



KESKKONNAAGENTUUR

• • •
• • • **EESTI**
• • • **STATISTIKA**

KESKKONNATEADLIKUD VALIKUD IGA ILMAGA

Soojussaared Eesti linnades 2020–2023 ja rohelse infrastruktuuri jahutav mõju kohaliku kliima reguleerimisel

Kairi Vint (Keskkonnaagentuur)

Olev Märten (Tallinna Tehnikaülikooli infotehnoloogia teaduskond)

Jekaterina Služenikina, Madli Linder, Krisela Uussaar (Keskkonnaagentuur)

Kätlin Aun, Kaia Oras (Statistikaamet)

Kaugseirepäev 2024, Tõravere





„Development of the forestry, environmental subsidies and ecosystem accounts“
(Eurostat Grant Agreement 101113157 – 2022-EE-EGD)



■ Ökosüsteemide arvepidamine

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) nr 691/2011 Euroopa keskkonnamajandusliku arvepidamise kohta.
- Ökosüsteemide ulatuse, seisundi, teenuste konto. Aruandlus on kohustuslik edastada 2026. aastal (2024.a kohta).

■ Ökosüsteemiteenuste arvestamine ja meetodikate väljatöötamine

- Põllukultuuride saagi pakkumine, tolmeldamine, puidu varumine, õhu filtreerimine, globaalse kliima regulatsioon, kohaliku kliima regulatsioon, looduspõhised turismiga seotud teenused.

■ Kohaliku kliima regulatsioon

välisõhu tingimuste reguleerimine linnapiirkondades väljendatuna linna taimestiku mõjust tingitud temperatuuri alanemisena (Celsiuse kraadides) päevadel, mil õhutemperatuur ületab 25 °C. Järgnevalt nimetatud: Rohelise infrastruktuuri jahutav mõju.

UUS periood 2020-2023 ja eelnevad tööd



- **2024:** Soojussaared 2020-2023
Keskkonnaagentuuri kaardilugu;
Maa-ameti kaardirakendus;
UUS! Avaldatakse detsember 2024/jaanuar 2025.

Eelnevad tööd

- **2020: Soojussaarte aruanne 2014-2019**
Keskkonnaagentuuri kaardilugu. <https://storymaps.arcgis.com/stories/e04bb9acb2954e13b4de22b211237183>
Maa-ameti kaardirakendus. <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/soojussaared>
Aruande tekst Keskkonnaportaalis.
https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/2024-08/2020_02_22_om_kka_report.pdf
Allalaetavad .SHP failid Keskkonnaportaalis. <https://keskkonnaportaal.ee/et/soojussaared-eesti-linnades-2014-2019>
- **2017: Teadusartikkel 2014 a Tallinna andmetel. V. Sagris and M. Sepp**, "Landsat-8 TIRS Data for Assessing Urban Heat Island Effect and Its Impact on Human Health," IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 14, no. 12, pp. 2385–2389.
- **2015: KATI lõpparuanne.** Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimestevise ja päästevõimekuse teemas. <https://kliimaministerium.ee/sites/default/files/documents/2021-06/KATI%20T%C3%B6C3%B6grupi%20I%C3%B5pparuanne.pdf>

Keskkonnaportaal

Teemad ▾ Andmed ja kaart Andmeallikad Keskkonnanäitajad Publikatsioonid Uudised Sündmused

Avaleht \ Soojussaared Eesti linnades 2014-2019

< mean
Soojussaared Eesti linnades 2014-2019
> mean + std dev

0 2 4 km

Search: Otsing

MAA-AMET EST ENG

Soojussaared

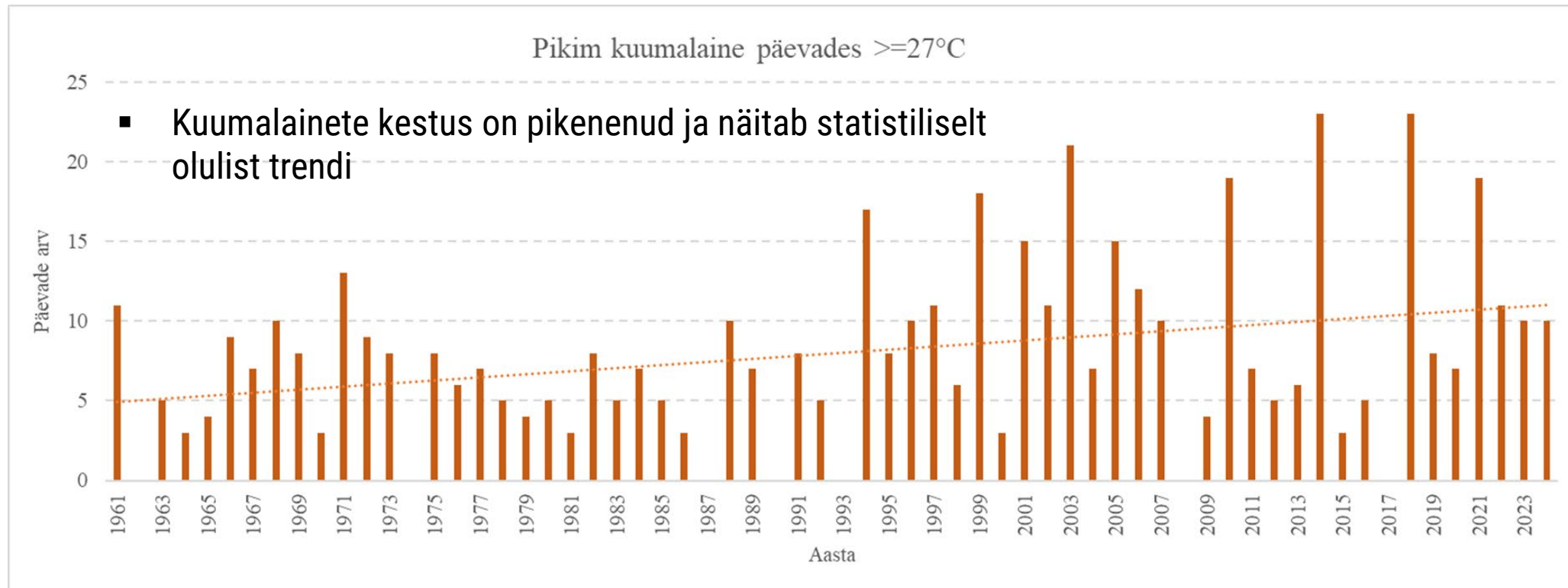
Kaardirakenduse teemakihid

- Soojussaared
 - Soojussaared(25, 27 juuli...
 - Soojussaared(2. juuni 201...
 - Soojussaared(22, 27 juuli...
 - Soojussaared(5, 7 juuni 2...
- Katastrikaart
- Koordinaatvõrgud
- Kaardilehtede jaotus
- Kõrgusandmed

Linna soojussaar on ümbritsevast maapiirkonnast märkimisväärselt soojem ala. Miks seda uurida on vaja?



- Soojusaarte uurimine on oluline tuleviku linnaplaneerimise jaoks.
- Tulevikukliima riskid soojusaartega on seotud inimeste heaolu ja tervisega, näiteks ebamugavustunne, kuumaväsimus, haigusnähud, õhukvaliteedi langus (kopsuhaigused).
- Eriti suur mõju just riskirühmadele.



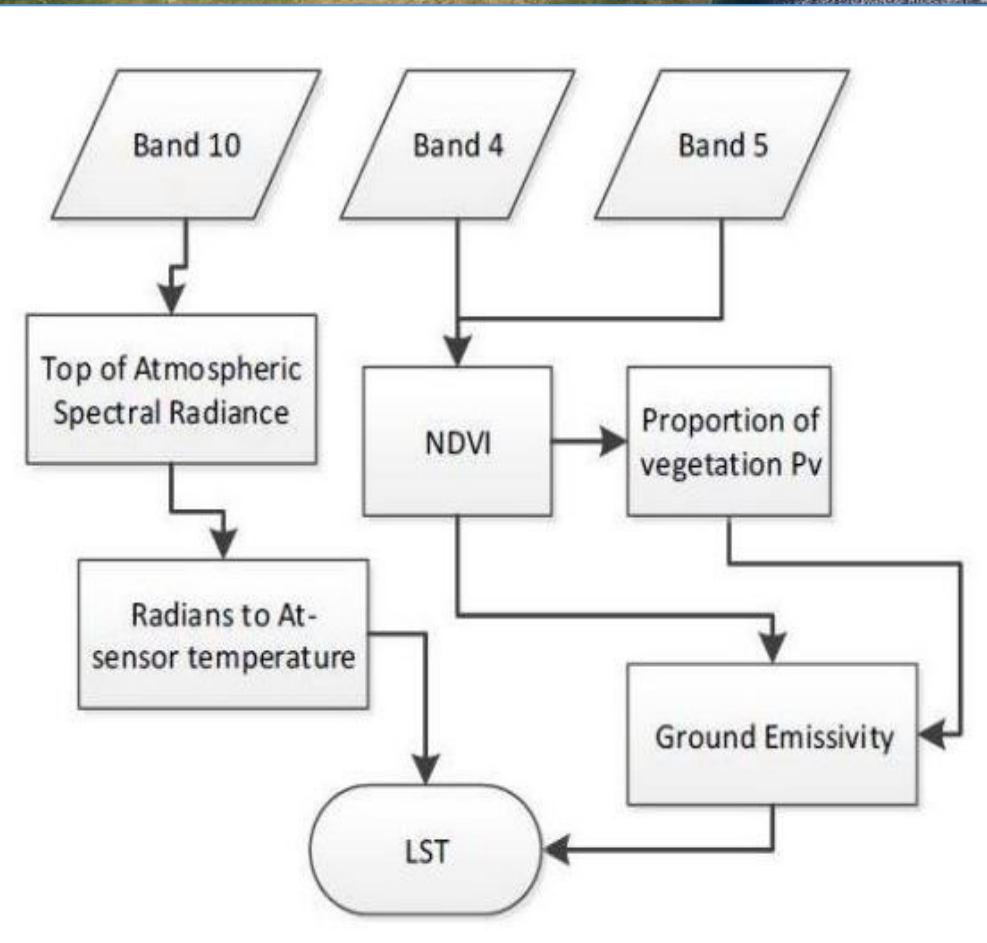
Soojusaared metoodika:

- Andmed USA Geoloogiateenistuse lehelt.
- Landsat-8 ja Landsat-9 Level 1 satelliitandmed.
- Kanalid B4 (Red), B5 (NIR), B10 (Thermal Infrared), kindla arvutuskeemiga saadud temperatuuri hinnang.
- LST on hinnanguline, sest on saadud kaugseire mõõtmistega ja mudelpõhise arvutusskeemiga.
- Maapinna temperatuur (ning teiste kõrgemate objektide pinnatemperatuur) võib märkimisväärselt erineda samas asukohas olevast õhutemperatuurist.



Earth Observing System : Landsat-8 ja Landsat 9

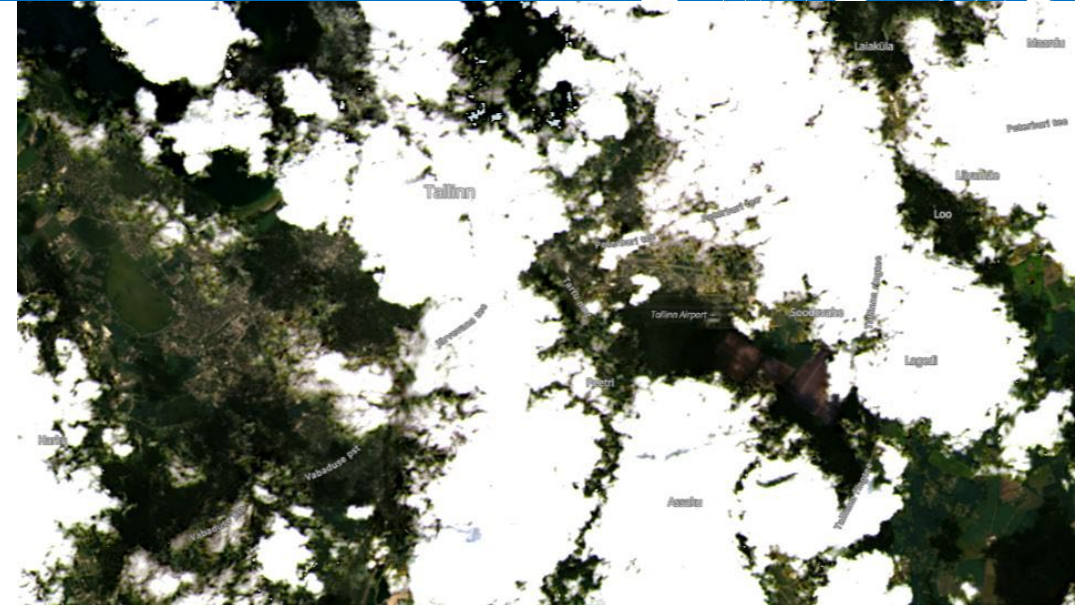
Land Surface Temperature (LST)
maapinna temperatuuri arvutuskeem



Väljakutsed soojussaarte leidmisel



- **Landsat-8** ja **Landsat-9** andmete seeriad on kuupäevade osas võimalusel sobitatud vastavate linnade läheduses olevate ilmajaamade mõõdetud õhutemperatuuride **kuumalainetega**.
- Alati ei ole võimalik satelliitandmetest andmetest kuumalainele vastavat päeva leida järgmistel põhjustel:



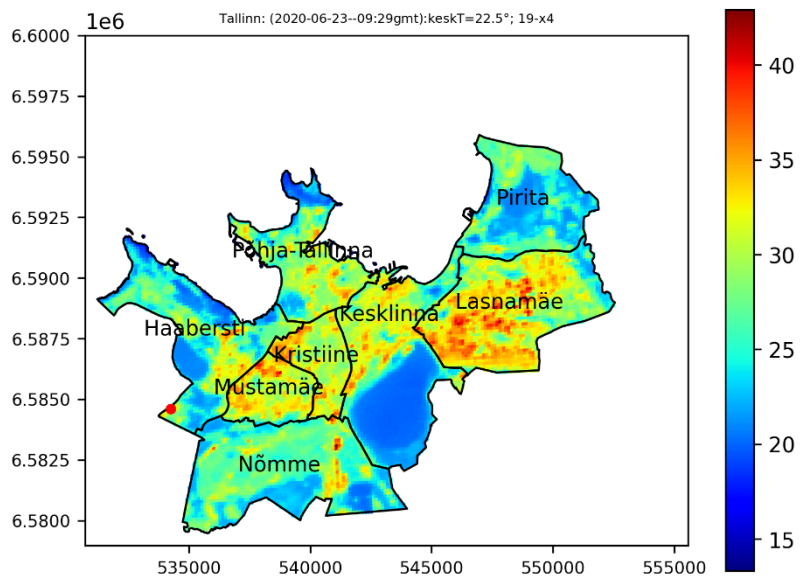
Landsat-8 satelliidipilt (true color RGB): Tallinn 5.juuli 2021

- Pilvedega kaetus
- Satelliidi ülelennu puudumine
- Ülelend on toimus, kuid mitte üle otsitava ala

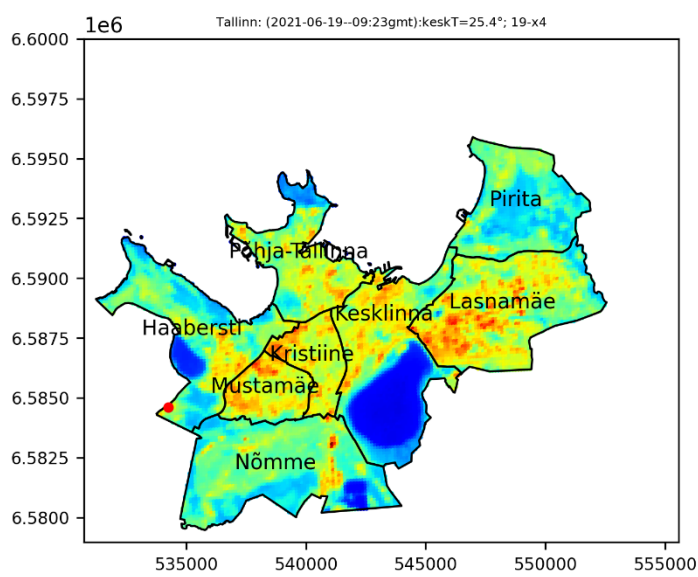
Soojussaared Tallinn



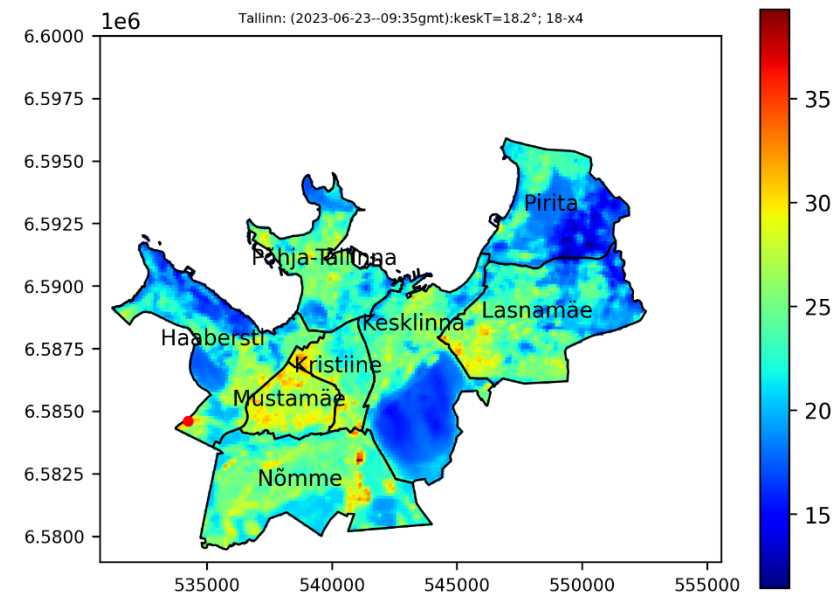
Tallinn 23.juuni 2020



Tallinn 19.juuni 2021



Tallinn 23.juuni 2023

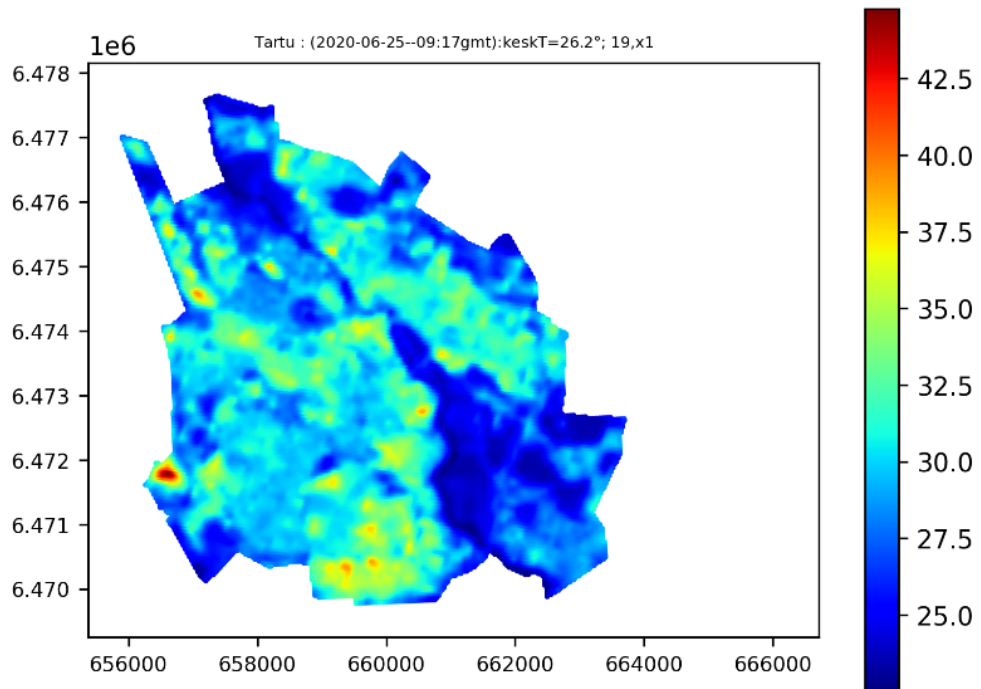


- Vaadates 2020 ja 2021 a temperatuuri mustreid, siis võib näha, et muster on sarnane.
- 2023 a pilt on erinev pilvisuse tõttu.

Soojussaared Tartu

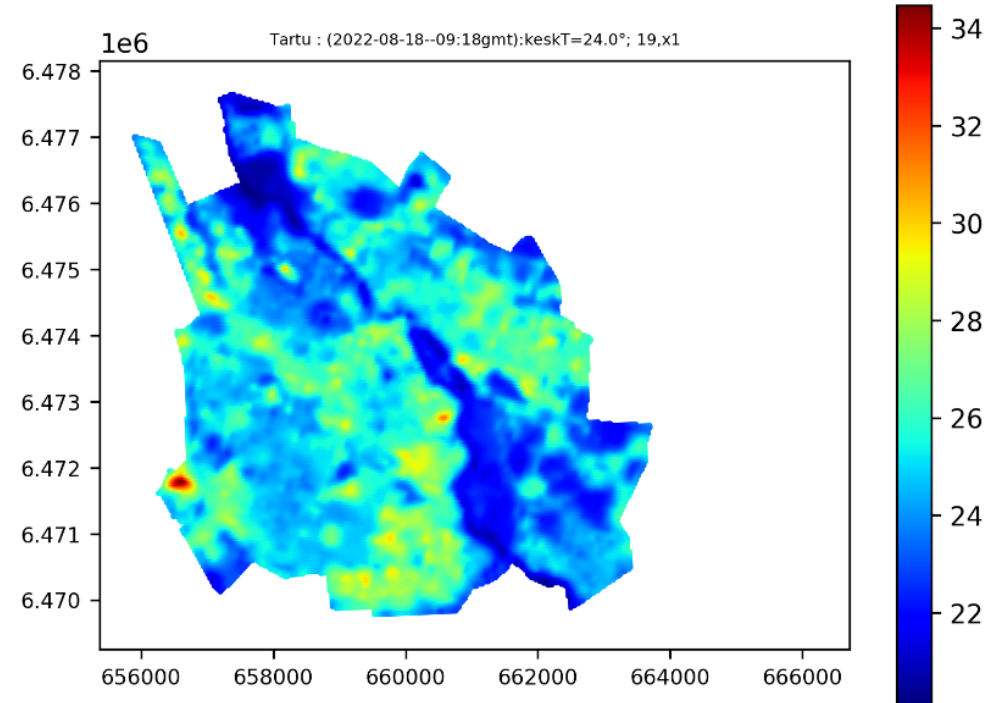


Tartu 25.juuni 2020



keskT=26,2°C

Tartu 18. august 2022



keskT=24,0°C

- Kõige punasema punkti all on Tartu Lõunakeskus.

Soojussaared Narva

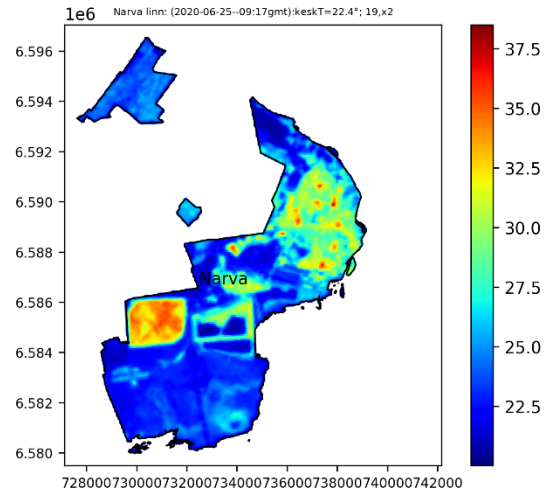


Narva 25.juuni 2020

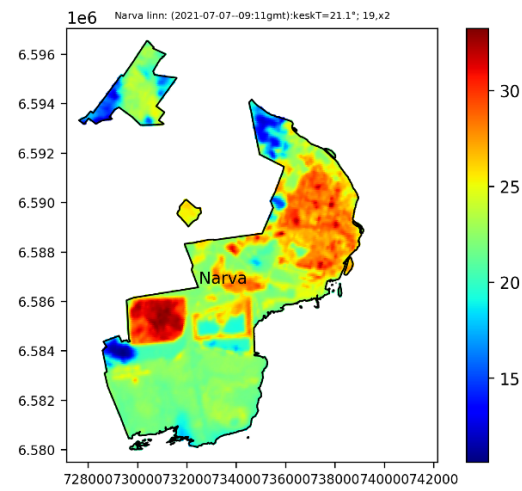
Narva 7.juuli 2021

Narva 18. august 2022

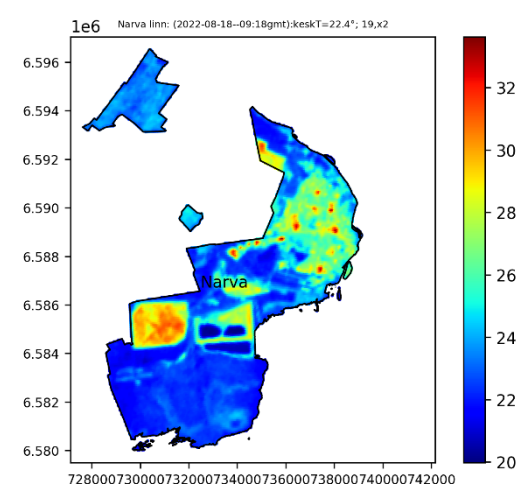
Narva 18.juuni 2023



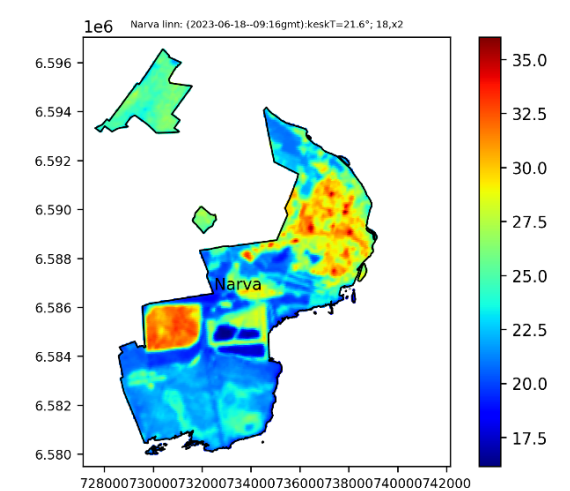
keskT=22,4°C



keskT=21,1°C



keskT=22,4°C



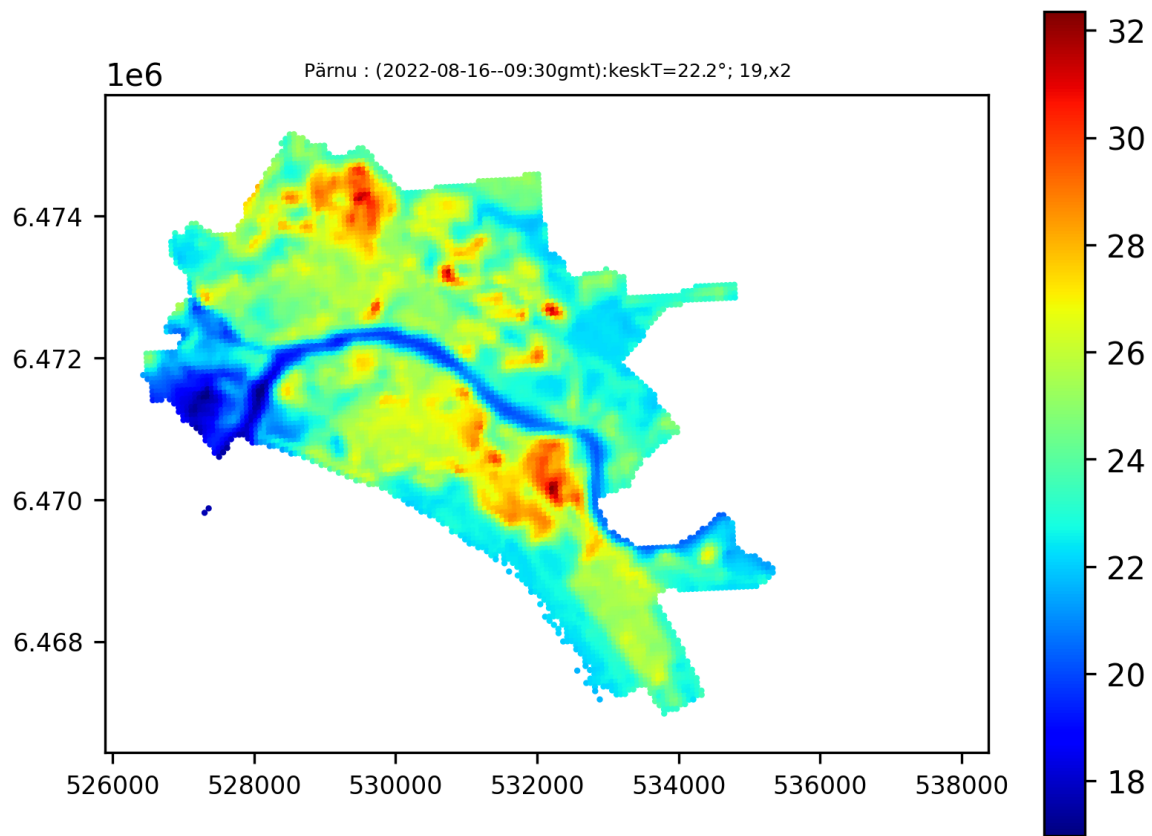
keskT=21,6°C

- Esimesena eristub settepasseinide ala.
- Järgmisena eristub elurajoonide ala.

Soojussaared Pärnu ja Võru



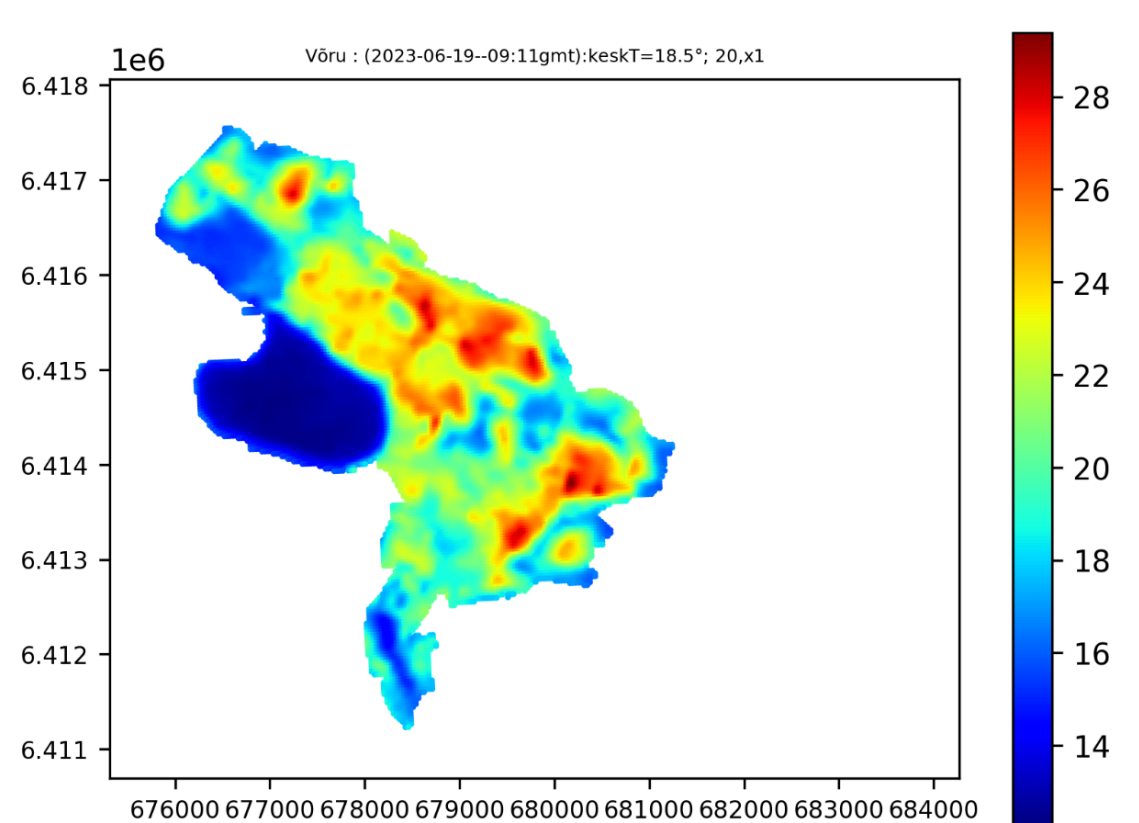
Pärnu 16. august 2023



keskT=22,2°C

- Selgelt eristuvad veekogud.

Võru 19. juuni 2023



keskT=18,5°C

Rohelise infrastruktuuri jahutav mõju:

- Metoodika väljatöötamine 2022 a andmetel

Näide Tallinn, jahutav mõju on selgelt eristatav LST pildi võrdlus Pirita linnaosa puudega kaetus % Lasnamäe linnaosa puudega kaetuse %, sarnast tulemust näitab taimedelt aurumise pilt.



Sisendandmed

- Landsat8/9 level 1 (L1) andmed.**
Maapinna temperatuuride arvutamiseks kanalid B10, B4, B5
Land Surface Temperature (LST)
- Puudega kaetus % (Copernicus data).**
Tree Cover Data (TCD) Copernicus High Resolution Layer
- Koguaaurumine taimedelt.**
Evapotranspiration Google Earth Engine platform

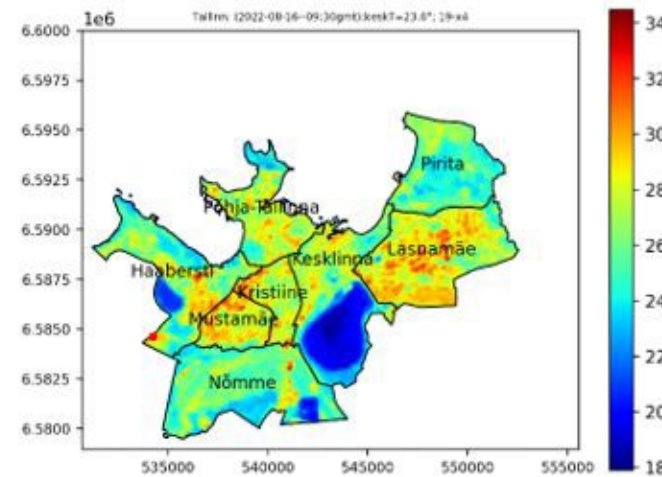


Fig 1 Tallinn LST map – from 18 to 34°C

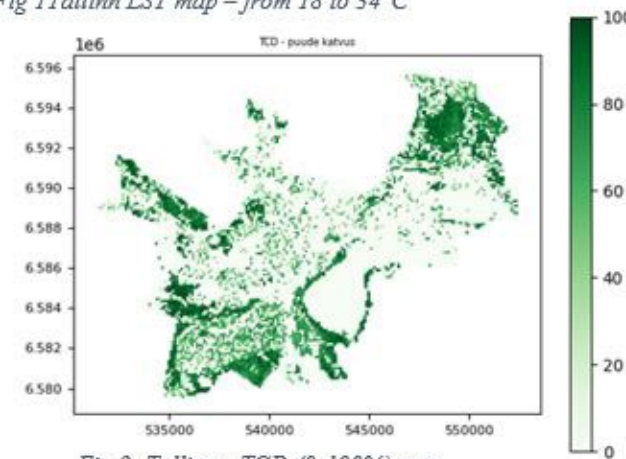


Fig 2. Tallinn - TCD (0-100%) map

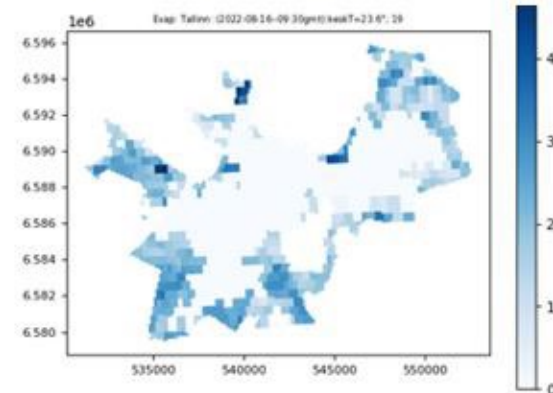


Fig 3 Tallinn- Evan (0-4.2%) map



Tallinn soojuspilt
maapinnatemperatuur
LST (°C)

Tallinn
puudega kaetuse %

Tallinn
Koguaaurumine %

Rohelise infrastruktuuri jahutav mõju: tulemused



- Tallinn 2022. a hinnanguline ööpäeva jahutusefekt koguperioodi (mai-september) kohta vastavalt puudega kaetusele (TCD) ja koguaurumisele taimedelt (Evap).
- Jahutava mõju väärtused °C protsendi kohta on arvatatud vastavalt 12 erinevale pinnaalale.

Table 1. Tallinn 2022 -estimated daily cooling by Tree Coverage (TCD) and Evapotranspiration

	Settlements and other artificial	Cropland	Grassland	Forest and woodland	Heathland and shrub	Sparsely vegetated ecosystems	Inland wetlands	Rivers and canals	Lakes and reservoirs	Marine inlets and transitional	Coastal beaches, dunes and	Marine ecosystems
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TCD-cooling	-0,30	-0,01	-0,18	-0,15	0,00	0,00	-0,00	-0,00	-0,03	0,00	-0,00	-1,38
Evap-cooling	-0,23	-0,02	-0,14	-0,15	-0,00	0,00	-0,00	-0,00	-0,03	0,00	-0,00	-0,88
TCD+Evap-cooling	-0,45	-0,025	-0,27	-0,25	-0,00	0,00	-0,01	-0,00	-0,06	0,00	-0,00	-2,01

1. Asulad ja muud tehisalad
2. Põllumaa
3. Rohumaa
4. Mets ja metsamaa
5. Nõmmed ja põõsastikud
6. Hõredalt taimestunud ökosüsteemid
7. Sisemaa märgalad
8. Jõesed ja kanalid
9. Järved ja veehoidlad
10. Meresissevoolud ja üleminekuveed
11. Rannikuäärsed rannad, lited ja märgalad
12. Mereökosüsteemid

Rohelise infrastruktuuri jahutav mõju: järeldused



- Taimestiku jahutava mõju kõrval eristub selgelt veekogude (mere, järvede, jõgede) jahutav mõju (välja arvatud Narva). Veekogude mõju vajab edasisi uuringuid.
- Sageli erinevatel aastatel on sama linna temperatuuri mustrid on sarnased. Võib oletada, et igale linnale saaks määrata oma soojussaare mudel, mis läbi aastate oleks võrdlemisi muutumatu.
- Huvitav oleks Landsat-8, Landsat-9 kõrvale uurida veel MODIS satelliidi andmeid. Nii oleks ajaliselt tihedam andmestik. MODIS andmete kasutamine vajab edasisi uuringuid.



Kokkuvõte

- Soojusaared 2020-2023 Keskkonnaagentuuri kaardilugu ja Maa-ameti kaardirakendus avaldatakse detsember 2024/jaanuar 2025.
 - Täpsem soojusaarte 2020-2023 analüüs ilmub „Kaugseire Eestis 2024“ artiklikogumikus.
 - Võimalik, et edaspidi Keskkonnaagentuur hakkab soojusaarte infot arvutama iga-aastaselt.
- Rohelise infrastruktuuri jahutava mõju meetodika dokument esitatakse Statistikaametile ja sealt edasi Euroopa Komisjonile.

