



**UNIVERSITY
OF LATVIA**



**Skaitliskās
modelēšanas
institūts**

Karstuma viļņu modelēšana Latvijā

MAKSIMS POGUMIRSKIS

MAKSIMS.POGUMIRSKIS@LU.LV

Par mani

Maģistra grāds fizikā Latvijas Universitātē 2022-2024

- Maģistra darbs:
 - Karstuma viļņi Latvijā – cēloņi, klimats, modelēšana

Doktorantūras studijas Latvijas Universitātē 2024-

- Vēja enerģētikas joma
- Mobilitāte Olborgā, Dānijā



Saturs

Kas ir karstuma vilnis?

Karstuma viļņi skaitļos Latvijā

- Maģistra darba rezultāti

Karstuma viļņi pilsētās

Karstuma viļņu prognozēšana un modelēšana

Kas ir karstuma vilnis?

Nav vienotas definīcijas

- Atkarīgs no tā, kas mūs interesē

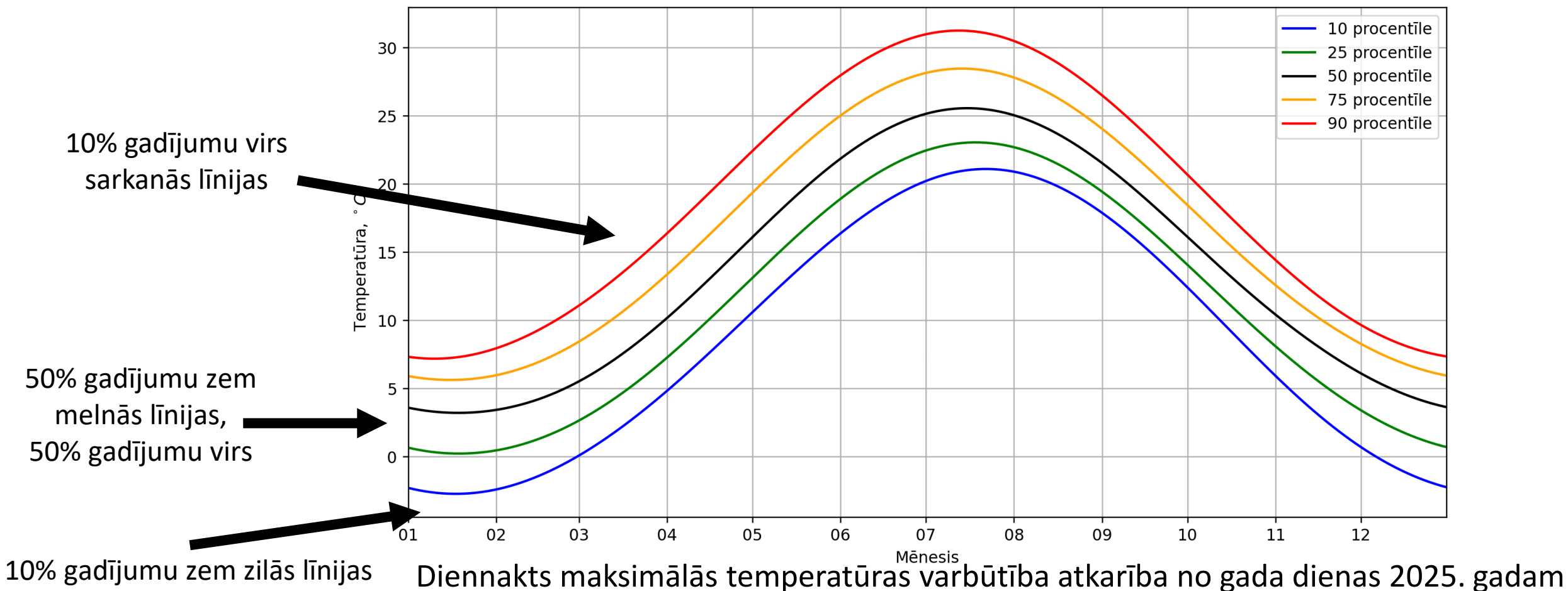
Sekas uz sabiedrību:

- Vairākas dienas pēc kārtas maksimālā temperatūra pārsniedz kādu konkrētu robežu
- Latvijā trīs brīdinājumu līmeņi ir attiecīgi 27, 31 un 35°C
- Lielbritānijā brīdinājuma līmenis ir 28°C Londonai un piepilsētām, 25°C pārējai teritorijai

Atmosfēras zinātne:

- Vairākas dienas pēc kārtas temperatūra ir būtiski augstāka, nekā parasti
- Ne obligāti vasarā
- Prezentācijā fokuss uz vasaru

Kādas temperatūras raksturīgas Latvijai?



Karstuma viļņu brīdinājuma kritēriji Latvijā

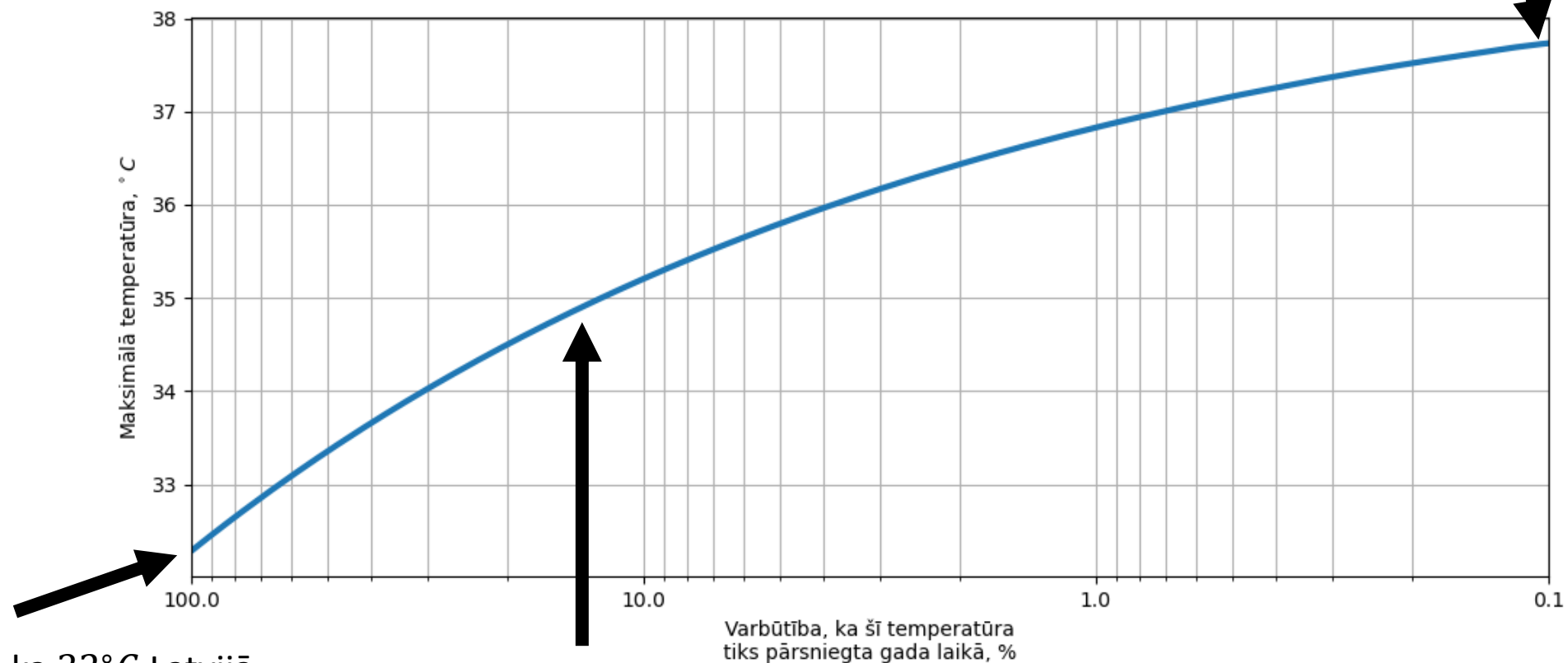
- Dzeltenais brīdinājums – 27°C
 - 9 karstuma viļņi gadā
 - Vidējais ilgums – 3 dienas

- Oranžais brīdinājums – 31°C
 - 2 karstuma viļņi gadā
 - Vidējais ilgums – 2 dienas

- Sarkanais brīdinājums – 35°C
 - Reizi 8 gados

Ekstrēmas temperatūras

38°C Latvijā pašreizējā klimatā ir praktiski neiespējami



Var sagaidīt, ka 32°C Latvijā tiks sasniegti katru gadu

35°C Latvijā tiks sasniegti reizi 8 gados

Klimata pārmaiņu ietekme

Pieaug vidējā temperatūra

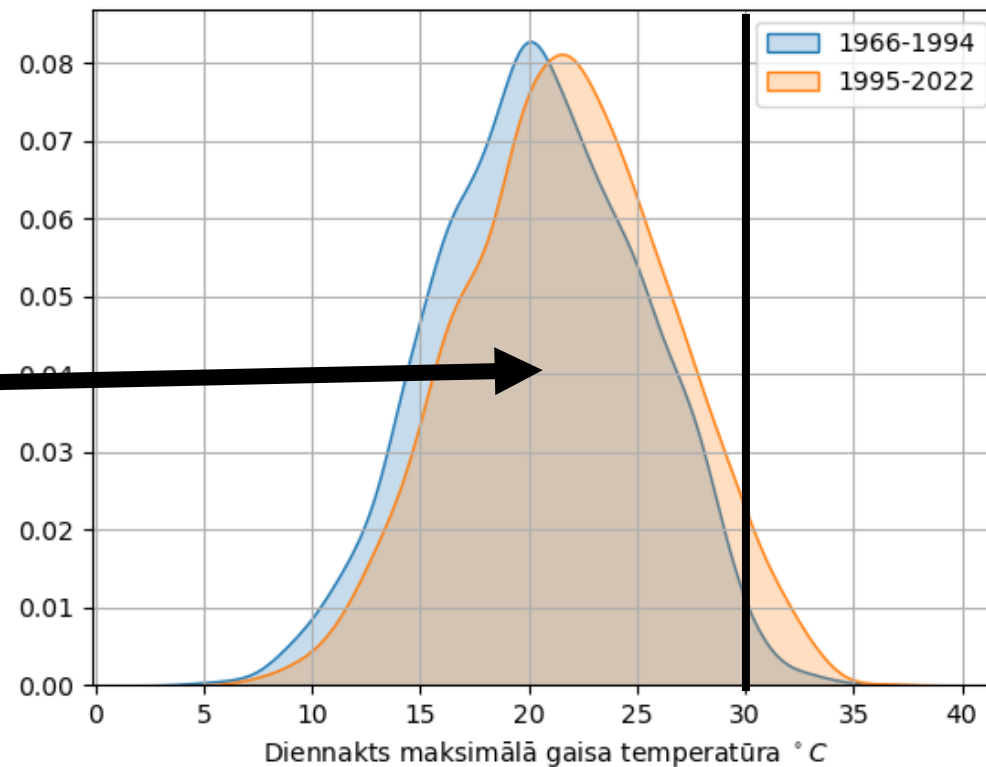
- Kopš pagājušā gadsimta vidus vidējā temperatūra Latvijā ir pieaugusi par 2 grādiem

Ekstrēmu temperatūru biežums būtiski pieaug

- 1995-2022 30°C tika pārsniegti 3.5 reizes biežāk, nekā 1966-1994

Samazinās laikapstākļu mainīgums

- Agrāk:
 - 4 dienas +28°C, 4 dienas +21°C
- Klimata pārmaiņu ietekmē:
 - 5 dienas +30°C, 5 dienas +23°C



Varbūtības sadalījums diennakts maksimālajai temperatūrai, maijs līdz septembris

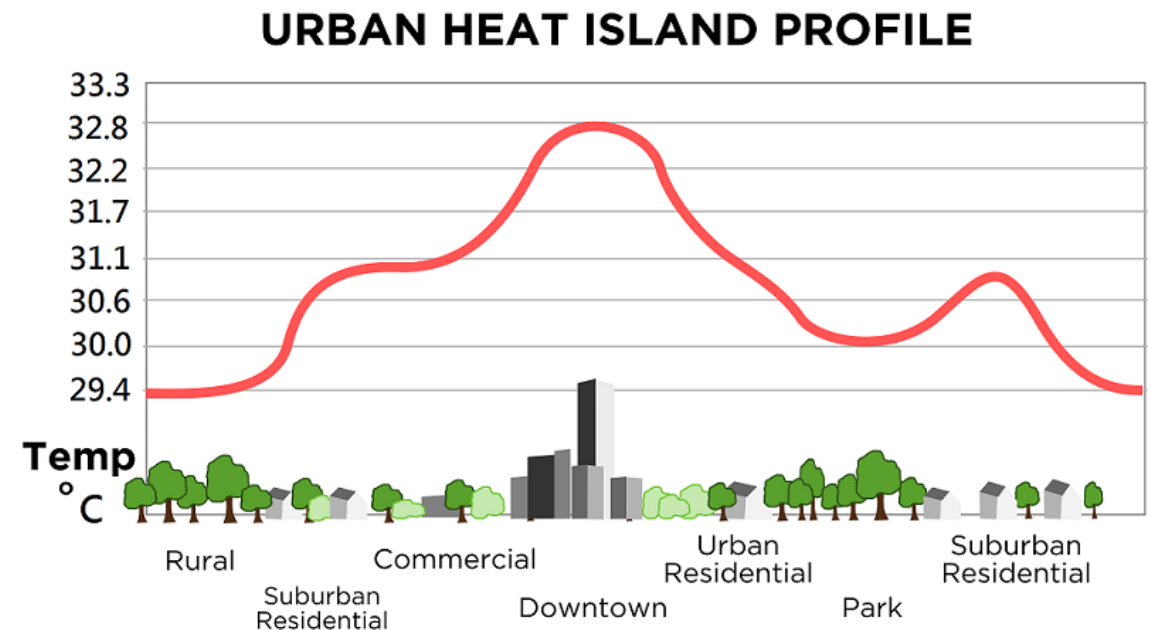
Pilsētas siltumsalas efekts

Cilvēku aktivitāte rada papildus siltumu

- Transports
- Elektroiekārtas
- Apkure

Tumšas virsmas (asfalts) Saulē uzkarst

Pilsētas centrā vidēji ir siltāk, nekā pilsētas nomalē



Pilsētas siltumsalas efekts
copernicus.eu

Cik būtisks ir šis efekts (skaidrā laikā)?

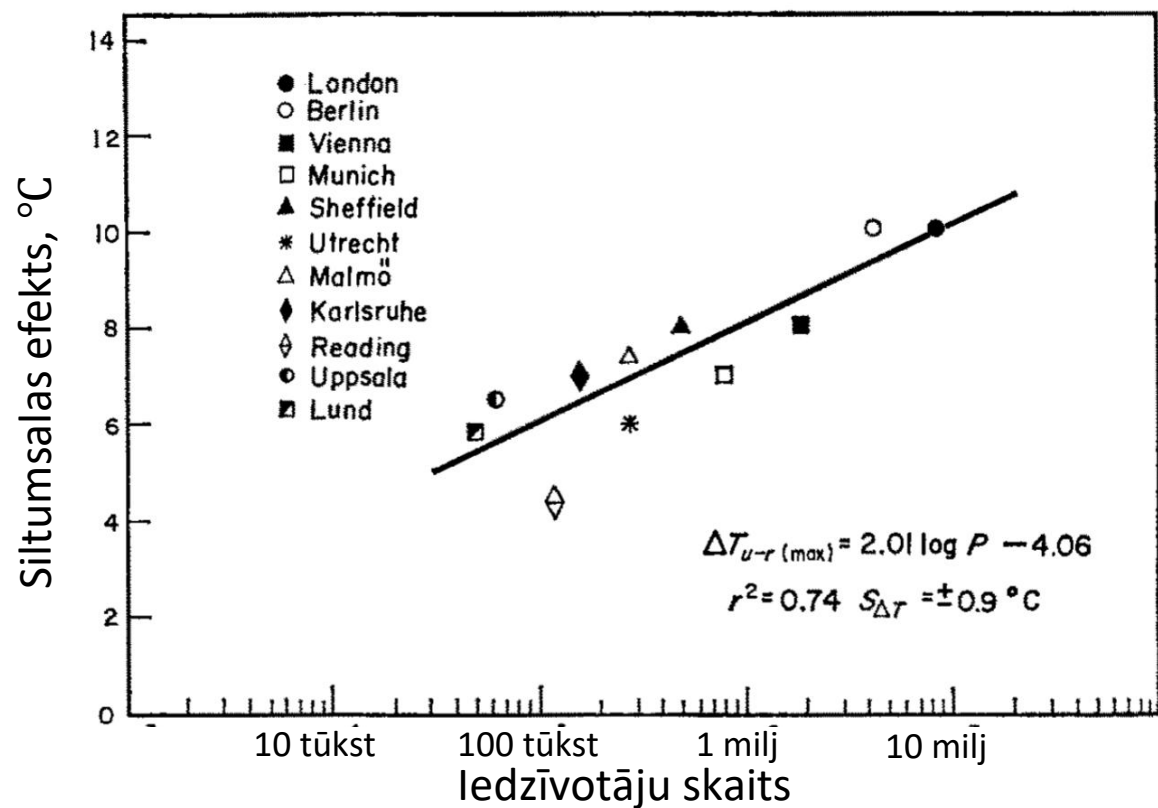
Pieaugot iedzīvotāju skaitam 10x, siltumsalas efekts pieaug vidēji par 2°C (Eiropā)

- Rīga – $7,5^{\circ}\text{C}$
- Daugavpils – $5,8^{\circ}\text{C}$
- Ventspils – 5°C
- Kuldīga – 4°C
- Varakļāni – $2,4^{\circ}\text{C}$

ASV šis rādītājs ir ap 3°C uz 10x iedzīvotājiem

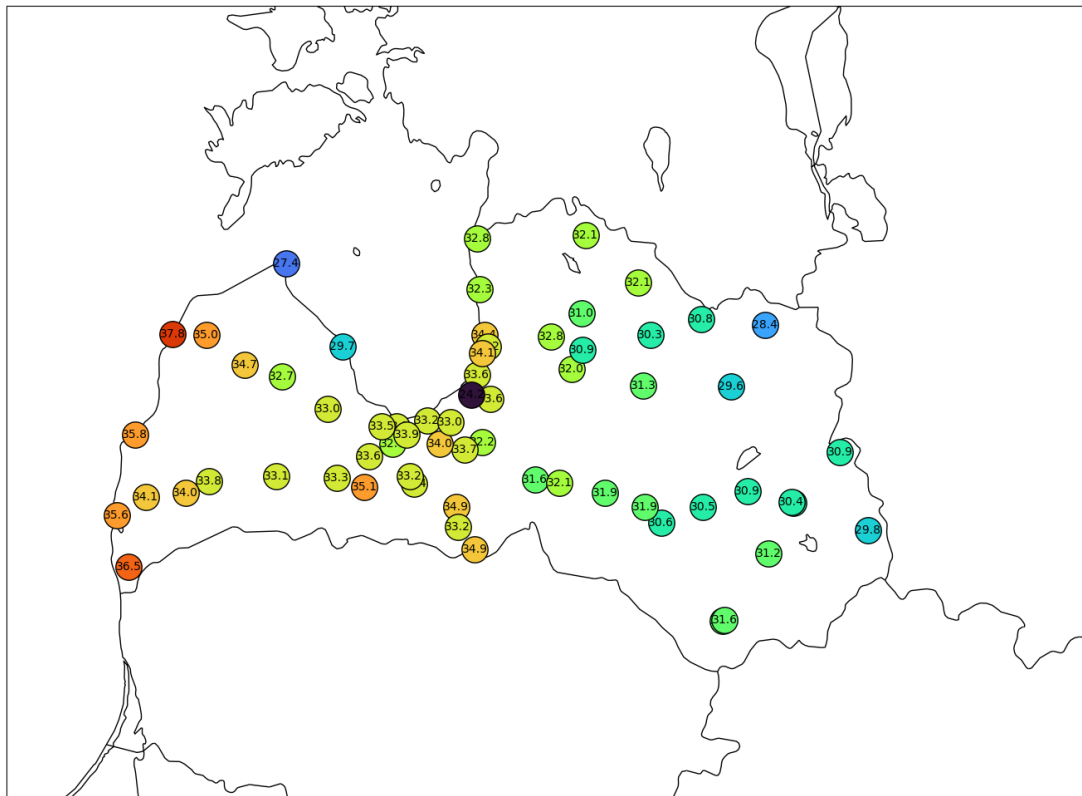
Pilsētu dizainam ir nozīme

- Ēku augstums
- Asfalts
- Apstādījumi

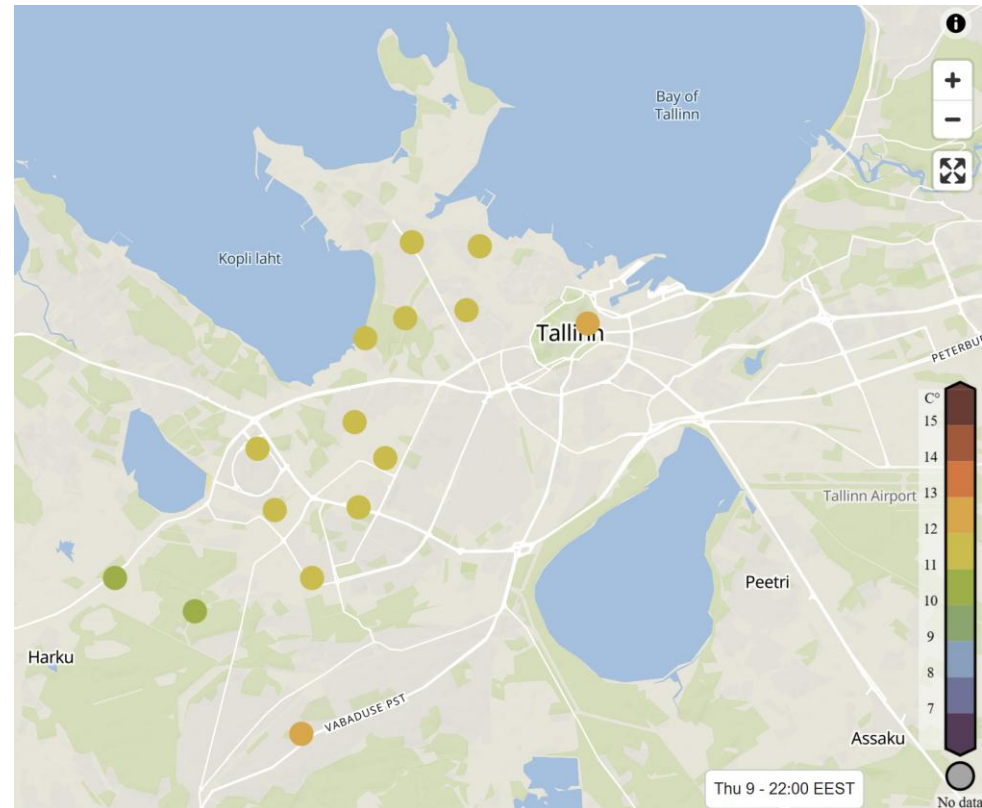
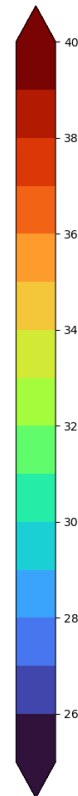


Siltumsalas efekts Eiropas pilsētās skaidrā laikā
T. R. Oke, 1973

Karstuma viļņu monitorings



Maksimālā temperatūra 2014. gada 4. augustā
LVĢMC un LVC novērojumu tīkls



Tallinā ir izveidots pilsētas temperatūras monitoringa tīkls
meteoblue.com

Vai dažiem grādiem ir nozīme?

Pie zemākām temperatūrām tas nav tik būtiski

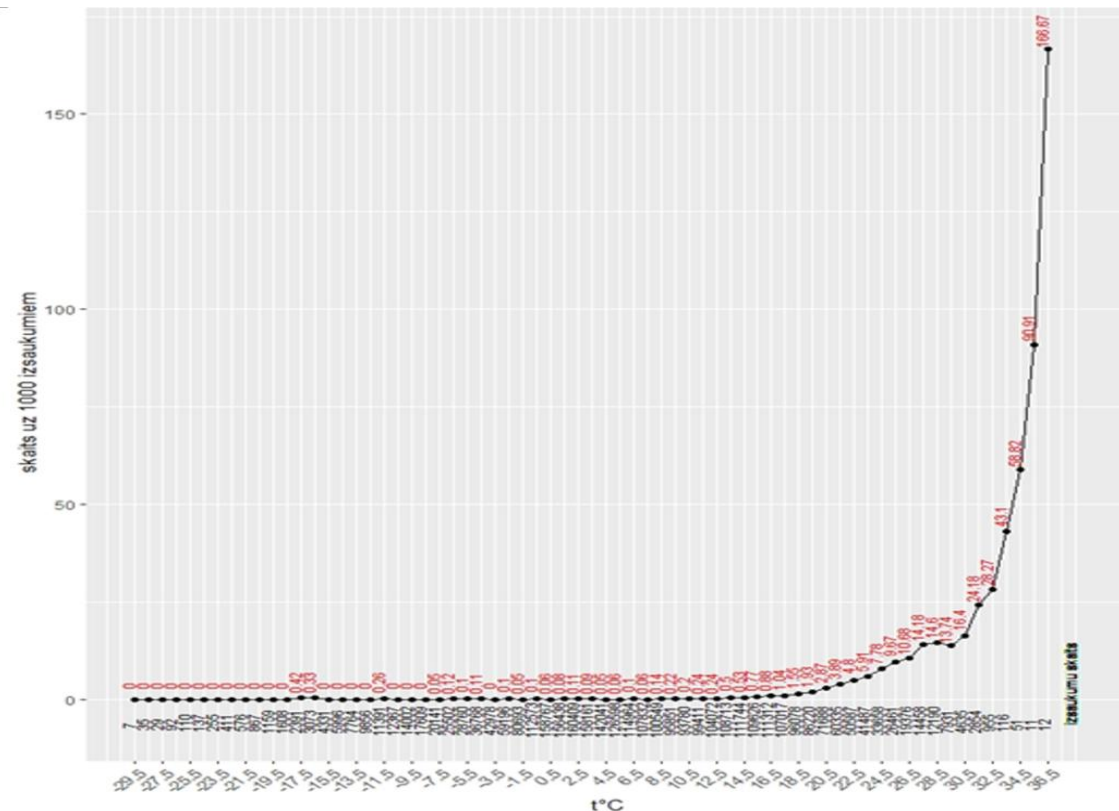
- 21°C vai 23°C

Pie lielākām temperatūrām tam ir lielāka nozīme

- 30°C vai 32°C

Pie temperatūrām virs 31°C hospitalizācija karstuma dēļ būtiski pieaug pie katra grāda

Londonas centrā nepieciešams par 10-20% mazāk siltumenerģijas, nekā pilsētas nomalē



NMPD izsaukumu saistībā ar karstumu
īpatsvars atkarībā no temperatūras, LVĢMC

Laikapstākļu prognozes

Princips līdzīgs kā šķidrumu un gāzu modeļiem inženierzinātņu pielietojumos

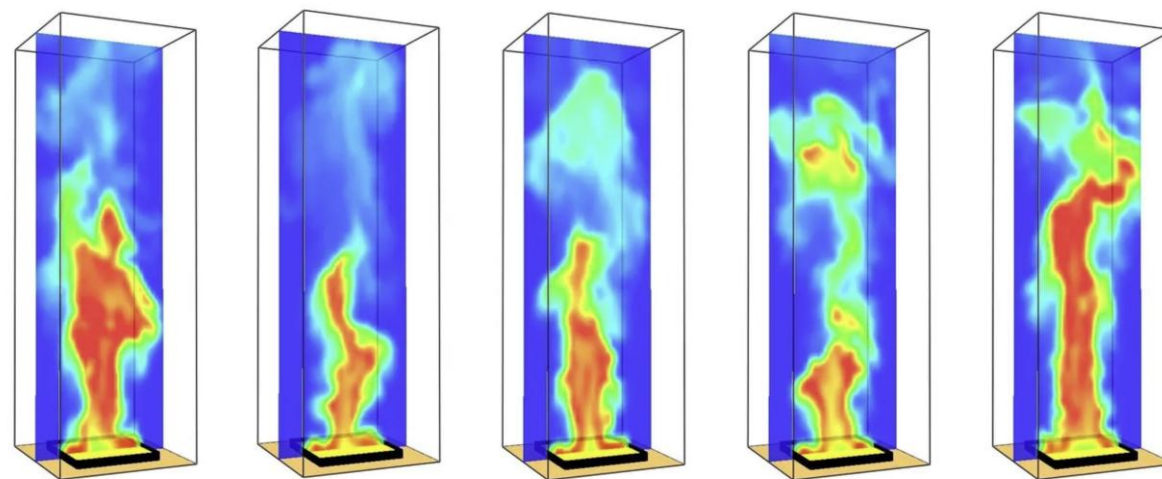
Piesaistītas reālai situācijai

- Tiek regulāri ievākti novērojumu dati un ievadīti modelī

Spēja prognozēt laikapstākļus 1-2 nedēļas uz priekšu

Jo tuvākā nākotnē, jo precīzākas ir prognozes

Vairāk, nekā 2 nedēļas nākotnē prognozes būtu pareizi uztvert kā scenāriju ģeneratoru



Gāzes plūsmas modelis
swri.org

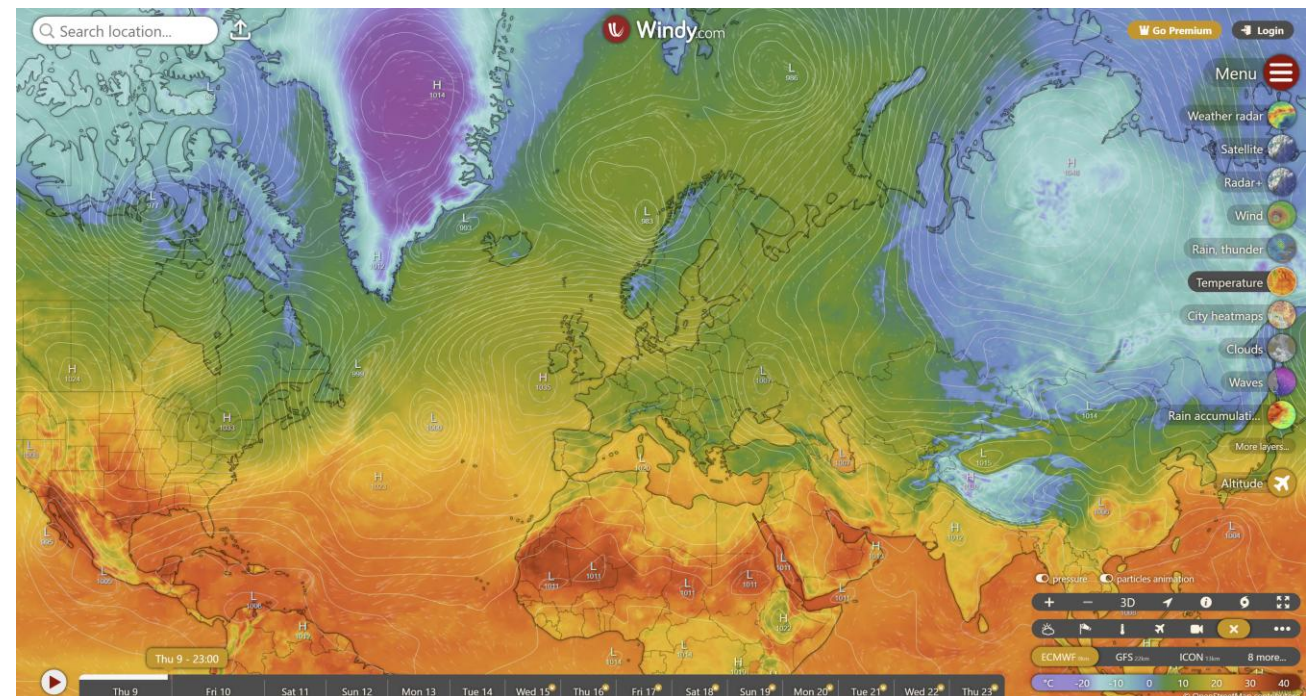
Operatīvās prognozes

Eiropas serviss ECMWF piegādā operatīvās laikapstākļu prognozes ar 9 km izšķirtspēju globāli

Mēs iegūstam vidējo temperatūru 9x9 km reģionā

- Noderīgi

Var būt nepietiekami, ja mums interesē precīza temperatūra pilsētā vai piekrastes rajonos

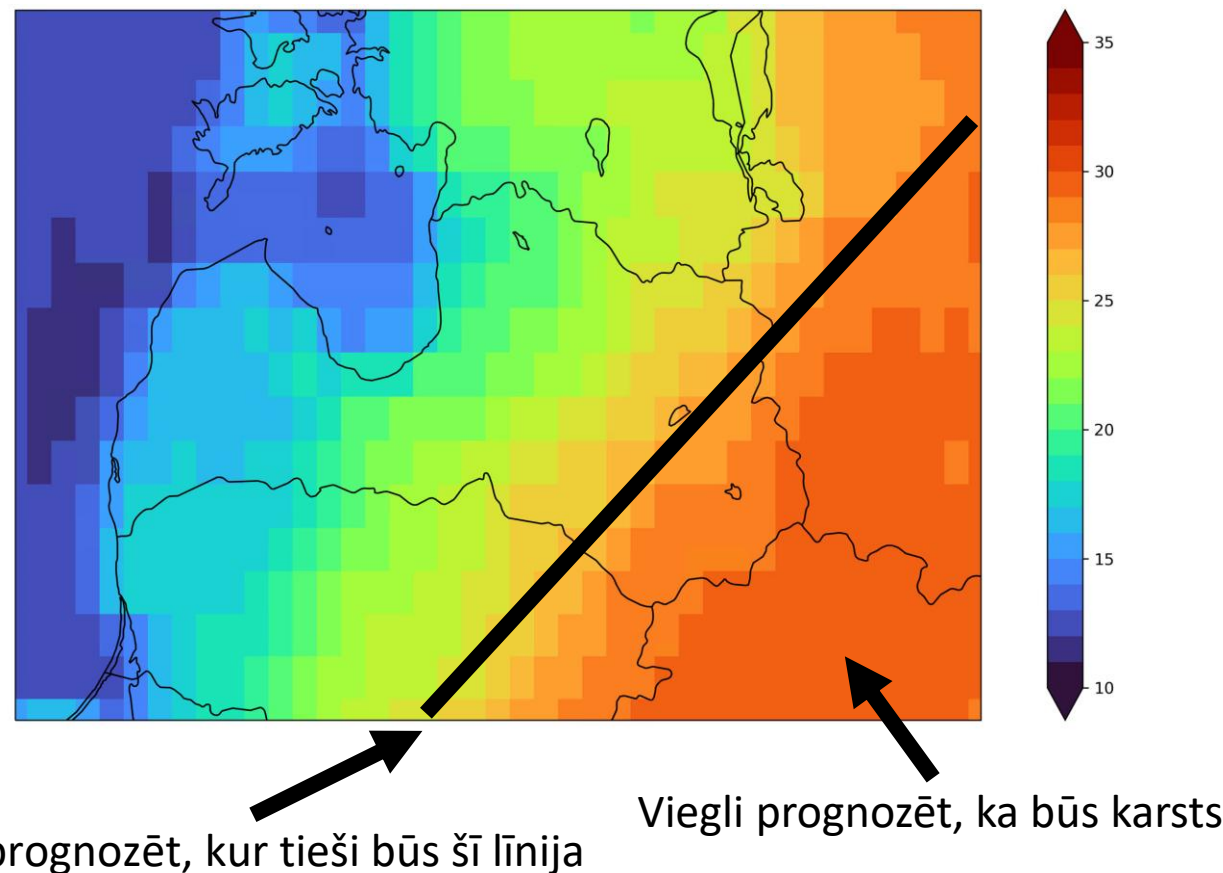


Karstuma viļņu prognozēšana

Karstuma viļņi ir viena no vislabāk prognozējamām dabas parādībām

To esamību iespējams efektīvi prognozēt 2-3 nedēļas uz priekšu

Izaicinājums ir savlaicīgi un precīzi prognozēt maksimālo temperatūru un telpisko reģionu



Prognožu lejupmērogošana

Ja ir nepieciešamība, tad reģionāli izšķirtspēju iespējams palielināt līdz aptuveni 1km

Augstas izšķirtspējas (~2km) operatīvās prognozes veic:

- ASV
- Dānija
 - Nosedz arī Latviju
- Lielbritānija
- Francija
- Vācija

Ļauj labāk prognozēt lokālus temperatūras ekstrēmus

Iespējams prognozēt pilsētu siltumsalas efektus

Nav pietiekami, lai

Smalkāki modeļi

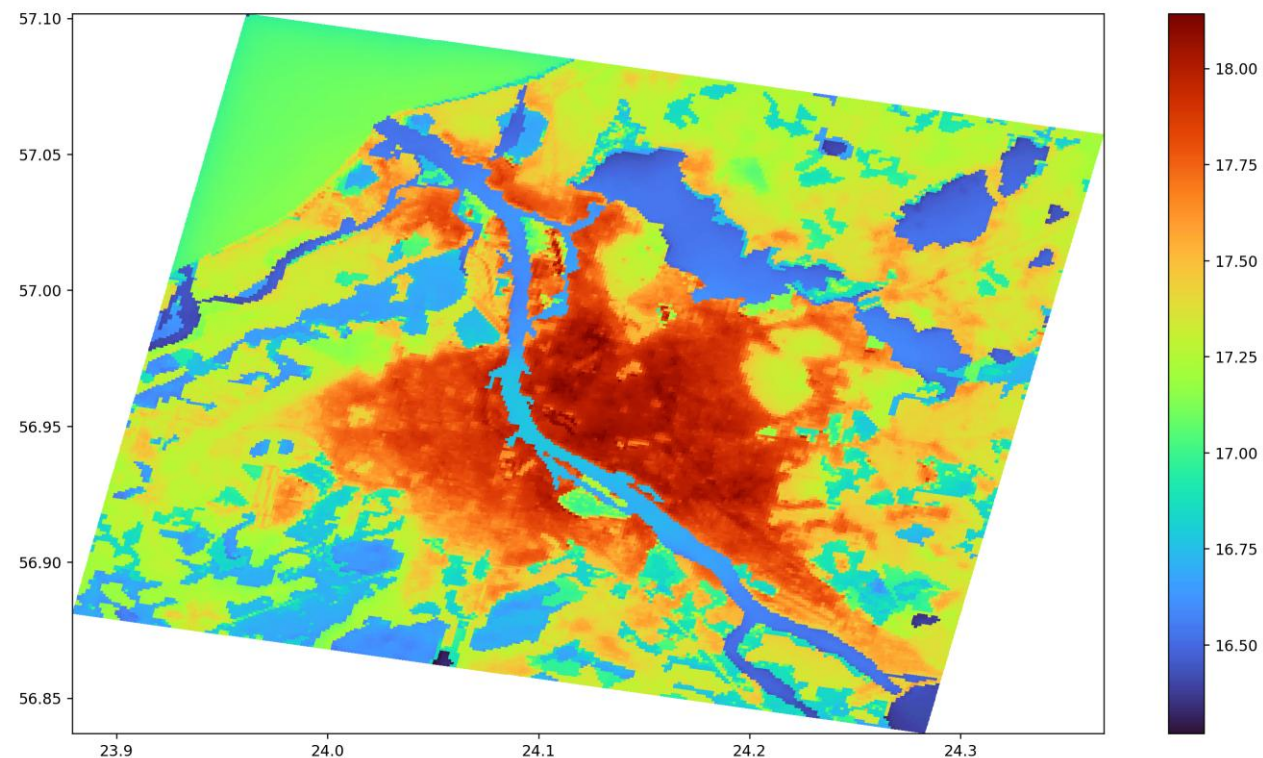
Fizikālu un datorjaudu apsvērumu dēļ
operatīvo prognožu izšķirtspēja ir limitēta ap
1km

Ja gribam prognozēt smalkākā izšķirtspējā

- Prognoze būs gatava, kad karstuma vilnis būs
jau pagājis

Vai ir jēga “prognozēt” to, kas bija pagātnē?

- Zinot to, kas bija pagātnē, var zināt, kam
gatavoties nākotnē
- Var domāt par pielāgošanos ilgtermiņā
- Domājot par pagātņi, nav jāsteidzas



Vidējā temperatūra 2017. gada jūlijā, Rīgā.
VITO UrbClim modelis, 100m izšķirtspēja.

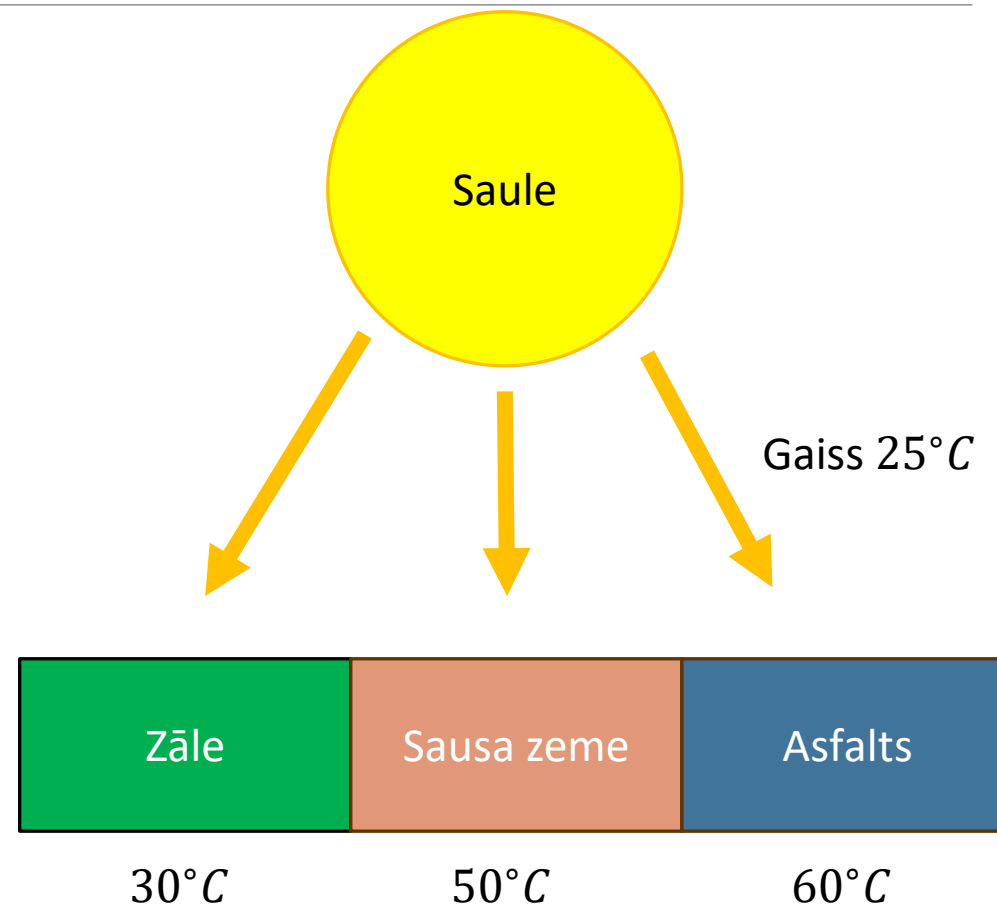
Faktori, kas ietekmē karstumu

Saule pati par sevi slikti uzsilda gaisu

Vispirms Saule uzsilda zemi, kas pēc tam uzsilda gaisu

Zemes uzsilšana atkarīga no seguma tipa

Mitruma iztvaikošana kavē uzsilšanu



Augsnes mitruma monitorings

Būtisks iemesls, kas neļauj precīzi prognozēt maksimālo gaisa temperatūru, ir zināšanu trūkums par augsnes mitrumu

Augsnes mitruma mērījumi tiek veikti no satelīta, bet tie ir ļoti neprecīzi

Latvijā regulāri augsnes mitruma mērījumi praktiski netiek veikti

Augsnes mitruma monitorings un sadarbība ar modelētājiem būtu ļautu savlaicīgāk un precīzāk prognozēt maksimālo temperatūru karstuma viļņu laikā

Secinājumi

Latvijā bīstami karstuma viļņi pagaidām ir vēl salīdzinoši reti un īsi

- Pāris dienas gadā

Tomēr karstuma viļņi ir neizbēgami un tiem nepieciešams sagatavoties

- Klimata pārmaiņu ietekmē tie kļūs biežāki, karstāki un ilgāki

Apstādījumi pilsētās palīdz samazināt siltumsalas efektu

Augsnes mitruma monitorings un sadarbība ar Eiropas valstu prognožu centriem ļautu precīzāk prognozēt maksimālo temperatūru

Paldies par uzmanību!
Jautājumi?