



UrbanStorm ^{Life}

Kliima ja sademevee muutused

Valdo Kuusemets
Eesti Maaülikool
Valdo.Kuusemets@emu.ee

LIFE Urban Storm

projekti eesmärk on säästlike ja kliimamuutustele vastupidavate linna sademeveesüsteemide arendamine.

<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

LIFE Urban Storm

Projekti peamised tegevused ja väljundid:

- Tallinna sademevee maksustamise süsteemi/metoodika ettepanek
- Ülevaade sademeveega seotud poliitikatest ja seadusandlusest
- SUDS lahenduste analüüs, sh soovitused meie kliimasse sobivate lahenduste osas
- parimate praktikate brošüür

<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

LIFE Urban Storm

Projekti peamised tegevused ja väljundid:

- Sisend Tallinna Säästva energia ja kliimamuutuste tegevuskavasse
- Viimsi valla kliimamuutustega kohanemise strateegia ja tegevuskava
- 4 koolitust
- SUDS lahenduste käsiraamat

<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

LIFE Urban Storm

Projekti peamised tegevused ja väljundid:

- Sademevee juhtimissüsteemi tarkvara arendamine
- Sademevee juhtimissüsteemi rakendamiseks vajaliku organisatsiooni struktuuri ülesehitus
- Projekteerimisstandardite täiendamine, fookusega Tallinna linn

<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

LIFE Urban Storm

Projekti peamised tegevused ja väljundid:

- Tasuvusanalüüsi metoodika koostamine, mis võtaks arvesse ka ökosüsteemi pakutavaid teenuseid
- SUDS testalade väljaehitamine Viimsis

<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

LIFE Urban Storm

Projekti peamised tegevused ja väljundid:

- KOVdele suunatud juhend kliimamuutustega kohanemise strateegiate ja tegevuskavade koostamiseks
- Rahvusvaheline konverents, fookuses säästvad sademeveelahendused

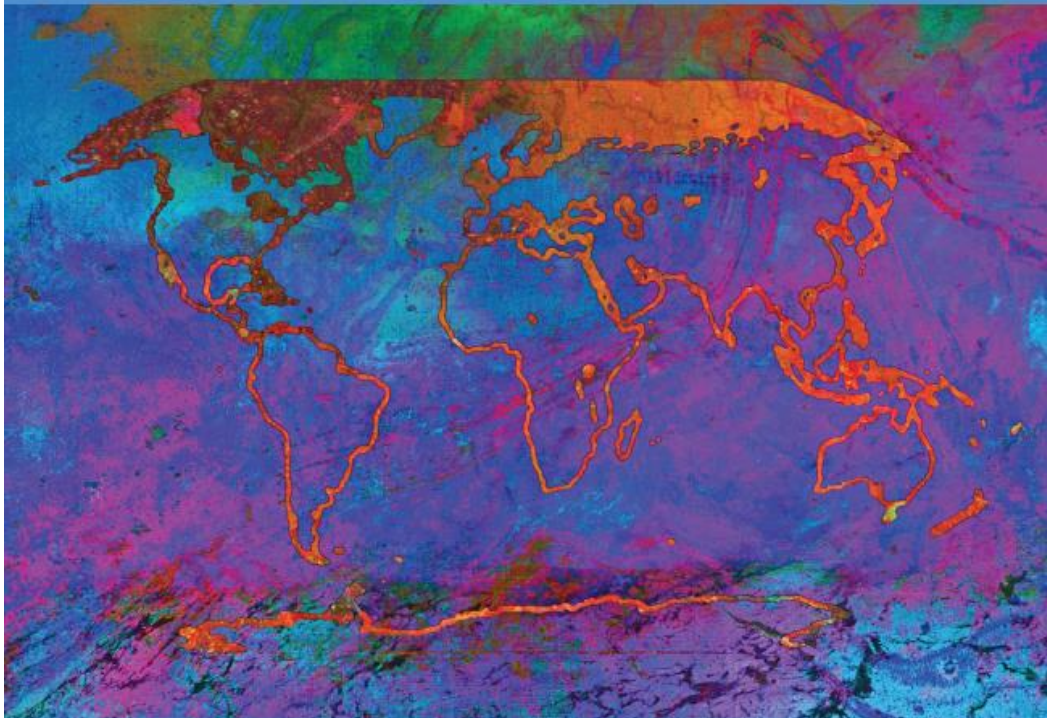
<https://urbanstorm.viimsivald.ee>

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change 2021

The Physical Science Basis



WGI

Working Group I contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change



IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change

Valitsustevahelise kliimamuutuste nõukogu (paneel)

<https://www.ipcc.ch/>

Eelmine raport 2013 (AR5)

AR6 Climate Change 2021

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

AR5 kasutab mõistet RCP (*Representative Concentration Pathway*), mis kirjeldab erinevaid võimalikke inimtegevusest põhjustatud kasvuhoonegaaside emissioone, nendest tulenevaid kasvuhoonegaaside kontsentratsioone. Lisaks võetakse arvesse lühiajaliste kasvuhoonegaaside võimalikke kontsentratsioone ja maakasutuse muutusi.

Stsenaariumid on saanud nime selle järgi, kui suur on nende põhjustatud keskmine kiirguslik lisamõju (W/m^2) aastal 2100 (KAUR 2015).

Tabel 5: RCP stsenaariumite peamised omadused, kasvuhoonegaaside emissioonide tippaeg ja kiirguslik mõju aastal 2100. Kiirguslik mõju antakse suurenemisena võrreldes kontrollperioodiga 1986-2005.

Stsenaarium	KHG emissiooni tipp	kiirguslik mõju 2100
RCP2.6	2010-2020	+2,6 W/m ²
RCP4.5	2040	+4,5 W/m ²
RCP6	2080	+6 W/m ²
RCP8.5	2100+	+8,5 W/m ²

AR6 kasutab mõistet SSPx-y, mis arvestab lisaks GHG emissioonidest põhjustatud kiirguslikule mõjule ka sotsiaal-majanduslikke arenguid

SSP5-8.5 – väga kõrge KHG emissiooniga stsenaarium praegusega võrreldes kahekordne aastaks 2050

SSP3-7.0 – kõrge KHG emissiooniga stsenaarium praegusega võrreldes kahekordseks aastaks 2100

SSP2-4.5 – keskmise KHG emissiooniga stsenaarium praeguse emissiooni tasemega kuni sajandi keskpaigani

SSP1-2.6 – madala KHG emissiooniga stsenaarium emissioon väheneb nullini ca aastal 2080

SSP1-1.9 – väga madala KHG emissiooniga stsenaarium emissioon väheneb nullini ca aastal 2050

5 stsenaariumist 3 ületavad temperatuuri tõusu tööstusrevolutsioonieelse taseme 2 kraadi võrra

suurima heitkogustega muutuste stsenaariumi korral võib ülemaailmne soojenemine sajandi lõpuks olla ligikaudu 4,7°C.

Keskmise stsenaariumi korral on see umbes 2,7°C. Meeldetuletuseks - 2015 aasta kliimaleppega võeti vastu otsus vähendada kliima soojenemist, nii et see ei oleks üle 2 °C võrreldes tööstusrevolutsioonieelse ajaga.

Püsivat soojenemist üle 2,5°C võrreldes tööstusrevolutsiooni eelse tasemega ei ole aga toimunud enam kui kolm miljonit aastat.

Sel ajal oli aga ka merepinna tase praegusest 5–25 meetrit kõrgem.

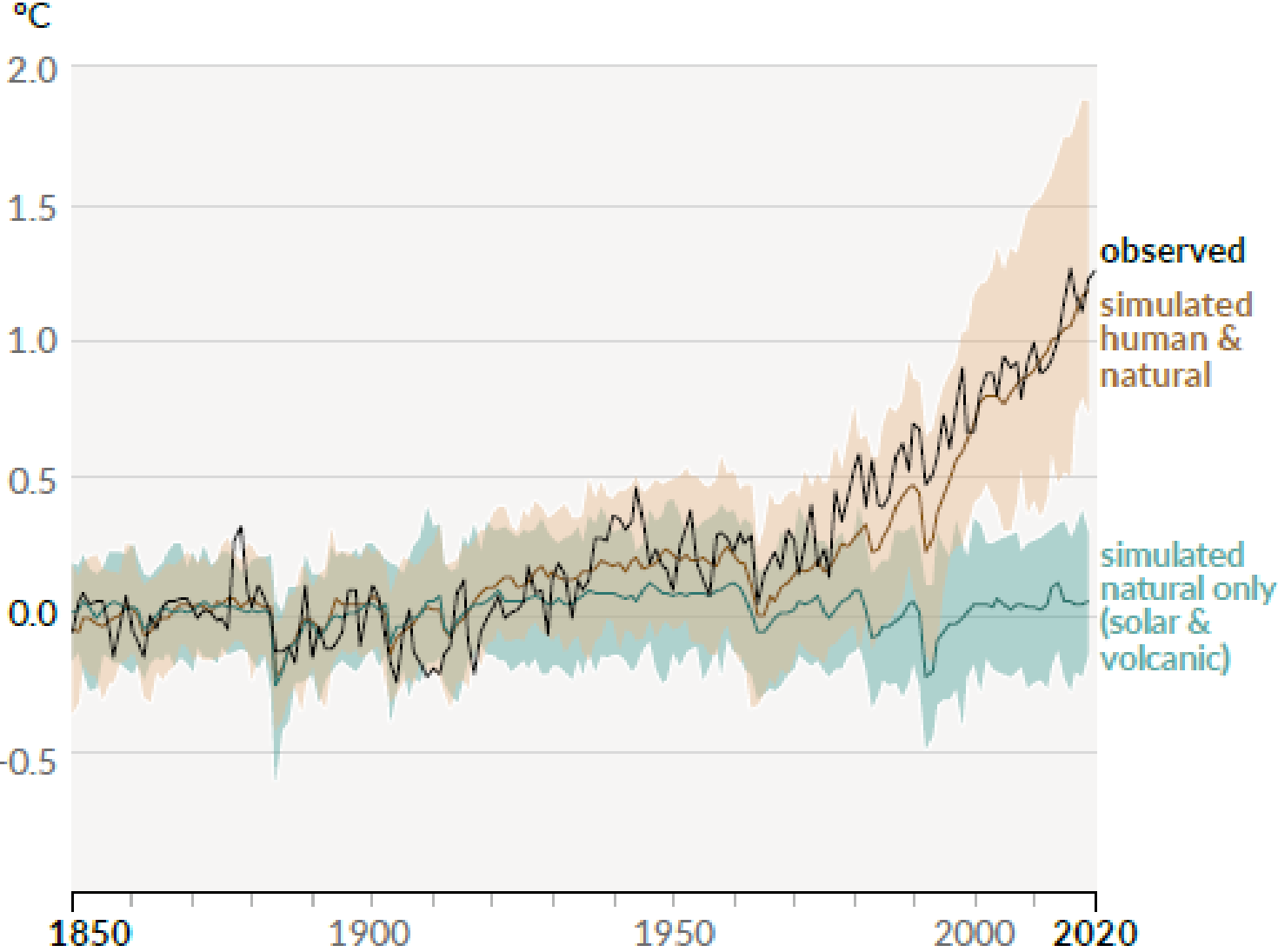
Praeguseks on maakera keskmine temperatuur soojenenud 1,1 kraadi

kliimasoojenemine kiirendab juba praegu meretaseme tõusu ning kasvatab äärmuslike kliimatingimuste, näiteks üleujutuste, tormide ja kuumalainete, esinemissagedust.

Näiteks kuumalained, mis varem leidsid aset korra 50 aasta jooksul, toimuvad teadlaste sõnul nüüd korra kümne aasta jooksul. Kui kliima soojeneb samas veel ühe kraadi võrra, sagenevad need kahe korrani seitsme aasta jooksul.

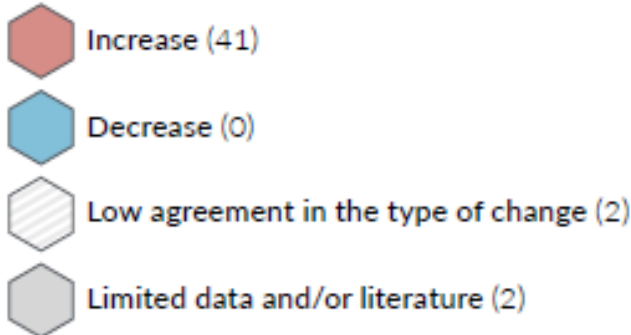
Raporti järgi on kindel, et meretase tõuseb sajandi keskpaigaks 15–30 sentimeetri võrra.

b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)

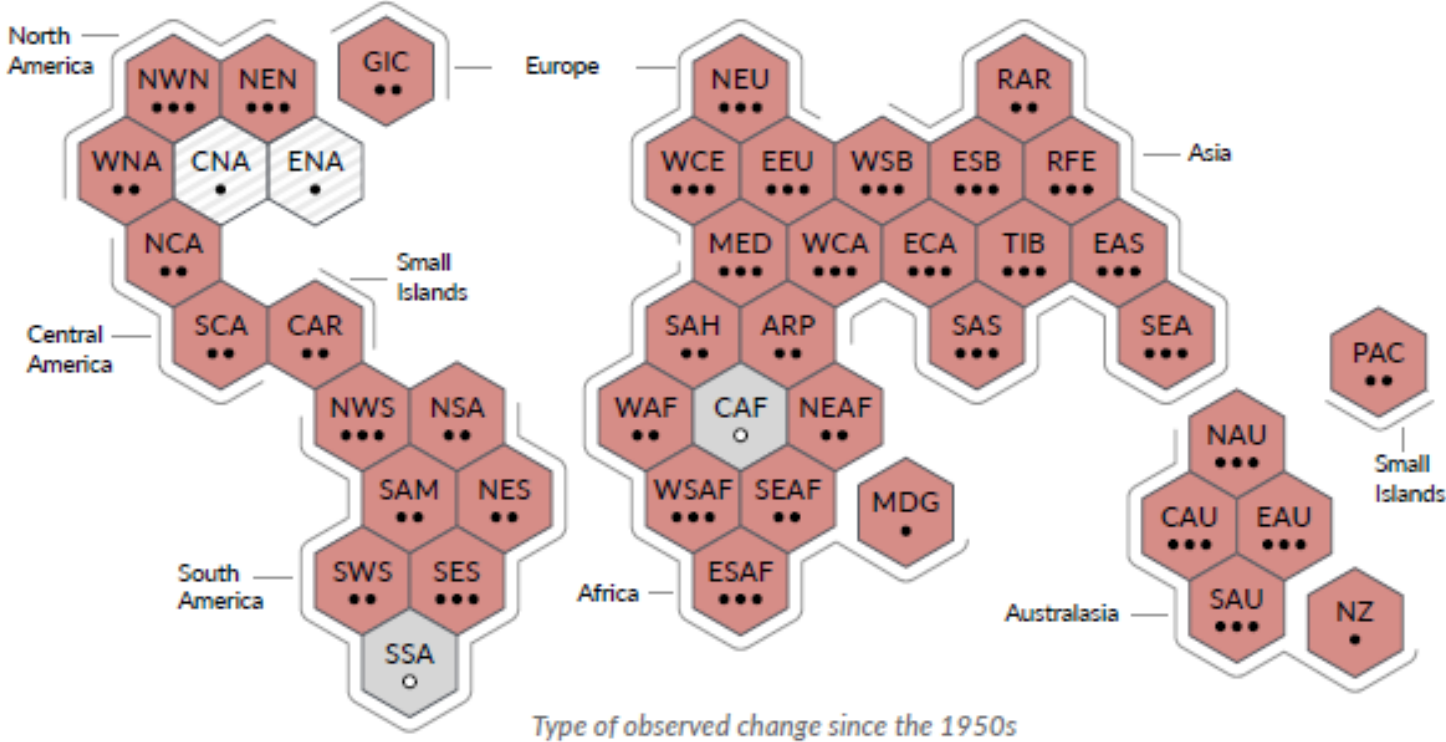
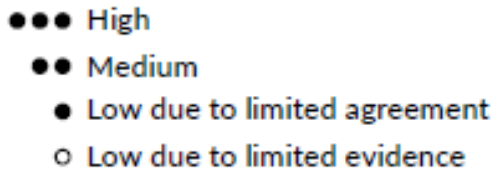


a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in hot extremes



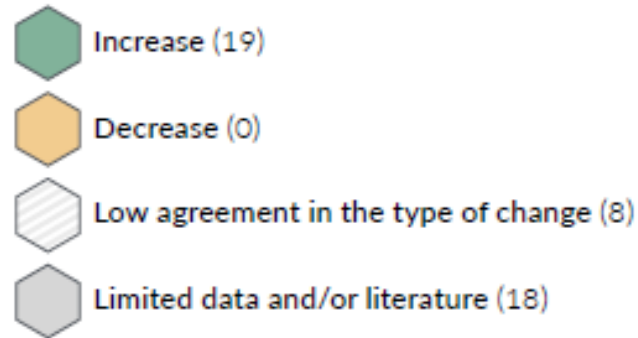
Confidence in human contribution to the observed change



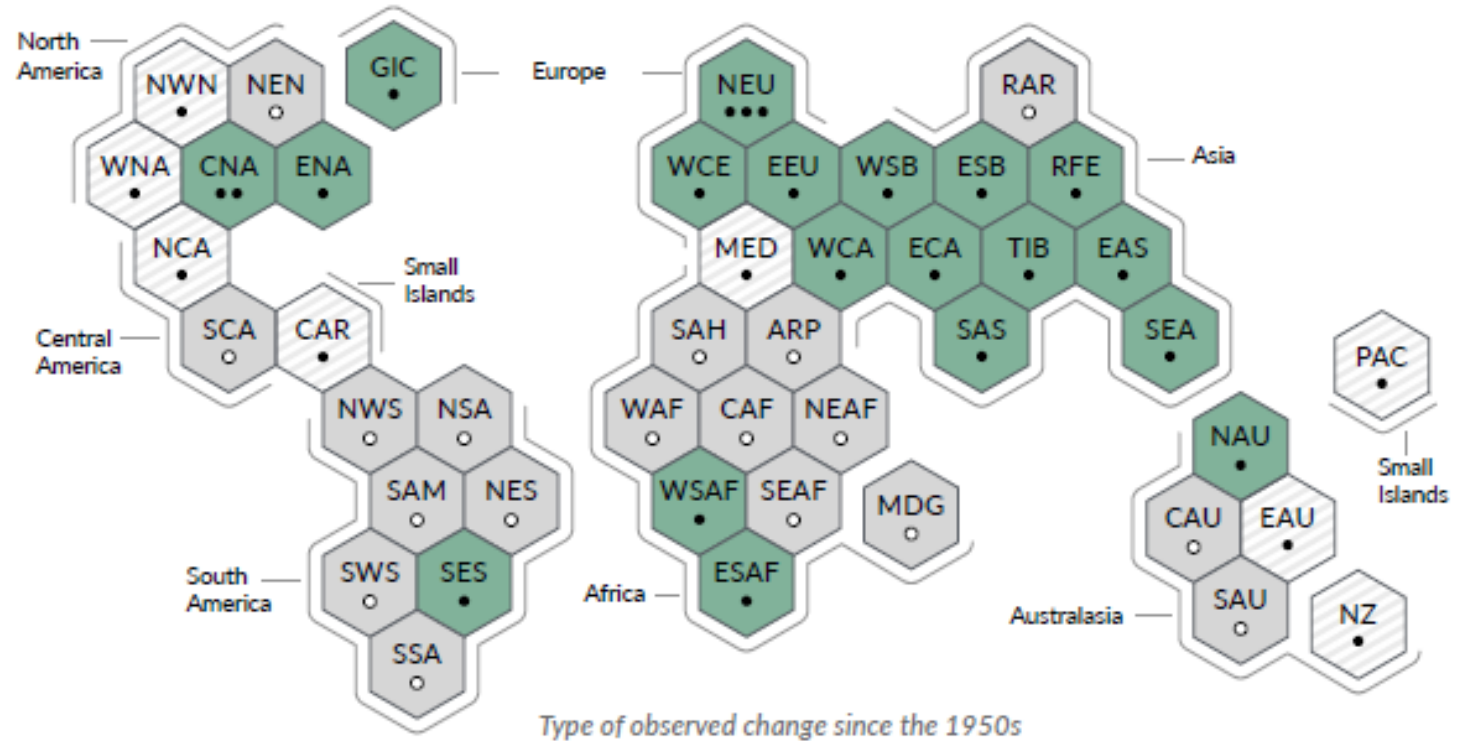
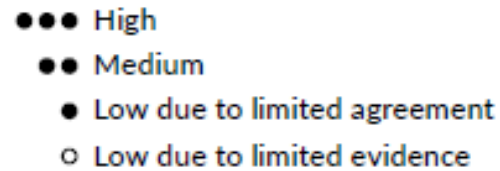
Type of observed change since the 1950s

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 in heavy precipitation

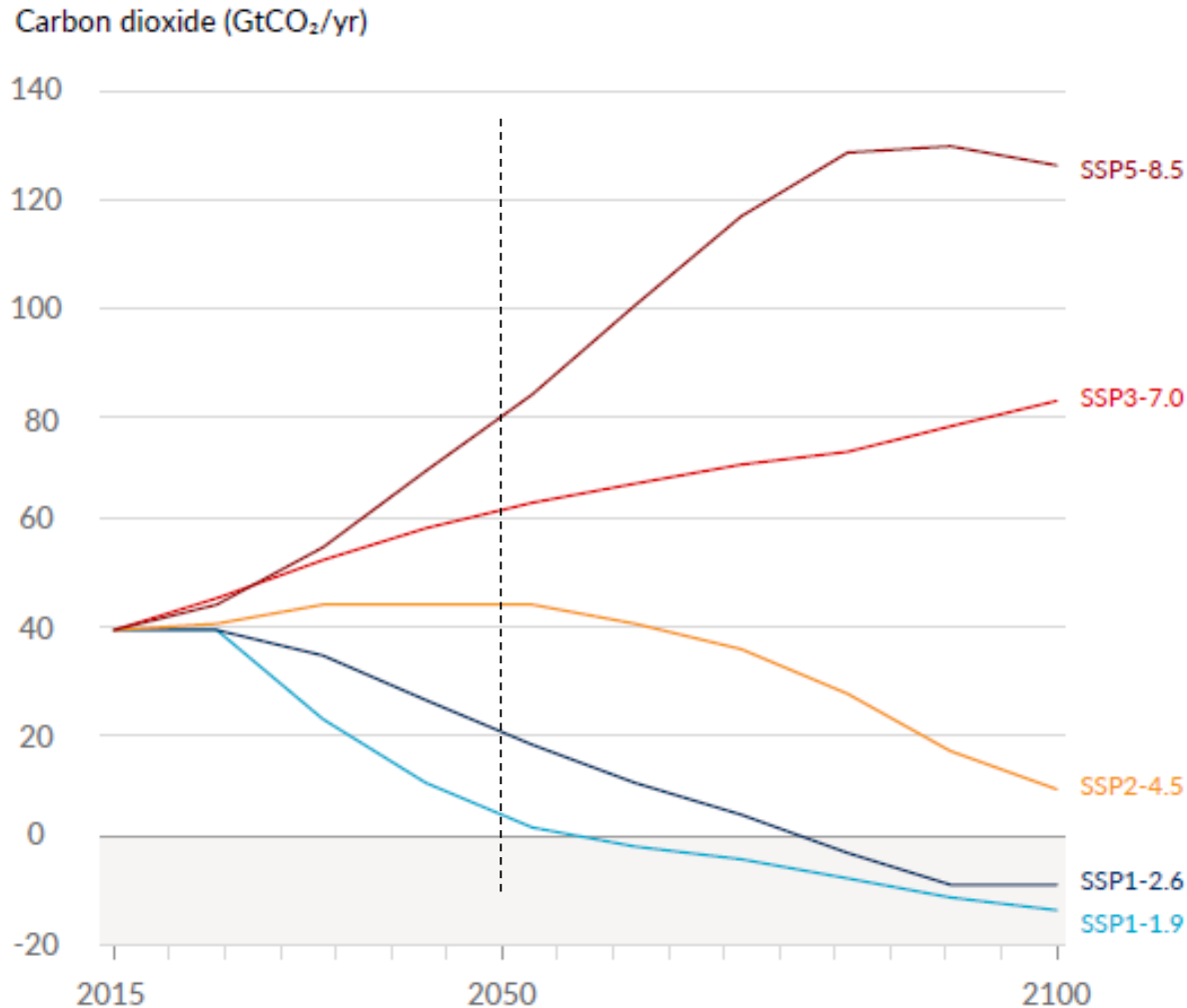


Confidence in human contribution to the observed change



Future emissions cause future additional warming, with total warming dominated by past and future CO₂ emissions

a) Future annual emissions of CO₂



CO₂ emissiooni stsenaariumid

SSP5-8.5 – väga kõrge KHG emissiooniga stsenaarium praegusega võrreldes kahekordne aastaks 2050

SSP3-7.0 – kõrge KHG emissiooniga stsenaarium praegusega võrreldes kahekordseks aastaks 2100

SSP2-4.5 – keskmise KHG emissiooniga stsenaarium praeguse emissiooni tasemega kuni sajandi keskpaigani

SSP1-2.6 – madala KHG emissiooniga stsenaarium emissioon väheneb nullini ca aastal 2080

SSP1-1.9 – väga madala KHG emissiooniga stsenaarium emissioon väheneb nullini ca aastal 2050

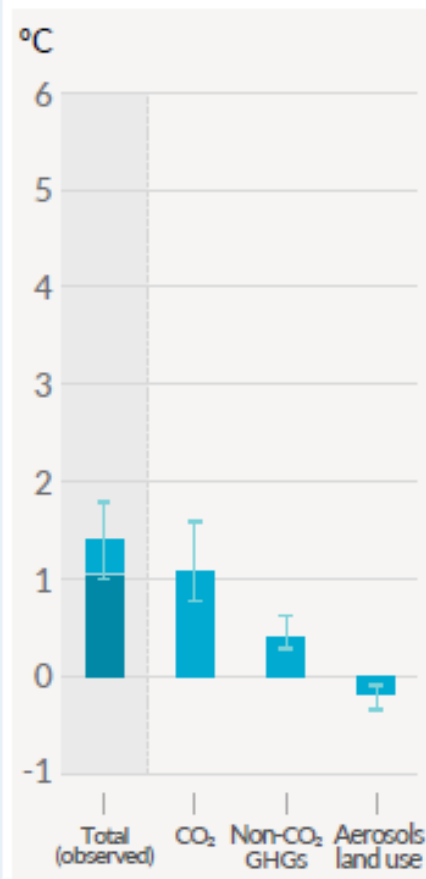
Aastal 2019 oli:

- CO₂ kontsentratsioon atmosfääris kõrgem kui vähemalt viimase 2 miljoni aasta jooksul
suurenemine võrreldes aastaga 1750 47%
- CH₄ ja N₂O kontsentratsioonid atmosfääris kõrgemad kui vähemalt viimase 800 000 aasta jooksul
suurenemine võrreldes aastaga 1750 vastavalt 156% ja 23%

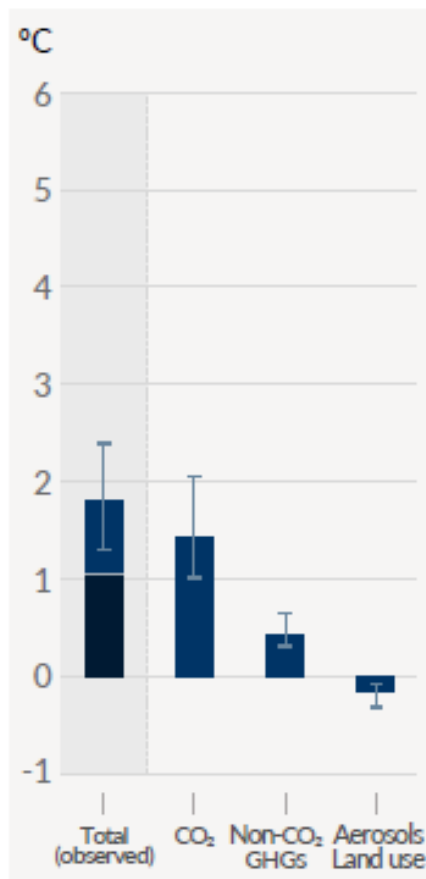
b) Contribution to global surface temperature increase from different emissions, with a dominant role of CO₂ emissions

Change in global surface temperature in 2081-2100 relative to 1850-1900 (°C)

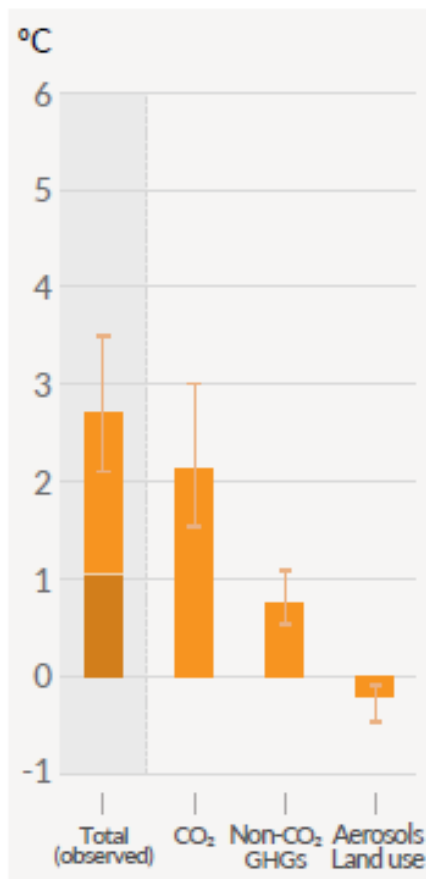
SSP1-1.9



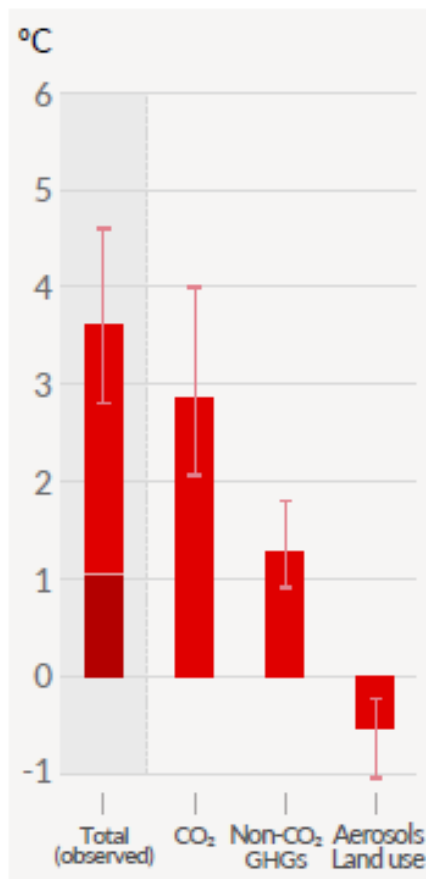
SSP1-2.6



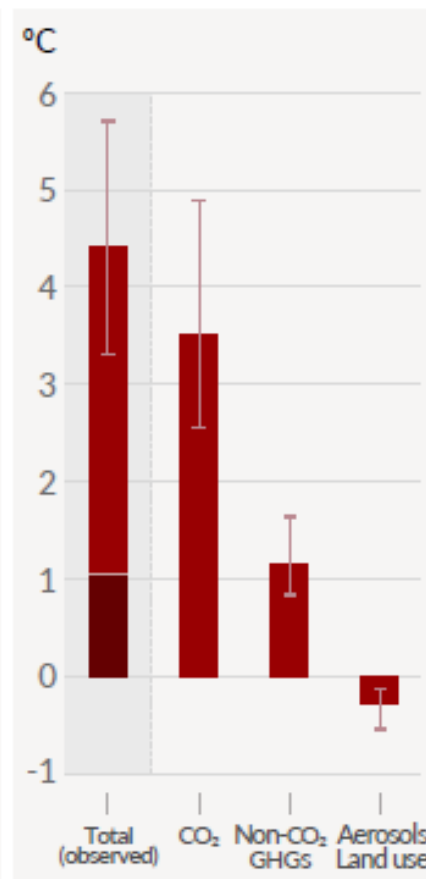
SSP2-4.5



SSP3-7.0

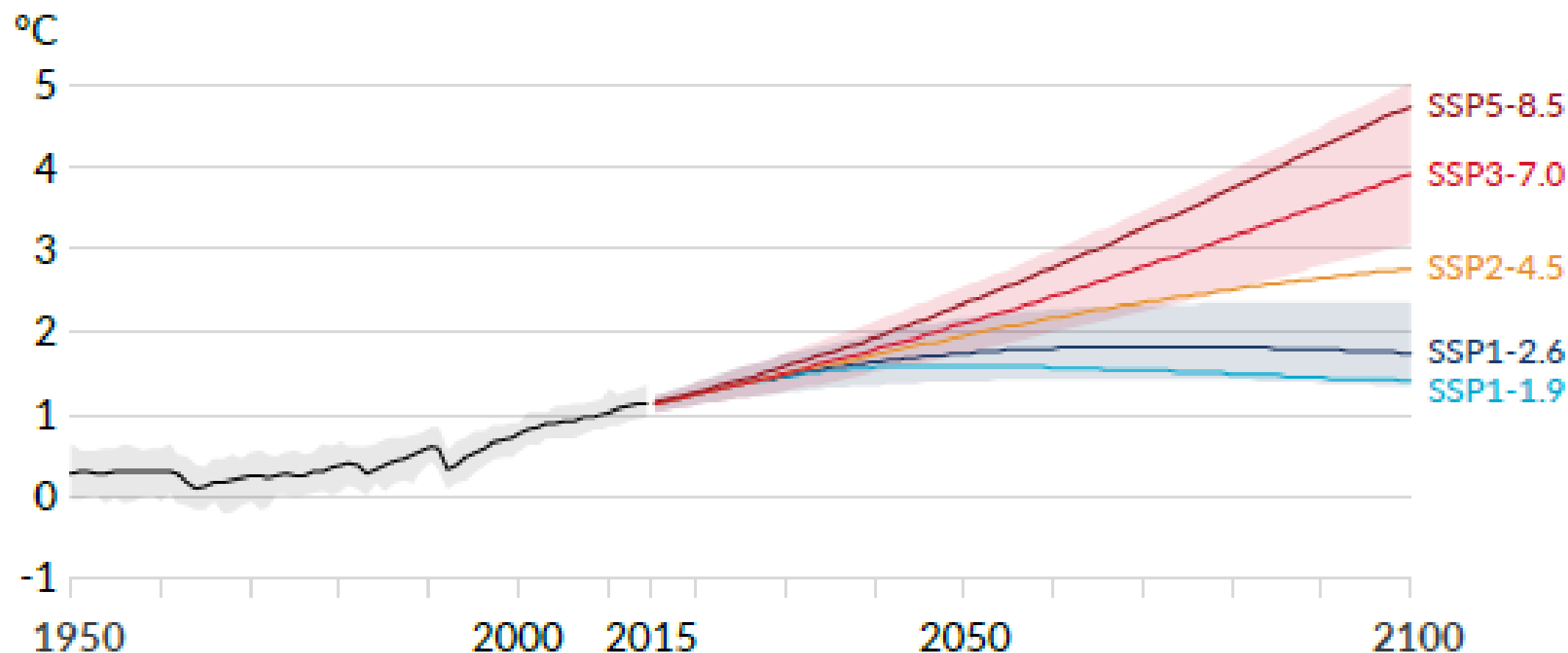


SSP5-8.5

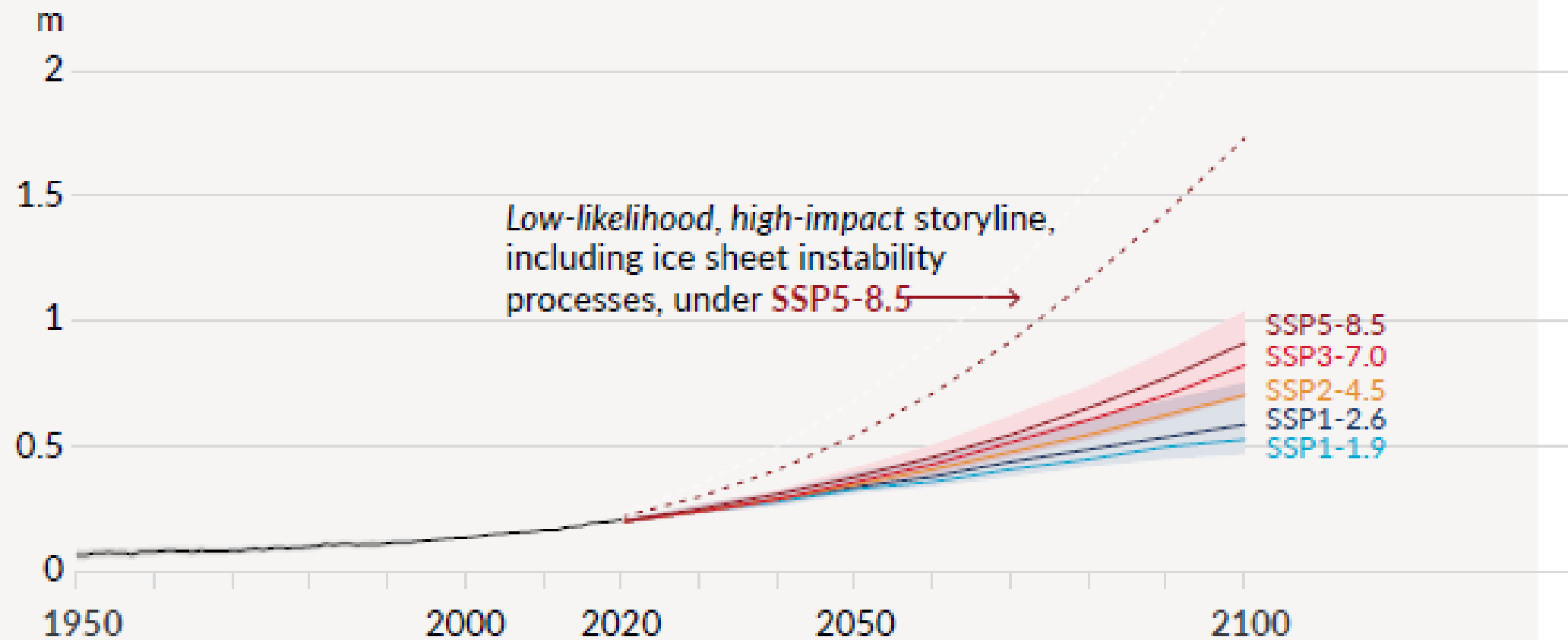


Total warming (observed warming to date in darker shade), warming from CO₂, warming from non-CO₂ GHGs and cooling from changes in aerosols and land use

a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



d) Global mean sea level change relative to 1900



Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas (KATI)

Assessment of climate change impacts and elaboration of adaptation instruments in the field of planning, land use, health and rescue management

Lõpparuanne





KESKKONNAMINISTEERIUM

Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030



Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100

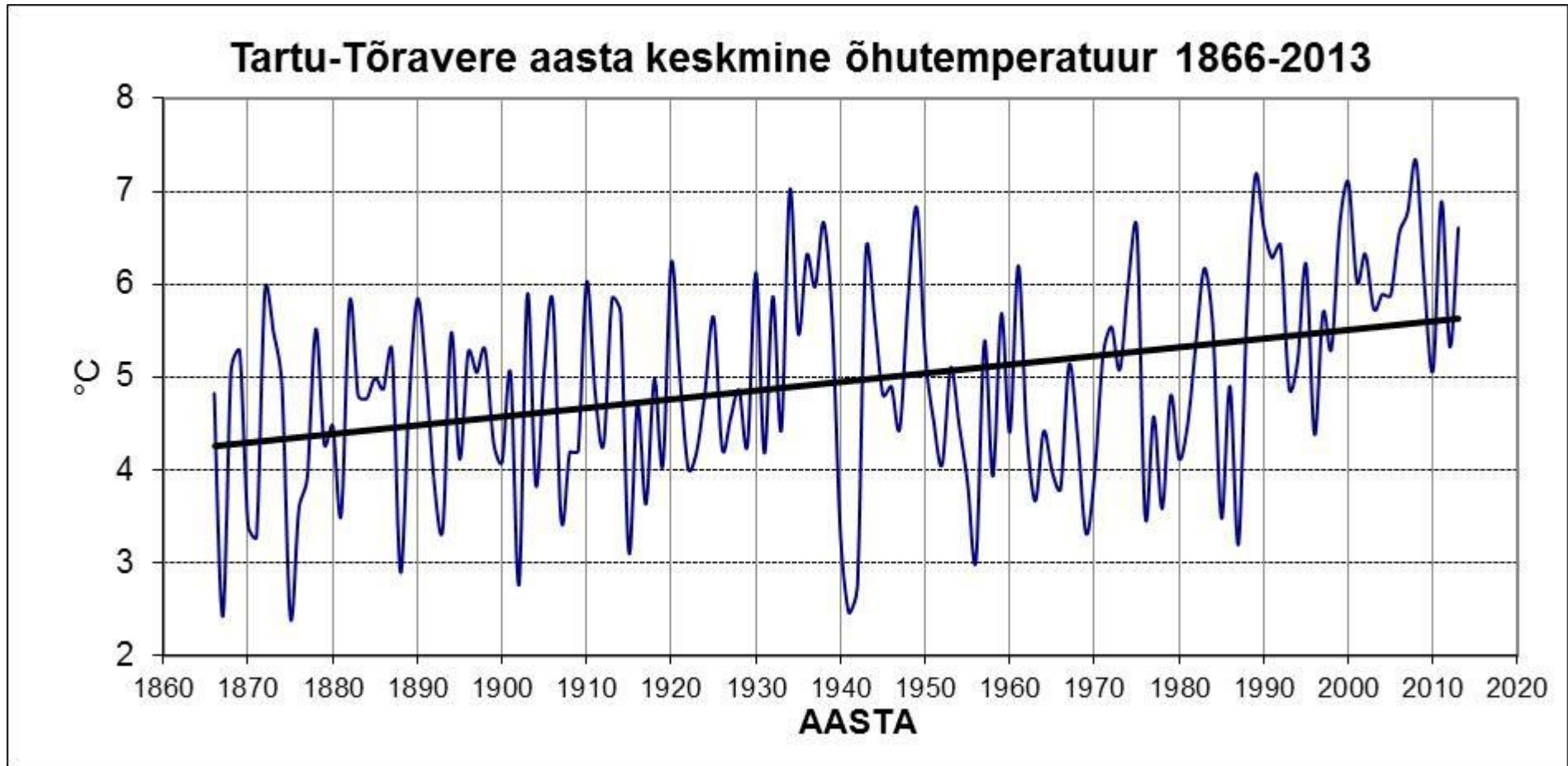
Lepingulise töö aruanne projekti “Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine” lisana

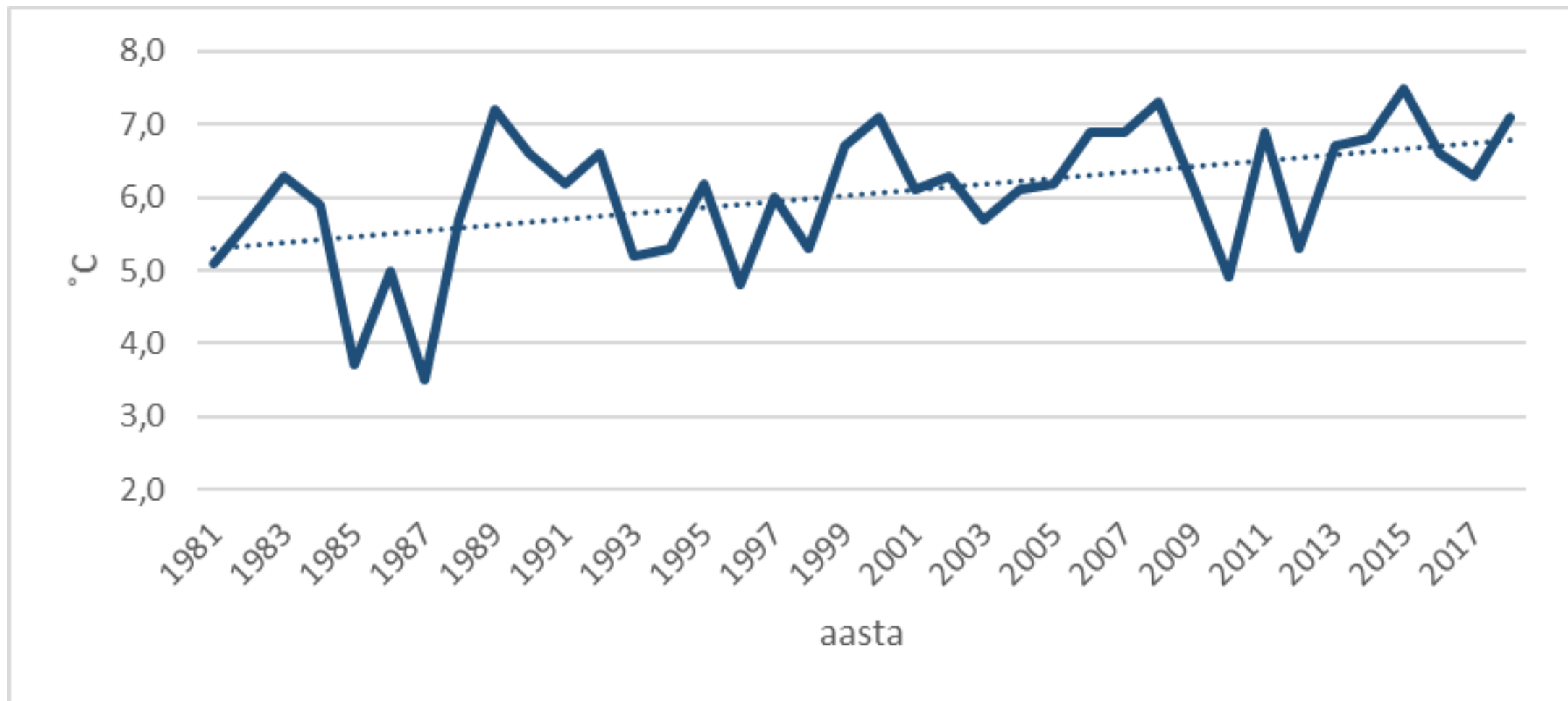
Keskkonnaagentuur

Autorid:

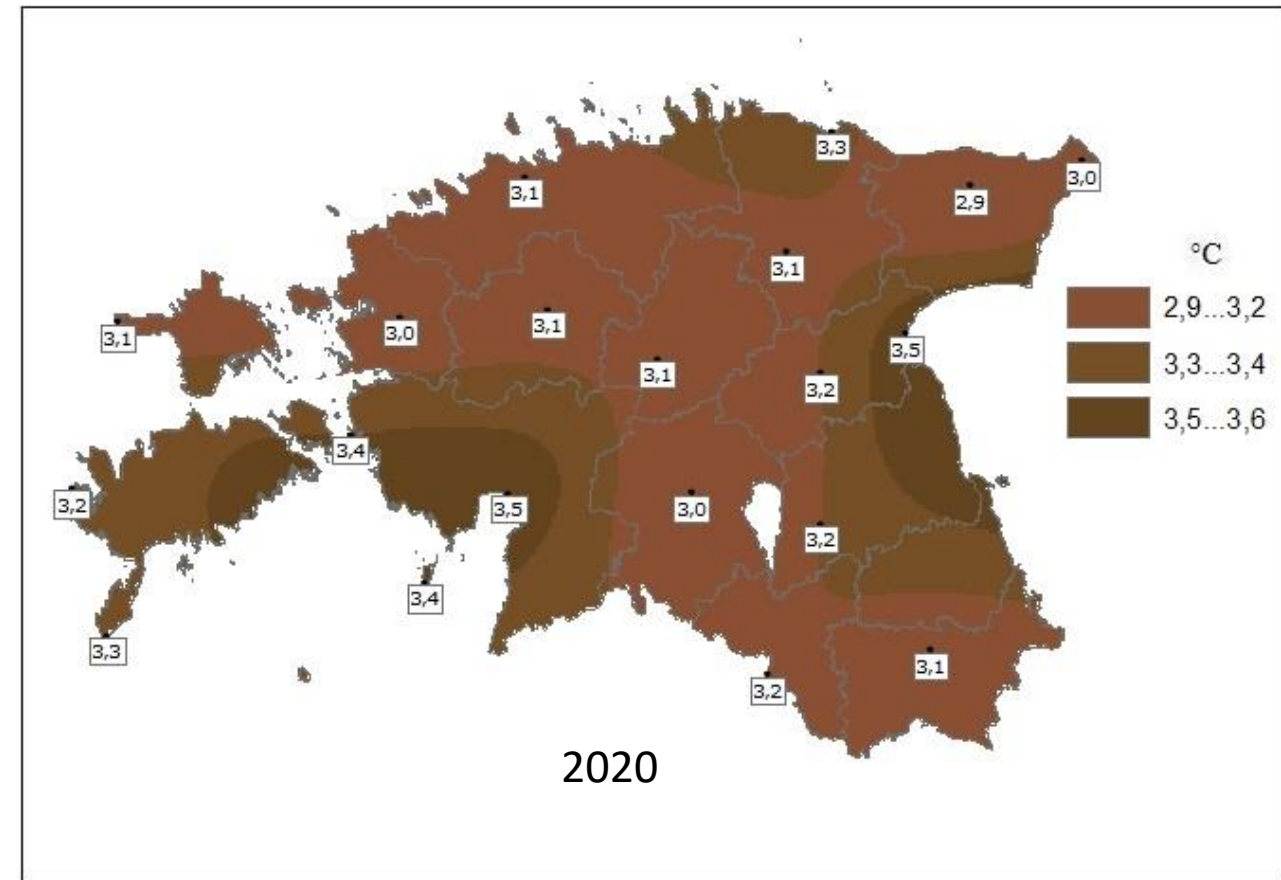
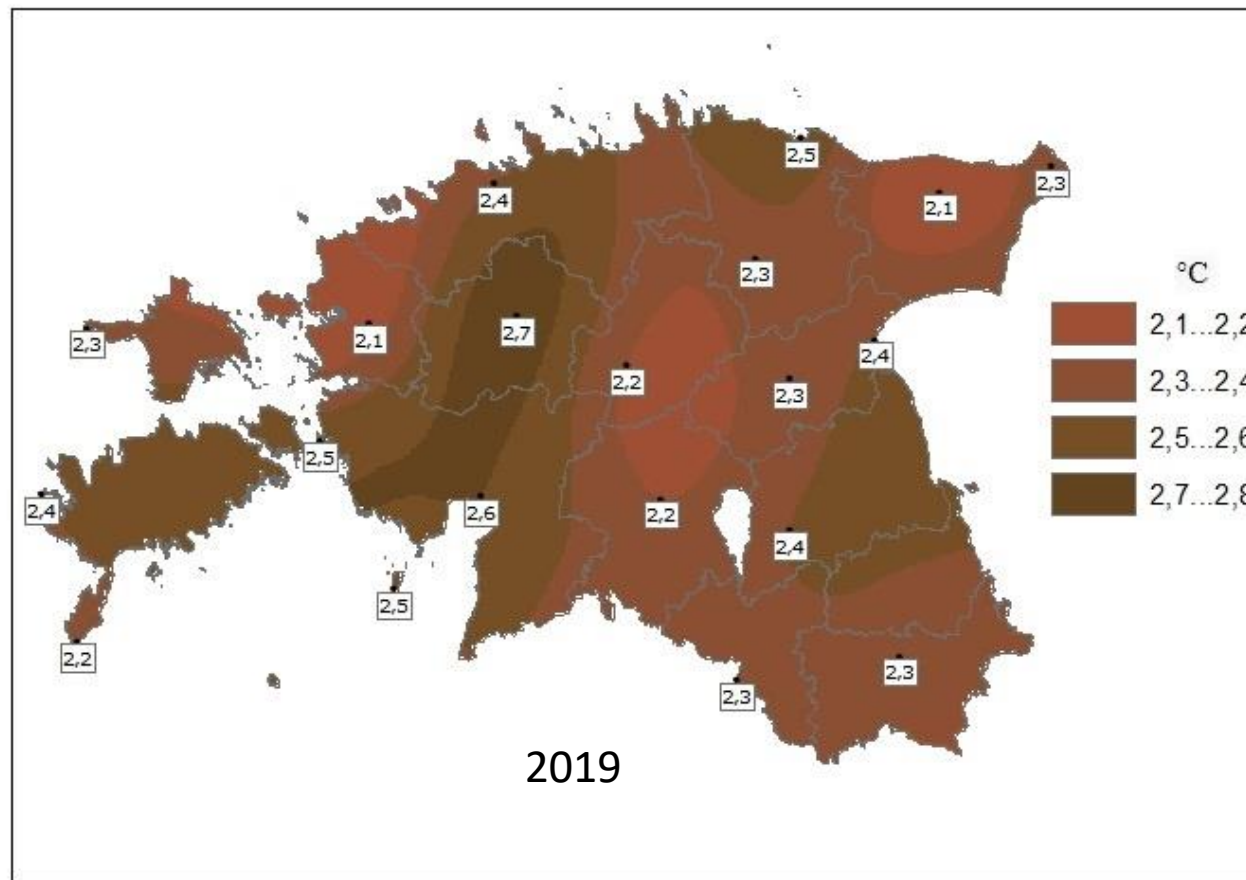
Andres Luhamaa, Ain Kallis,
Kaupo Mändla, Aarne Männik,
Tiia Pedusaar, Kai Rosin

Tallinn 2014





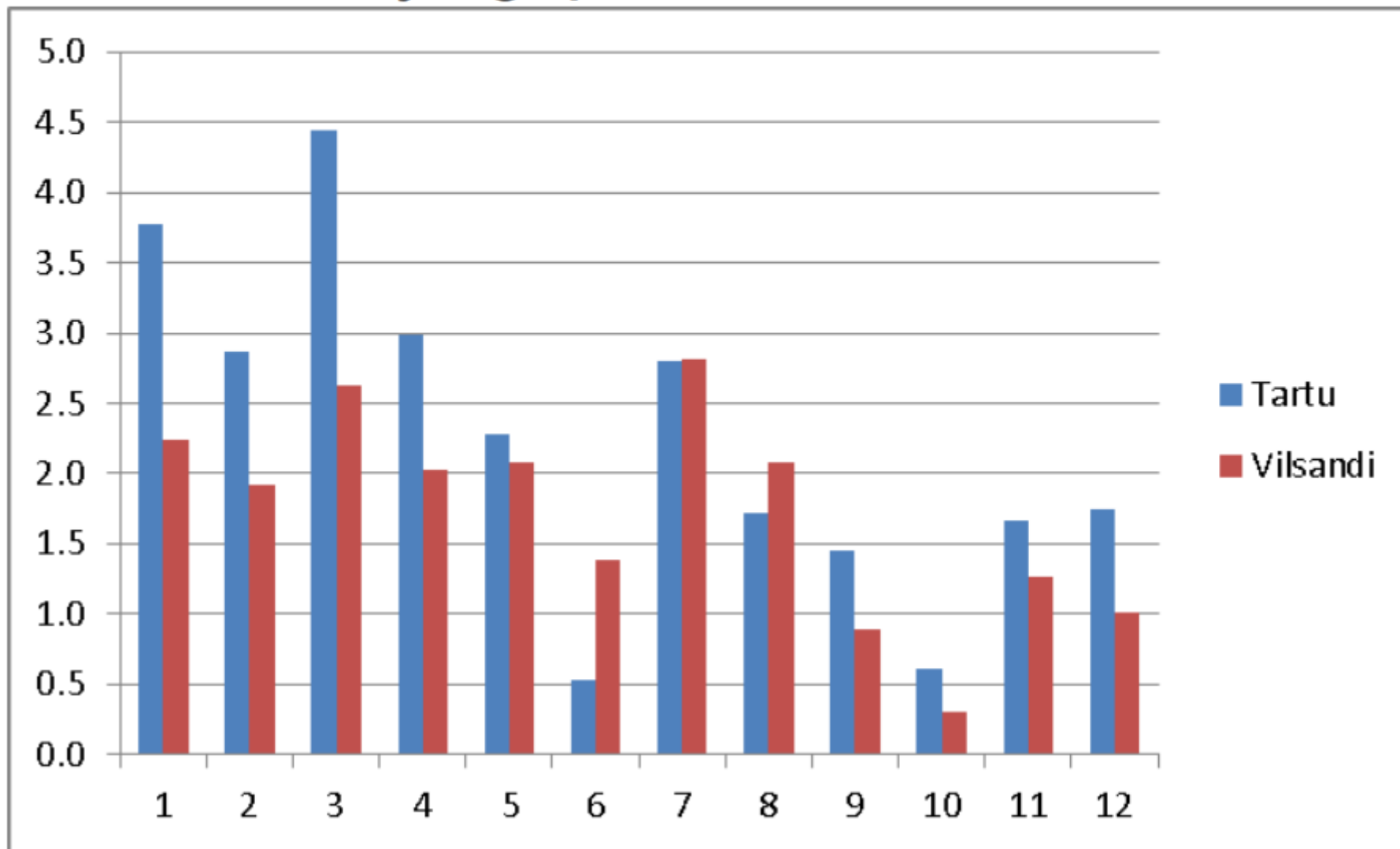
Aasta keskmised temperatuurid (°C) Tallinn-Harku ilmajaamas aastatel 1981 – 2018.



Temperatuuride erinevused 1961-1990 keskmisest temperatuurist

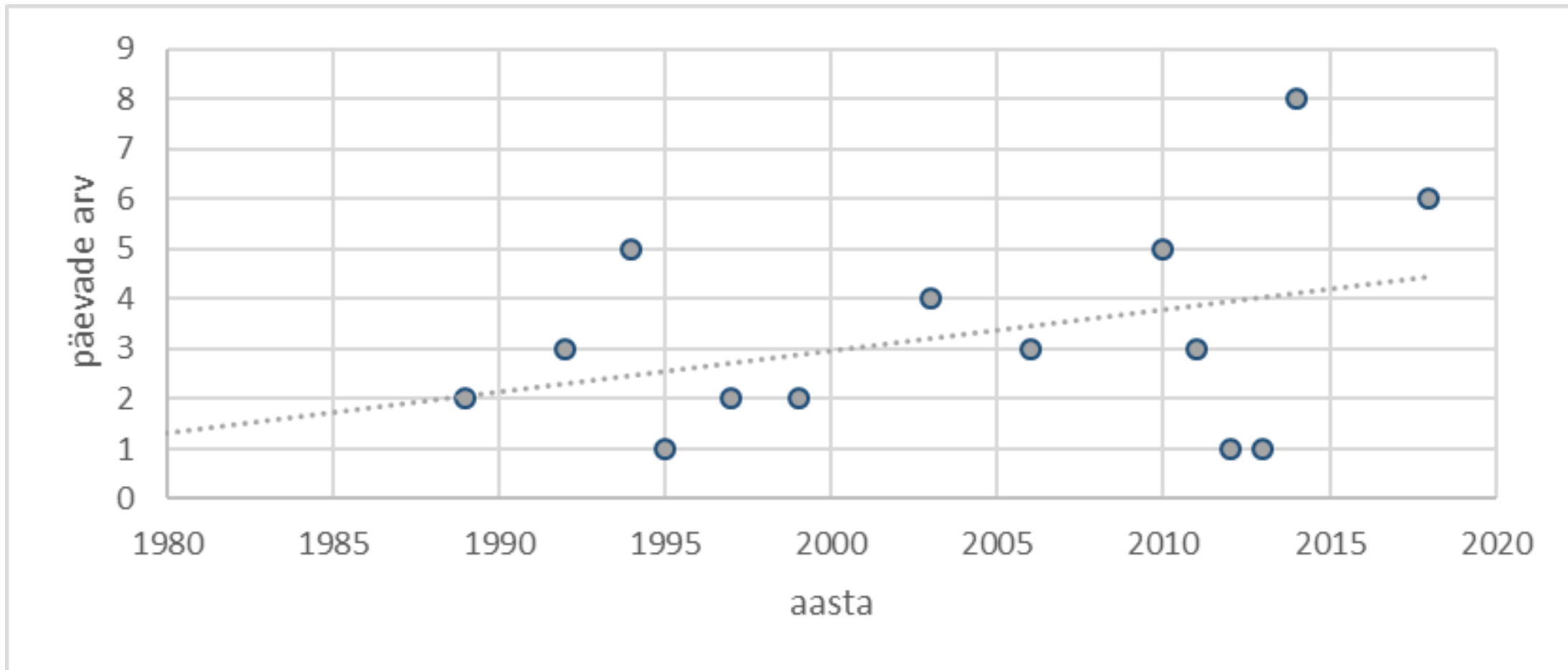
2021 aasta suvi soojem alates 1922 aastast.

Kuu keskmise õhutemperatuuri muutus trendi järgi perioodil 1950-2014

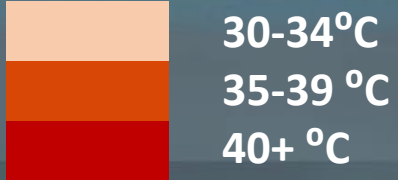


Tabel 7: Temperatuuri absoluutne muutus (°C) võrreldes kontrollperioodiga 1971-2000, kogu ansambli hõlmatava ala keskmise jaoks.

Periood	2041-2070	2071-2100	2041-2070	2071-2100
Stsenaarium	RCP4.5		RCP8.5	
Talv (DJV)	2,3	3,1	2,9	4,9
Kevad (MAM)	2,4	3,4	3,1	4,9
Suvi (JJA)	1,6	2,2	2,2	3,8
Sügis (SON)	1,7	2,2	2,2	3,6
Aasta keskmine	2,0	2,7	2,6	4,3



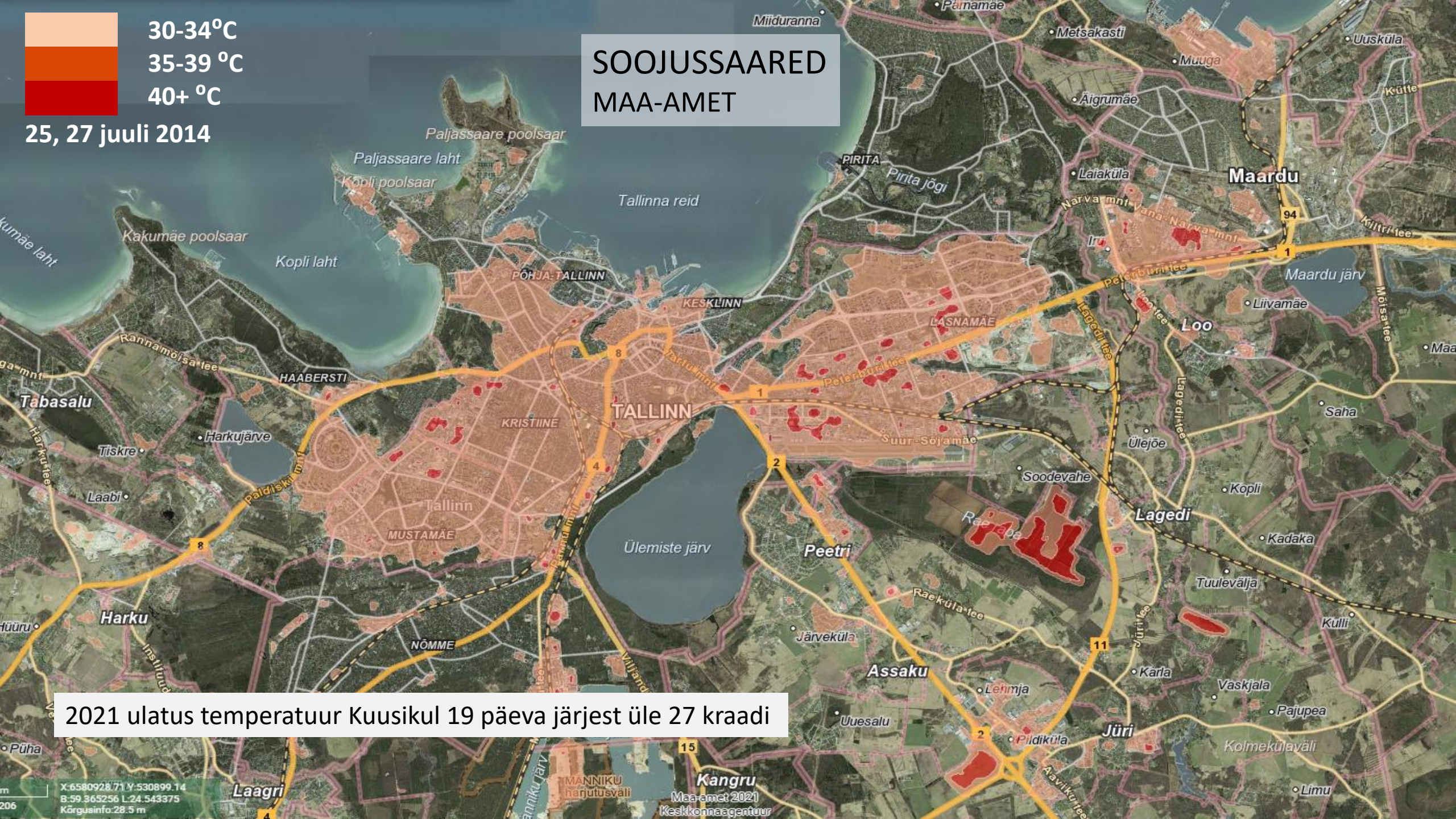
Üle 30 °C maksimumtemperatuuriga päevade arv Tallinn-Harku ilmajaamas aastatel 1980 – 2018.



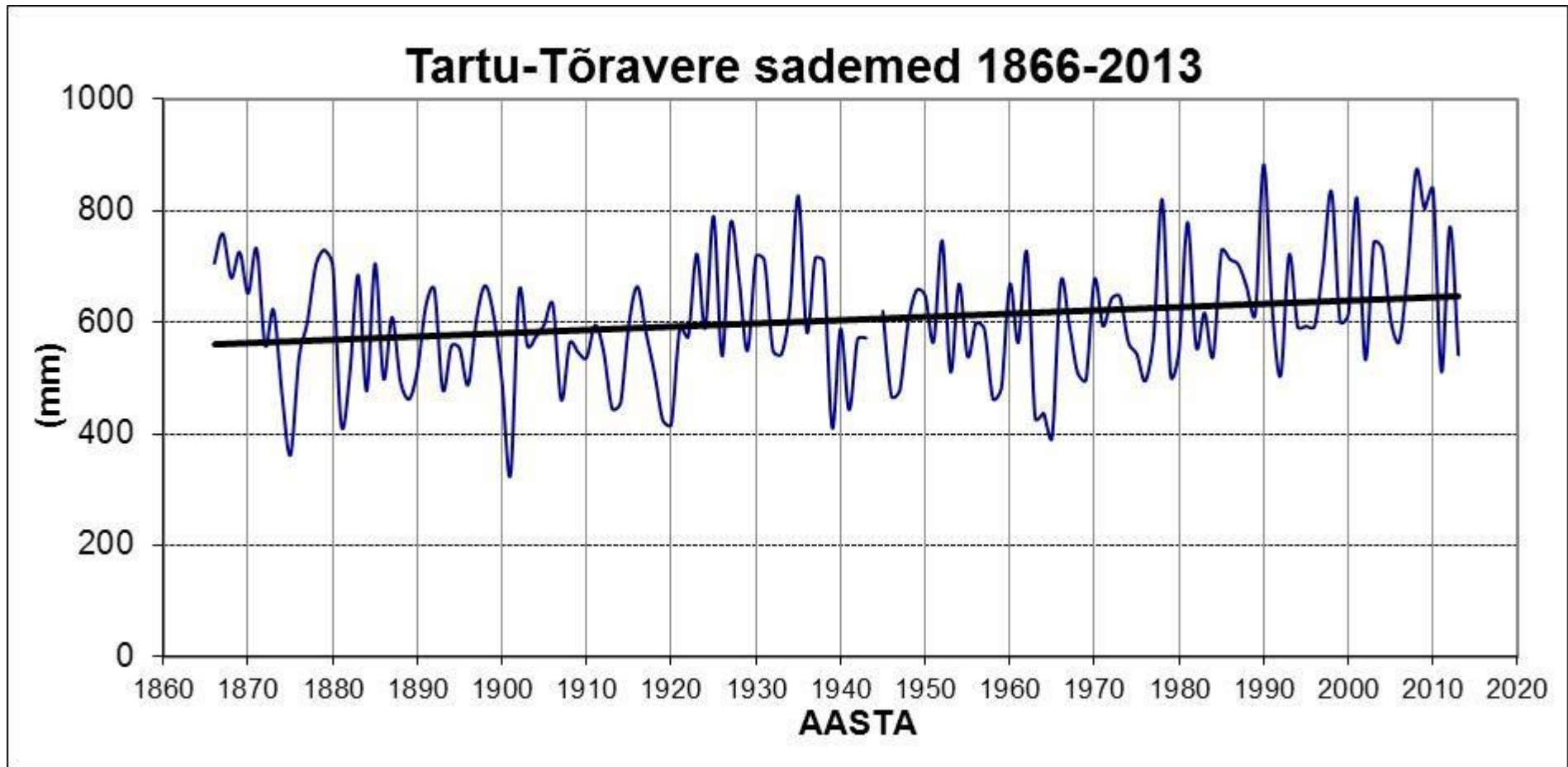
30-34°C
35-39°C
40+ °C

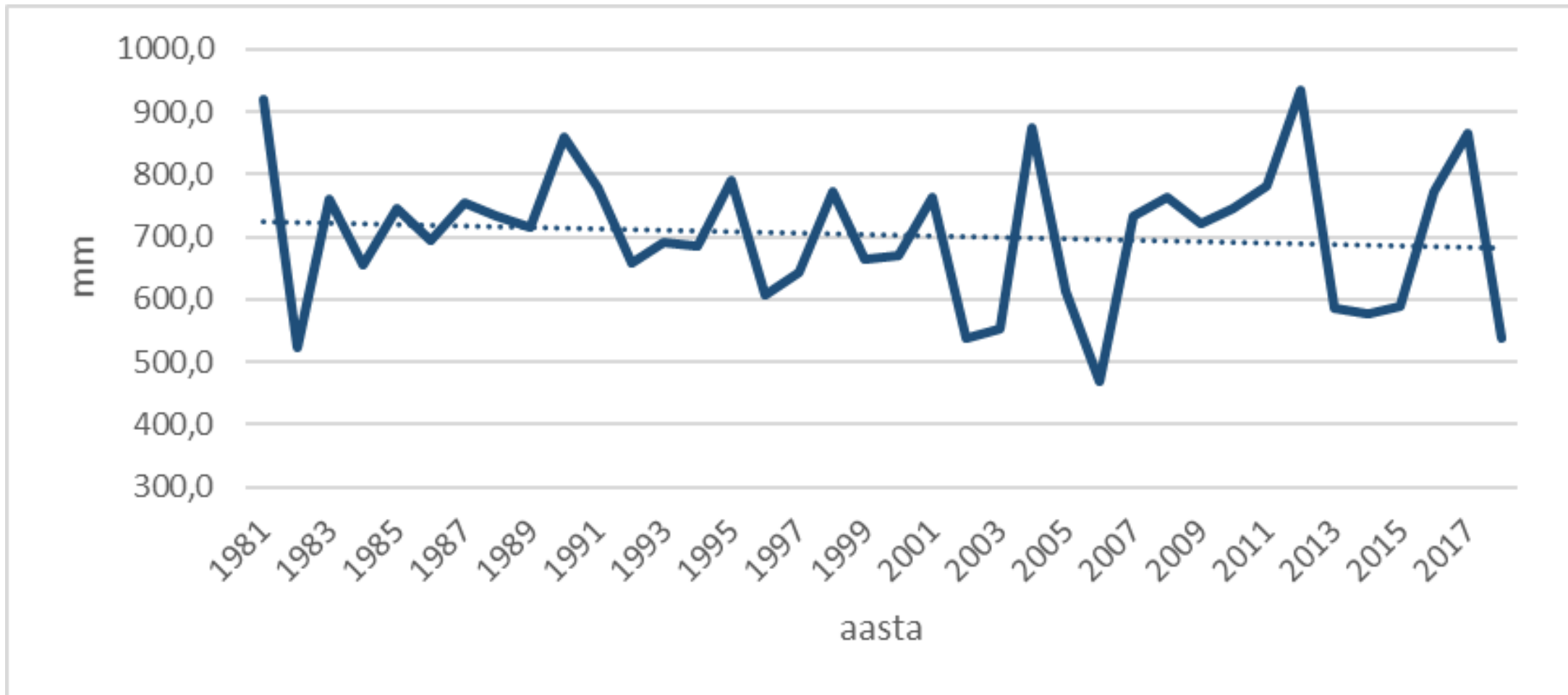
25, 27 juuli 2014

SOOJUSSAARED MAA-AMET



2021 ulatus temperatuur Kuusikul 19 päeva järjest üle 27 kraadi





Aasta keskmised sademete hulgad (mm) Tallinn-Harku ilmajaamas aastatel 1981 – 2018

Tabel 10: Suhteline sademete muutus (valem 2 lk 27) stsenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 ning ajavahemike 2041-2070 ja 2071-2100 jaoks, võrreldes kontrollperioodiga 1971-2000.

Periood	2041-2070	2071-2100	2041-2070	2071-2100
Stsenaarium	RCP4.5		RCP8.5	
DJV	9 %	16 %	15 %	22 %
MAM	10 %	21 %	16 %	24 %
JJA	11 %	15 %	18 %	19 %
SON	10 %	11 %	8 %	12 %
Aasta keskmine	10 %	16 %	14 %	19 %

Tabel 13: Ööpäevas 30 mm ületavate sademete esinemise sageduse projitseeritud suhtelised muutused (valem 2 lk 27) aastaaegade, stsenaariumite ja prognoositud perioodide kaupa. Kontroll näitab sündmuse esinemise tõenäosust kindlas punktis ühel päeval kontrollperioodil 1971-2000.

Periood	2041-2070	2071-2100	2041-2070	2071-2100	
Stsenaarium	RCP4.5		RCP8.5		kontroll
SON	188 %	184 %	174 %	245 %	0,16 %
DJV	201 %	141 %	231 %	435 %	0,01 %
MAM	158 %	207 %	209 %	244 %	0,08 %
JJA	124 %	137 %	139 %	165 %	0,54 %

Tabel 3. Maksimaalsete intensiivsustega vihmad.

Meteoroloogiajaam	Kuupäev	Max intensiivsus	Intensiivsuse kestus	Vihma pikkus	Kogus
		mm/min	min	min	mm
Tiirikoja	20.06.1980	5.4	1	5	6.2
Tooma	23.08.1969	4.8	1	103	11.6
Tallinn	21.06.1972	3.6	1	76	15.7
Tooma	22.07.1957	3.57	3	91	38.7
Jõhvi	25.07.1957	3.37	3	192	43.8
Elva	02.07.1965	3.4	1	18	4.5

Tabel 4. Suurimad vihmad meteoroloogiajaamades erinevate kestuste korral (sulgudes aasta).

Jaam	10 min	20 min	30 min	40 min	60 min	90 min	120 min	180 min	240 min
Vilsandi	16.1 (1967)	27.6 (1979)	37.0 (1979)	39.1 (1979)	39.8 (1979)	42.5 (2000)	43.4 (2000)	44.9 (2000)	50.4 (2000)
Sõrve	18.9 (2019)	28.1 (2019)	36.4 (2019)	39.6 (2019)	48.8 (2019)	52.8 (2019)	64.7 (2013)	79.6 (2013)	105.0 (2013)
Ristna	16.0 (2001)	28.8 (2001)	41.6 (2001)	44.9 (2001)	51.4 (2001)	51.6 (2001)	51.7 (2001)	52.9 (2001)	52.9 (2001)
Lääne-Nigula	19.0 (1998)	26.6 (2016)	30.1 (2016)	32.3 (2016)	35.7 (2016)	38.9 (1996)	47.0 (1996)	50.7 (1996)	56.4 (1996)
Viljandi	24.6 (2012)	30.2 (2003)	37.4 (1966)	42.0 (1966)	46.9 (1966)	49.1 (1966)	57.7 (1966)	59.8 (1966)	59.8 (1966)
Väike-Maarja	20.3 (2014)	26.3 (1994)	34.7 (1994)	41.7 (1994)	43.3 (1994)	45.0 (1994)	48.8 (1994)	54.2 (1994)	64.6 (1986)
Jõhvi	20.5 (2016)	40.4 (2000)	50.4 (2000)	52.6 (2000)	54.6 (2000)	58.9 (2000)	63.1 (2000)	66.2 (2000)	66.2 (2000)
Tallinn	19.3 (1983)	26.8 (1983)	33.2 (1994)	40.9 (1994)	45.0 (1994)	46.2 (1954)	46.5 (1954)	55.7 (1954)	57.6 (1954)
Elva-Tõravere	16.2 (1986)	21.0 (1986)	27.2 (1970)	34.6 (1970)	40.6 (1970)	41.6 (1970)	51.1 (2016)	67.4 (2016)	73.6 (2016)
Tiirikoja	14.4 (1999)	21.4 (1975)	28.7 (1975)	32.1 (1975)	37.5 (2011)	48.1 (2011)	50.6 (2011)	54.2 (2011)	57.8 (2011)
Jõgeva - Tooma	25.6 (1957)	39.0 (1994)	49.1 (1994)	64.5 (1994)	78.6 (1994)	88.9 (1994)	90.6 (1994)	99.4 (1994)	99.7 (1994)

Tabel 5. Ööpäevas 30 mm ületavate sademete projitseeritud esinemise sagedused aastaegade, stsenaariumite ja prognoositud perioodide kaupa (ümbearvutatud rapordist „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“).

Periood	1971 – 2000	2041–2070		2071–2100	
Stsenaarium	kontroll	RCP 4.5		RCP 8.5	
SON	18	33	32	31	43
DJV	1	2	2	3	5
MAM	9	14	18	18	21
JJA	59	73	81	82	98

Kohanemiskavad:

Säästva energiamajanduse ja kliimamuutustega kohanemise kava
Ingl k *Sustainable Energy and Climate Action Plan*, SECAP.

Kliimaneutraalne Tallinn

Tallinna säästva energiamajanduse ja kliimamuutustega kohanemise kava 2030
Tallinn

Tartu linna säästva energia- ja kliimakava „Tartu energia 2030“

Juulis 2011 oli Kopenhaagenis kõigi aegade suurim sademete hulk (üle 100 mm ööpäevas), põhjustas ulatuslikud üleujutused ja ainuüksi kindlustuskahjusid üle 1 miljardi €

Linnad valmistavad sademevee strateegiad kus tuuakse välja kliima riskid ja kohanemise kava

Green – blue strategies

Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)

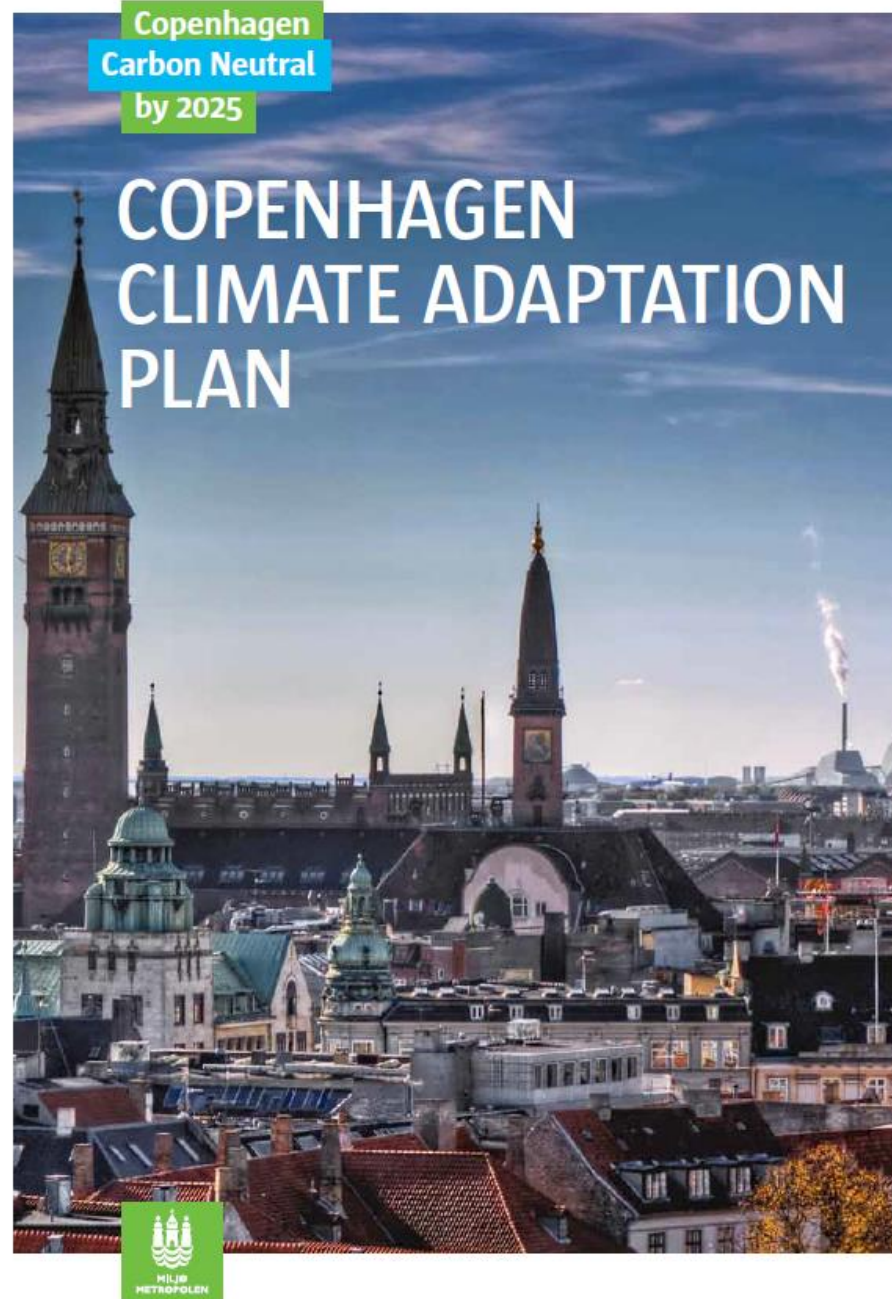


Figure 4 shows a map of the extent of a high water in Inner Copenhagen that reaches 226 cm above the surface of the sea.



Kliimaneutraalne Tallinn

Tallinna säästva energiamajanduse ja
kliimamuutustega kohanemise kava 2030



„Kliimaneutraalses Tallinnas“ on seatud eesmärgid nii kliimamuutuste leevendamiseks⁵ kui ka nendega kohanemiseks⁶:

- **vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside (edaspidi *KHG*) heitkogust 40% ning püüelda kliimaneutraalsuse saavutamise poole;**
- **kavandada tegevusi, et paremini kohaneda kliimamuutustest tingitud muutuste ja riskidega.**

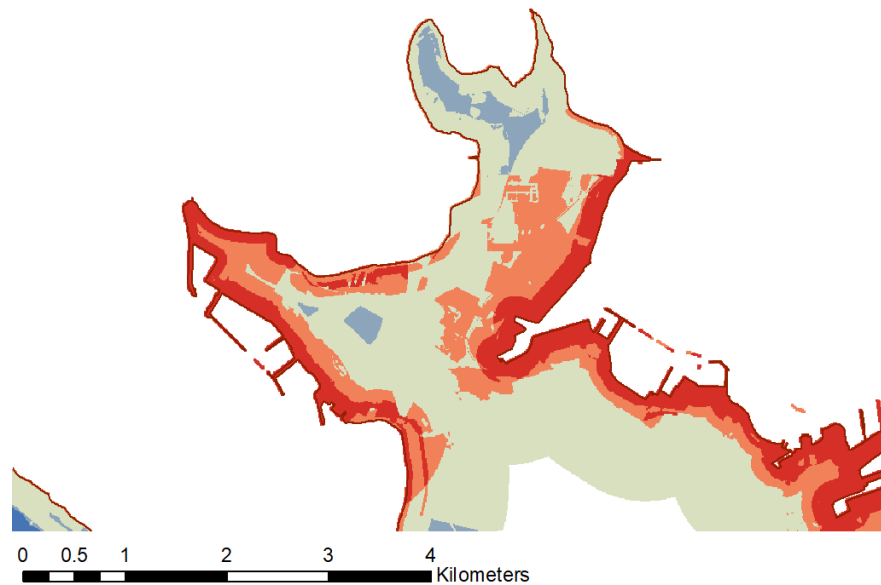
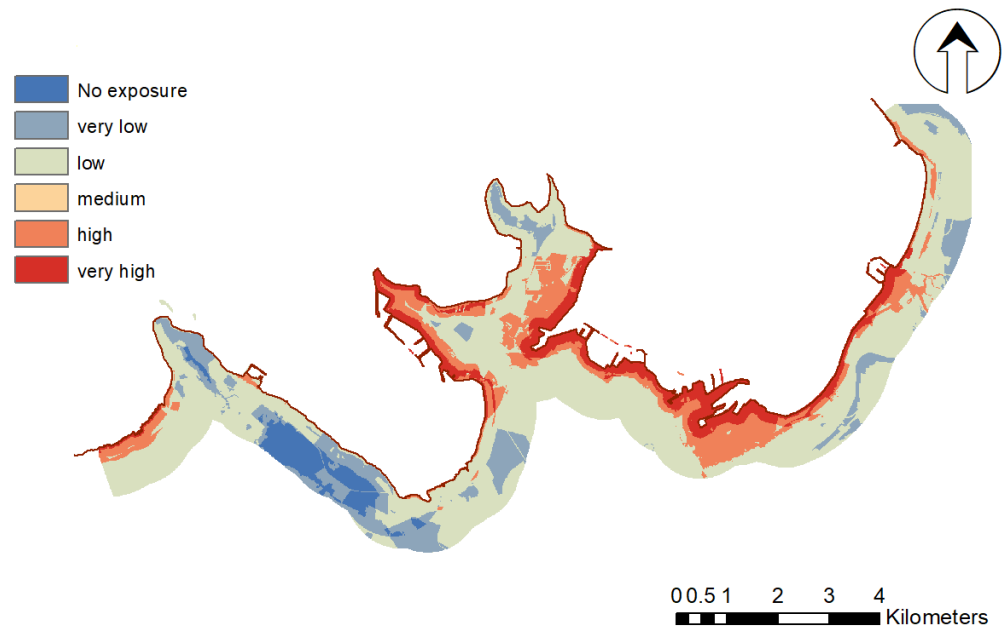
Nende eesmärkide saavutamiseks rakendatavad meetmed on jagatud suundadeks⁷:

- hoonestu KHG heite vähendamine;
- transpordi KHG heite vähendamine;
- energiamajanduse KHG heite vähendamine;
- kliimamuutustega kohanemine;

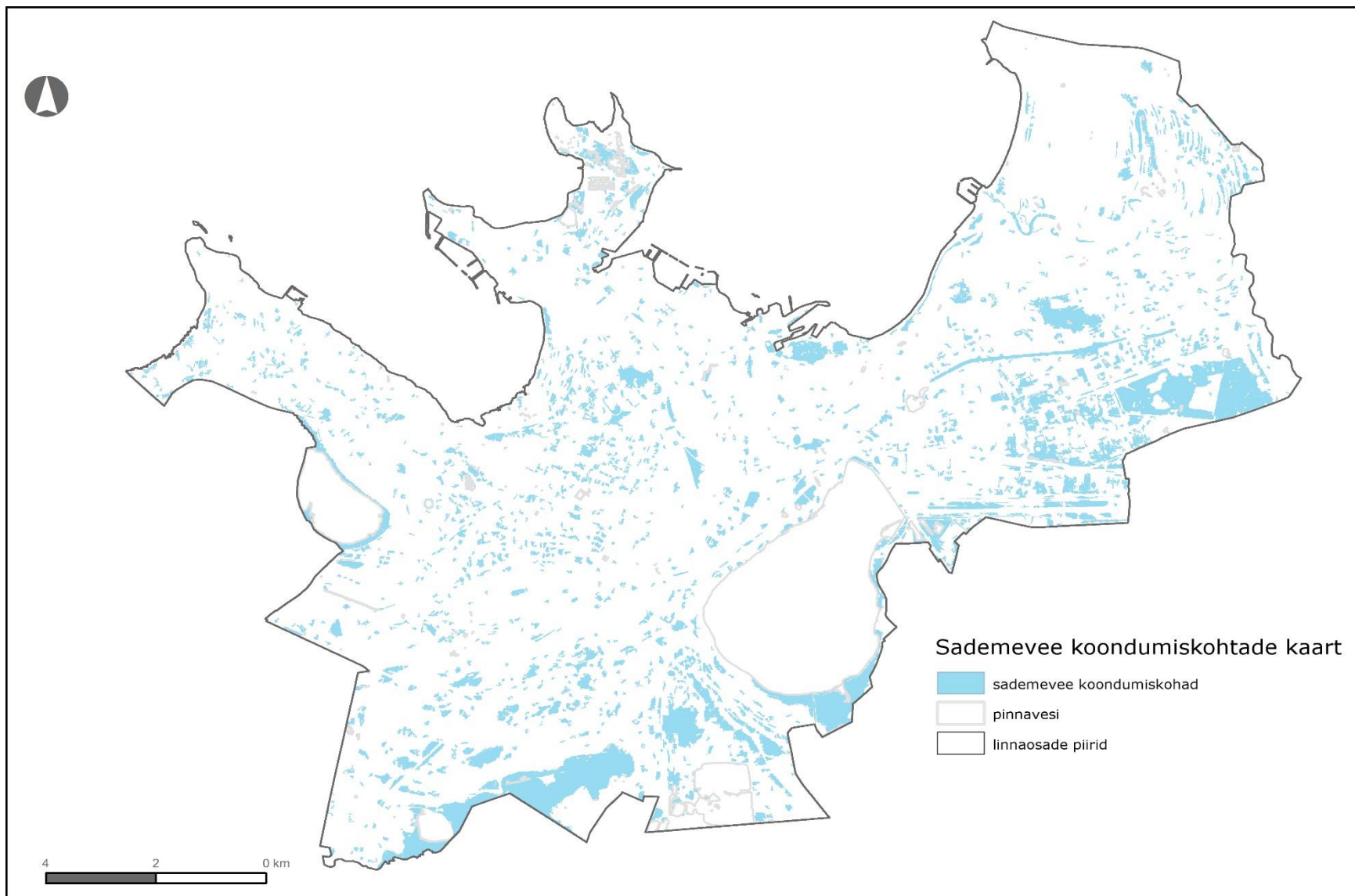
Kliimaneutraalne Tallinn

Tallinna säästva energiamajanduse ja kliimamuutustega kohanemise kava 2030

Tallinn

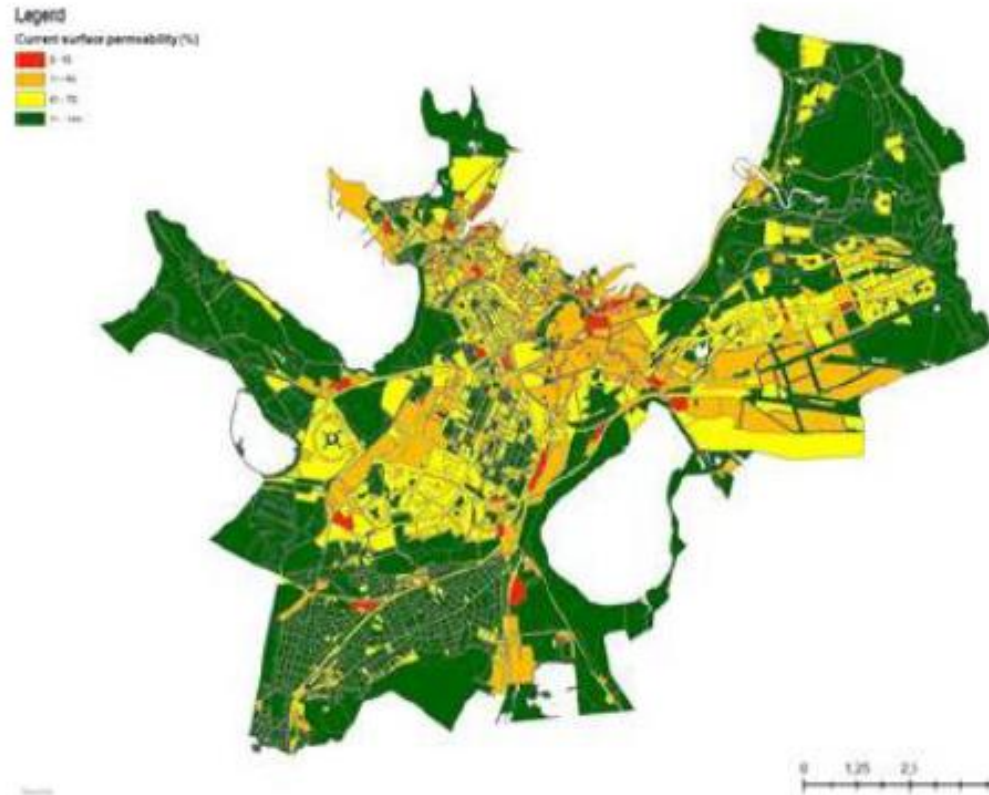


Tallinna mere põhjustatud
üleujutusriskid

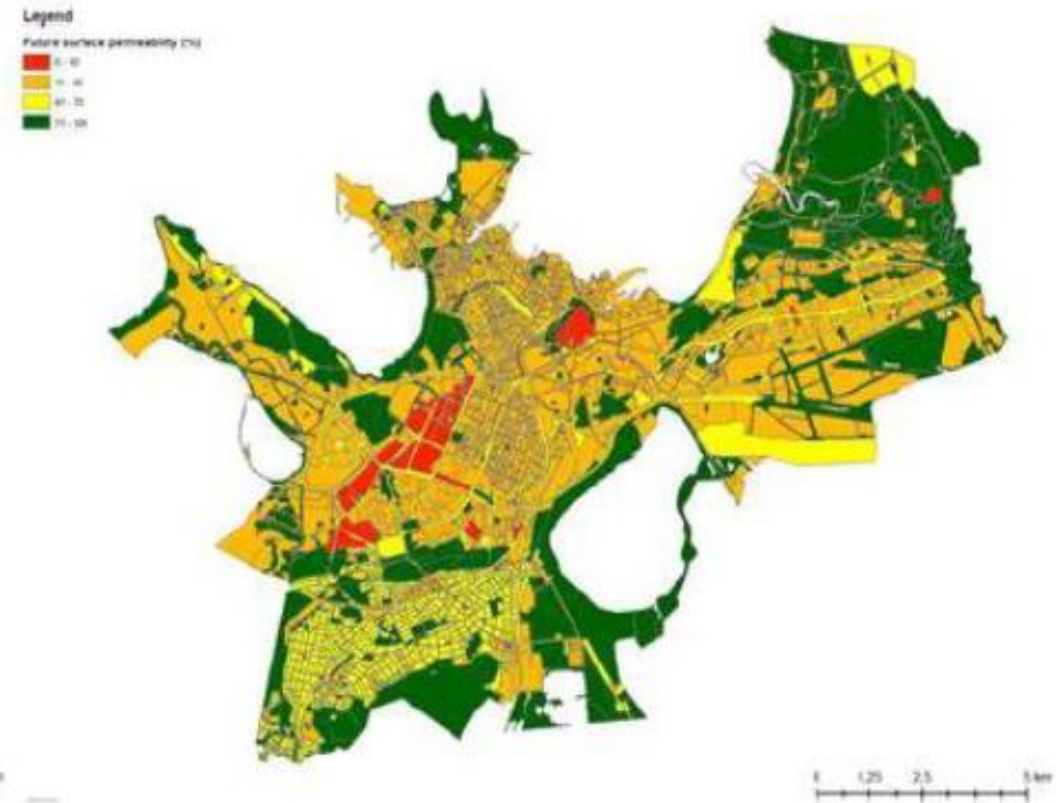


Madalpunktid Tallinnas, kuhu sademevesi võib koonduda. Neil aladel puudub looduslik drenaaž. Tormide ja paduvihmade korral koguneb sinna vesi ka ümberkaudsetelt aladelt ja sellega kaasneb üleujutus madalpunkti mõjualasse jäävas piirkonnas.

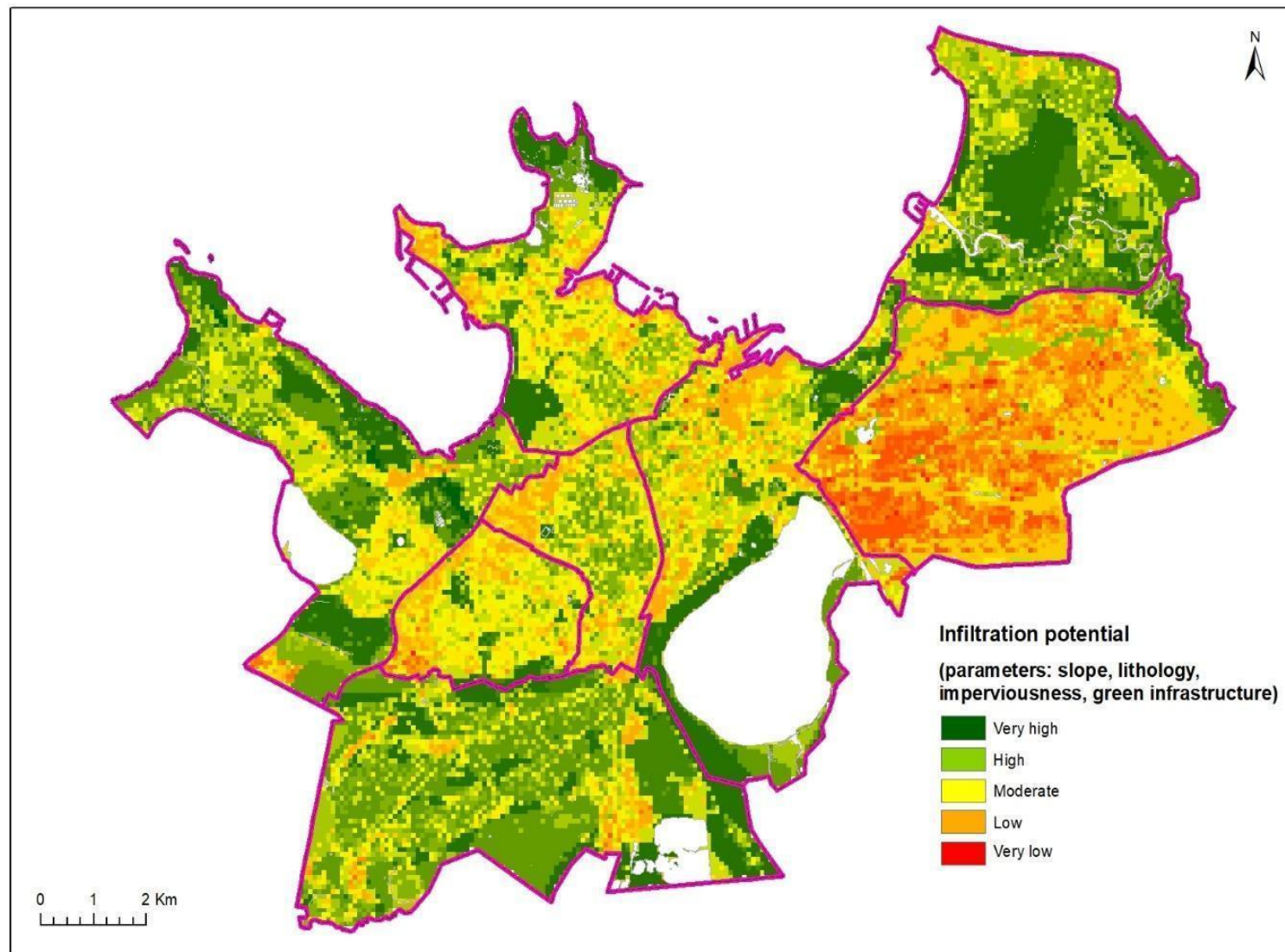
Surface permeability, today



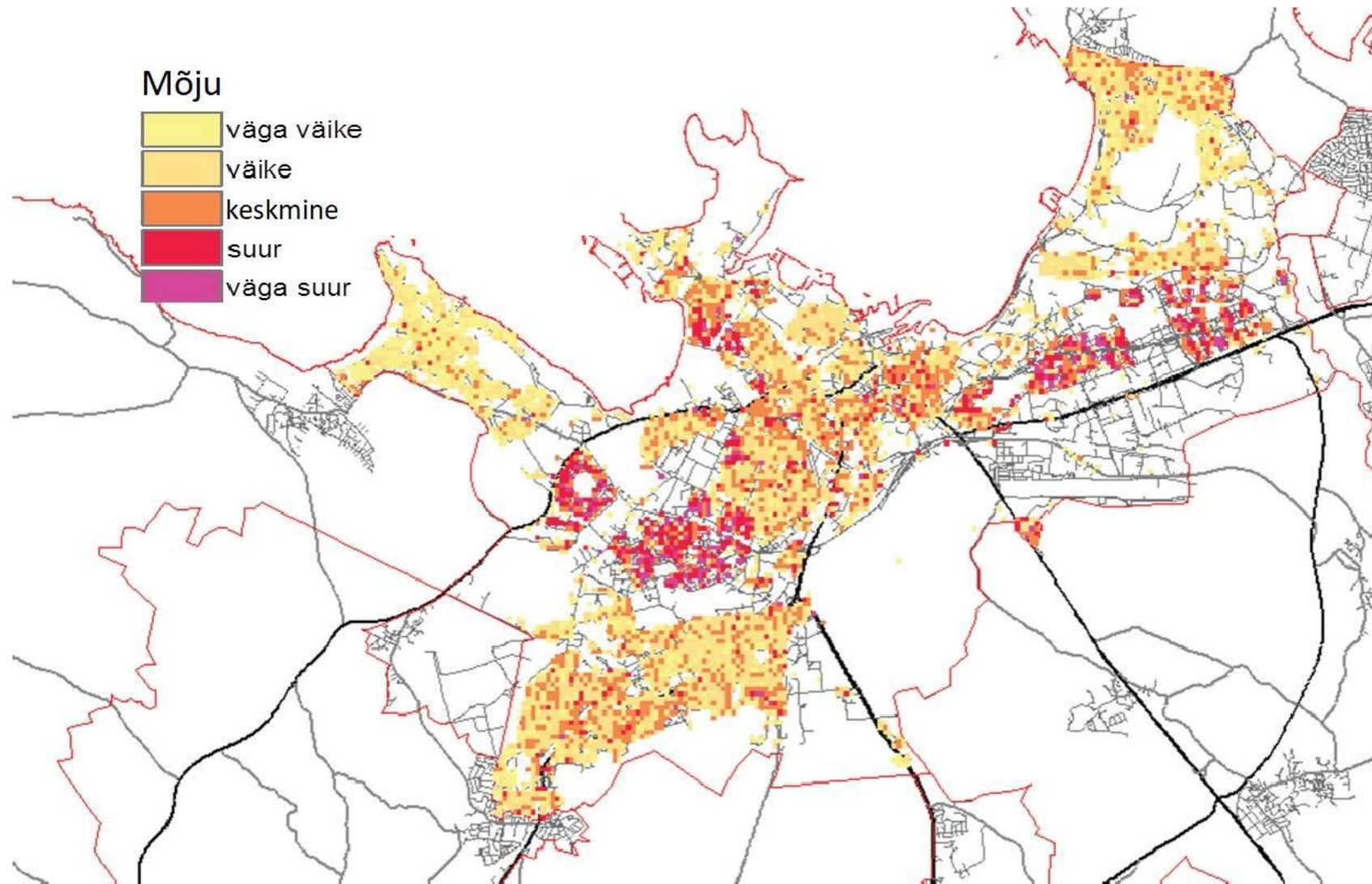
Surface permeability, future



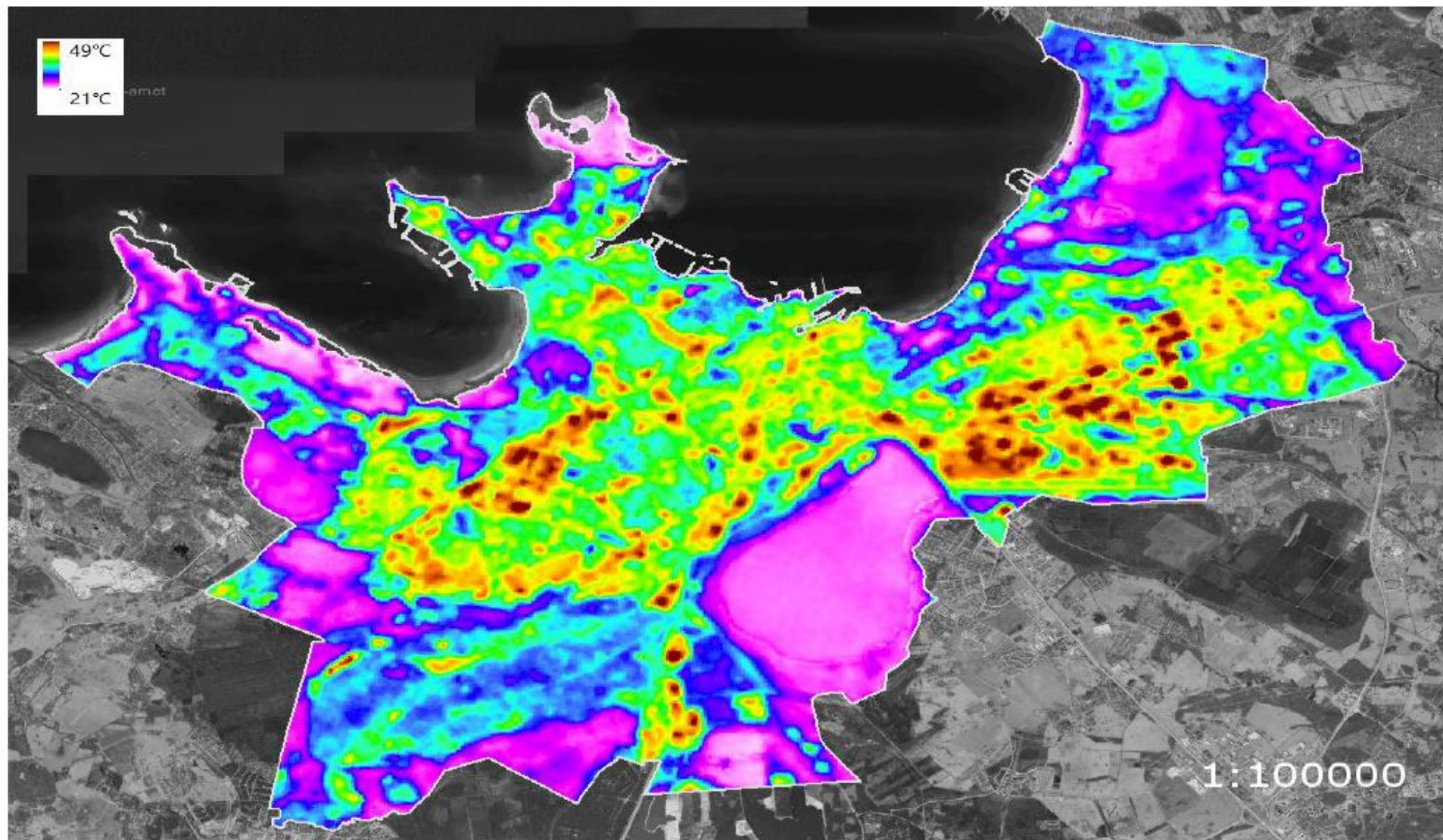
Joonis 1.15. Vett läbilaskvad alad Tallinnas: vasakul 2018. aastal, paremal pärast linnaosade üldplaneeringute elluviimist (projekti EnRoute aruanne)



Sademevee imbumise võime Tallinnas (2018). Kaardi koostamisel on arvestatud mitut parameetrit, mida on hinnatud kvalitatiivsel skaalal 0 (immutusvõime puudub) kuni 5 (väga suur immutusvõime). Eesti LiDARi andmed (kalle); rohealade kaart ja ETAK (Eesti põhikaart); geoloogiline kaart; Copernicuse vettpidavuse (ingl *imperviousness*) andmekiht 2015



Piirkonnad, kus kuumalainest tekitatud soojussaare mõju tugev ning riskirühma kuuluvate inimeste osakaal elanikkonnast suur (Tartu Ülikool, 2016)



Joonis 1.17. Soojussaarte esinemine Tallinnas 25. juulil 2014. aastal (Sagris, V., Sepp, M., 2017).⁴⁶ Õhutemperatuuri mõõdeti samal päeval Tallinnas (Harkus) maksimaalselt 27,9 °C (<https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/>)

SUDS –Sustainable Urban Drainage Systems

Säästlikud/looduslähedased sademevee süsteemid

Peamine eesmärk võimalikult palju vett infiltreerida,
puhverdada

Kombineeritud rohe – sini (green – blue) lahendused

Omab palju täiendavaid lisaväärtusi

Sisaldab palju erinevaid konkreetseid lahendusi/tehnikaid,
enamasti vaja neid kombineerida

SUDS –Sustainable Urban Drainage Systems

Säästlikud/looduslähedased sademevee süsteemid

Vajab korraliku analüüsi:

Sademevee valglate/hulkade analüüs

Pinnase, põhjavee, sademevee kvaliteedi jm analüüs

Kuhu, kuidas, mida rajada

Palju erinevaid tehnilisi lahendusi ja võimalusi

Omavad palju lisandväärtusi

Table 8.2 SUDS benefit types, descriptions and provisioning details

Benefit category	Description	Aspects of the SUDS design that provide the benefit
Air quality	Reduced damage to health from improved air quality	Air particulate filtering via vegetation (e.g., trees and green roofs)
Air and building temperature	Cooling or insulation; thermal comfort and energy savings	Green and blue spaces, green roofs
Biodiversity and ecology	Sites of ecological value	Habitat creation and enhancement, connecting habitats
Carbon reduction and sequestration	Reduced energy/water use and planting	Low energy needs (materials, construction and maintenance); sequestration (e.g., trees and wetlands)
Climate change adaptation	Ability to make incremental changes to systems	Designing for exceedance, adaptability of scheme
Community cohesion and crime reduction	Crimes against property or people	See visual character, economic growth/inward investment and education
Economic growth and inward investment	Business, jobs, productivity, tourism, property prices	See visual character, recreation and air and building temperature
Education opportunities	Enhanced access to and existence of educational possibilities	Community engagement (before and after construction), information boards, education programmes, play features

Flood risk reduction	Damage to property and people	Peak flow attenuation, volume control
Groundwater and soil moisture recharge	Improved water availability or quantity	Interception, infiltration, runoff treatment
Health and well-being	Physical, emotional and mental health benefits	See air quality and building temperature, recreation, crime reduction, reduced flood risk
Recreation	Involvement in specific recreational activities	Green and blue spaces and play features
Security of water supply	Reduced flows and reduced pollution	Rainwater harvesting; also see groundwater and soil moisture recharge
Sewerage systems and sewage treatment	Reduced flows and volume to treat in combined systems	Interception and further runoff volume reduction
Visual character	Attractiveness and desirability of area	Visual enhancement (as part of surface SUDS)
Water quality	Surface water quality improvements	Pollution prevention strategies, interception, runoff treatment

Source: Ashley et al. 2015 and Woods Ballard et al. 2015

Suur tänu!

