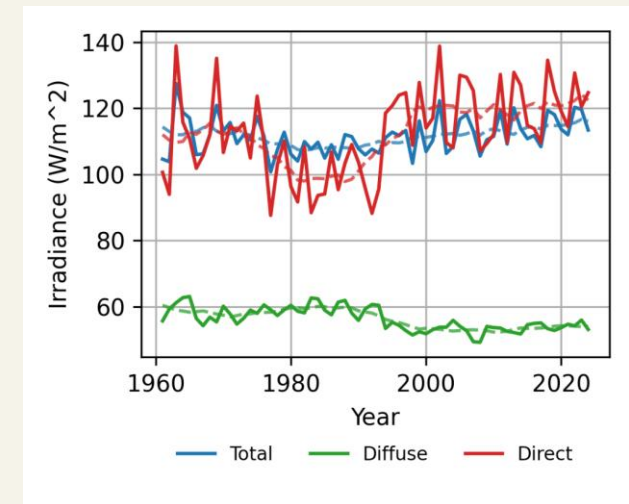


Tuule kiiruse muutus talvel [m/s]

Üldiselt on päikesekiirguse hulk ja kestus kasvanud



Muutused Tõraveres
1967-1990 vs 1991-2020.





Teadusliku arusaama kindlus Eesti kliimamuutuste osas

EBAKINDEL

KINDEL

Muutused suuremastaapses tsirkulatsioonis
Tsükloonaalsuse kasv
Muutused tuulisuses
Muutused äikesetormides
Muutused pilvisuses
Muutused päikesekiirguse hulgas

Mereveetaseme tõus Eesti rannikul
Tugevamad rannikuüleujutused
Põuasuse kasv

Rohkem sademeid

Temperatuuri tõus
Tugevamad kuumalained
Tugevamad paduvihmad
Lühem lumeperiood
Vähem merejääd
Nõrgemad külmalained
Tugevam aurumine





MÕJUD

- Soojusressurss on kasvanud
- Talvised sulad toovad külma/niiskus kahjustused
- Ühtaegu enam liigniiskust ja põudasid ning suurem aurumine
- Soojema kliima kahjurid ja haigused levivad

GLOBALSETE kliimamuutuste mõjud jõuavad läbi maailmaturu, tarneaahelate ja ilmamuustrite

LAHENDUSED



TARTU ÜLIKOOL

kliimauuringute keskus

piia.post@ut.ee

- KLIIMARISKE tuleb juhtida
- KLIIMARISKE TULEB ANALÜÜSIDA pidevalt ja teaduspõhiselt
- KLIIMAMUUTUSEGA KOHANEMINE KUI paindlikkuse suurendamine, riskide hajutamine ja vastupidavuse suurendamine
- TULEB KOGUDA ANDMEID ja töötada välja otsustustööriistad
- PÕLLUMEHI tuleb KOOLITADA ja NÕUSTADA

LAHENDUSED



TARTU ÜLIKOOL

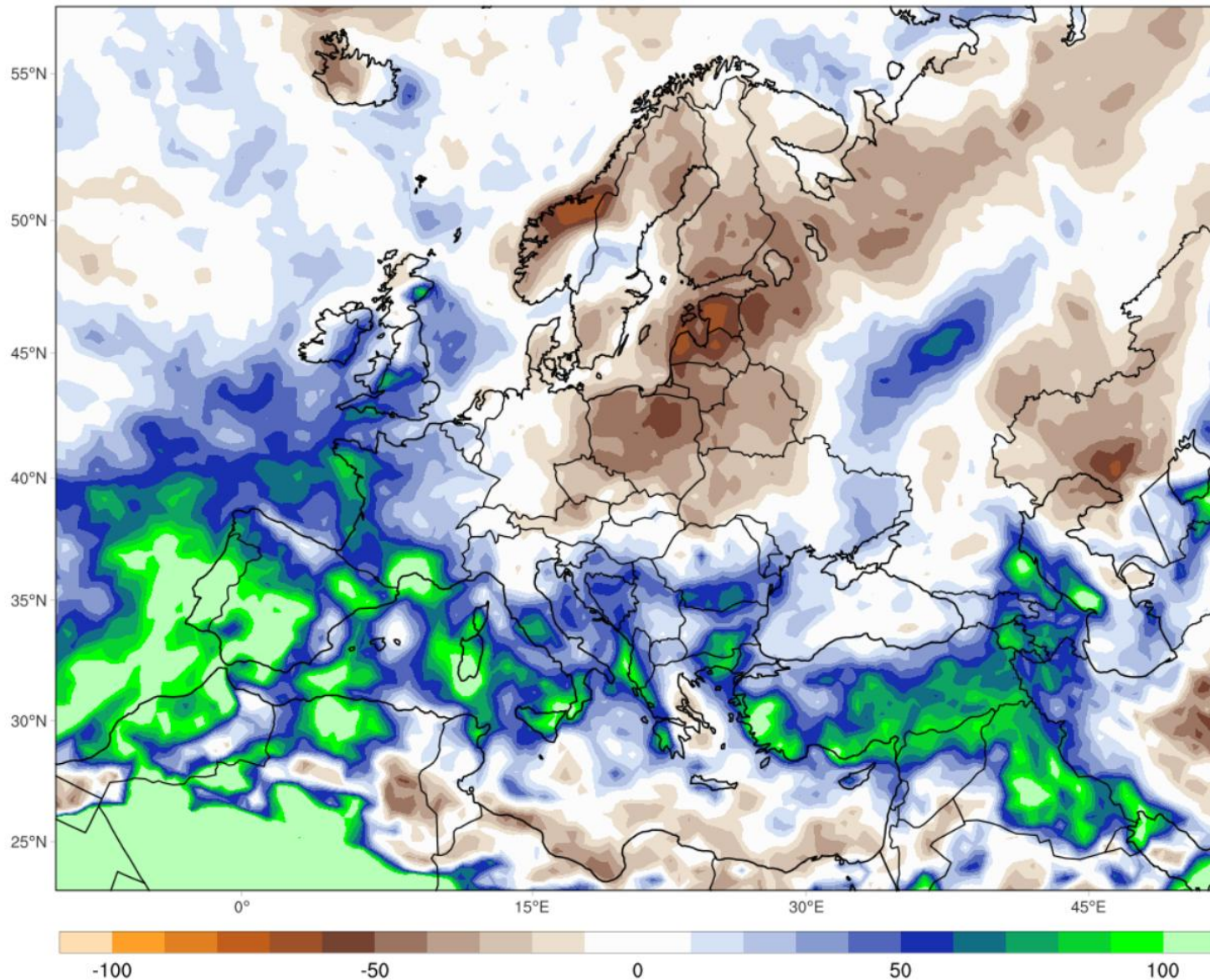
kliimauuringute keskus

piia.post@ut.ee

Kasutusele võtta/kohandada Euroopa Copernicus programmi poolt pakutavaid kliima, atmosfääri ja kriisolukordade teenused
Nt sessorne ilmaennustus,
Põudade observatoorium jt

Acc. Precipitation Anomaly (%)
JFM 2026 - 1991-2020

ECMWF ERA5 (0.5x0.5 deg)



Mon May 11 16:16:29 UTC 2026

ClimateReanalyzer.org | Climate Change Institute | University of Maine

Aasta esimese kolme kuu sademete kõrvalekalle 30-aastasest keskmisest (%) näitab kuivust kogu Läänemere piirkonnas. Eestis on sadanud vähem kui pool tavapärasest sademehulgast.

Kliimamõju tegur	Minevik	Tulevik
KUUM JA KÜLM		
Keskmine temperatuur	↑	↑
Kuumalained	↑	↑
Külmalained	↓	↓
MÄRG JA KUIV		
Keskmine sademete hulk	↑	↑
Paduvihmad	↑	↑
Põuasus	?	↑
TUUL		
Keskmine tuule kiirus	?	?
Tormituul	?	?
LUMI JA JÄÄ		
Lumikatte kestus	↓	↓
Merejää	↓	↓
MUU		
Pilvede hulk	?	?
Aluspinnale jõudev päikese kiirgus	?	?
Üleujutused rannikul	?	↑

Kaalukeeled e inglise keeles tipping points (Wang et al. 2023)

