

Muutused kuumapäevade ja kuumalainete esinemises

Hannes Keernik

Velle Toll

Erko Jakobson

Liisi Jakobson

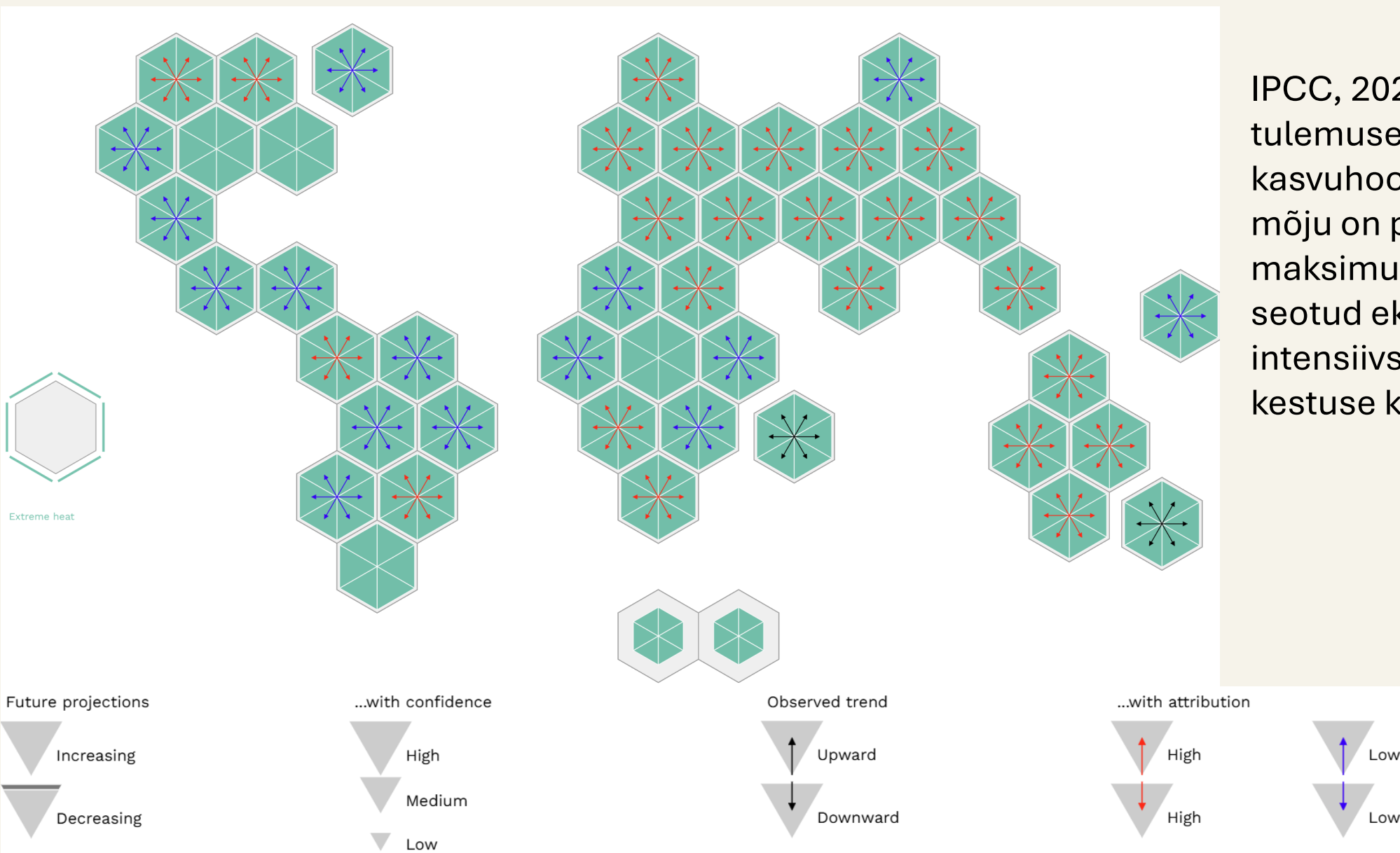
Andres Luhamaa

Margit Aun

Piia Post



Inimtegevuse roll kuumalainete esinemisel on märkimisväärne

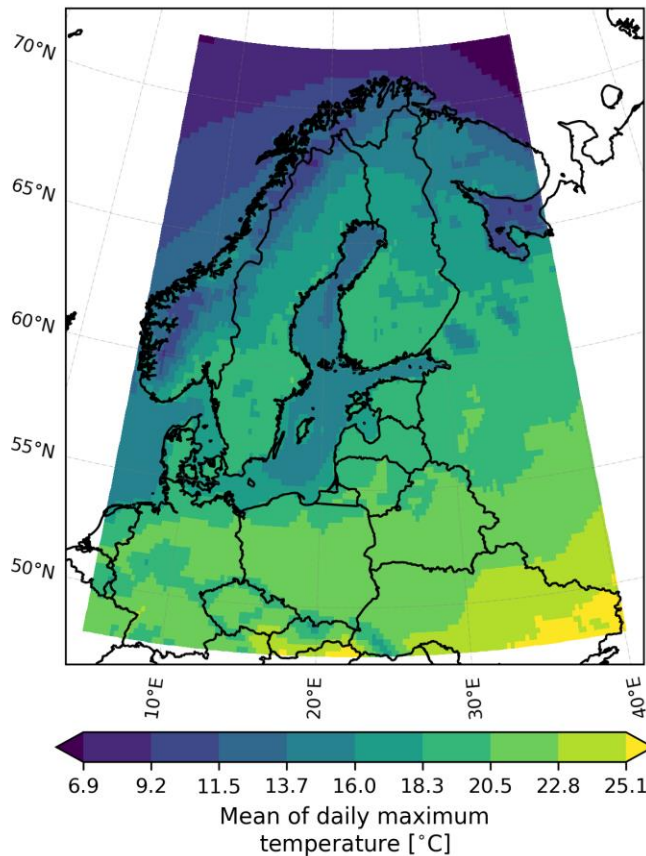


IPCC, 2021: Inimtegevuse tulemusena lisandunud kasvuhoonegaaside soojendav mõju on peamine tegur maksimumtemperatuuridega seotud ekstreemumite intensiivsuse, sageduse ja kestuse kasvul.

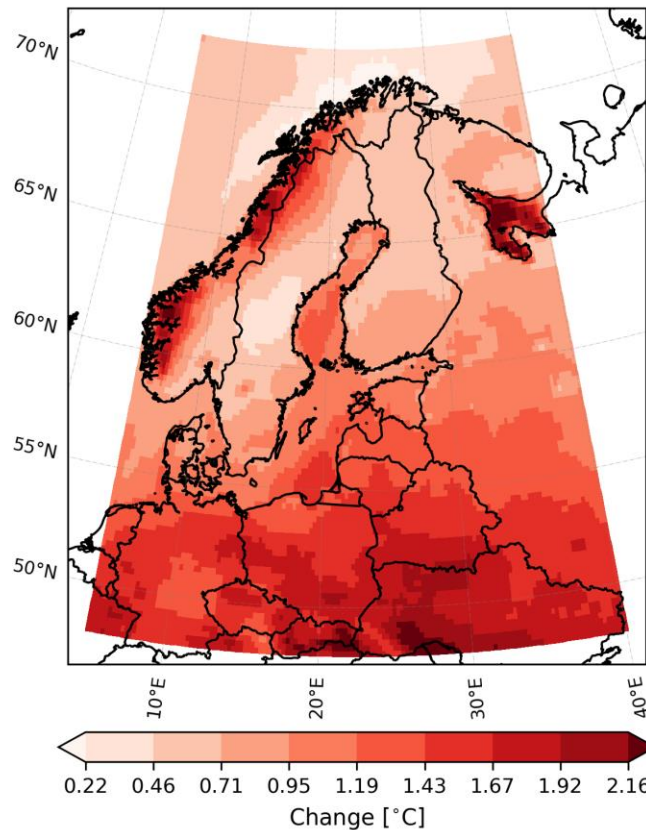
Eesti soojeneb globaalsest keskmisest kiiremini

1961 - 1990

TARTU ÜLIKOOL
kliimauuringute keskus



1991 - 2020



Muutused temperatuuriekstreemumite intensiivsuses sõltuvad globaalsest pinnatemperatuurist sageli lineaarselt, samas kui muutused sageduses võivad kõrgemate soojenemistasemete korral olla eksponentsiaalsed (IPCC, 2021).

Eestis on keskmise temperatuuri tõus globaalsest tõusust kiirem (0,4 °C vs 0,2 °C 10 aasta kohta).

Maksimumtemperatuurid tõusevad suvel kiiremini kui suve keskmine temperatuur (0,4 °C vs 0,3 °C 10 aasta kohta).

Läänemere piirkonna keskmine päeva maksimumtemperatuur suvel 1961–1990 (vasakul) ja kasv viimase normperioodi jooksul (paremal).

Kuidas määratleda kuumalaineid?

- Keskkonnaagentuuri hoiatuste kriteeriumid



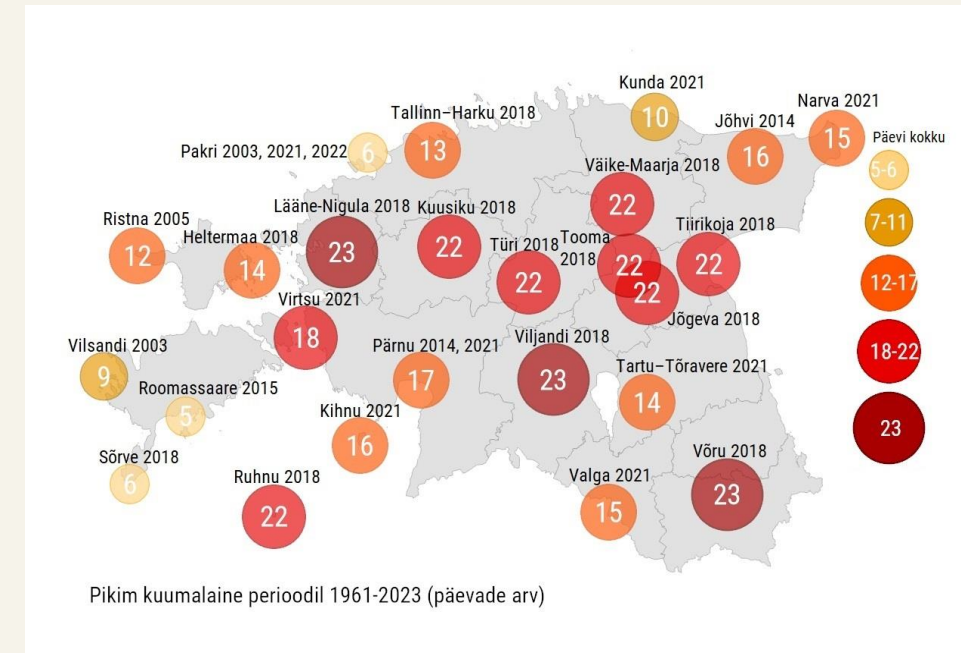
Ohtlik: $T_x > 27\text{ °C}$ või $T_g > 20\text{ °C}$ kauem kui 3 päeva

Väga ohtlik: $T_x > 30\text{ °C}$ või $T_g > 25\text{ °C}$ kauem kui 3 päeva

- T_n ja T_x või üks neist ületab 1-2 päeva jooksul 10%

kõige soojematest päevadest arvutatud lävendit

(Frich jt, 2002; Keevallik ja Vint, 2015; WHO, 2008; Jaagus jt, 2024)



T_x – päeva maksimumtemperatuur, T_n – päeva miinimumtemperatuur, T_g – päeva keskmine temperatuur

Kuumalainete mõju tervisele

Kuumalainete mõju sõltub sellest, milliste ekstreemsete temperatuuriväärtustega on konkreetse piirkonna populatsioon kohanenud.

Isegi mõõduka intensiivsusega kuumalained võivad mõjutada haavatavate elanikkonnarühmade tervist ja heaolu (WHO, 2008; Oudin Åström jt, 2016).

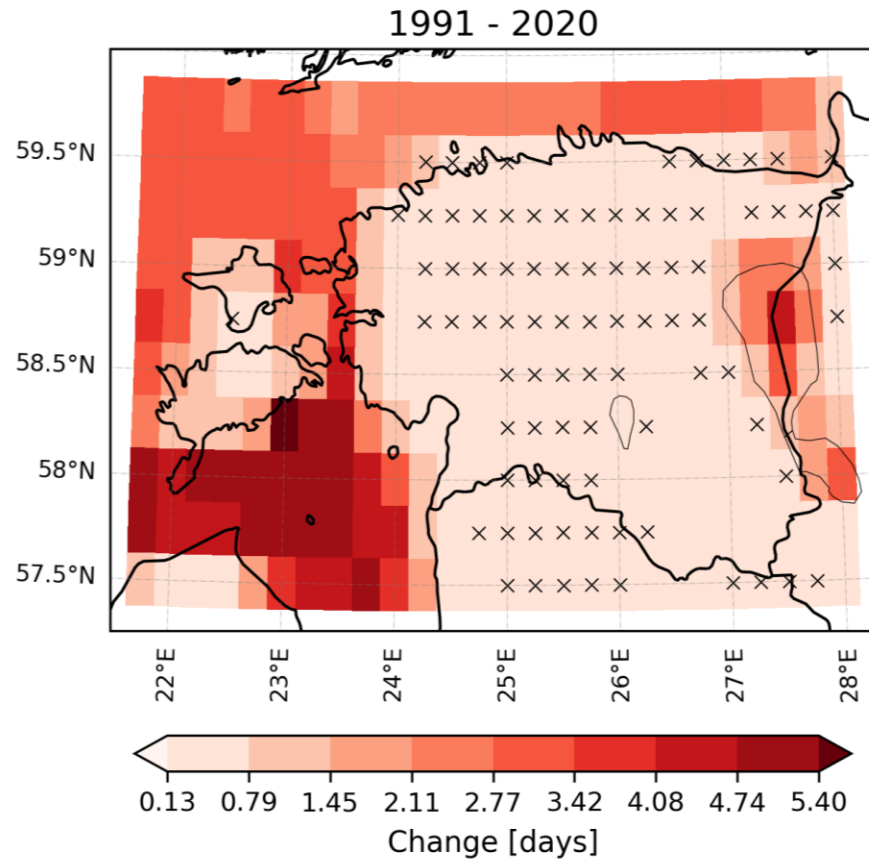
Kuumaga seotud enneaegsete surmade arv Euroopas 2022. aastal oli 61 672 (Ballester jt, 2022).

Kumulatiivne suhteline suremusrisk Eestis kasvab kuni 1,3 korda, kui T_x kasvab 24 °C → 30 °C (Oudin Åström jt, 2016).

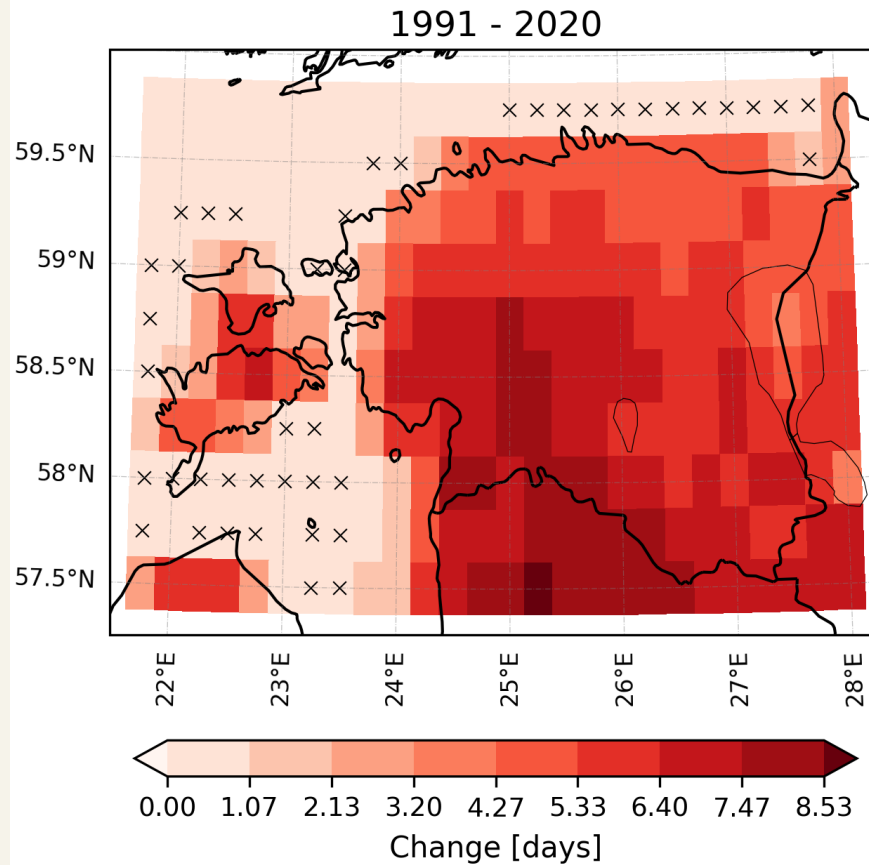
Kui kolmel järjestikkusel päeval ≥ 27 °C, siis suremus kasvab 5 suurimas Eesti linnas 14–17% (36 enneaegset surma aastas), ≥ 30 °C korral kuni 2 korda (Orru ja Oudin Åström, 2024).

Troopilised ööd ja suvepäevad on sagenenud

Keskmiselt +1 troopiline öö ($T_n > 20\text{ °C}$)

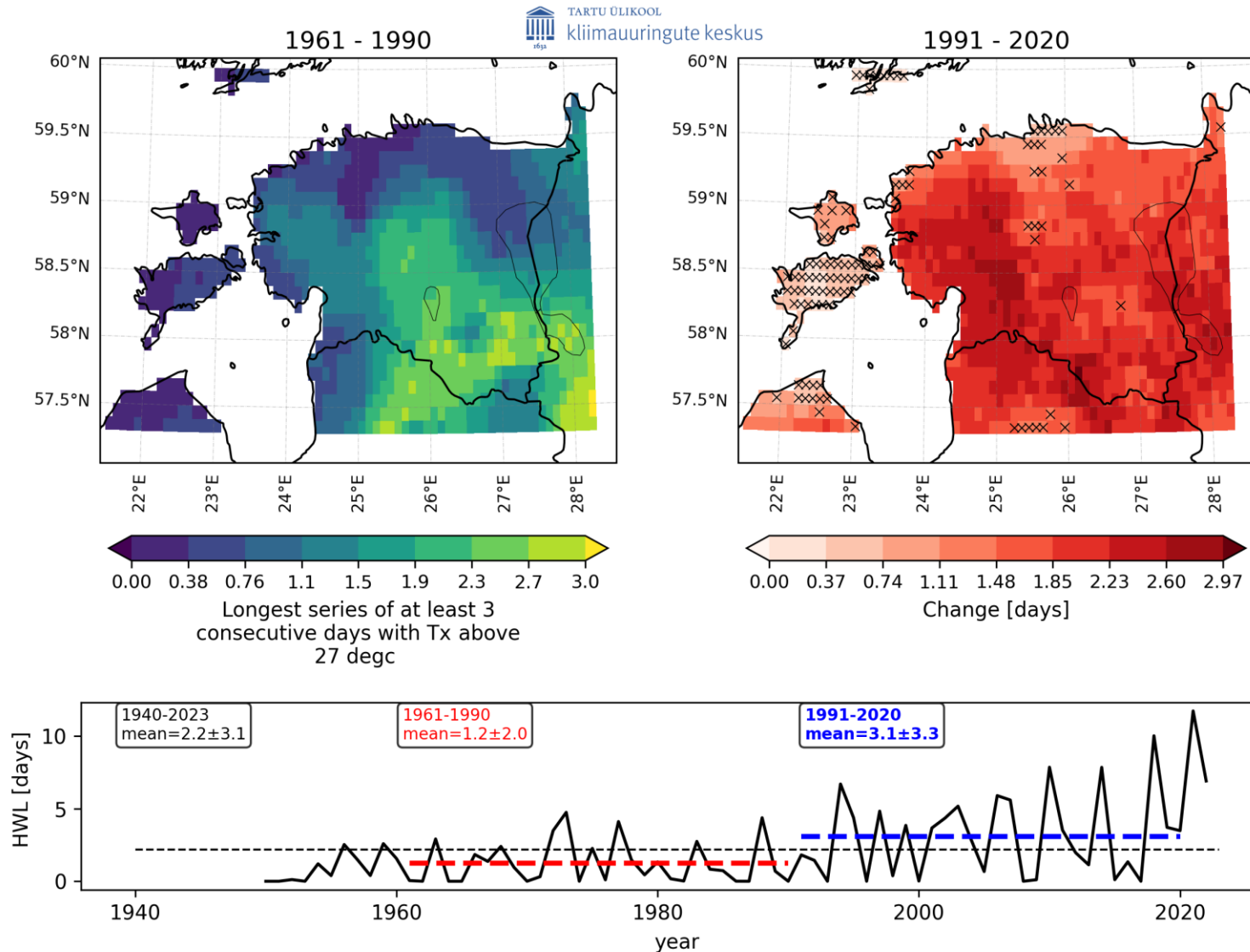


Keskmiselt +6 suvepäeva ($T_x > 25\text{ °C}$)



Aset leidnud muutused troopiliste ööde (vasakul) ja suvepäevade (paremal) esinemises, 1991–2020 vs 1961–1990. Statistiliselt oluliste muutuste (95% usaldusnivool) puhul puudub kaardil x-sümbol.

Ohtlikud kuumalained on keskmiselt 2 päeva pikemad

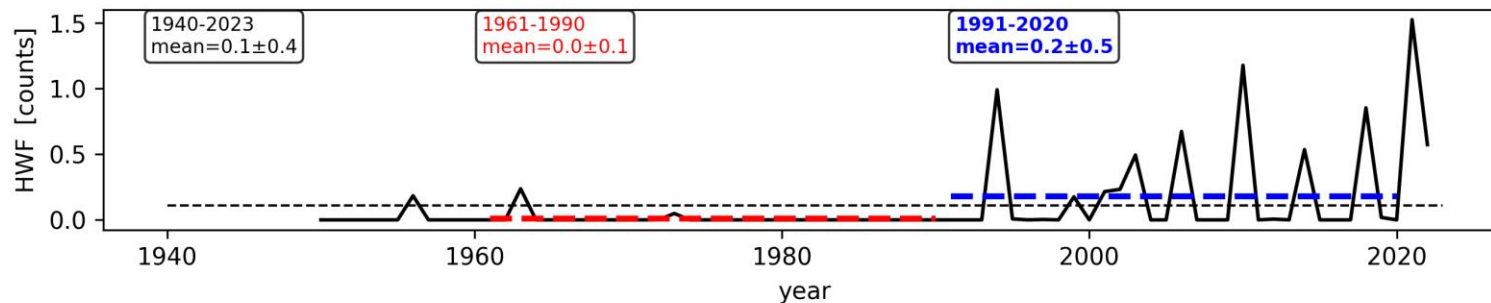
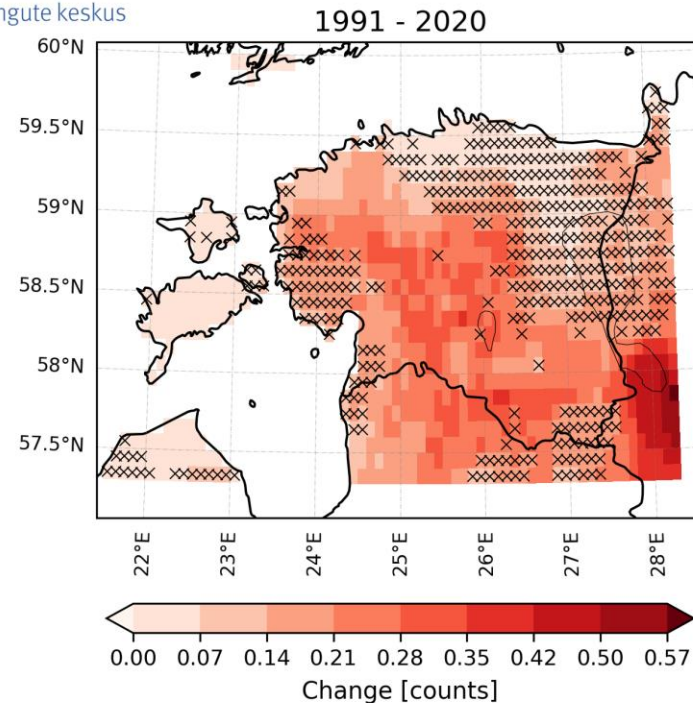
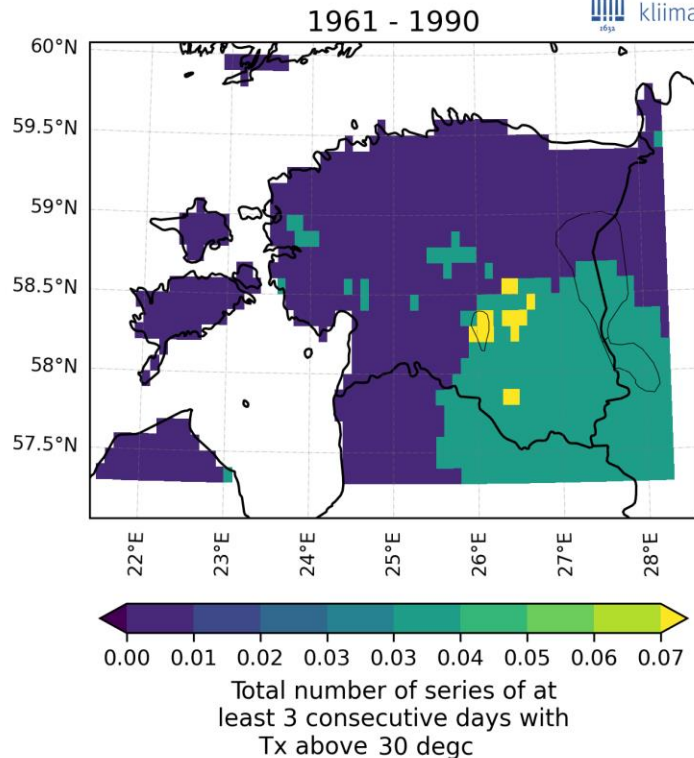


Vähemalt 3-päevased perioodid maksimumtemperatuuriga > 27 °C:
Eesti ala keskmisena on kuumalained pikenenud 2 päeva võrra.

Statistiliselt usaldusväärsed trendid (95% usaldusnivool, ilma x-sümbolita alad) hõlmavad enamikku Eesti territooriumist.

Väga ohtlikud kuumalained on sagenenud enam kui 6 korda

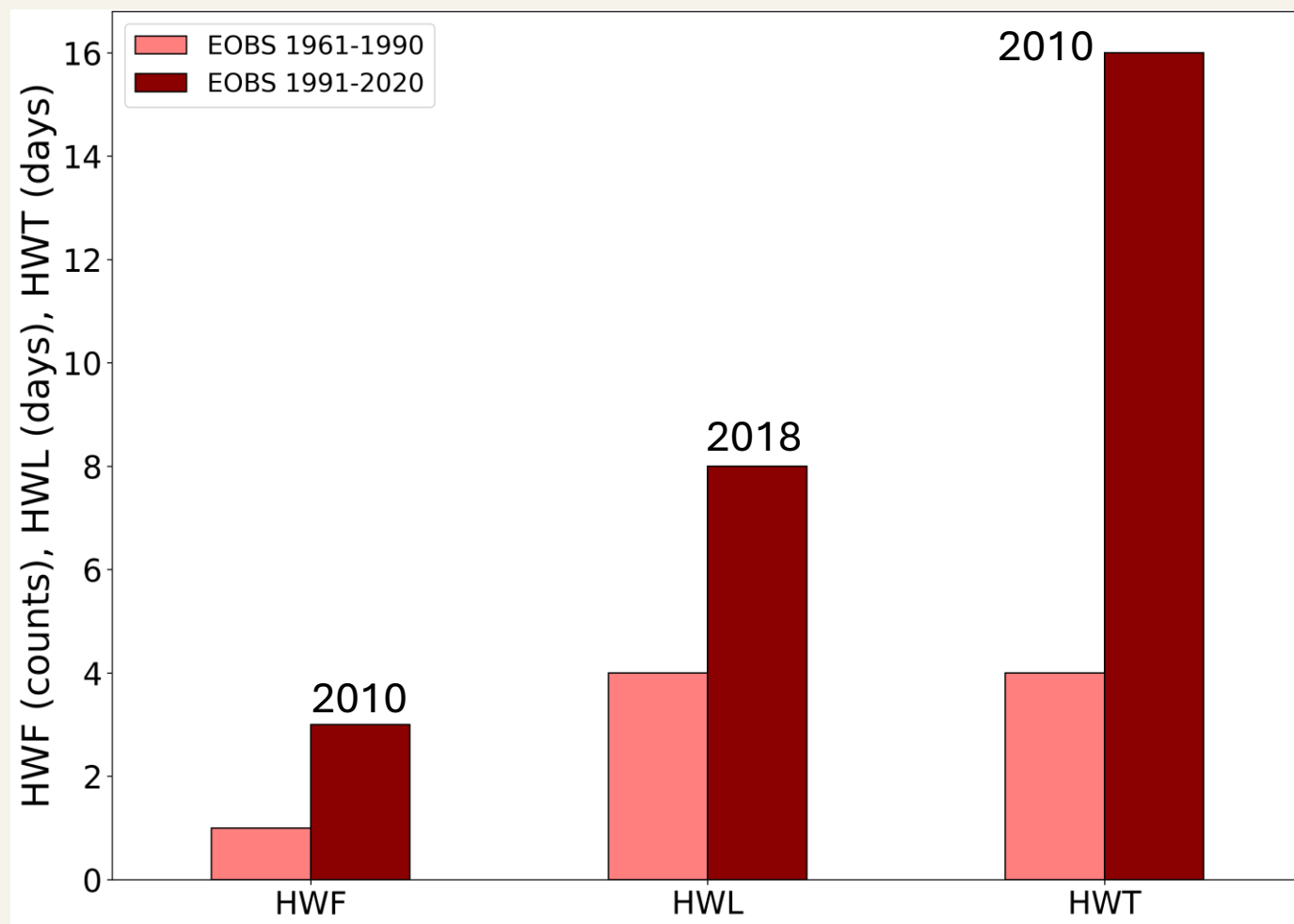
TARTU ÜLIKOOL
kliimauuringute keskus



Vähemalt 3-päevased perioodid maksimumtemperatuuriga $> 30^{\circ}\text{C}$: kui esimese normperioodi jooksul esines mõnes piirkonnas maksimaalselt 2 kuumalainet, siis nüüd Kesk- ja Lõuna-Eestis kuni 12.

Statistiliselt usaldusväärsed trendid (95% usaldusnivool, ilma x-sümbolita alad) hõlmavad enam kui poolt Eesti territooriumist.

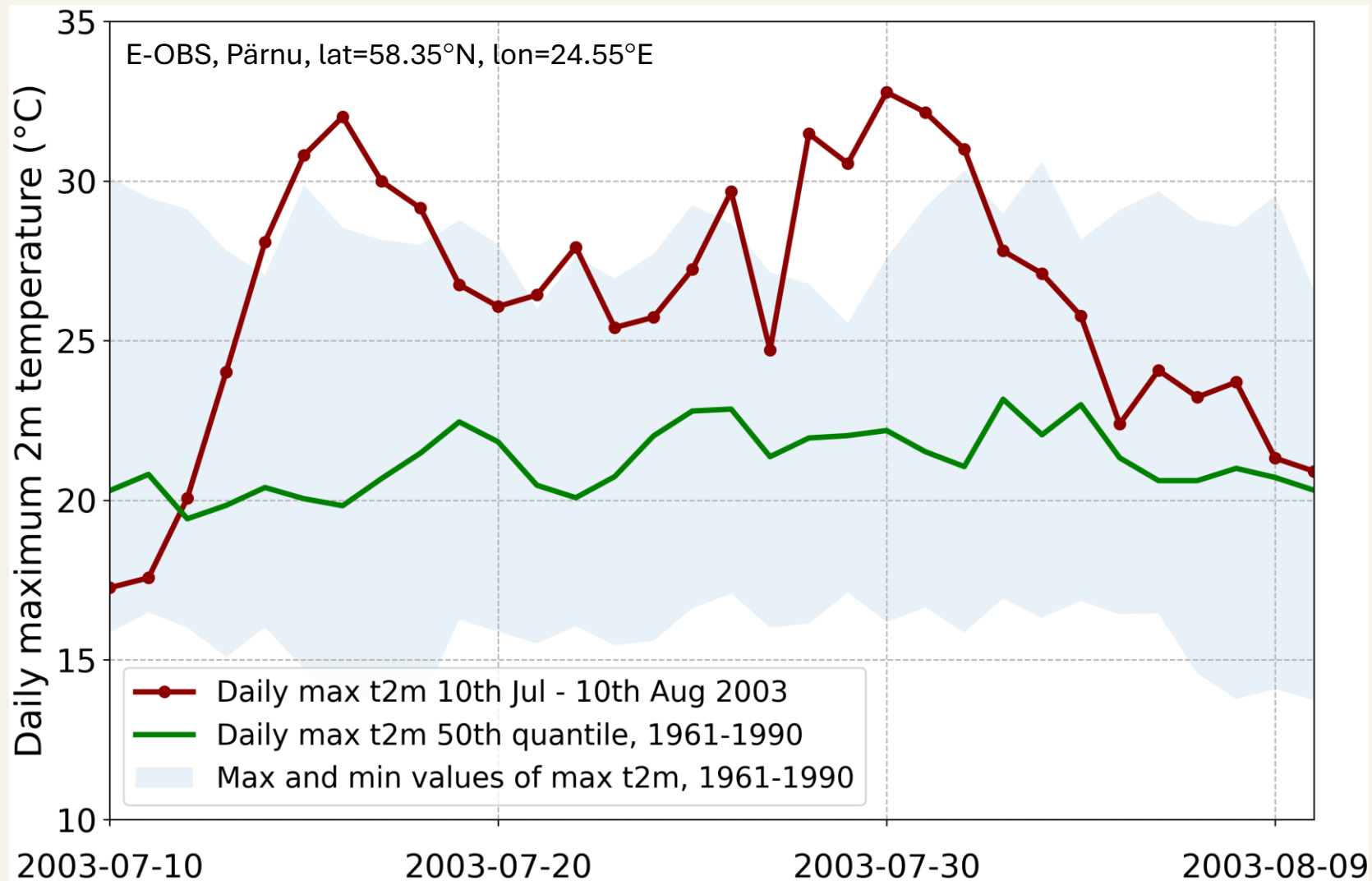
Lokaalsed kuumalainetega seotud maksimumid Eestis näitavad selget kasvutrendi



HWF – kuumalainete sagedus
HWL – pikima kuumalaine kestus päevades
HWT – kuumalaine päevi kokku

Kahel normperioodil esinenud aastased maksimaalsed väärtused Eestis, EOBS andmed.
Arvesse on võetud vähemalt 3-päevaseid perioode, mil $T_x > 30\text{ °C}$.

Kuumalained, milliseid 30 aastat tagasi Eestis ei esinenud



Vähemalt 3-päevased perioodid, mil $T_n > 20\text{ °C}$ ja $T_x > 30\text{ °C}$:
sellistele kriteeriumitele vastas
5-päevane kuumalaine
28. juuli – 1. august 2003 Pärnus

Muutused tulevikus on seotud globaalse soojenemise tasemega

Arvesse on võetud vähemalt 3-päevaseid perioode, mil $T_x > 27\text{ °C}$

GWL – globaalse soojenemise tase, °C

Võrdlusperiood 1850–1900

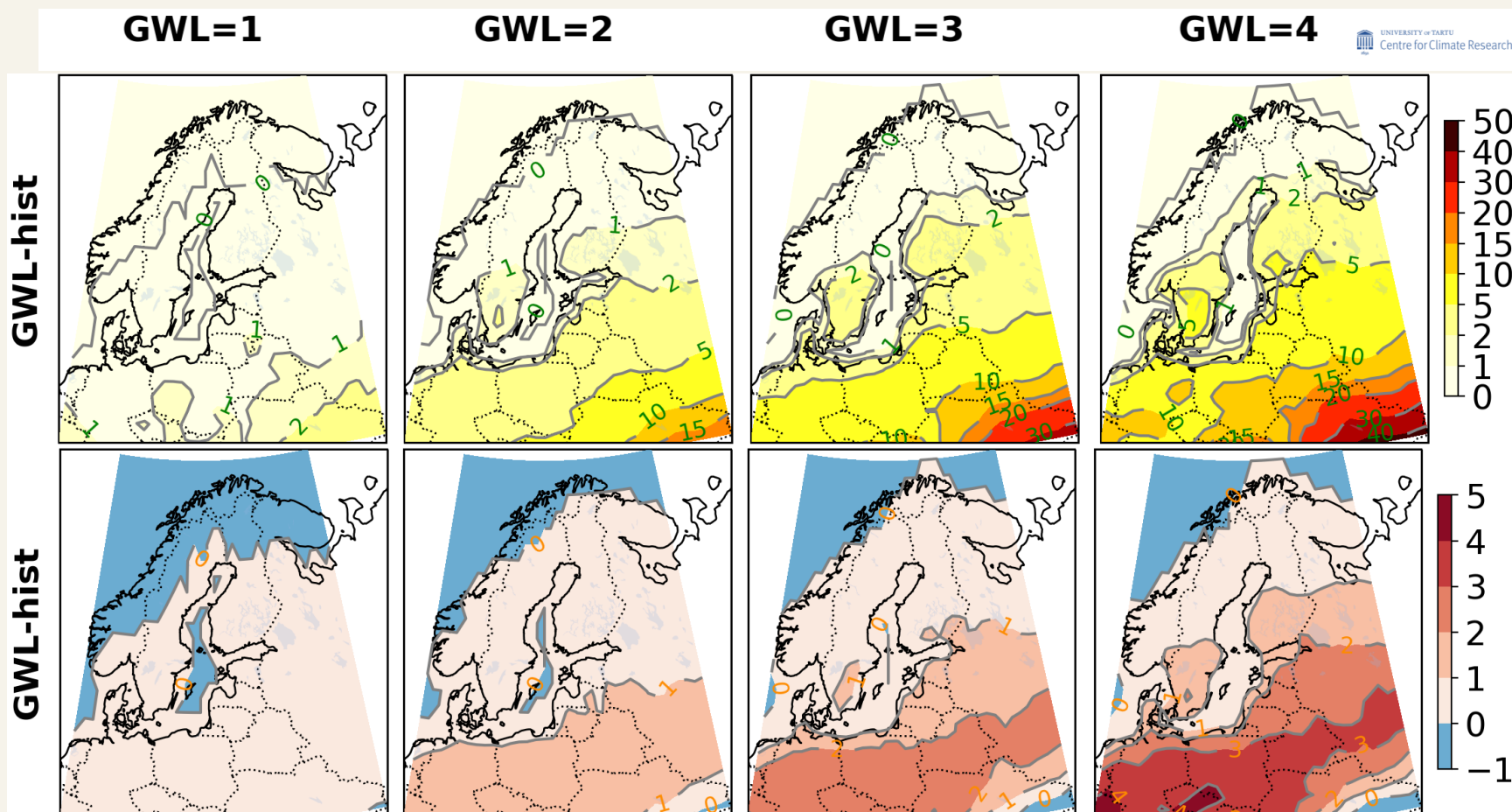
UNIVERSITY OF TARTU
Centre for Climate Research

**Kuumalainete pikkuse muutus
päevades:**

kui $\text{GWL}=3$, siis Eestis
+2,4 päeva

Kuumalainete sageduse muutus:

kui $\text{GWL}=3$, siis Eestis
+0,8 kuumalainet



Sõnumid koju kaasa

- Andmed näitavad, et viimase 30 aasta jooksul on juba kuumalained muutunud sagedasemaks, pikemaks ja ohtlikumaks.
- Sama tendents jätkub kliimamudelite põhjal ka tulevikus – muutuste määr on seotud globaalse soojenemise tasemega.
- Tervisemõjud saavad olema tugevamad ja selleks tuleks eraldi valmistuda.

Kontakt: TÜ kliimauuringute keskus
hannes.keernik@ut.ee

adapttest



TARTU ÜLIKOOL
kliimauuringute keskus



Kaasrahanud
Euroopa Liit



Tartu Ülikooli Ilmade Observatoorium 160

Meteopäev 2025: **Varane hoiatus päästab äärmuslikes oludes** 27. märtsil

Teaduspärastlõuna: **Kuidas ohjata kliimamuutusi teaduspõhiselt?** 8. aprillil Eesti Teaduste Akadeemia saalis

Kliimamuutuste näitus: **Käegakatsutav kliima** avamine 28. aprillil TÜ Loodusmuuseumis

Juhan Rossi 100. juubeli tähistamine 16. mail TÜ Tartu observatooriumis

Lahtiste uste päevad 17. mail KAURi ilmajaamades

TÜ **Physicumi ilmajaama** seminar 21. mail

Aasta ilmasündmuse valimine juunis-juulis

Eesti Meteoroloogia Seltsi kokkutulek 19.-20. juulil Saaremaal

KAURi **Harku uue hoone avamine**, ekskursioon sügisel

Metobsi **orienteerumisrada Tartus** sügisel

Kliimateaduse konverents 27.-28. novembril TÜ raamatukogus ja Physicumis

Jalutuskäik Metobsiga seotud paikadesse 27. novembril Tartus