



TARTU ÜLIKOOL
kliimauuringute keskus



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Aset leidnud kliimamuutustest Põhja-Euroopas ja Eestis

Hannes Keernik

Velle Toll

Erko Jakobson

Liisi Jakobson

Andres Luhamaa

Margit Aun

Piia Post

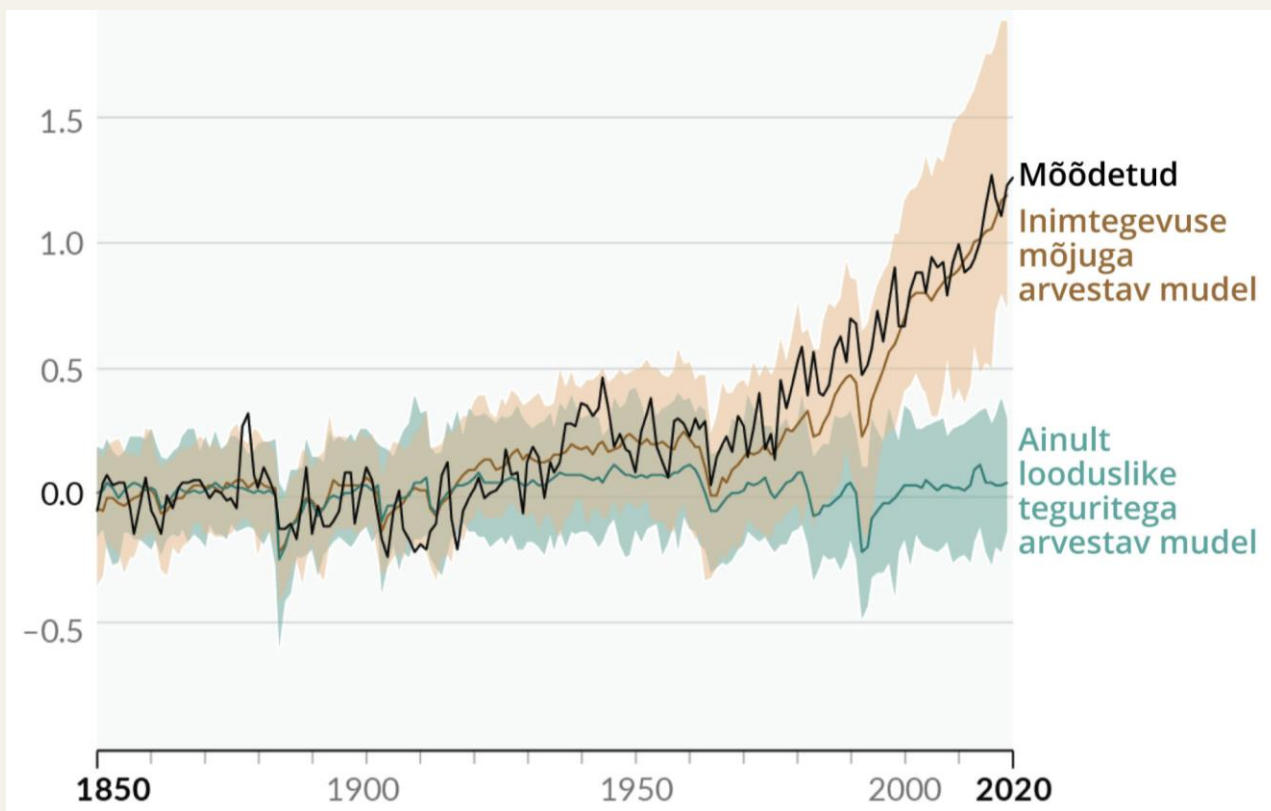
25.09.2025



Muutused globaalses ja regionaalses kliimas

Praegune soojenemise tempo: 1,5-kraadi tase saab ületatud järgmise kümnendi alguses

Globaalse temperatuuri tõus [°C]



Aasta

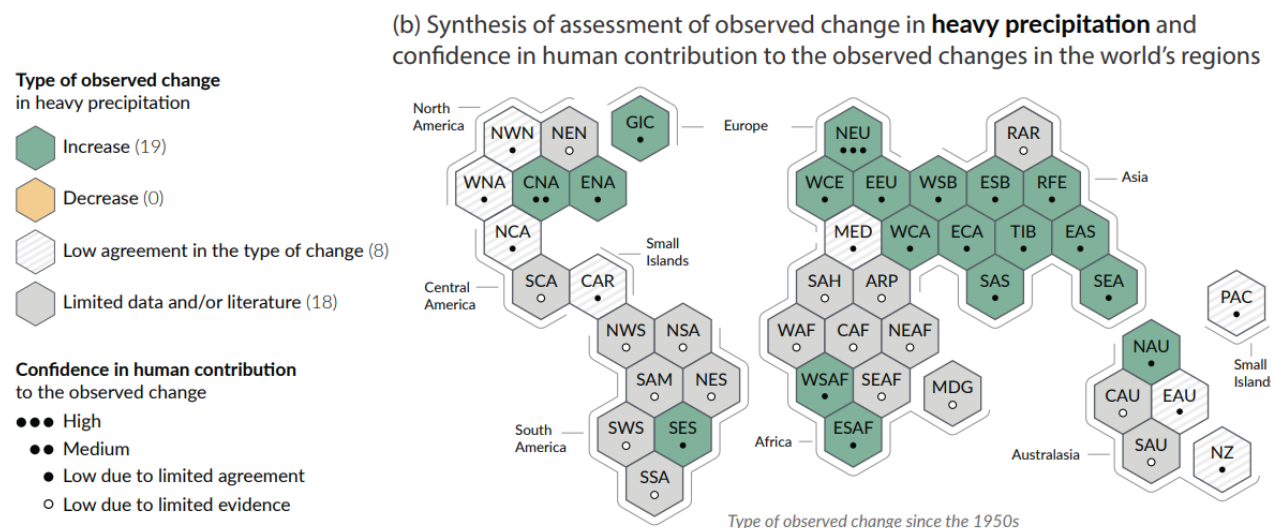
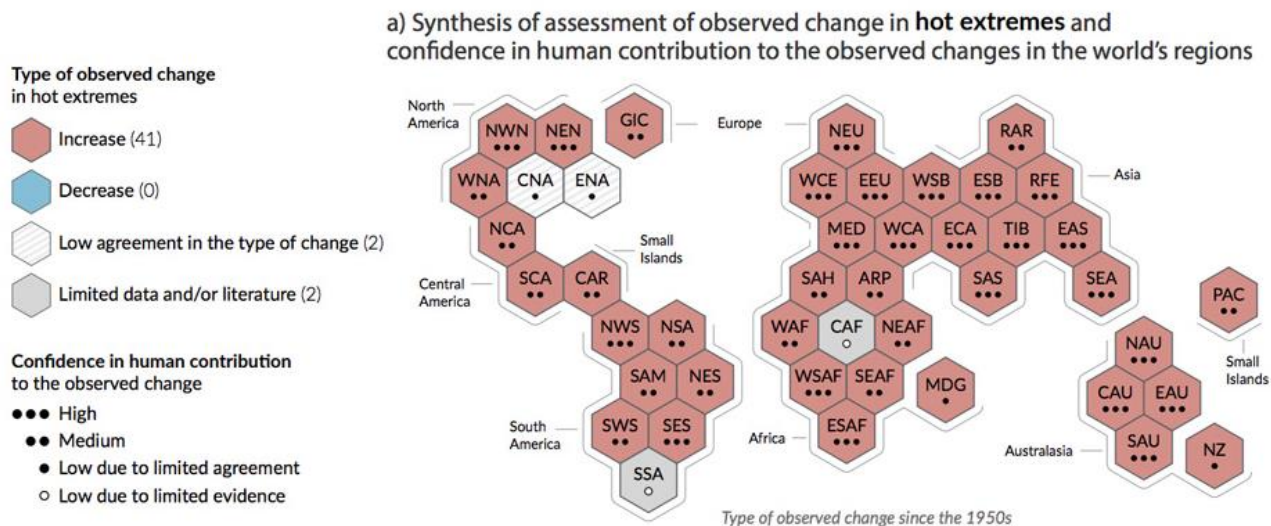
Globaalne soojenemine on inimtekkeline

Praegune kasv on $0,2^{\circ}\text{C} (\pm 0,1^{\circ}\text{C})$ 10 aasta kohta

Globaalne 1,5 kraadi eesmärk: ainult 8,9% kogu heitmest on veel kasutamata

Enamik maismaast juba praegu $>1,5^{\circ}\text{C}$ soojem kui tööstusrevolutsiooni eelsel ajal

Kliimasoojenemine mõjutab ka äärmusi



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.

Muutused Põhja-Euroopa mineviku- ja tulevikukliimas

CID	FUTURE CHANGES	TREND / ATTRIBUTION
HEAT AND COLD 🌡️		
Mean surface temperature	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Extreme heat	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend with high confidence of attribution
Cold spell	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend with high confidence of attribution
Frost	⬆️ High confidence of decrease	—
WET AND DRY ☔		
Mean precipitation	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
River flood	⬆️ Medium confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Heavy precipitation and pluvial flood	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend with high confidence of attribution
Aridity	⬆️ High confidence of decrease	—
WIND 🌪️		
Mean wind speed	⬆️ Medium confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Severe wind storm	⬆️ Medium confidence of increase	—
SNOW AND ICE ❄️		
Snow, glacier and ice sheet	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Permafrost	⬆️ High confidence of decrease	⬆️ Downward trend without attribution
Lake, river and sea ice	⬆️ High confidence of decrease	—
COASTAL 🌊		
Relative sea level	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Coastal flood	⬆️ High confidence of increase	—
Coastal erosion	⬆️ High confidence of increase	—
Marine heatwave	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Ocean acidity	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
OTHERS 🌐		
Atmospheric CO ₂ at surface	⬆️ High confidence of increase	⬆️ Upward trend without attribution
Radiation at surface	⬆️ Medium confidence of decrease	—

Eesti Tulevikukliima '26

Kliimamuutuste ulatus, mida põhjustab globaalne soojenemine, on piirkonniti erinev.

Riskihinnangute ja kliimamuutuste kohanemise plaanide koostamiseks on vajalik regionaalne analüüs.

TÜ kliimauuringute keskus:

- analüüsib muutusi kliimaparameetrites ja arvutab kliimaindeksid mineviku jaoks
- koostab atmosfääri kliimaprojektsioonid aastani 2100
- koostab raporti Eesti mineviku, oleviku ja tuleviku kliima kohta kuni aastani 2100 (poliitikakujundajatele 30 lk, pikem raport 100 lk)

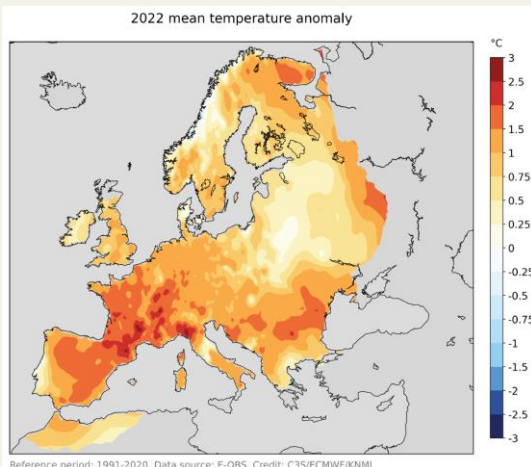
Vastame küsimustele, kuidas on muutunud/muutuvad:

- äärmuslike ilmastikutingimuste sagedus ja intensiivsus
- meteoroloogiliste parameetrite pikaajalised keskmised väärtused

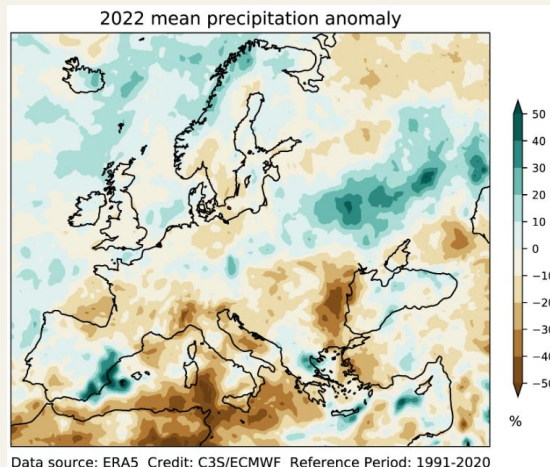
Minevikukliima andmeallikad

- Võrgustikule interpoleeritud andmed vaatlusjaamadest (E-OBS tunniandmed, 0.1 x 0.1 kraadi, 1950–2024)
- Järelanalüüs (ERA5 tunniandmed, 30 x 30 km, 1940–2024)
- Mõõdetud parameetrid vaatlusjaamadest (ECA&D)
- Kiirgus ja pilvisus satelliidiandmetest

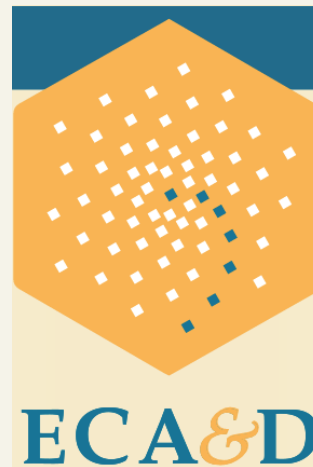
E-OBS



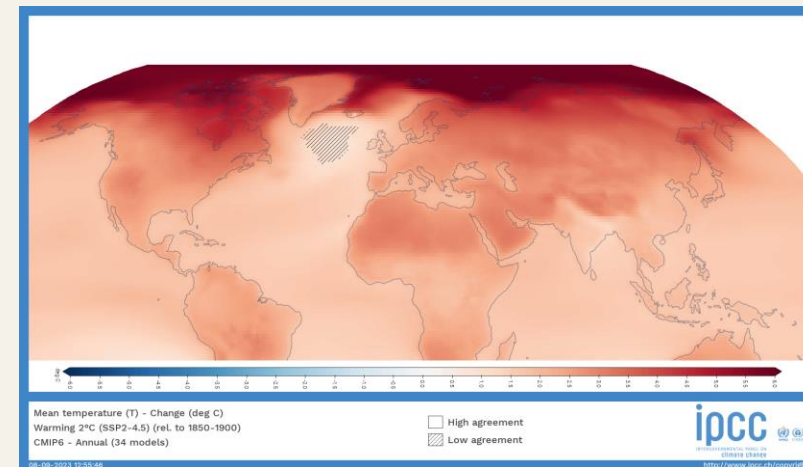
ERA5



ECA&D



IPCC WGI Interactive Atlas

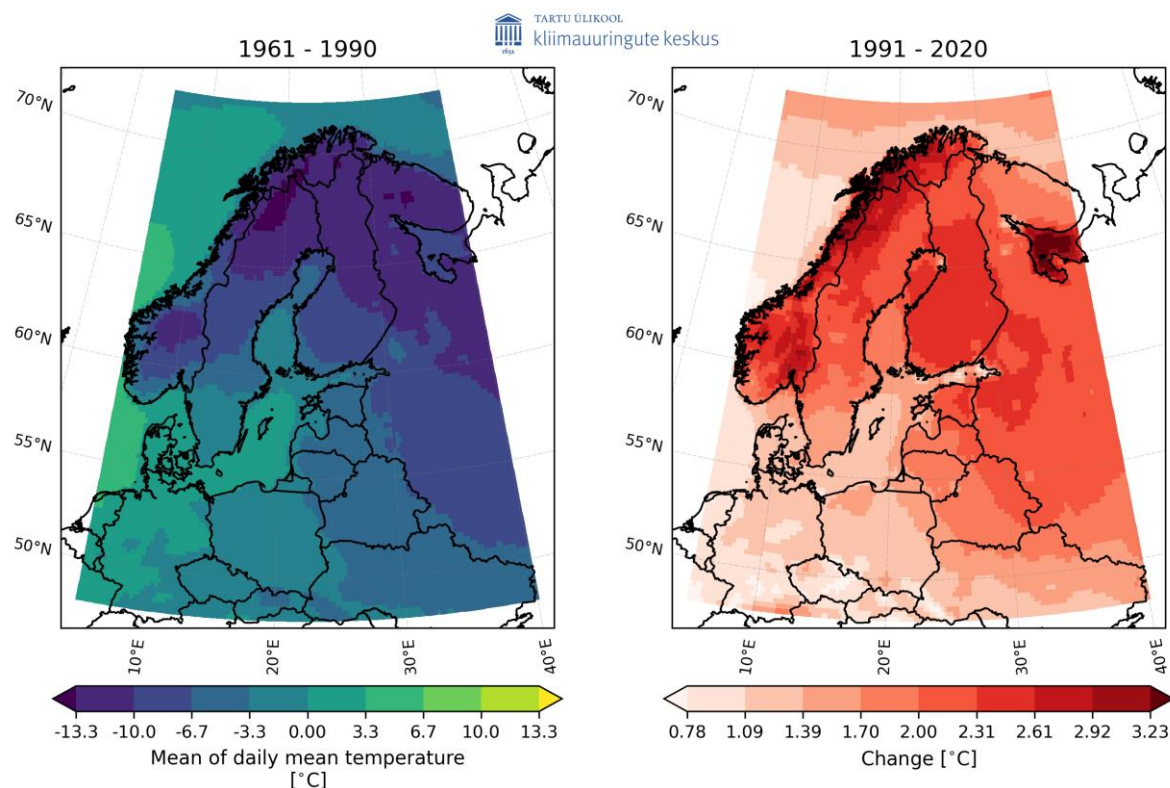


Muutused Eesti kliimas viimase normperioodi jooksul (1991-2020 vs 1961-1990)

Talvel on soojenemine olnud kiireim (1)

Eesti talve (DJF) keskmise temperatuuri tõus on võrreldav muutustega Põhja- ja Ida-Euroopas

Võrreldes globaalse keskmise temperatuuri tõusuga on soojenemine talvel Eestis olnud 3,9x kiirem

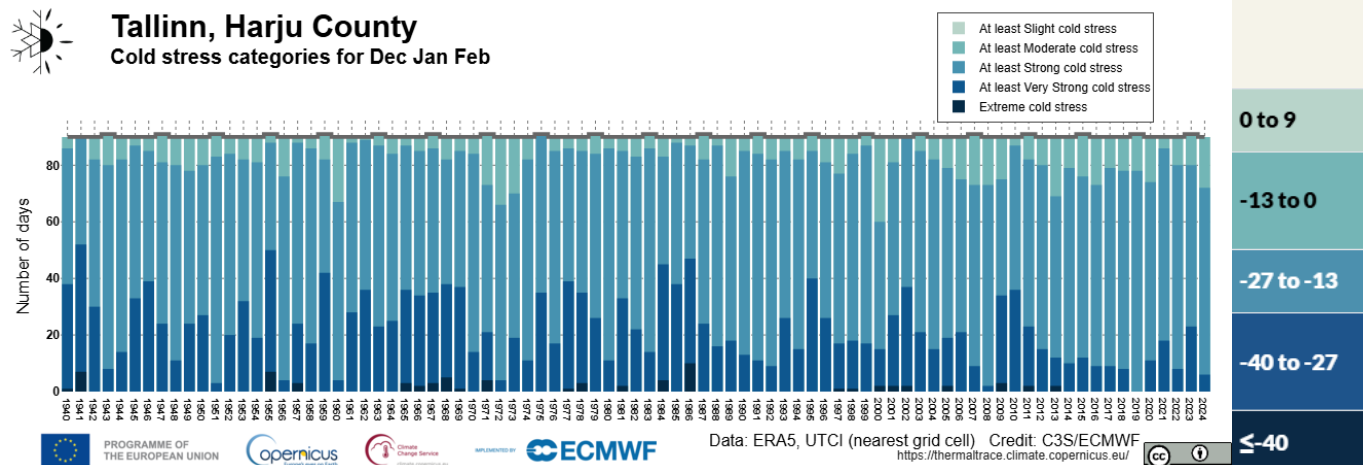


Talve päevakeskmise temperatuur (vasakul) ja selle muutus (paremal)

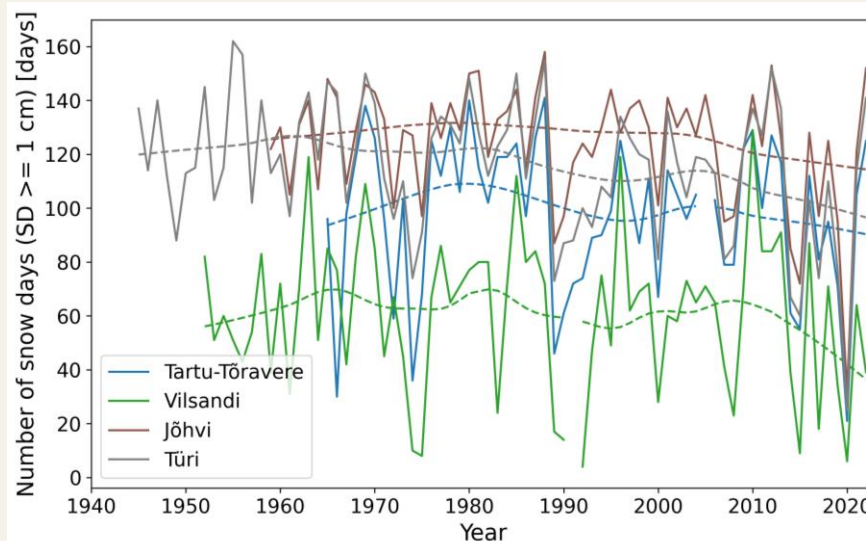
Olulised muutused on toimunud kõikjal Eestis, nt:

- päevakeskmise temperatuur: +2.1 °C
- päevade arv, mil $T_{\max} < 0\text{ °C}$: -12 päeva
- pikim periood, mil $T_{\max} < 0\text{ °C}$: -16 päeva
- pakasepäevi ($T_{\min} < 10$. protsentiil) esineb nüüd 3x harvem
- aastane energiavajadus kütmiseks ($T < 15.5\text{ °C}$) on vähenenud 10%

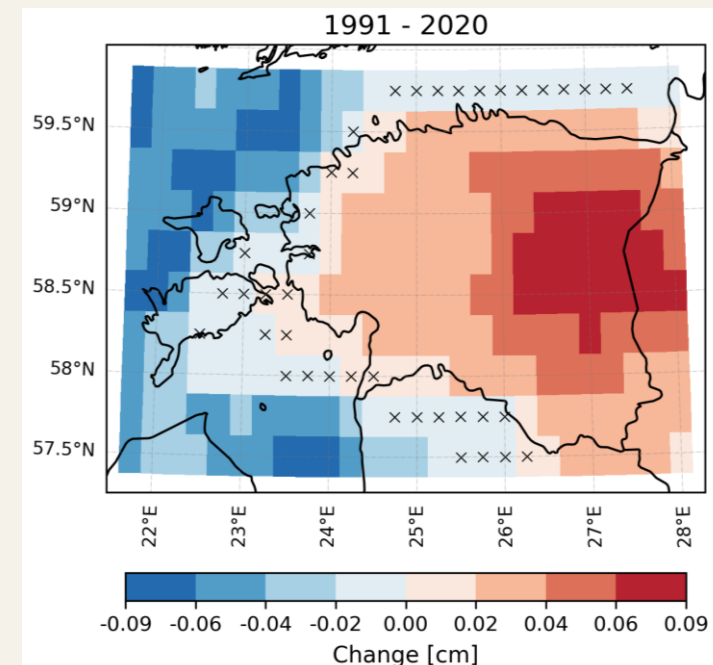
Talvel on soojenemine olnud kiireim (2)



Tajutav temperatuur on nihkunud positiivsemate väärtuste suunas.

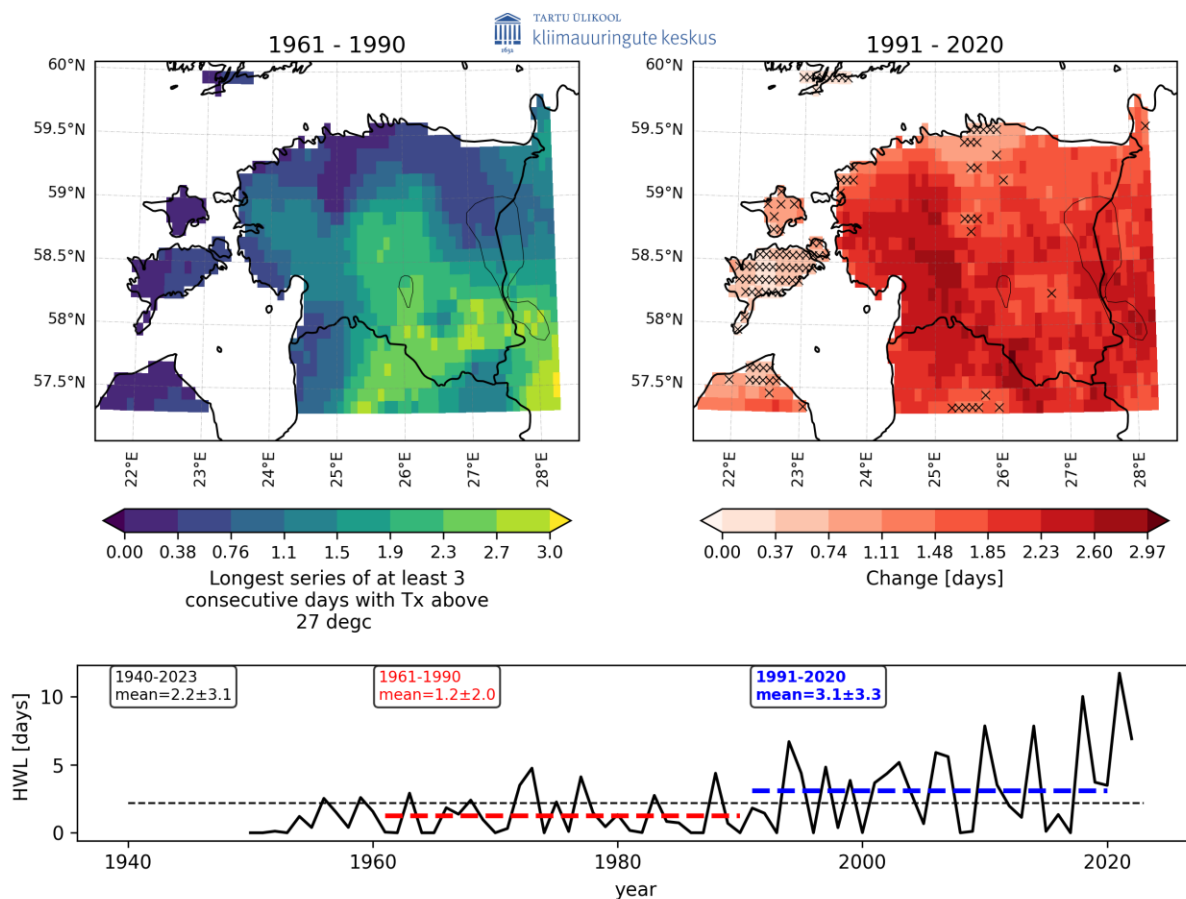


Lumikate maapinnal (≥ 1 cm) püsib lühemat aega.



Muutus alla sadavas lumehulgas (mm/päevas), Statistiliselt oluliste muutuste (95% usaldusnivool) puhul puudub kaardil x-sümbol.

Suvel on kuumalained sagedasemad ja pikemad



Kuumalainete pikkus (vasakul) ja kestuse muutus (paremal) 1991–2020 vs 1961–1990. Lävendina on kasutatud päeva maksimumtemperatuuri $> 27\text{ °C}$. Statistiliselt oluliste muutuste (95% usaldusnivool) puhul puudub kaardil x-sümbol.

Suvel on statistiliselt olulised muutused pea kõikide temperatuurikarakteristikute jaoks, nt:

- päevakeskmise temperatuur: $+0.8\text{ °C}$
- keskmine päeva maksimumtemperatuur: $+1.5\text{ °C}$
- suvepäevade arv ($T_{\max} > 25\text{ °C}$): $+6$ päeva
- pikim suvepäevadega periood: $+2$ päeva
- Aastane energiavajadus jahutamiseks ($T > 22\text{ °C}$) on kasvanud 78%.

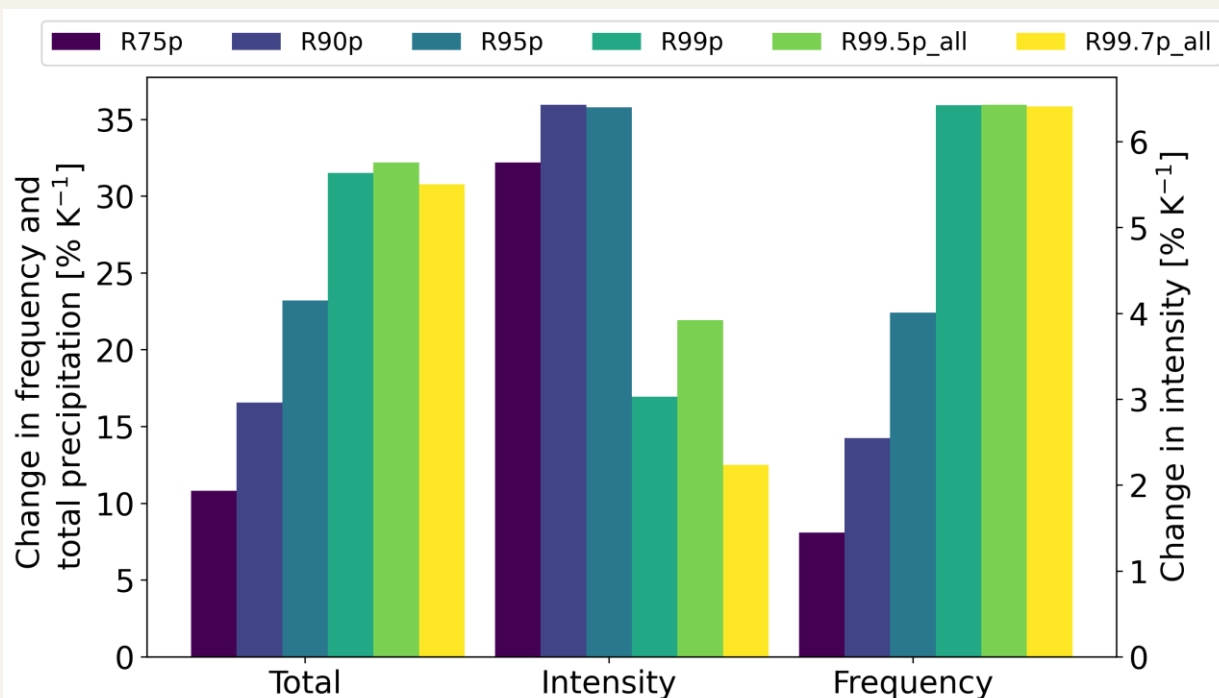
Vähemalt 3-päevased perioodid maksimumtemperatuuriga $> 27\text{ °C}$:

Eesti ala keskmisena on kuumalained pikenenud 2 päeva võrra.

Vähemalt 3-päevased perioodid maksimumtemperatuuriga $> 30\text{ °C}$:

kui esimese normperioodi jooksul esines mõnes piirkonnas maksimaalselt 2 kuumalainet, siis nüüd Kesk- ja Lõuna-Eestis kuni 12.

Eesti aastane sademete hulk on kasvanud, äärmuslikud sademed on muutunud sagedasemaks ja intensiivsemaks



Äärmuslike sademetega seotud muutused protsentides ühe kraadi soojenemise kohta 1991-2020 vs 1961-1990 Eestis, EOBS.

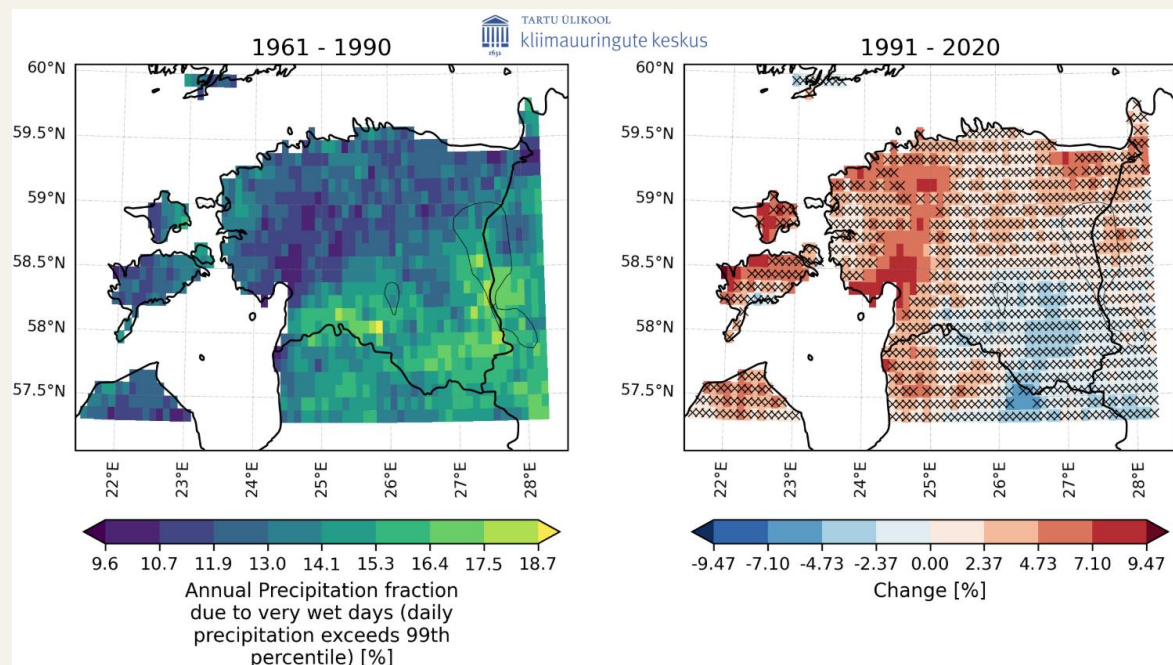
Sademetete hulk kasvab aastaaegadest enim talvel: päevas sajab keskmiselt 24% (0,3 mm) enam.

Sademehulk 5% kõige suurema sajuga päevadest on kasvanud 28%.

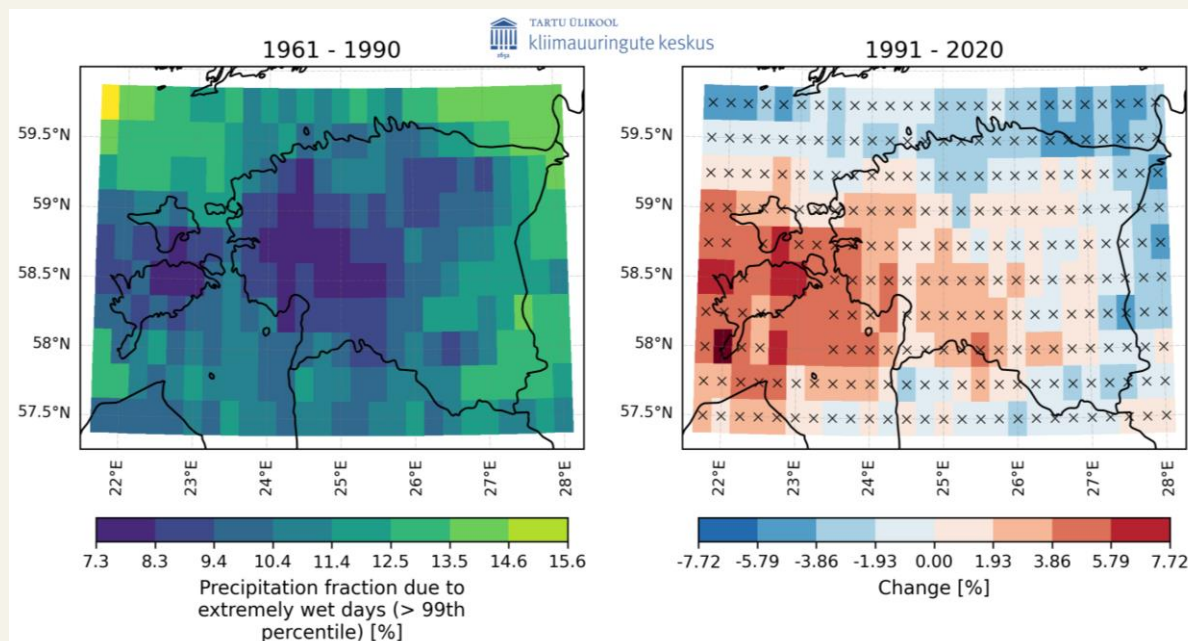
Võrdlusperioodi 5% kõige suurema sajuga päevi esines viimasel normperioodil 27% sagedamini ja sajud olid 8% intensiivsemad.

Võrdlusperioodil keskmiselt iga 10 aasta tagant esinenud suurte sadudega päevi (>99,97. protsentiil) on meil nüüd 43% sagedamini ja sajud on 3% intensiivsemad.

Muutusi äärmuslike sademete esinemises on märgata Lääne-Eestis ja saartel



Padusadude osakaal sajuhulgas (>99. protsentiil), EOBS*

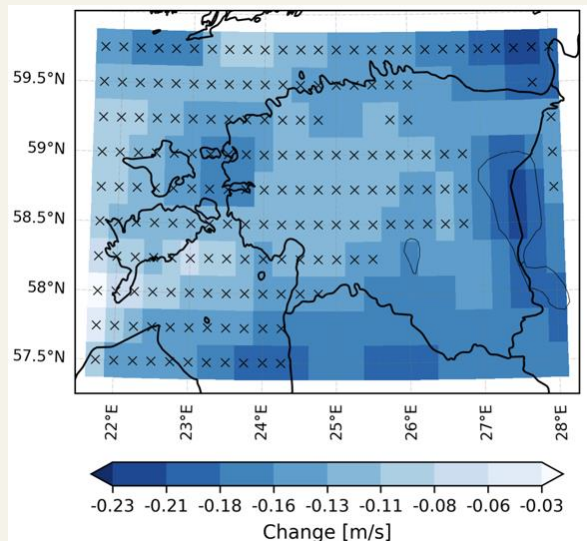


Joonis 7. Padusadude osakaal sajuhulgas (>99. protsentiil), ERA5*

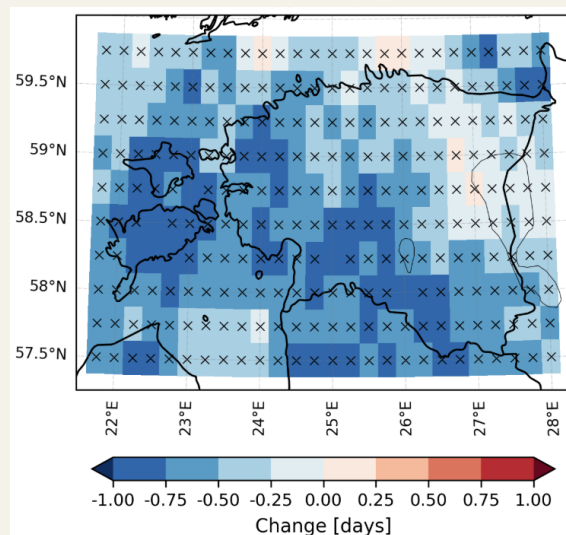
*Statistiliselt oluliste muutuste (95% usaldusnivool) puhul puudub kaardil x-sümbol.

Olulisi muutusi keskmises pinnalähedases tuulekiiruses ja tormisuses on näha vaid teatud piirkondades ja aastaajal

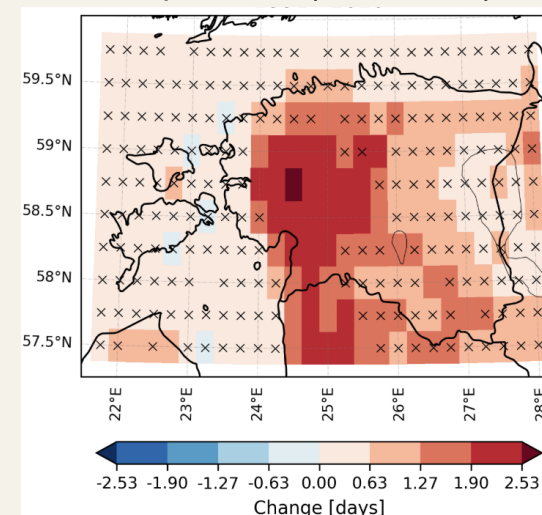
Sügisel on ööpäeva keskmine tuule kiirus kahanenud...



... ning tormiste päevade (FX_98p) arv vähenenud...



... ja tuulevaiksete päevade (FX < 2 m/s) arv kasvanud.

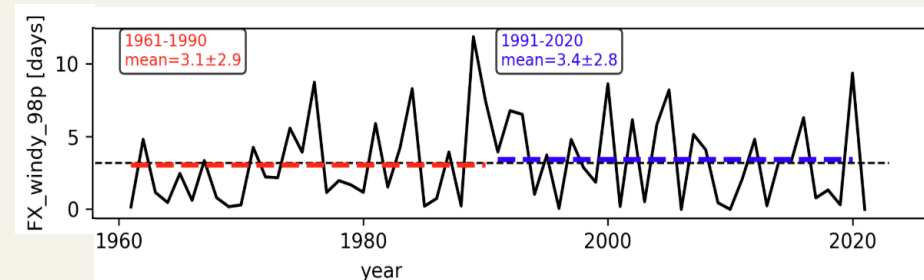


Teistel aastaaegadel ei ole selget ühesuunalist muutust näha.

Eesti jaamade andmetest on näha ööpäeva maksimaalsete tuulepuhangute tugevnemist eelmise sajandi teises pooles.

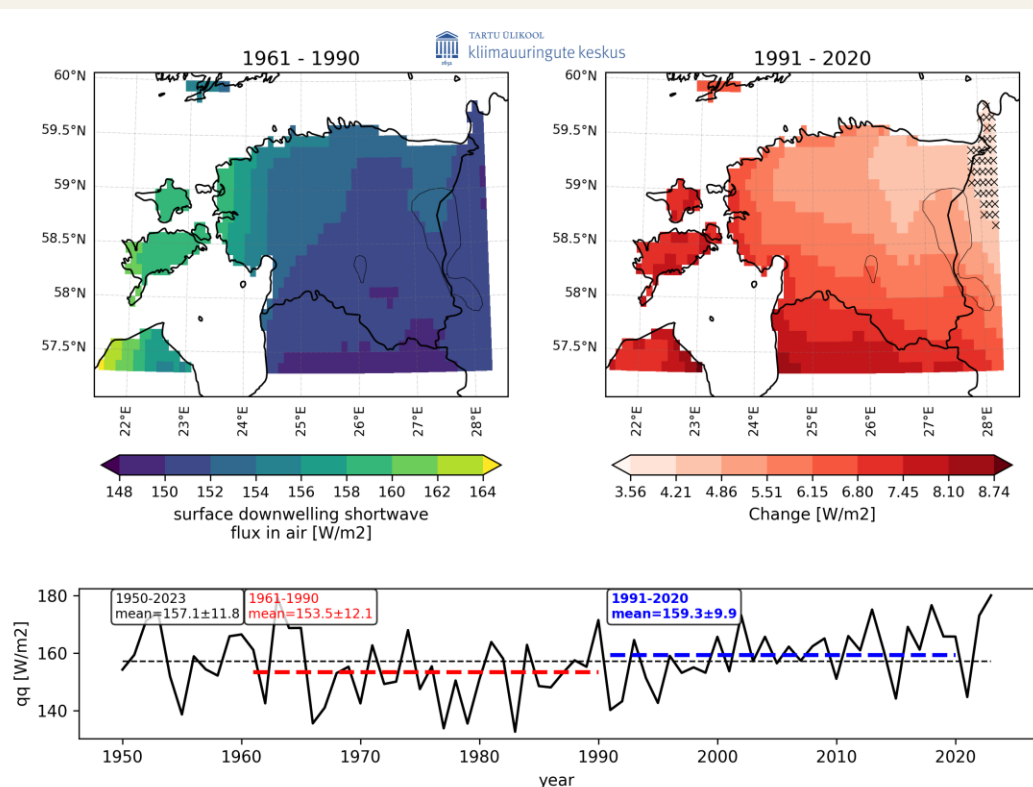
Probleemid aegriudadega (pinnakareduse muutus, katkestused jne)

Aastatevaheline muutlikkus tormisuse esinemises on suur, eriti talvel.

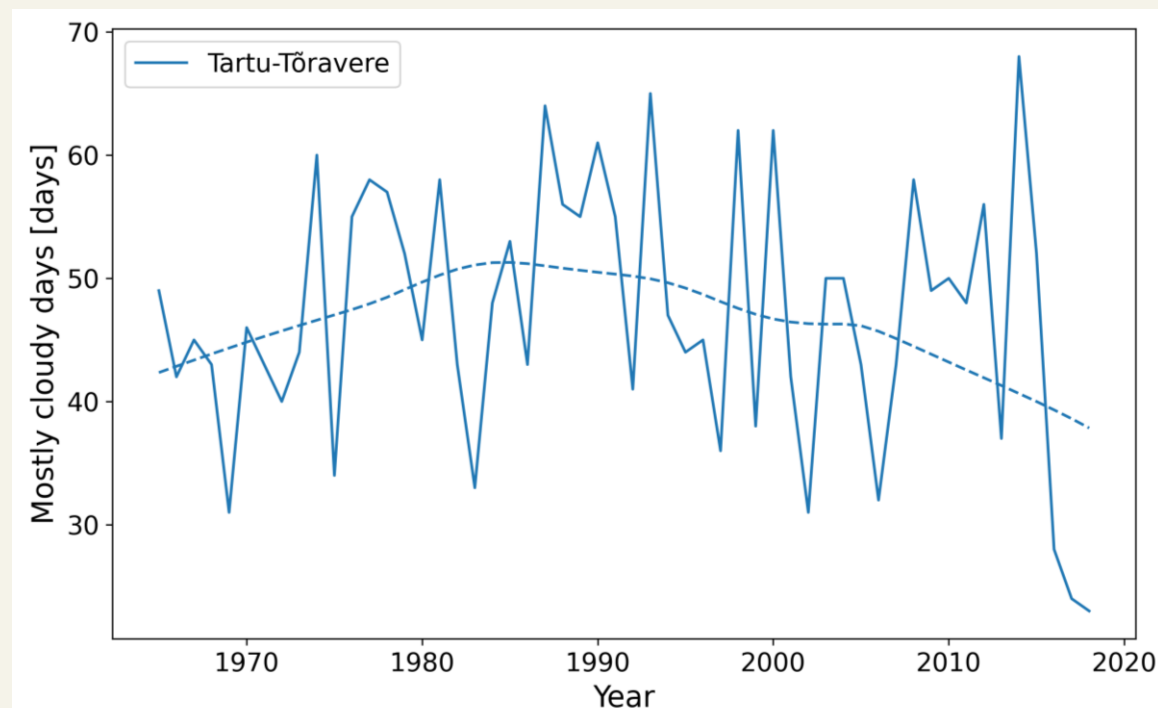


Pilvisuse kahanemine põhjustab lühilainelise kiirguse kasvu

- Viimasel normperioodil on päevase lühilainelise kiirguse hulk võrreldes perioodiga 1961-1990 kasvanud kevadel 6–7 W/m² ja suvel 4–9 W/m² (EOBS ja ERA5)
- See on seotud Eesti ala keskmise pilvisuse vähenemisega (olulised muutused on aset leidnud igal aastaajal)



Päevakeskmise lühilaineline kiirgus (vasakul) ja muutus (paremal) kevadel; E-OBS, vaatlus- ja satelliidiandmed



Pilvisus ≥ 6 palli (Tõravere vaatlusandmed), suvi

Kokkuvõtteks

- Muutused temperatuuris ja sellega seotud karakteristikutes on selged ja ühesuunalised, näidates üldist soojenemist
- Sademetega seotud näitajad on regionaalselt muutlikumad
- Minevikuandmed ei näita tormisuse kasvu Eestis
- Äärmusväärtused vajavad kvaliteedi osas kontrollitud ning parema ruumilise ning ajalise resolutsiooniga andmestikke



Tänan tähelepanu eest!

hannes.keernik@ut.ee
piia.post@ut.ee