

**Kui mesilased kaovad, on
inimkonnal jäänud elada vaid
neli aastat!**

Albert Einstein



Kursuse korraldamist toetab Euroopa Liit Eesti
riikliku mesindusprogrammi 2013–2016 raames



Kliima ja mesilased

Jüri Kamenik

Mesinduskursus edasijõudnutele (MKE)

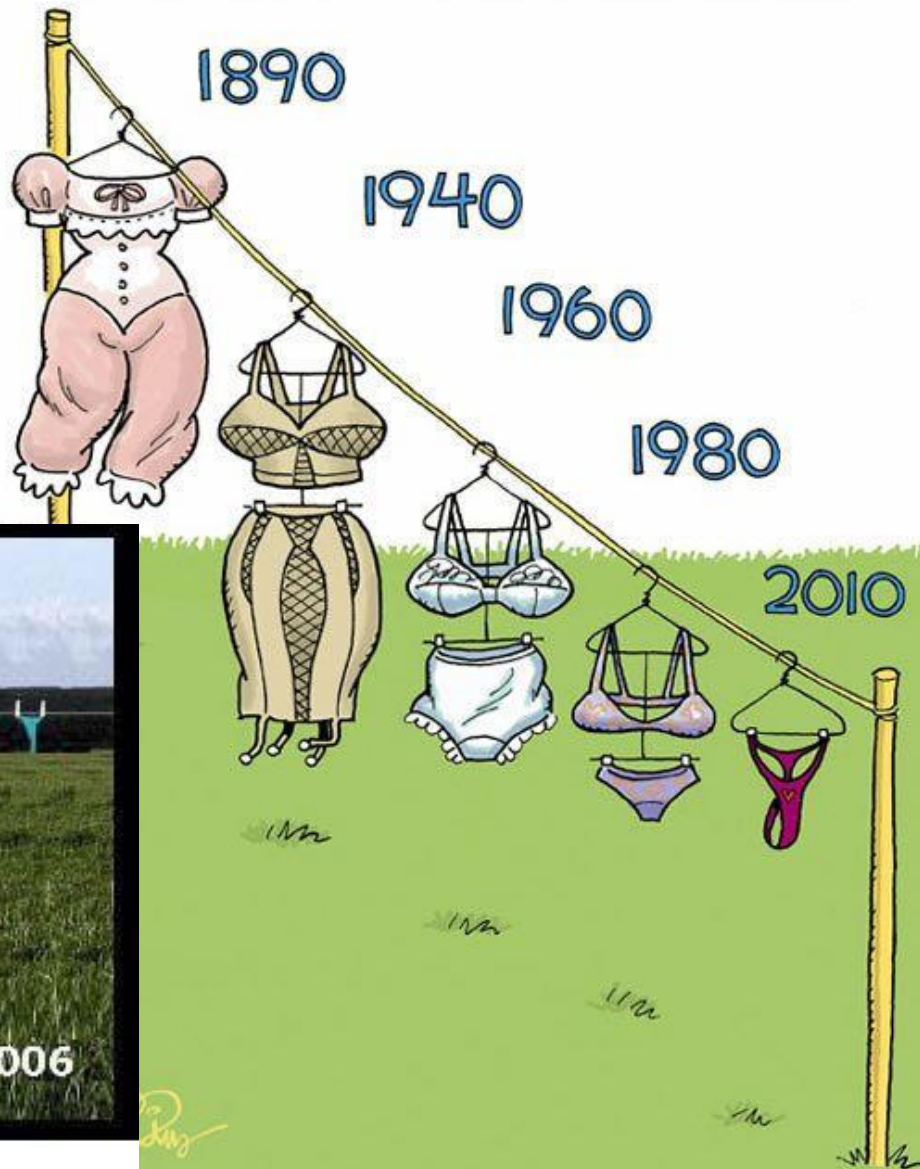
28.02.2016 Olustveres

Teema aktuaalsus

- Poliitilis-meteoroloogiline instrument – eurobaromeeter
- 2011. a suvel peeti olulisemateks probleemideks:
 - vaesus, toit, vesi jne 64%
 - **kliima muutumine 51%**
 - majanduslik surutis
 - rahvusvaheline terrorism
 - sõjalised konfliktid

- Kliimasoojenemise tõestusi

DEFINITIVE PROOF OF GLOBAL WARMING



Positive proof of global warming.



POSITIVE PROOF OF GLOBAL WARMING

- Instrument kliimasoojenemise kindlakstegemiseks – burromeeter (1.02.2010 Tõraveres).



- Ja ligi 6 aastat hiljem – ei mingit lund!



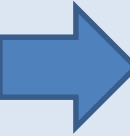
Definitsioonid

- **Kliima**
 - Ilmastu, mingi paiga paljuaastane ilmade laad ja rütm; pidevalt muutuv atmosfääri seisund, mis avaldub paikkonna ilmastikus ja on vaadeldav pikema ajavahemiku (aastakümnete) ilmade statistikana (ENE).
 - Antud kohale iseloomulik paljuaastane ilmade režiim, mis on tingitud päikesekiirguse muundumisest maapinna tegevkihis ning sellega seotud atmosfääri ja ookeanide tsirkulatsioonist (Klimatologia, 1989).
- **Kliima** ehk **ilmastu** on teatud piirkonnale omane pikaajaline keskmistatud ilmade režiim (Vikipeedia).
 - Kliima $\neq$ keskmine ilm $\rightarrow$ viimane definitsioon pole hea!
- **Globaalne kliima** on Maa kliimasüsteemi meteokomponentide olekute ansambel, mille nad läbivad pika aja jooksul (kümned aastad) (A.S. Monin).

Kliimamuutuse definitsioonid

Definitions of climate change

Climate change in IPCC usage refers to a change in the state of the climate that can be identified (e.g. using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer. It refers to any change in climate over time, whether due to natural variability or as a result of human activity. This usage differs from that in the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), where climate change refers to a change of climate that is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and that is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods.



- IPCC – detekteeritav muutus kliima olekus, mis kestab ulatusliku perioodi, võib olla nii looduslik kui ka inimtekkeline.
- UNFCCC – muutus kliimas, mis on otseselt või kaudselt inimtekkeline, muudab atmosfääri koostist ja mis on lisaks loomulikule vaadeldud kliima muutlikkusele.

Kliimamuutuse definitsioonid



Definitions of climate change

Climate change in IPCC usage refers to a change in the state of the climate that can be identified (e.g. using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer. It refers to any change in climate over time, whether due to natural variability or as a result of human activity. This usage differs from that in the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), where climate change refers to a change of climate that is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and that is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods.

IPCC käsitluses mõistetakse kliimamuutuse all tuvastatavat (statistiliste testidega kindlaks tehtud) kliima seisundi muutust, mida hinnatakse muutuste järgi kliima mõõdetavate omaduste keskmistes väärtustes ja muutlikkuses ning mille tendents on täheldatav pika perioodi, tavaliselt aastakümnete või veelgi pikema aja jooksul. Kliimamuutuse kindlakstegemisel võetakse arvesse igasuguseid aja jooksul kliimas toimuvaid muutusi – nii looduslikust muutlikkusest kui ka inimtegevusest põhjustatud muutusi.

See käsitlus erineb ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni UNFCCC käsitlusest, kus mõistetakse kliimamuutuseks vaid seda kliimamuutust, mille otseseks või kaudseks põhjustajaks on inimtegevus, millega muudetakse kogu atmosfääri koostist/struktuuri, ning mis kujutab endast täiendavaid muutusi lisaks neile muutustele, mis leiavad aset võrreldavate ajaperioodide vaatluste põhjal kindlaks tehtud loodusliku muutlikkuse piires.

Kliimamuutuse definitsioonid

- Kliimamuutus on pika aja jooksul ilmnev kliimaatiliste näitajate muutumine (Vikipeedia).
- Globaalne soojenemine on maapinnalähedase atmosfääri ja ookeanide keskmise temperatuuri tõus (Vikipeedia).
- *Kliimamuutus on muutus ilmaelementide statistilises jaotuses, mis põhineb ajaperioodidel, mille pikkus võib ulatuda aastakümnetest miljonite aastateni. Kliimamuutusi võib vaadelda muutustena elementide aastaste keskmiste võrdluses või muutustena ilmastikunähtuste esinemise (normaal)jaotuses, võrrelduna varasemate keskmistega (nt kas teatud nähtust esineb keskmisest vähem või rohkem).*
- *Viimase aja käsitlustes, eeskätt keskkonnapoliitika kontekstis, mõistetakse kliimamuutusena tavaliselt muutusi, mis leiavad aset tänapäeva kliimas. Nende muutuste hulgas peetakse silmas eeskätt inimtekkelisi muutusi, mida üldkeeles nimetatakse “globaalseks soojenemiseks” või “inimtekkeliseks üleilmseks soojenemiseks” (AGW).*
- Asjatundjad ei tohiks neid kolme viimast, s.o **kliimamuutust, globaalset soojenemist** ja **inimtekkelist globaalset soojenemist**, omavahel segi ajada.

Poolt ja vastu

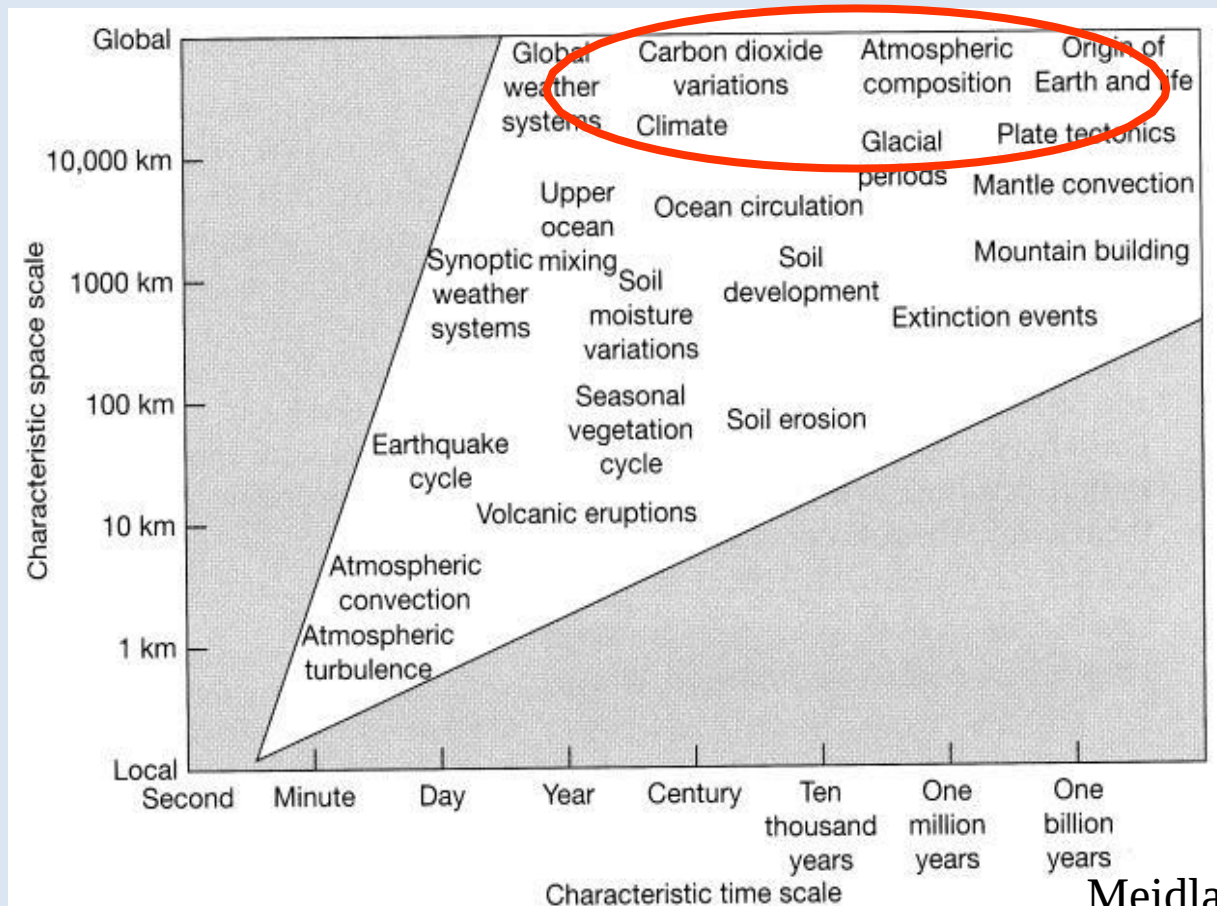
+ IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
= valitsustevaheline kliimamuutuste rühm

- NIPCC – Nongovernmental International Panel on Climate Change = valitsusteväline rahvusvaheline kliimamuutuste rühm

- Vastavalt aruandele leidsid “tõenäoliselt domineerivaks osutunud looduslike põhjustega” kliimamuutused aset 20. sajandil ja 21. sajandi alguses.
- „Me ei väida, et inimtekkelistel kasvuhoonegaasidel ei ole praegu ega ole olnud minevikus oma osa kliima soojenemise põhjustamisel. Kuid tõendusmaterjali põhjal otsustades saame me järeldada, et kasvuhoonegaasidel pole selles olulist rolli.” (NIPCC, 2011)

Ajafaktor ja globaalsed protsessid

- argipäevane aeg – ajalooline aeg – geoloogiline aeg
- Erineva “lahutusvõime” arvestamine suurendab hinnangute ja interpretatsioonide täpsust.



Miks uurida Maad kui süsteemi?

- Muutumine on looduse loomulik olek ja see on toimunud ka inimtegevuseta.
- Kui soovime muutustes lahutada “inimtekkelist” ja “looduslikku” osa, tuleb looduslik osa määratleda.
- Inimtegevus ei ole loodusest isoleeritud, järelikut mingi mõju on niikuinii olemas, kuid see oleneb kliimasüsteemi tundlikkusest.

Kliima muutumise põhjused

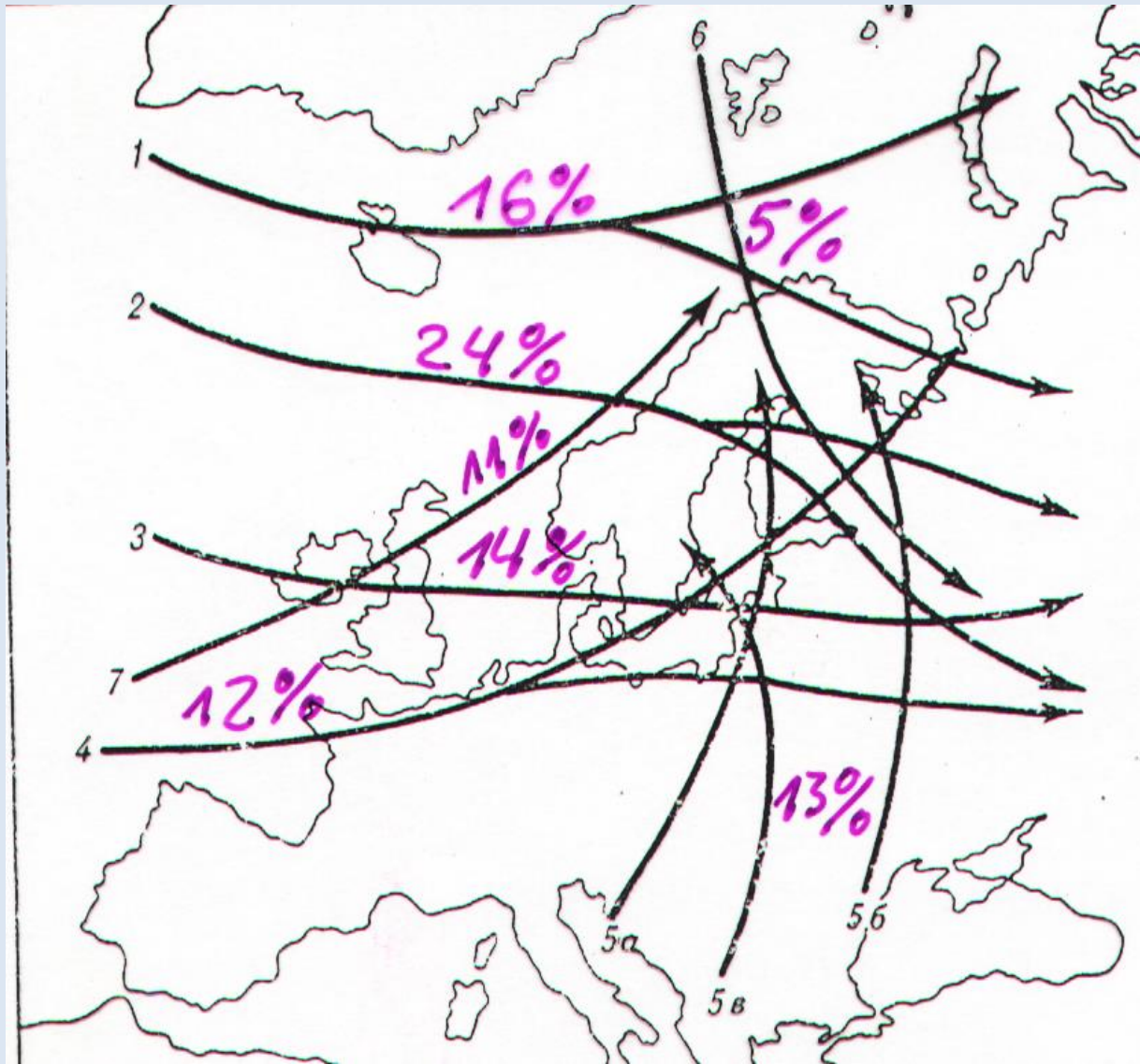
- Kliima muutub siis, kui muutuvad teda kujundavad põhjused:
 - päikesekiirgus, selle spektraalne koostis, atmosfääri gaasiline koostis
 - aluspind (mandrite triiv, mäetekkeprotsessid, hoovuste muutumine jne)
 - ja nende kaudu atmosfääri tsirkulatsioon.

Atmosfääri tsirkulatsioon Eesti kliima mõjutajana

- Kiirguslikud kliimategurid määravad ära ilma püsiva ja sesoonselt muutuva iseloomu, tsirkulatsioon püüab seda aga teha muutlikuks.
- Tsirkulatsiooni iseärasused Eestis:
 - Paiknemine parasvöötme läänetuulte vööndis
 - Atmosfääri mõjutsentrid: Islandi M (talvel), Assoori K (suvel), Siberi K (talvel, Vojeikovi telg), Grööni K (talvel)
 - Aktiivne tsüklonaalne tegevus: aastas keskmiselt 132 tsüklonit või nende lohku ja 65 antitsüklonit või nende harja. 64% päevadest on ilm tsüklonite mõju all, 43% päevadest aga frontide mõjutada.

Tsüklonite liikumisteed

Klimat Tallina, 1982 järgi



Eesti asendist tulenevad kliimategurid

- Põhja-Atlandi mõju, aktiivne tsüklonaalne tegevus
- Läänemere toime rannikuvööndis
- Ida-Euroopa lauskmaa suur maismaaosa
- Põhja-Jäämere mõju arktilise õhumassi kaudu
- Sellest tulenevad järelused agrokliima jaoks:
 - Ilmastik on enamasti ebapüsiv ja kiiresti muutuv.
 - Vaatamata väikesele territooriumile esineb suuri erinevusi agrokliima näitajates, on suur mikrokliimaatiline varieeruvus.

Valgus- ja kiirgusrežiim

- Tulenevalt suurest geograafilisest laiusest esineb valge ja pimedada aja pikkuse suur sesoonne varieeruvus.
- Valget aega südasuvel 17–18 tundi, talvel 6–7 tundi.
- Kiirguse suurt sesoonset kontrasti suurendab pilvisus.

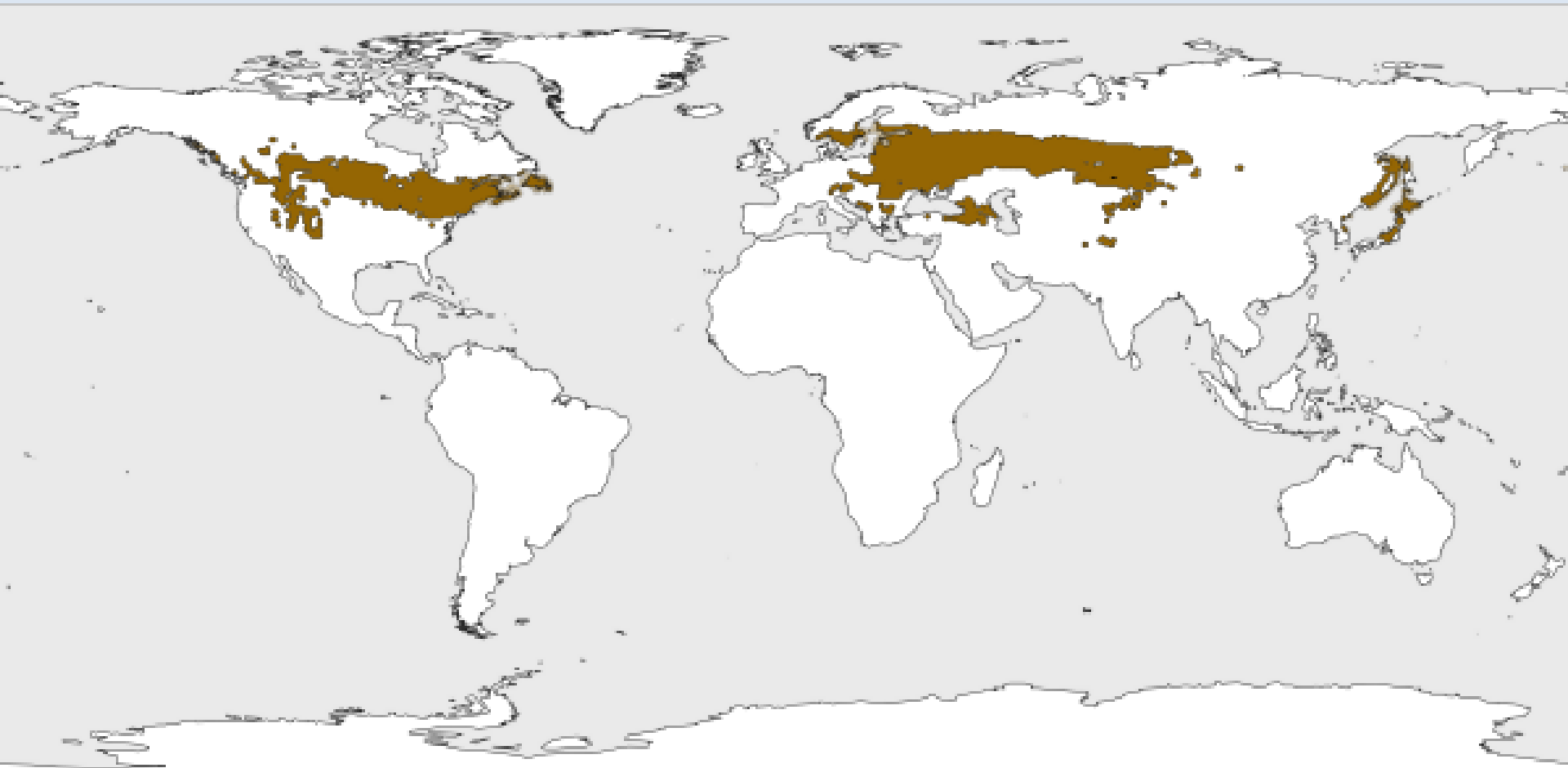


Eesti kliima

- Kliimatüüpe on Maal palju ja neid saab mitmeti klassifitseerida.
- Köppeni-Geigeri botaanilise klassifikatsiooni alusel on Eesti kliimatüüp Dfb – niiske mandrikliima jaheda suvega.
- Selline kliima on Ida-Euroopa lauskmaal 50.– 60.°N, Lääne-Siberi lauskmaa lõunaosas, Suur-Järvistu piirkonnas, Lõuna-Kanadas ja Jaapani põhjaosas.
- NB! Eesti saari käsitletakse Köppeni järgi Cfb kliimatüübi all. See on parasvöötme lääneranniku kliima ning on iseloomulik Lääne-Euroopale.

Eesti kliimaga sarnane kliima

Tegelikult niiske jaheda suvega mandrikliima levik maailmas



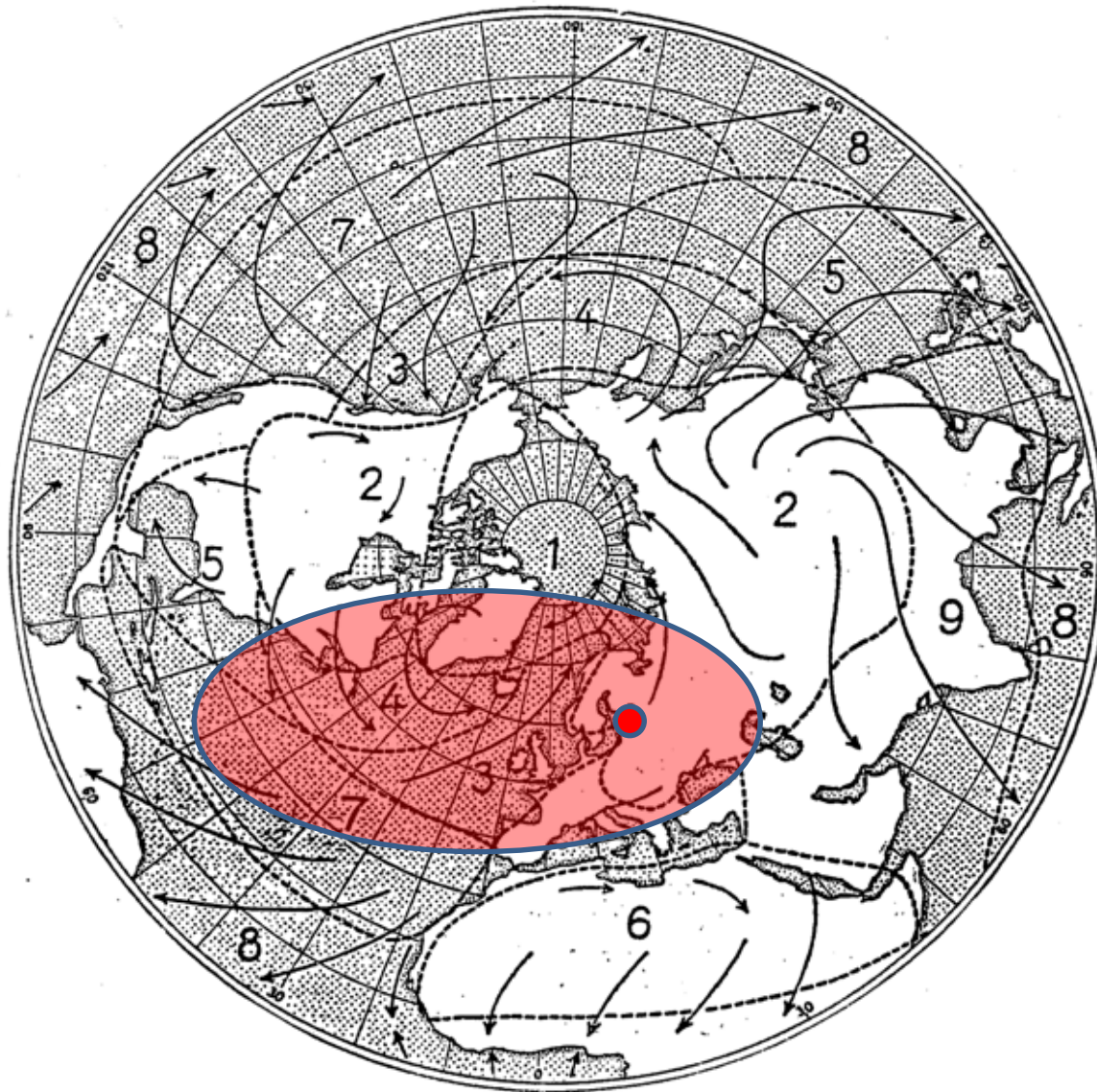
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%B6ppen_Dfb.png?uselang=et

Eesti kliimale iseloomulik

- Aastaringselt valitseb enamasti läänevool.
- Enamvähem võrdselt valitsevad nii mP kui ka cP, kuid tuleb ette nii arktilise kui ka troopilise õhu sissetunge.
- Keskmise temperatuur suvel $+15^{\circ}\dots 20^{\circ}\text{C}$, talvel $0^{\circ}\dots -15^{\circ}\text{C}$, kusjuures aastane temperatuuriamplituud suureneb läänest itta.
- Aastane sademete hulk 500-1000 mm, suurim Sakala kõrgustikul.
- Taimkattes valitsevad segametsad.
- Päikese kiirguse juurdevoolu suured sesoonsed erinevused.
- Aktiivne tsüklonaalne tegevus.
- Ilmastik on väga muutlik ja iseloomulikud on järsud ilmapuutused.

Õhumasside geograafiline klassifikatsioon

- mE – ekvatoriaalne õhk (ei mõjuta)
- mT – mereline troopiline õhk
- cT – kontinentaalne troopiline õhk
- cP – kontinentaalne polaarne õhk (kõige sagedamini)
- mP – mereline polaarne õhk (kõige sagedamini)
- cA – arktiline õhk
- cAA – antarktiline õhk (ei mõjuta)
- Eestit mõjutavad peamiselt polaarsed õhumassid, harvem arktiline või troopiline õhumass.
- Laialt kasutusel on veel õhumasside termodünaamiline klassifikatsioon (labiilne, stabiilne, ükskõikne jne).



- Joonis M. Meiusi magistritööst
“Trajektoormeetodi kasutamise võimalused meteoroloogias ja aerobioloogias”.

Joonis 1. Õhumasside kolded talvisel ajal põhjapoolkeral.

1- arktiline, 2- polaarne kontinentaalne, 3- polaarne mereline, 4 ja 5- üleminekuline, 6- troopiline kontinentaalne, 7- troopiline mereline, 8- ekvatoriaalne, 9- mussoonne

(Petterssen 1961).

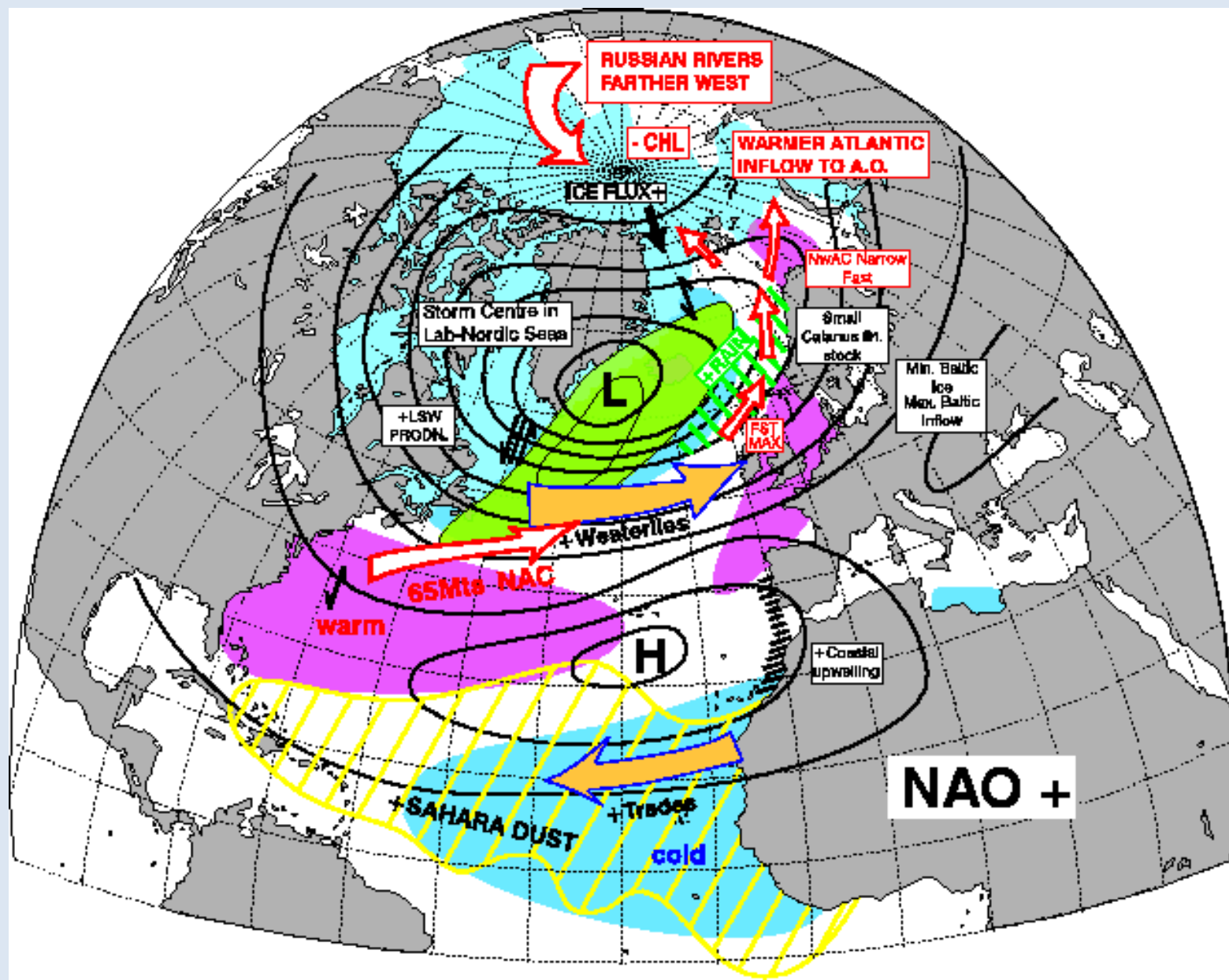
Põhja- Atlandi ostsillatsioon (NAO)

- Põhja- Atlandi ostsillatsioon (NAO) kujutab endast õhurõhu vastandmärgilisi kõikumisi Islandi miinimumi ja Assoori maksimumi vahel.
- Vastavat õhurõhuvahet väljendatakse NAO indeksina.
- Need õhurõhukõikumised määravad läänevoolu tugevuse Atlandi ookeani põhjaosast Euroopa põhjaossa.
- Põhja-Atlandi võnkumine on globaalses skaalas El Niño (ENSO) järel tähtsuselt järgmine süsteem atmosfäär-ookean kaugmõju.

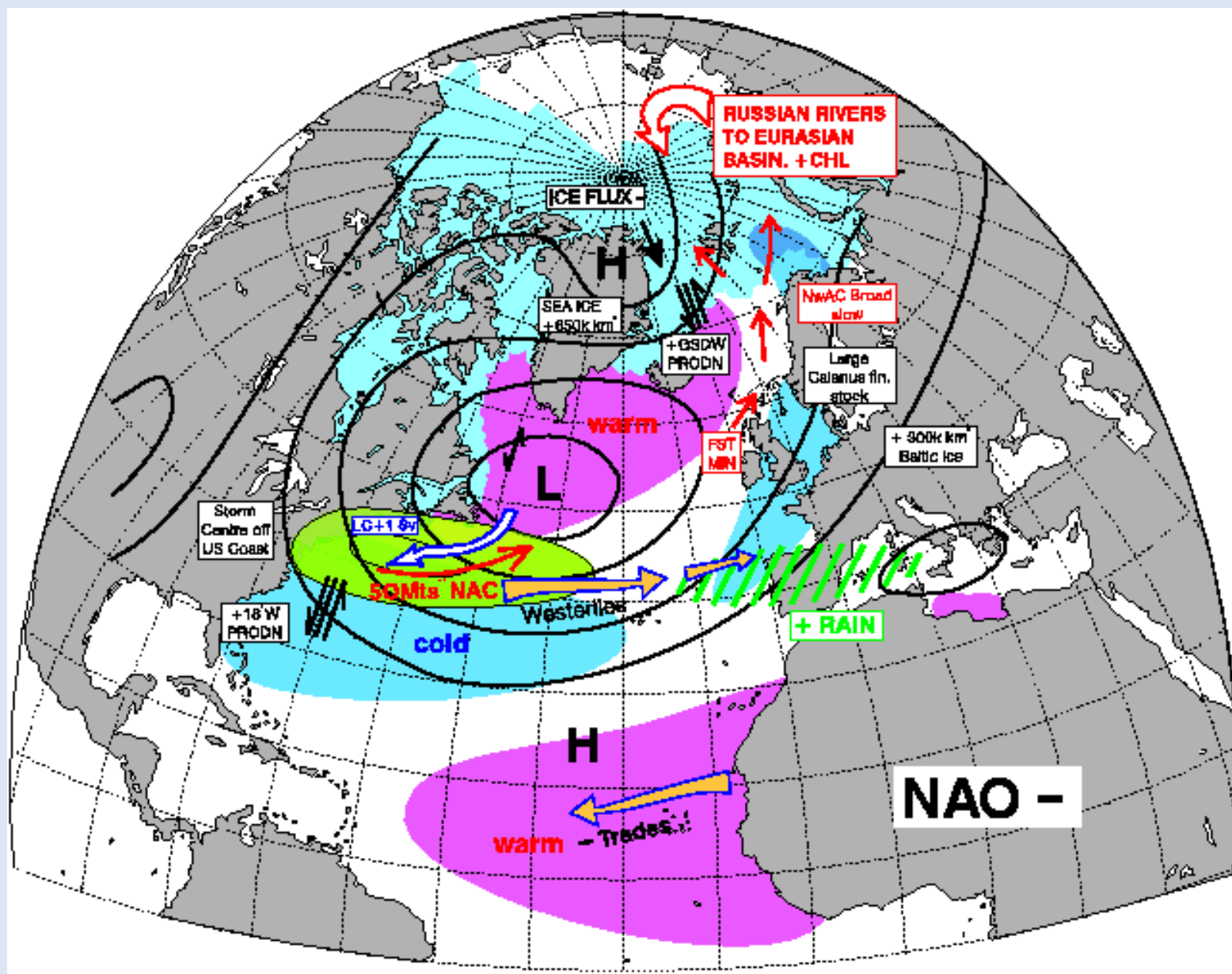
Põhja- Atlandi ostsillatsiooni (NAO)

- Eristatakse positiivset ja negatiivset faasi vastavalt sellele, kas rõhukeskmed on tugevad ja õhurõhuvahe seega suur või on olukord vastupidine.
- Plussfaasis on Atlandi rõhukeskmete vahel õhurõhuvahe suur, ookeani subtroopilises lääneosa vesi keskmisest soojem ning troopilise idaosa vesi külmem ja läänevool Euroopa põhjaossa tugevam.
- Negatiivses faasis on vastupidi, kusjuures Assoori maksimum ja Islandi miinimum on nõrgenenud ja viimase kese neist väiksematel laiustel.

Põhja-Atlandi võnkumise (NAO) plussfaas



Põhja-Atlandi võnkumise (NAO) miinusfaas



Tsirkulatsiooni makrotüübid

Eestimaa ilma mõjutavate õhumasside peamised liikumissuunad

Wangenheimi-Girsi klassifikatsiooni järgi on Euroopale iseloomulikud kolm erinevat õhumasside tsirkulatsioonivormi.



Meridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool põhjast.



Pool-meridionaalne tsirkulatsioon, õhuvool idast, kagust ja lõunast.

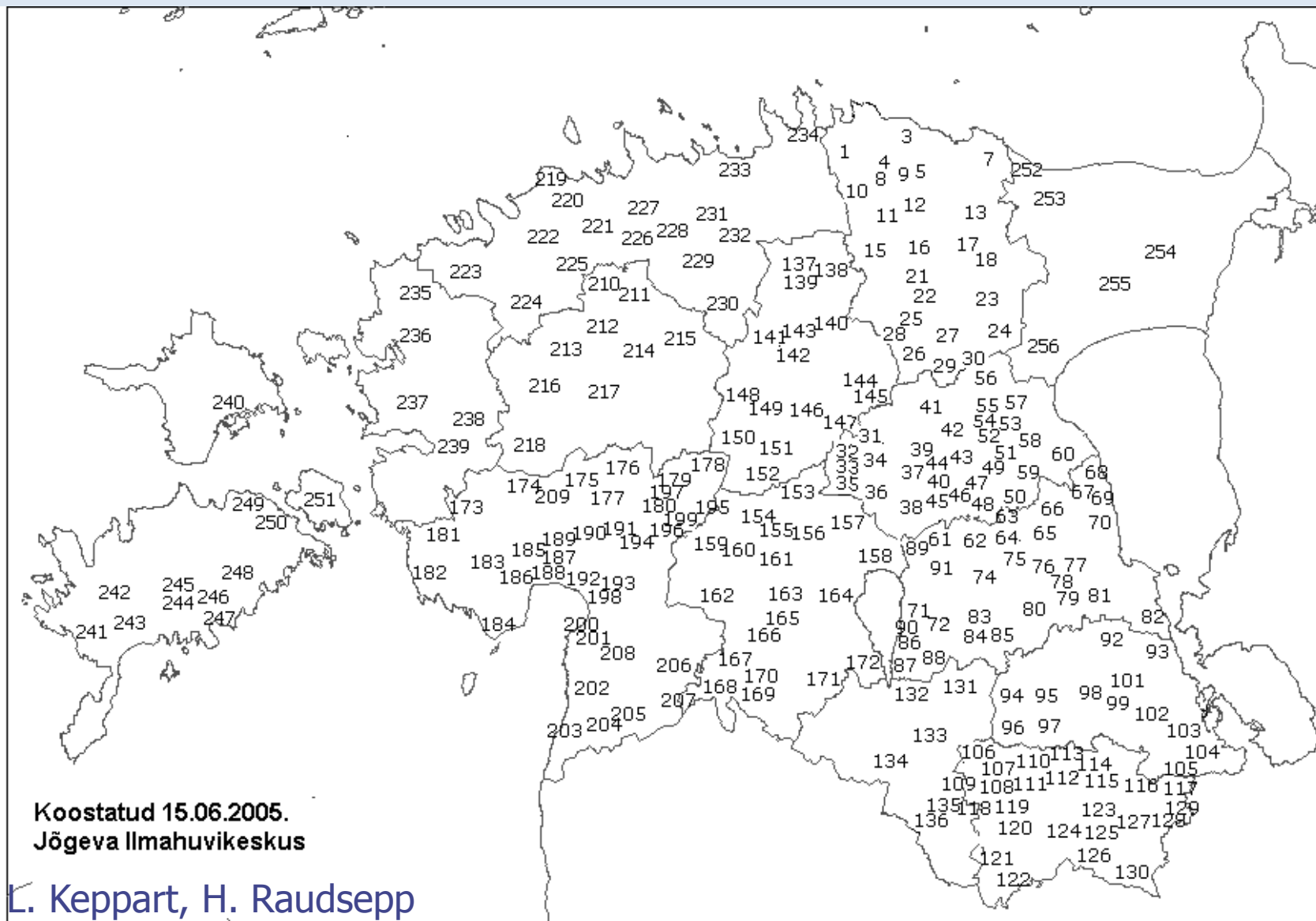


Tsonaalne tsirkulatsioon, õhuvool läänest.

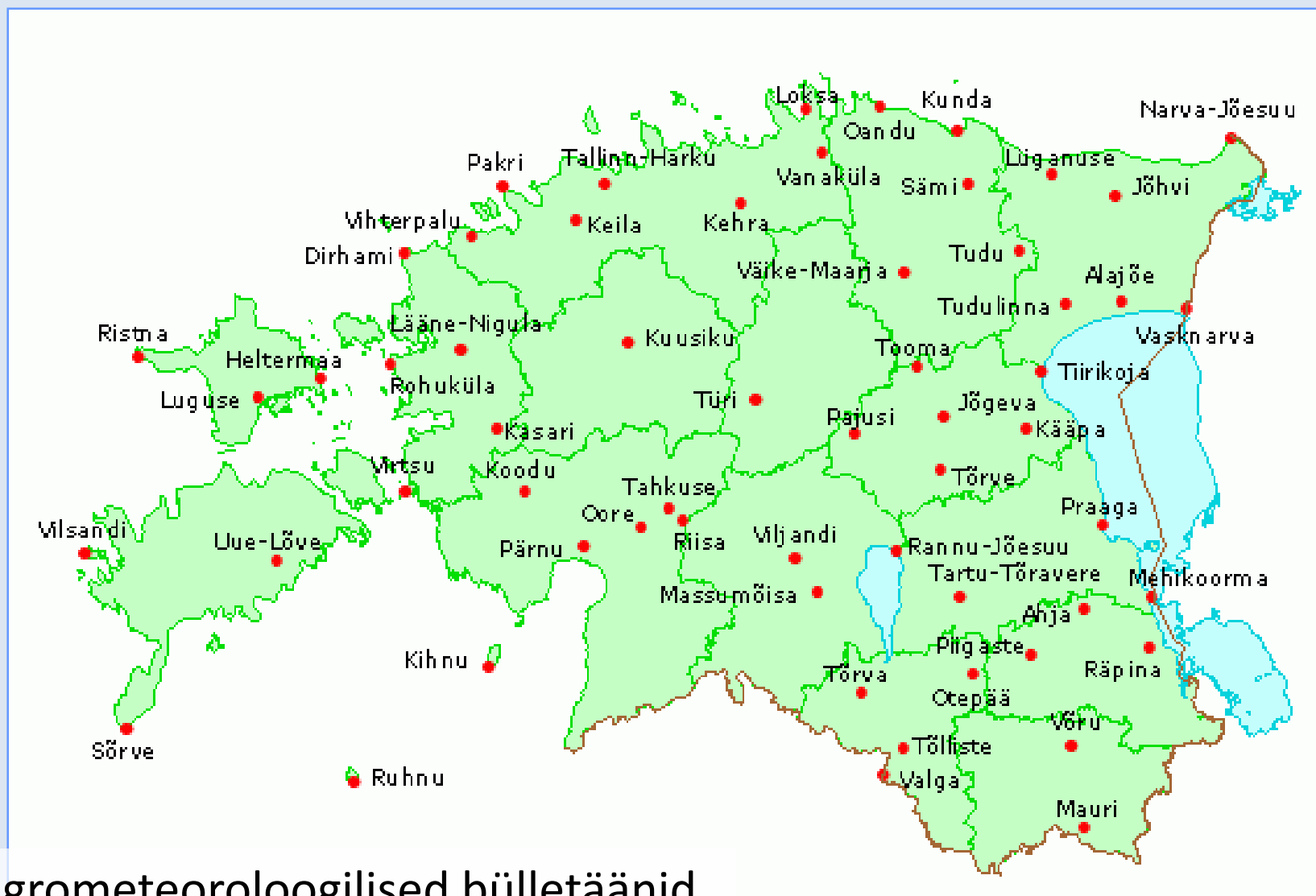
See, milline tsirkulatsioonivorm parasjagu ülekaalus on, sõltub Rossby lainetest ja polaarpöörise tugevusest. Kui viimane on nõrk, siis saavad areneda suure amplituudiga Rossby lained, mistõttu tavapärane läänevool (tsirkulatsiooni W-vorm) asendub näiteks põhja- või kaguvooluga (tsirkulatsioonivormid C ja E) ja see tähendab suuri anomaaliaid.

Ilmavaatluste parimad päevad

(~250 tegijat – 1980ndad)



Vaatlusvõrk tänapäeval



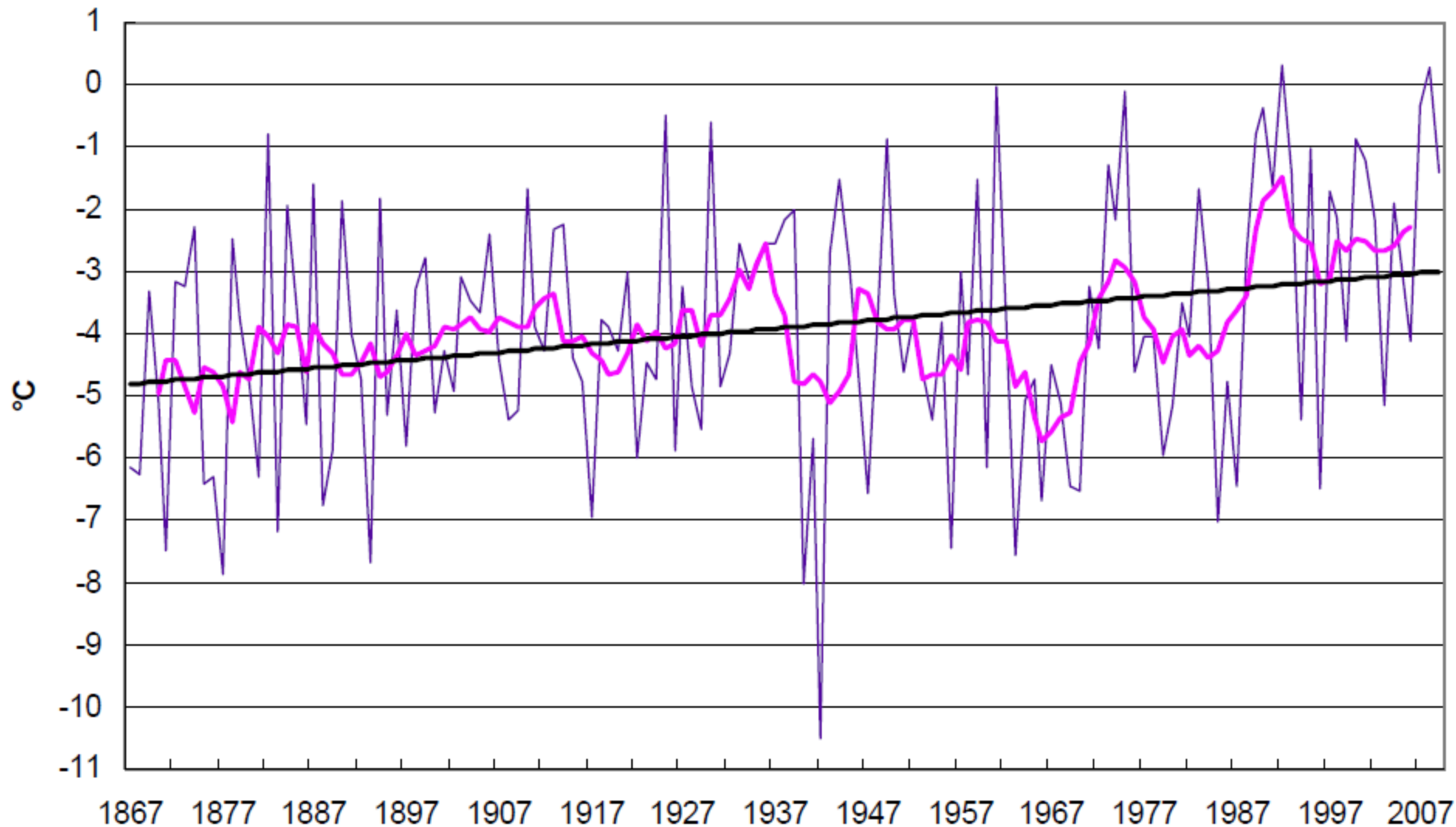
Lisaks: agrometeoroloogilised bülletäänid,
aastaraamatud, teatmikud

Kliimamuutustest Eestis

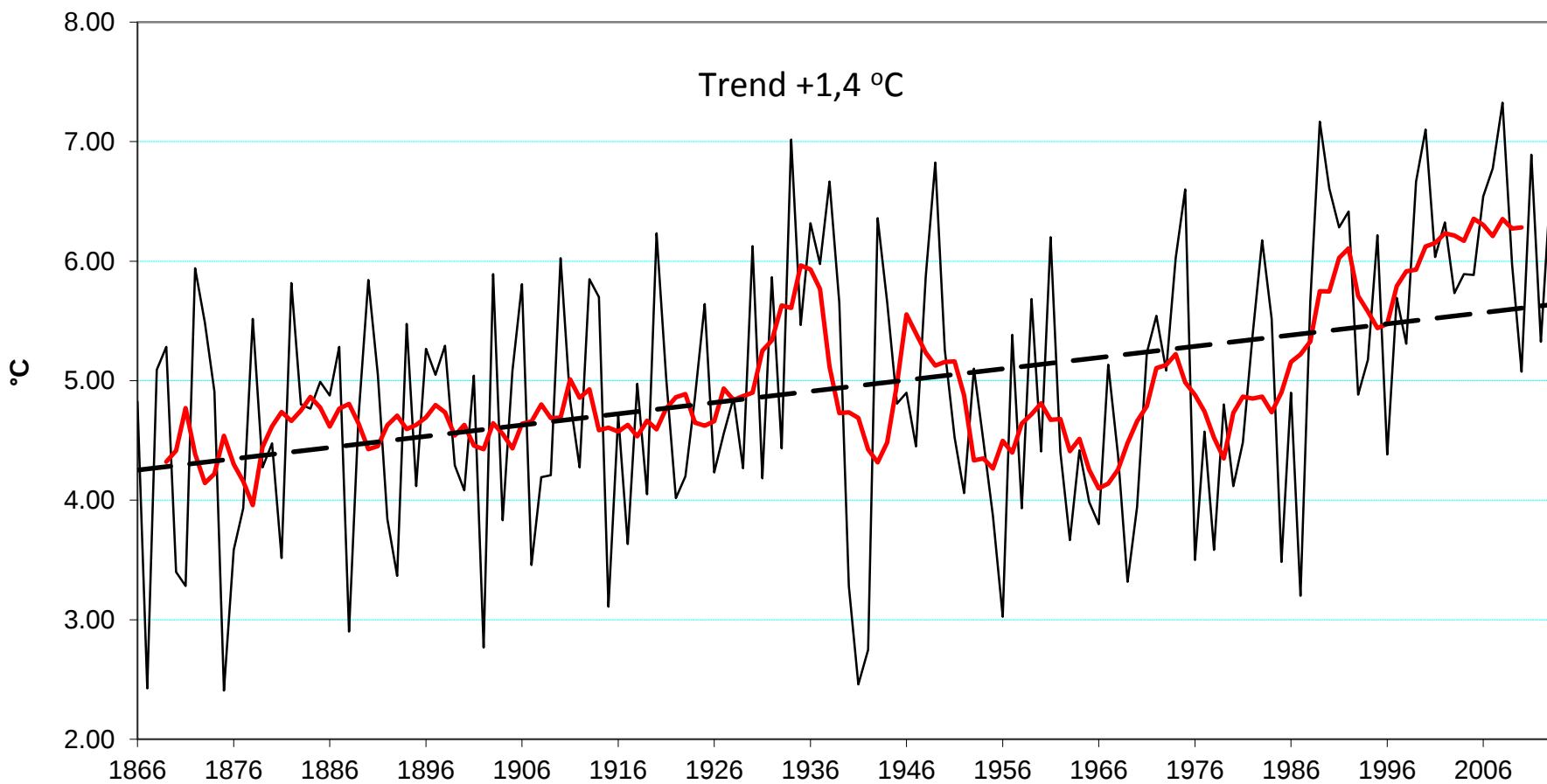
- Kõige olulisemaks kliimanäitajaks võib pidada õhutemperatuuri, sest see määrab ära veel mitmed muudki keskkonnaolud ja tegurid, nagu lumikatte olemasolu ja selle kestuse.
- Soojenemist on täheldatud eelkõige suurtel laiustel, kus asub ka Eesti.
- Eestis on enim soojenenud talved ja kevaded, kusjuures talve keskmine temperatuur on suurim määraja aasta keskmises temperatuuris.
- Seega, millest sõltub talve keskmine temperatuur ja milline muutus on seda põhjustanud?

Talve (XII-III) keskmine temperatuur Tartus

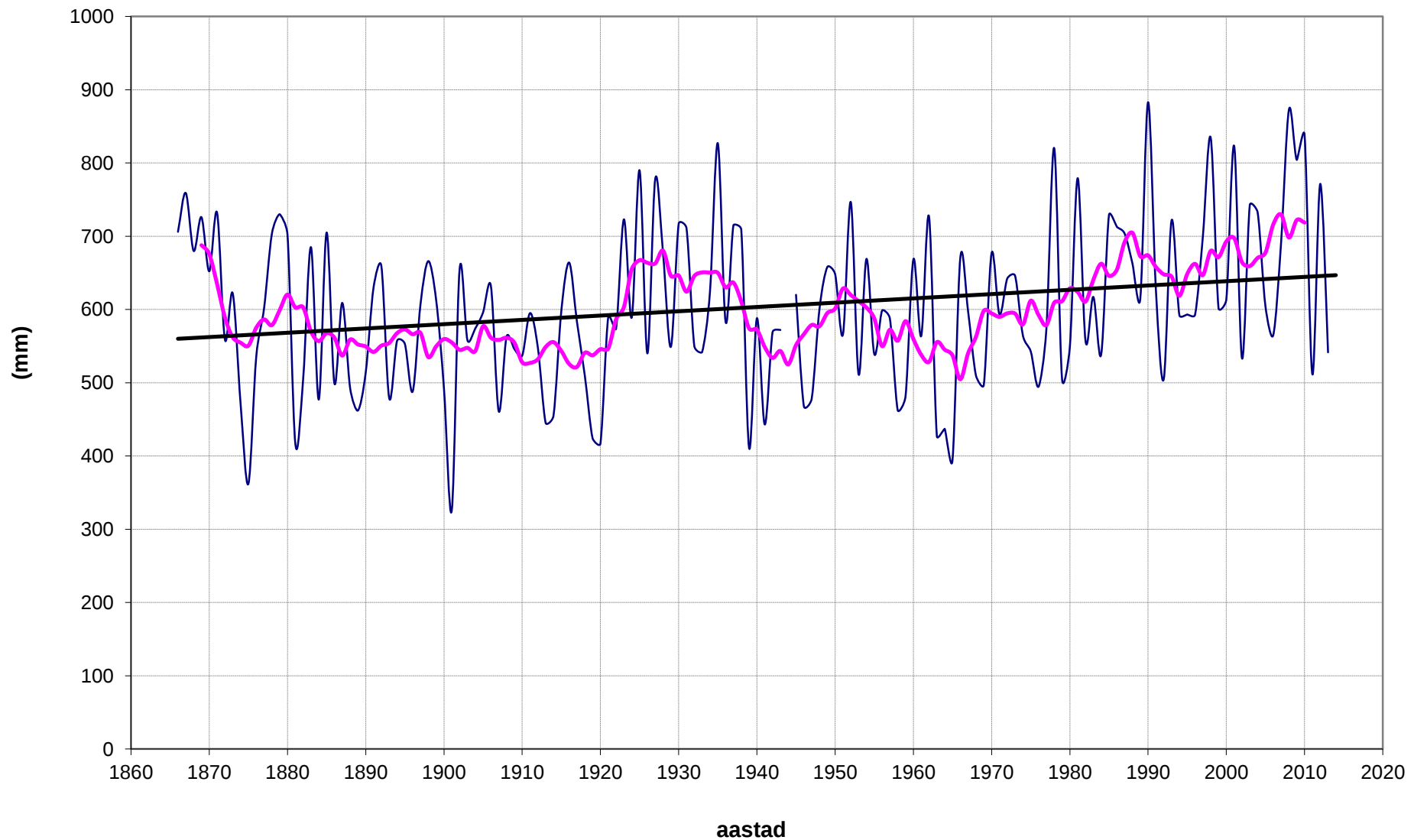
(J. Jaaguse TÜ geograafiaosakonna juubelikonverentsi ettekandest)



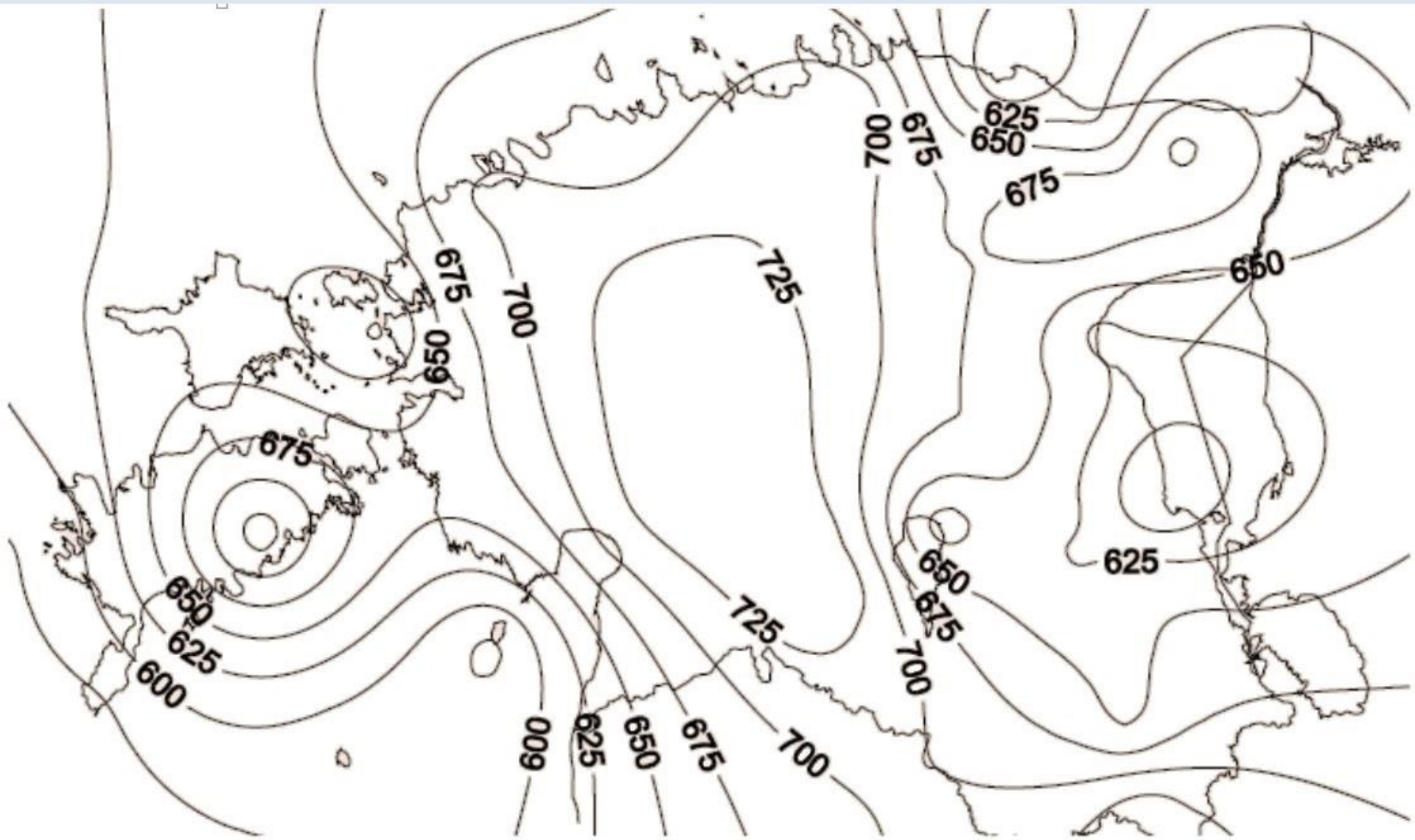
Aasta keskmine õhutemperatuur Tartus (1866-2013)



Aasta keskmine sademehulk Tartu-Tõravere jaamas 1866-2013



Sademeete territoriaalse jaotus ehk aasta keskmine sademehulk 1960–2010 kohta (Jaagus, 2013)



Õhutamperatuuri tõus **Tartus** ja **Vilsandil** trendi järgi perioodil 1951–2007

- Aasta – **2,1** ja **1,9** kraadi ($p = 0,000$ ja $0,000$)
- Talv – **2,7** ja **2,4** kraadi ($p = 0,040$ ja $0,027$)
- Kevad – **3,2** ja **2,5** kraadi ($p = 0,000$ ja $0,000$)
- Suvi – **1,4** ja **1,9** kraadi ($p = 0,002$ ja $0,000$)
- Sügis – **0,6** ja **0,7** kraadi ($p = 0,265$ ja $0,214$)

Jaak Jaagus (TÜ)

Eesti keskmiste sademete muutus trendi järgi perioodil 1966–2007

- Aasta – 5,1 mm ehk 0,8%
- Talv – 39,7 mm ehk 29,2% ($p = 0,027$)
- Kevad – -14,7 mm ehk -12,7%
- Suvi – 44,9 mm ehk 20,7% ($p = 0,186$)
- Sügis – -34,0 mm ehk -16,4% ($p = 0,140$)

Jaak Jaagus (TÜ)

Mis põhjustab talvede soojenemist?

- Talvisel ajal on soojus enamasti kuskilt mujalt kohale toodud.
- Toojateks on tsüklonid, kusjuures eriti oluline sooja importimisel on Atlandi ookeanil tekkinud tsüklonite hulk ja nende liikumistee (trajektoor), mille määrab atmosfääri üldine tsirkulatsioon.
- Seega võib oletada, et muutused on toimunud tsüklonite hulgas ja/või trajektoorides.

Mis põhjustab talvede soojenemist?

- Analüüsist selgus, et Põhja-Euroopas on tsüklonite hulk suurenenud.
- Ka Läänemere piirkonda jõudvate tsüklonite hulk on suurenenud, kusjuures oluliseks järeltuseks on tsükklonaalsuse kasv Eestist põhja pool (Soomes).
- Kuna tsüklonite keskmete trajektoorid on nihkunud Eestist põhja poole, siis tähendab see seda, et jääme sagedamini madalrõhkondade sooja lõunaossa, kus valitseb lääne- ja edelavool.
- Talvel toob õhuvool edelast ja läänest sooja ja niisket õhku.

Aastaajad

1) Astronoomilised

2) Meteoroloogilised (kalendrilised): talv (DJV), kevad (MAM), suvi (JJA), sügis (SON). Meteoroloogiline aasta: 1.dets – 30. nov.

3) Kliimaatilised:

kevadtalv

varakevad

kevad

suvi

sügis

hilissügis

eeltalv

talv

4) Fenoloogilised (taime-, agro-, aero-, dendro-, ihtüo-, müko-)

5) Veekogude kliimaatilised aastaajad (Eesti looduse kalender, 2001)

6) Sünoptilised (sünoptiliste protsesside järgi)

7) Psühholoogilised ja sotsioloogilised (meeleolu, tunnetuse jne järgi)

Kliimaatilised aastaajad

Kevadtalveks (ehk eelkevadeks A. Tarandi ja J. Jõgi järgi) on lume sulamise perioodi. Selle alguseks on päev, millest edasi hakkavad domineerima sulailmad ja lumikatte paksus hakkab vähenema. Sulailmad domineerivad siis, kui neile järgnevate külmailmade arv ei ületa eelnevate sulailmade arvu. Kevadtalve hulka arvatakse ka hilisemad kevadised ajutise lumikattega ja külmailmadega perioodid pärast talvise lume sulamist.

Varakevad algab pärast lumikatte lõplikku kadumist. Selle jooksul maapind sulab ja soojeneb. Ilmastikus sageneb külmavabade päevade osatähtsus. Mõnel aastal, kui lumi on maas peaaegu aprilli lõpuni, sulab see palju soojema ilma tingimustes, taimekasv algab kohe pärast lumikatte kadumist ning varakevadine aastaeg jääb vahele.

Kevad kitsamas mõttes algab koos taimede vegetatsiooniperioodi algusega. Selle näitajaks on ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsiv tõus üle $+5^{\circ}$. Püsivaks üleminekuks

loetakse sellist, mille puhul järgnevate soojemate päevade keskmise temperatuuri piirväärtuse (antud juhul $+5^{\circ}$) hälvete summa ületab külmemate päevade (alla $+5^{\circ}$) hälvete summa. Kui aga järgnev negatiivsete hälvete summa on suurem, siis peetakse püsiva ülemineku alguseks külmaperioodi lõpu kuupäeva.

Suve alguse kriteeriumina kasutas A. Raik peamiselt taimefenoloogilisi parameetreid (pihlaka õitsemise algus, viljapuude õitsemise lõpp, soojalembeste köögiviljade kasvuks soodsa ilmastikuga perioodi algus). Käesoleval juhul kasutatakse nende head meteoroloogiliste vastet, ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsivat tõusu üle $+13^{\circ}$.

Sügise alguseks on peetud ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsivat langemist alla $+13^{\circ}$. Sellega kaasneb pilves ja sademetega ilmade sagenemine, öökülmade saabumine, õunte ja suviviljade valmimine.

Hilissügis algab siis, kui taimede kasvuperiood lakkab ja ööpäeva keskmine temperatuur langeb püsivalt alla $+5^{\circ}$. Sel juhul sageneb märgatavalt öökülmadega, lauspilviste ja vihmaste päevade arv.

Eeltalv algab koos esimese ajutise lumikatte moodustumisega ja esimeste külmailmadega. Ööpäeva keskmine õhutemperatuur langeb eeltalve saabudes tavaliselt alla nulli. Algab ebamäärane periood, mille jooksul vahelduvad sula- ja külmailmad. Lumikate võib tekkida ja sulada mitu korda.

Talve kitsamas mõttes ehk päristalve algus on määratletud kui püsiva lumikattega perioodi algus. Sellega kaasneb külmailmade sagenemine ja enamikul aastatel ka domineerimine. Kui lumikatte moodustumisele eelneb lumeta külmailmade periood, siis peetakse talve alguseks selle perioodi algust. Kui esimene lumi jääb püsima kogu talveks, siis jääb eeltalvine aastaag hoopis vahele.

Kliimamuutus lühendab mesilaste keelt

Priit Ennet

25.09.2015 11:01

Rubriik: **Loodus**

Kliima muutub ja suunab seejuures juba evolutsiooni. Ameerika teadlased on avastanud, et kohalike mesilaste keel on jäänud viimastel aastakümnetel lühemaks. Põhjuseks peetakse seda, et kliimamuutuse tulemusel on vähenenud piklike õitega taimeliikide arvukus.

Mõned mesilasliigid olid selliste õitega kohanenud sel moel, et nende keel oli evolutsiooni käigus arenenud nii pikaks, et nad said õie põhjast nektari kätte. Nüüd aga on evolutsiooni surve pikakeelsusele järele andnud ja järele on andnud ka keele pikkus.

Nicole Miller-Struttman New Yorgi osariigiülikoolist ja ta kolleegid uurisid andmeid, mis olid aastail 1966-1980 ja 2012-2014 kogutud Colorado osariigi mägiadalt tegutseva kahe pikakeelise mesilasliigi kohta. Nad kirjutavad nüüd ajakirjas Science, et andmetest tuleb välja mõlema liigi keele märgatav lühenemine.

Analüüs näitas, et keele lühenemise põhjuseks ei ole olnud mesilase keha üldine kahanemine ega piklikuõeliste taimede eneste evolutsioonilised muutused, vaid just piklikuõeliste taimeliikide arvukuse langus, mille põhjuseks võib pidada kliimamuutust.



Mesilased (Foto: AFP/Scanpix)

Ecosystem Services

All life on Earth depends on a host of goods and services that ecosystems provide.



Pollination

- Pollinators come in all shapes and sizes. Over 100,000 species—from bees, beetles, moths, and flies, to birds, mammals, and reptiles—serve as pollinators worldwide.
- Most flowering plants require help from pollinators to produce fruit and seed.
- Almost all commercially important crops—more than 150 in the United States—require pollination to produce their crops, including almonds, apples, alfalfa and squash.



Flood Damage Control

- About one quarter of the rain that falls on the Earth runs off as flood water.
- Forests, wetlands, rivers and coastal floodplains catch, store, absorb and slowly release excess water.
- These ecosystems help prevent or reduce damage to human settlements and natural areas from flash flooding and lessen the height and duration of floods.



Forest Carbon Storage

- Forests remove carbon dioxide—the principle greenhouse gas—from the atmosphere and store it as carbon.
- Carbon dioxide is released back into the atmosphere when forests are burned or cleared.
- Forest protection and restoration help slow global warming and provide important conservation co-benefits, such as preserving watersheds and biodiversity.



Water Purification

- Streams, wetlands, lakes, estuaries, and forests all play important roles in purifying water.
- Excess nutrients, sediments, oil, bacteria, and viruses are processed and filtered out as water moves through these ecosystems.
- This natural purification process provides clean water for drinking, industrial uses, recreation, and wildlife habitat.



The Earth's varied habitats, such as forests and wetlands, provide many goods and services upon which we depend, often without our knowing it.

These ecosystem services are as familiar as fish and fresh water or as subtle as the stabilization of climate.

Our multi-trillion dollar economy is linked in innumerable ways to ecosystem services, but it is difficult to assign price tags to the ecological, recreational, spiritual, and aesthetic values that they provide.

Communicating Ecosystem Services

TOOLS FOR SCIENTISTS TO
ENGAGE THE PUBLIC

<http://esa.sdsc.edu/ecoservices>



Ecological Society
of America

202.833.8773
<http://es.sdsc.edu>



Union of
Concerned Scientists

617.547.5552
<http://www.ucsusa.org>

Ecosystem Services

All life on Earth depends on a host of goods and services that ecosystems provide.



The Earth's varied habitats, such as forests and wetlands, provide many goods and services upon which we depend, often without our knowing it.

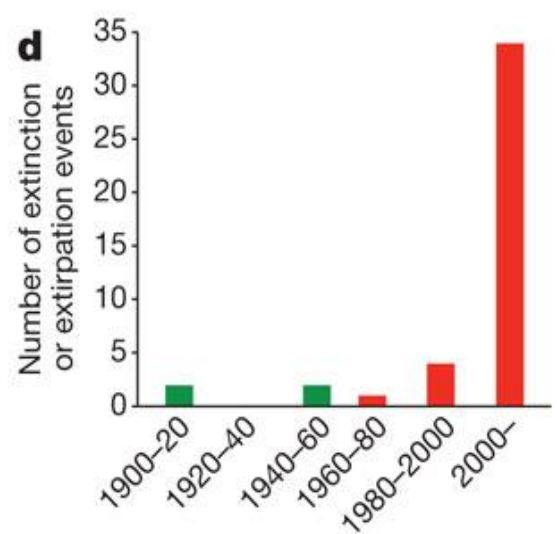
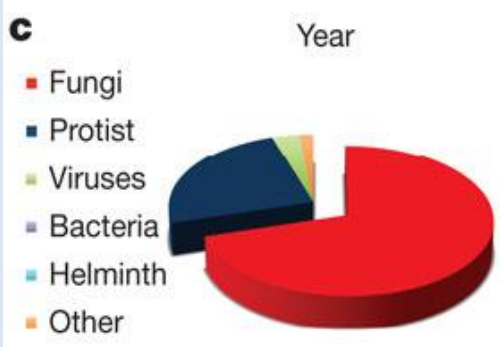
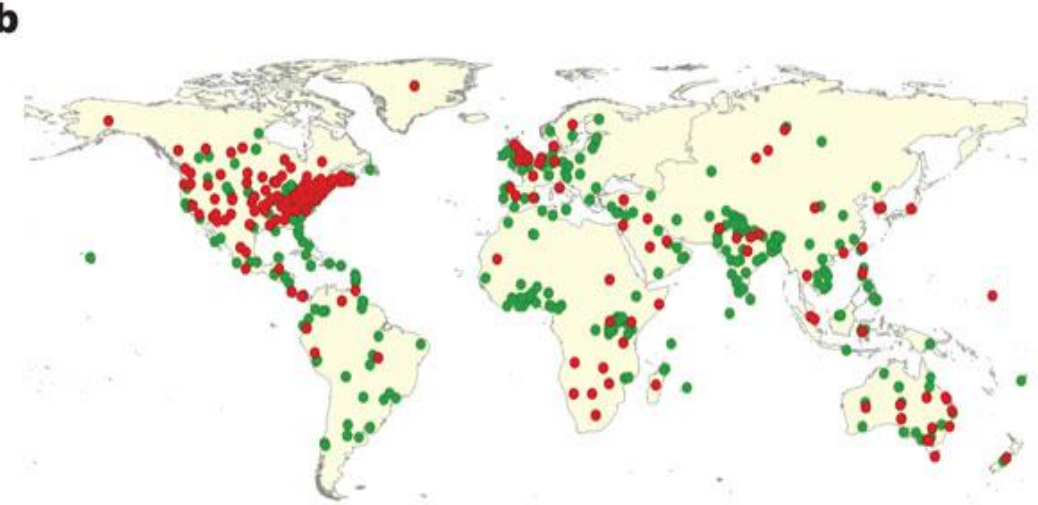
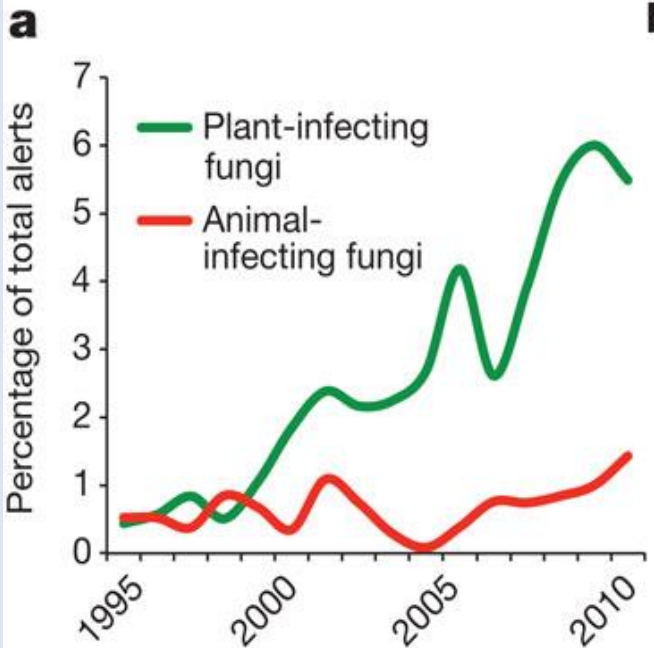
These ecosystem services are as familiar as fish and fresh water or as subtle

- Õhuringlus ja gaaside regulatsioon
- Kliima regulatsioon
- Puhvervõime häirimiste korral
- Bioloogiline kontroll
- Geenipank
- Vee ringlus ja puhastus

- Pinnaseteke
- Lagunemisprotsessid
- Tolmlemine
- Toitainete ringlus
- Toidu tootmine
- Toorained
- Elupaik
- Rekreatsioon

Kliima ja mesilased?

- IPCC: kliima soojenemisel on negatiivne mõju tolmeldavaile putukaile (mesilased, liblikad jt).
- Suurim mõju on troopikas, ekvatoriaalaladel.
- Madal temperatuur takistab eksootiliste infektsioonide levikut.
- Eestis on külmem talv soodne kohalikele putukaliikidele, soojem talv „sisserändajatele“.
- Eestis hukkub talvel ligi 8 korda rohkem kohalikke mesilasi kui Lätis või Leedus (Maarika Mänd, Maaülikool).



• **Seenhaiguste globaalse leviku trendid**

Disease alerts in the ProMED database for pathogenic fungi of animals and plants (a), and the spatial location of the associated reports (b).

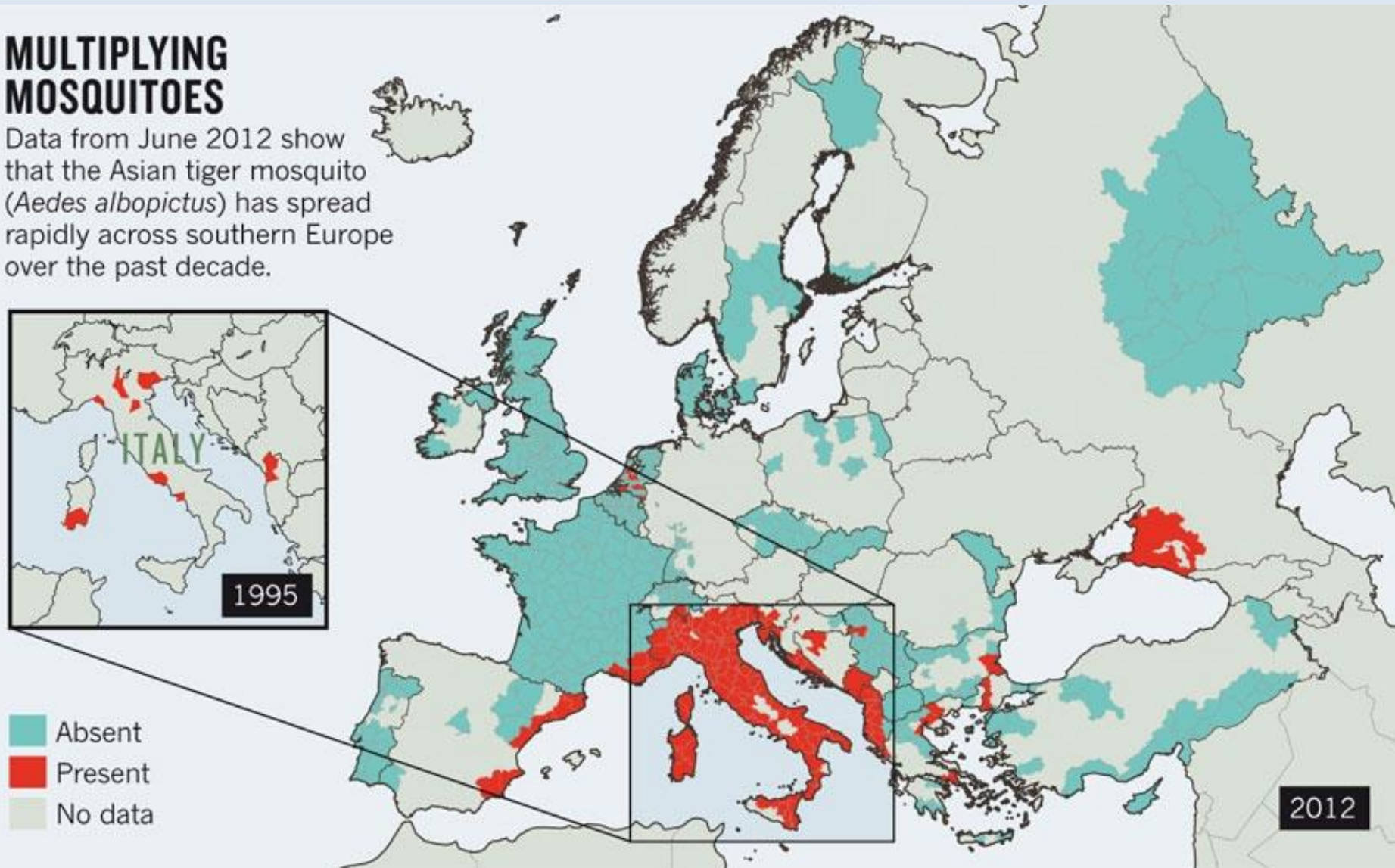
c, d, Relative proportions of species extinction and/or extirpation events for major classes of infectious disease agents (c) and their temporal trends for fungal pathogens (d).

Aasia tiigersääse (*Aedes albopictus*) levik Euroopas

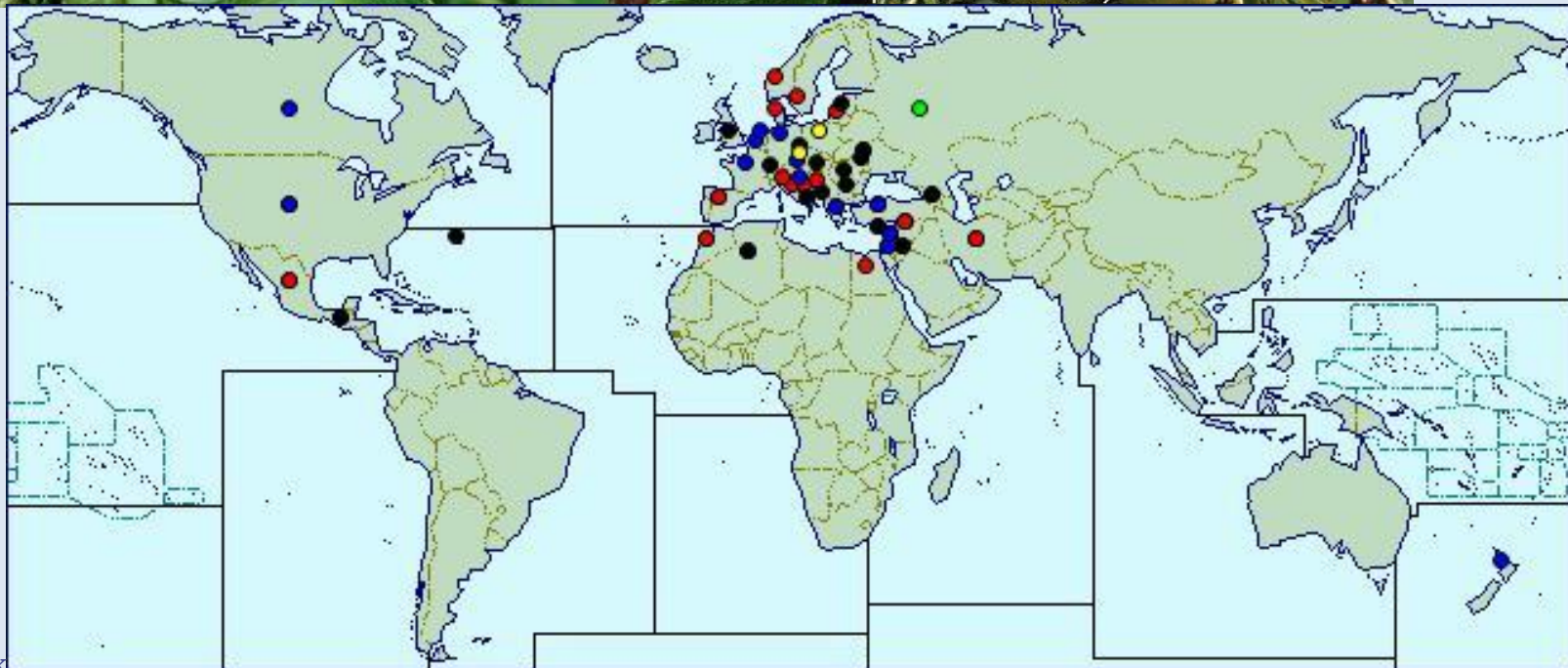
A. albopictus levitab vähemalt 22 viirushaigust, sh Dengue palavikku ja Chikungunya tõbe.

MULTIPLYING MOSQUITOES

Data from June 2012 show that the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) has spread rapidly across southern Europe over the past decade.



Uus roosõieliste puude ja põõsaste bakterhaigus: viljapuu-bakterpõletik (*Erwinia amylovora*)

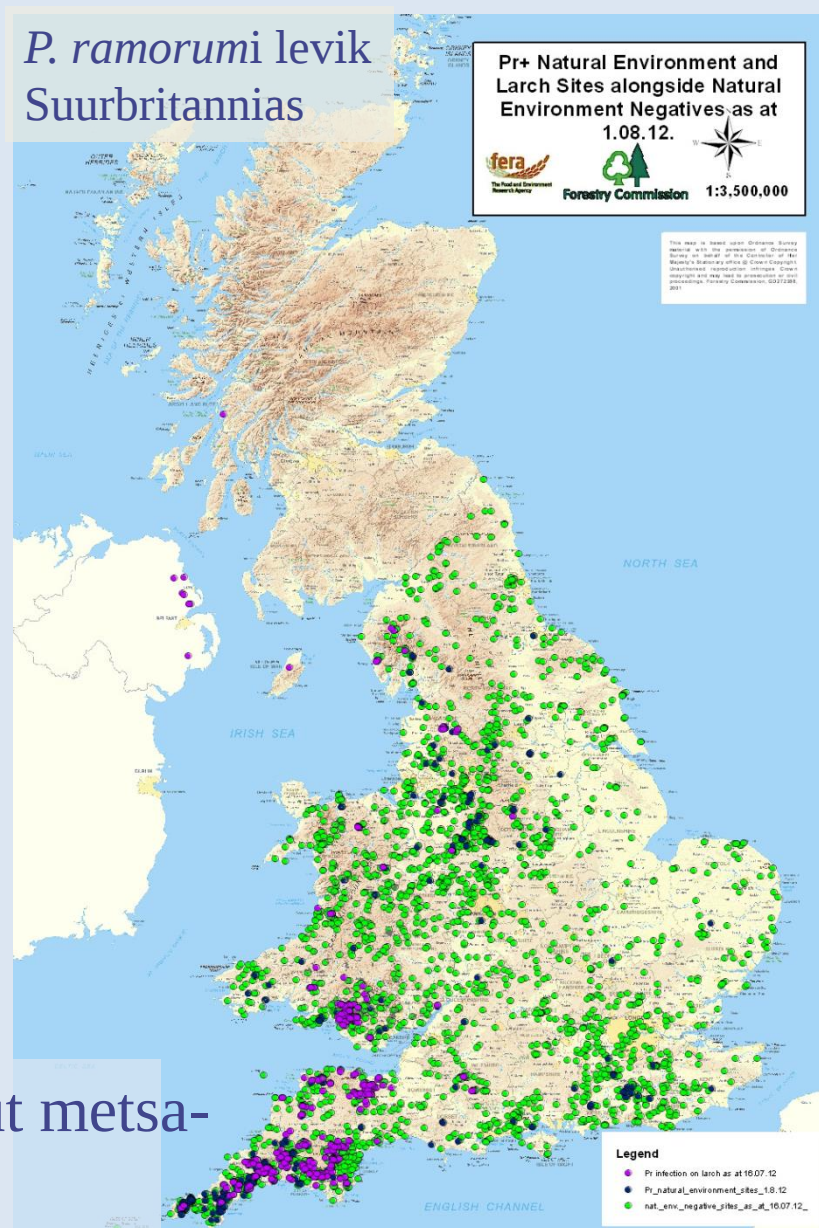


- Laialt levinud
- Juhuslik
- Üksikjuhud
- Hiljuti leitud
- Lokaalne levik

Tamme äkksurm (*Phytophthora ramorum*) – uus ohtlik lehtpuude seenhaigus



- Avastatud 1995. a USAs.
- Levib kiiresti Põhja-Ameerikas ja Euroopas (sh Poolas, Rootsis ja Soomes)
- Eestis avastati 2012. a roododendronitel



- 10 aasta jooksul avastatud ligi tosin uut metsahaiguse tekitajat Läänemere riikides!

Kliima ja mesilased?

- Probleemina tajutakse peamiselt kliimamuutusest tulenevaid ohte mesilastele, näiteks seda, kuidas kliimamuutus mõjutab mesilaste talvitumist, korjevõimalusi, haiguste levikut ja seeläbi siis ka mesilaste populatsiooni üldiselt.
- Üks võtmeprobleem parasvöötmes on näiteks see, kas fenoloogilised muutused ja mesilaste elukorraldus sobituvad kokku või ei ja mis on selle tagajärjed.
- Artikleid:
 - Climate change: Impact on honey bee populations and diseases
 - Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants
 - Effect of Temperature on the Biotic Potential of Honeybee Microsporidia

Kas ja kuidas on kliima muutunud?



- Talved on muutunud lühemaks
- Lumekattega päevade arv on vähenenud
- Kevad algab varem
- Märts on muutunud talvekuust kevadkuuks
- Jne

Loodus on muutustele reageerinud

- Tähelepanu peaks fotol koonduma väikesele tammele – neid on hakanud ilmuma loodusesse päris palju.
- Tamm on aga ohtram soojema kliimaga aladel.



Sepp, 2015

Mis saab edasi?

EESTI TULEVIKU KLIIMA STSENAARIUMID 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

Mis saab edasi?

Tabel 1: 2m õhutemperatuuri projektsioonid 21. sajandi lõpuks EURO-CORDEX mudelantsambli alusel.

Periood	2040-2070		2070-2100	
Stsenaarium	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Talv (DJV)	2.3°C	3.1°C	2.9°C	4.9°C
Kevad (MAM)	2.4°C	3.4°C	3.1°C	4.9°C
Suvi (JJA)	1.6°C	2.2°C	2.2°C	3.8°C
Sügis (SON)	1.7°C	2.2°C	2.2°C	3.6°C
Aasta keskmine	2.0°C	2.7°C	2.6°C	4.3°C

KESKKONNAAGENTUUR

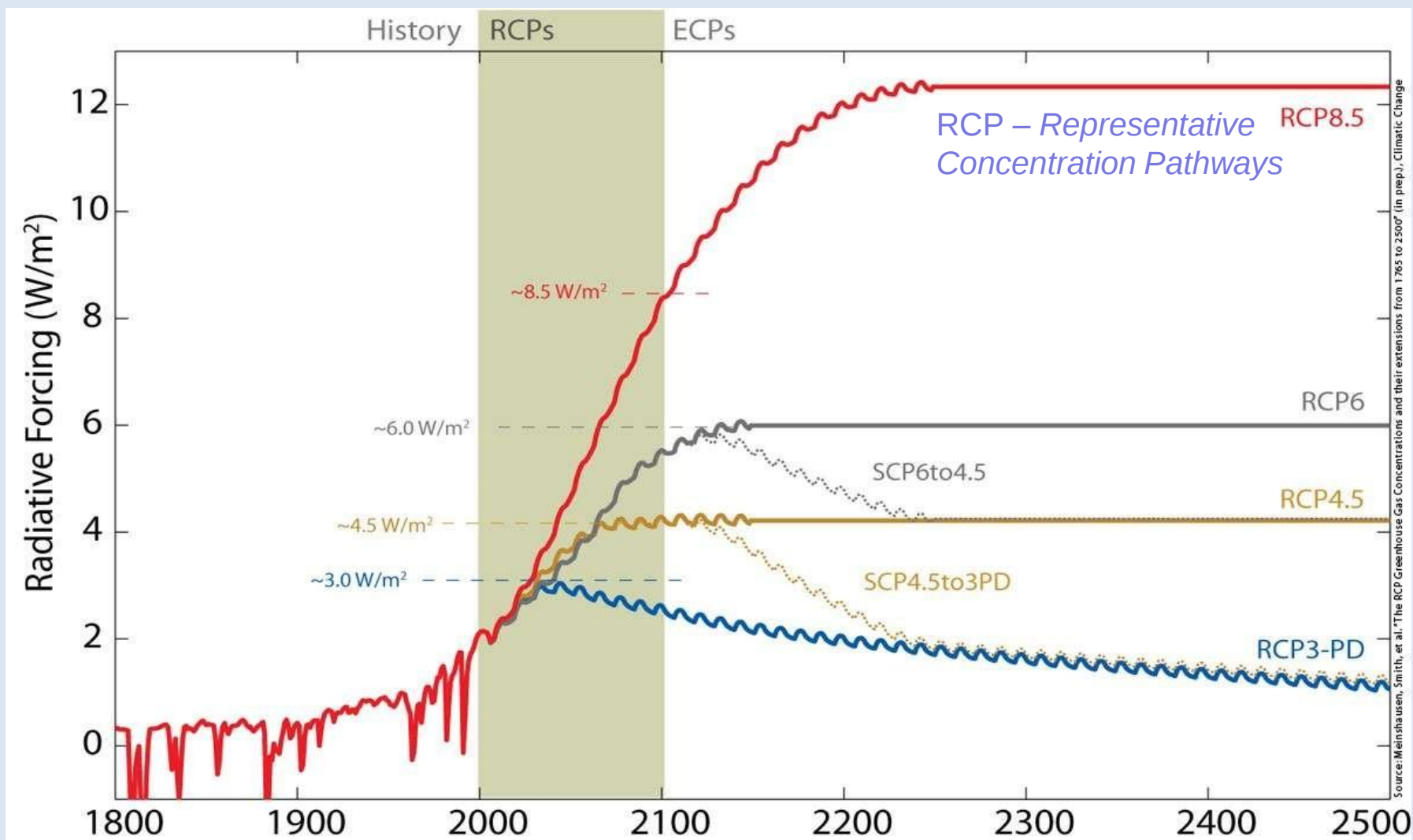
Tabel 2: Muutus keskmises sademete hulgas (%) aastaegade ja terve aasta lõikes, mis on saadud erinevate kliimamudelite põhjal aastateks 2040-2070 ja 2070-2100 võrreldes perioodiga 1971-2000 Eesti ala jaoks.

Periood	2040-2070		2070-2100	
Stsenaarium	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Talv (DJV)	9%	16%	15%	22%
Kevad (MAM)	10%	21%	16%	24%
Suvi (JJA)	11%	15%	18%	19%
Sügis (SON)	10%	11%	8%	12%
Aasta keskmine	10%	16%	14%	19%

Mida see tegelikkuses tähendab?

- Projekt EstKliima
- Türi meteoroloogiajaama andmed
 - Periood 1950–2013
 - RCP 8,5 – 2070–2100
 - Analüüsi viis läbi Mait Sepp.

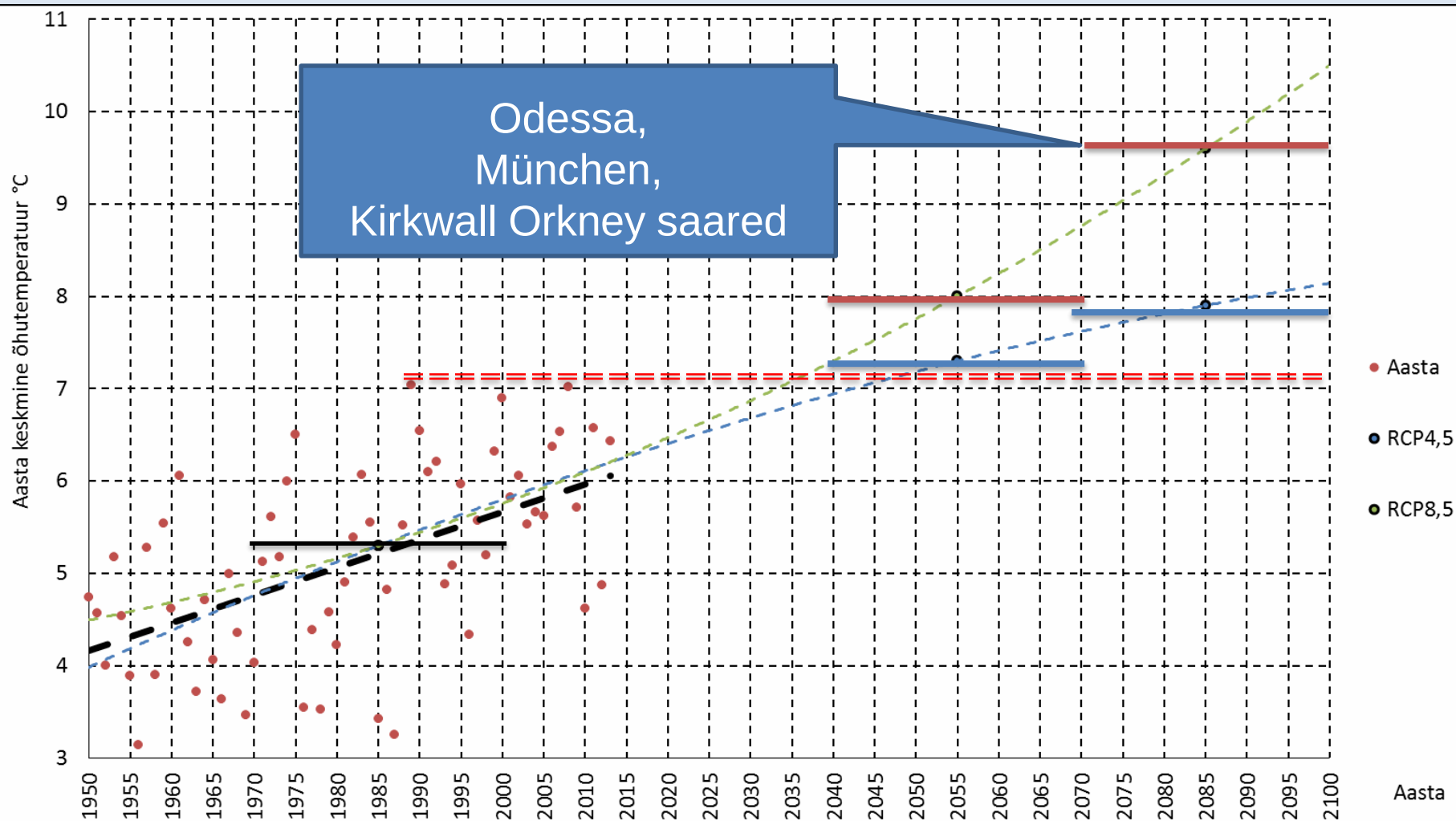
Erinevate stsenaariumite kiirguslik mõju



Stsenaariumi valik

- RCP2,6 – väga optimistlik, hea riikidevaheline koostöö, arenenud süsinikupüüdmise tehnoloogiad (kliimamuutuse signaal nõrk).
- RCP4,5 ja RCP6 – mõõdukad, riikide poolt olulisi leevendavaid meetmeid eeldavad (RCP6 kohta piiratud mudeliandmed).
- RCP8,5 – pessimistlik, nõrk riikidevaheline koostöö, valdavalt süsinikul põhinev majandus.
- Eesti jaoks valiti **RCP4,5** ja **RCP8,5**

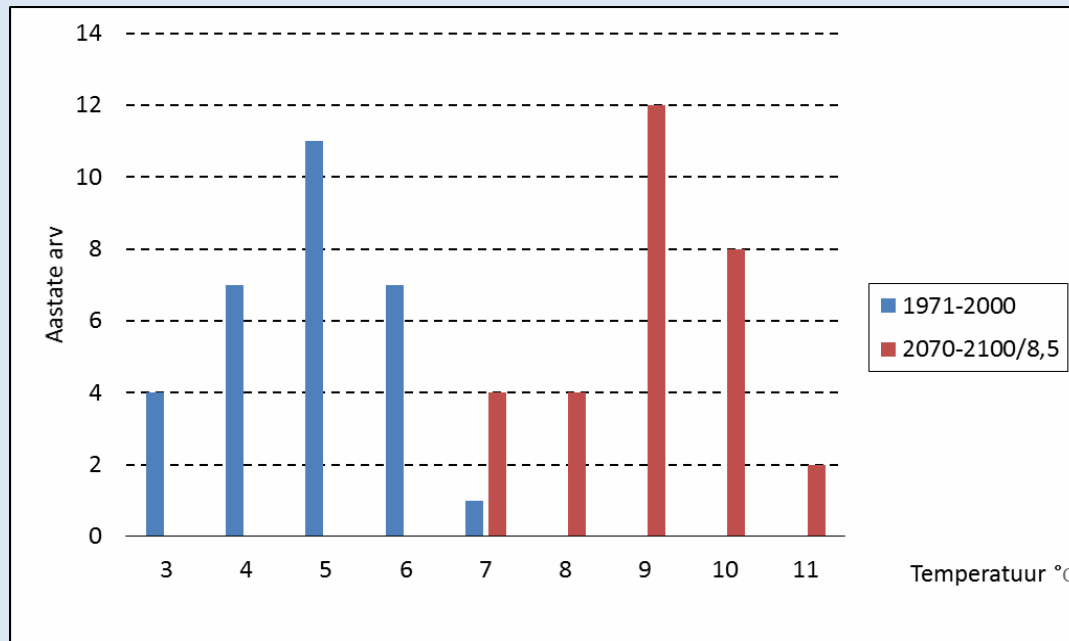
Mida see tegelikkuses tähendab?



Sepp, 2015

Eeldame:

- Ilmade struktuur (temperatuurijaotus) jääb tulevikus samaks, nagu kontrollperioodil 1971–2000.
 - Liidame „soojenemiskoefitsiendi“.
 - Ka tulevikus toimub sama arv arktilise õhu sissetunge, kuni -30°C , kuid kliima soojenemise tõttu langeb temperatuur -26°C .



Eeldus kehtib:

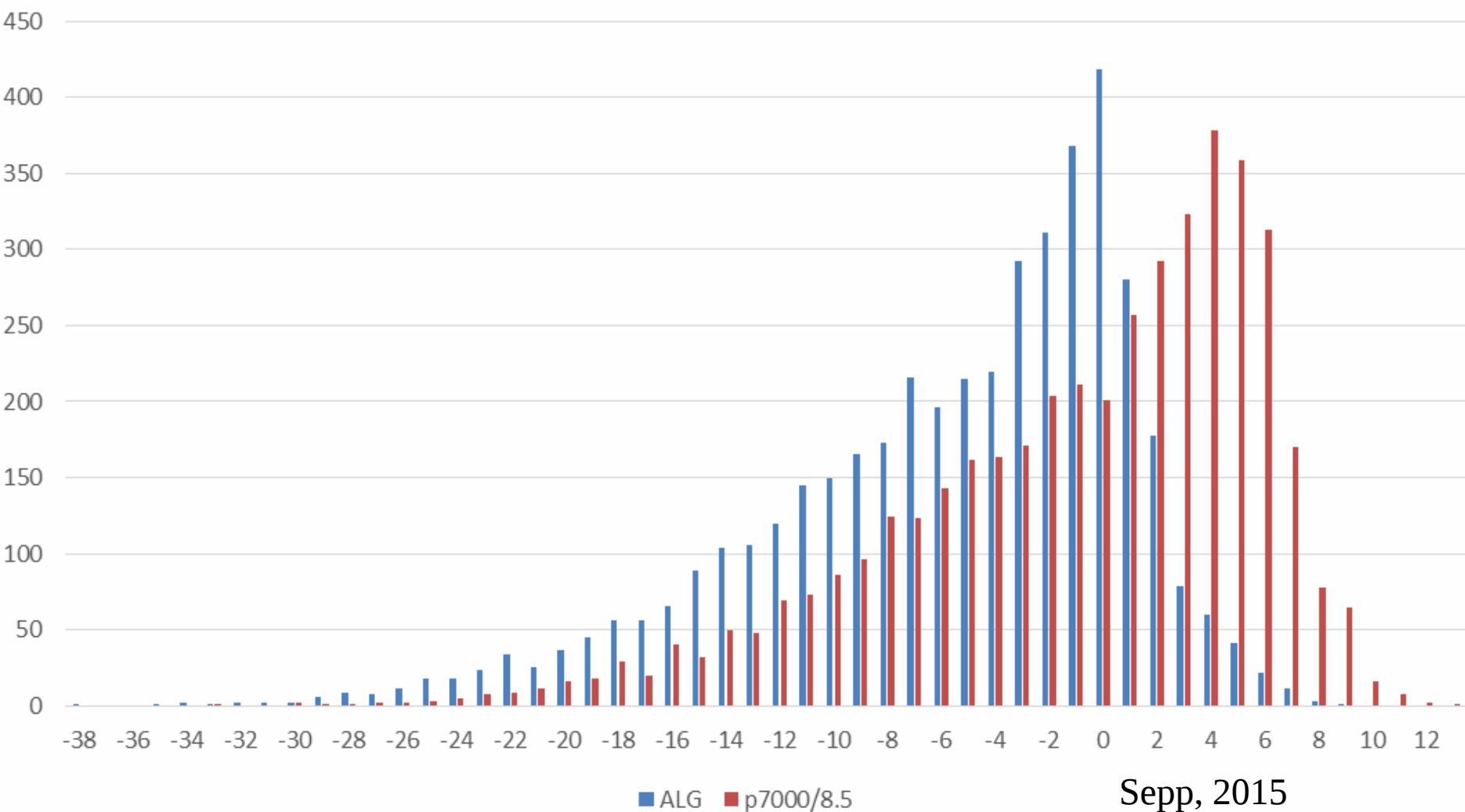
- Aasta, sesooni ja kuukeskmiste arvestuses
- Sooja poolaasta päevaste andmete tasemel
- Me võime järeldada näiteks, et RCP8,5 stsenaariumi rakendumisel muutuvad sajandi lõpus kuumad ööd (ööpäeva miinimumtemperatuur üle +25 °C) igasuviseks probleemiks.
- Tekivad kuni nädalased kuumalained!

Probleem tekib külma poolaastaga

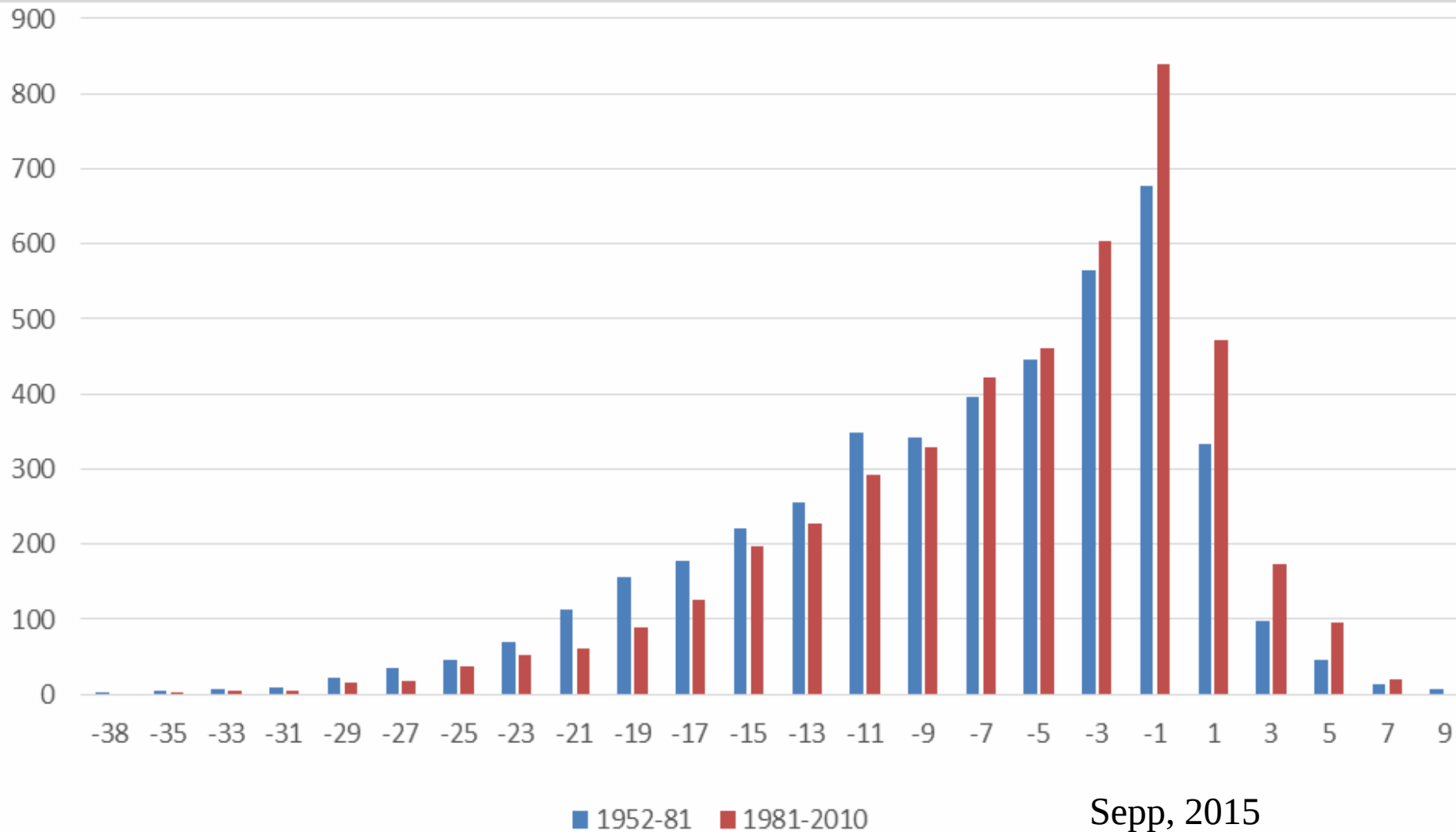
- Talv on statistilises mõttes otsustav.
- Eesti ilmastik sõltub „importsoojusest“:
 - (Türi: +5,3 °C, Magadan: -2,7 °C).
- Talve soojenemine -> kevade soojenemine
- Muutused temperatuurijaotuses

Jäitepäevade juhtum

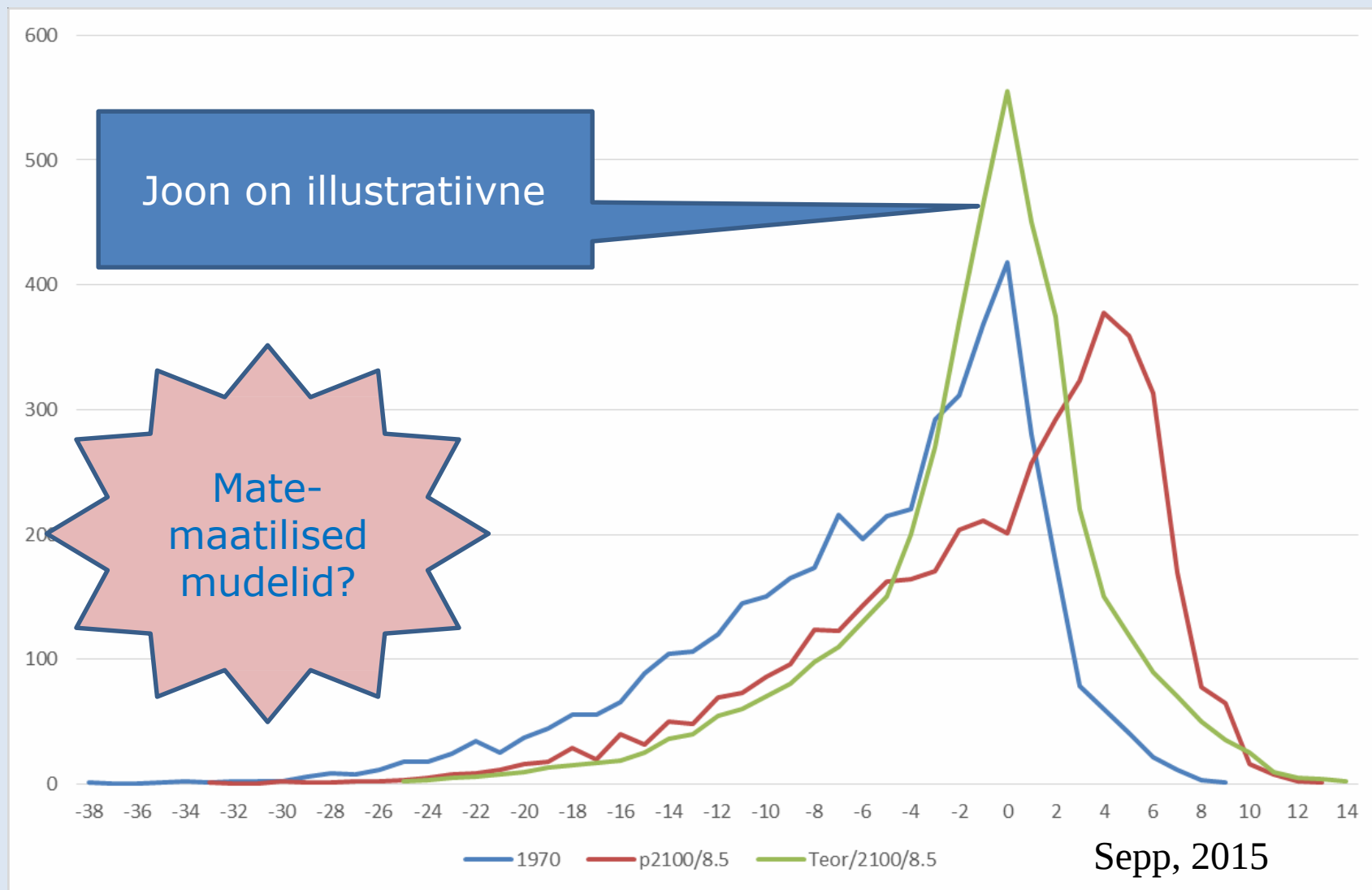
Külma poolaasta ööpäeva miinimumtemperatuuride jaotus



Tegelikult?

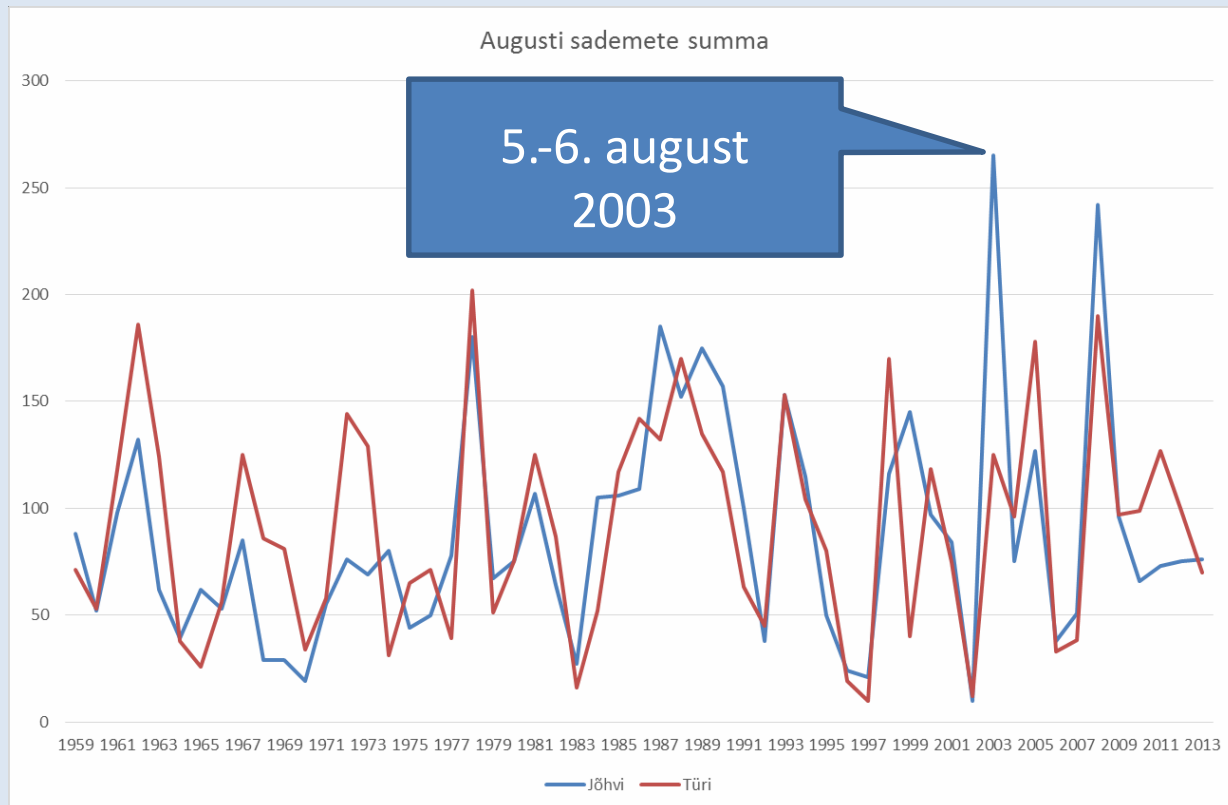


Eeldame: süvenevad need tendentsid, mis praegu on juba nähtavad

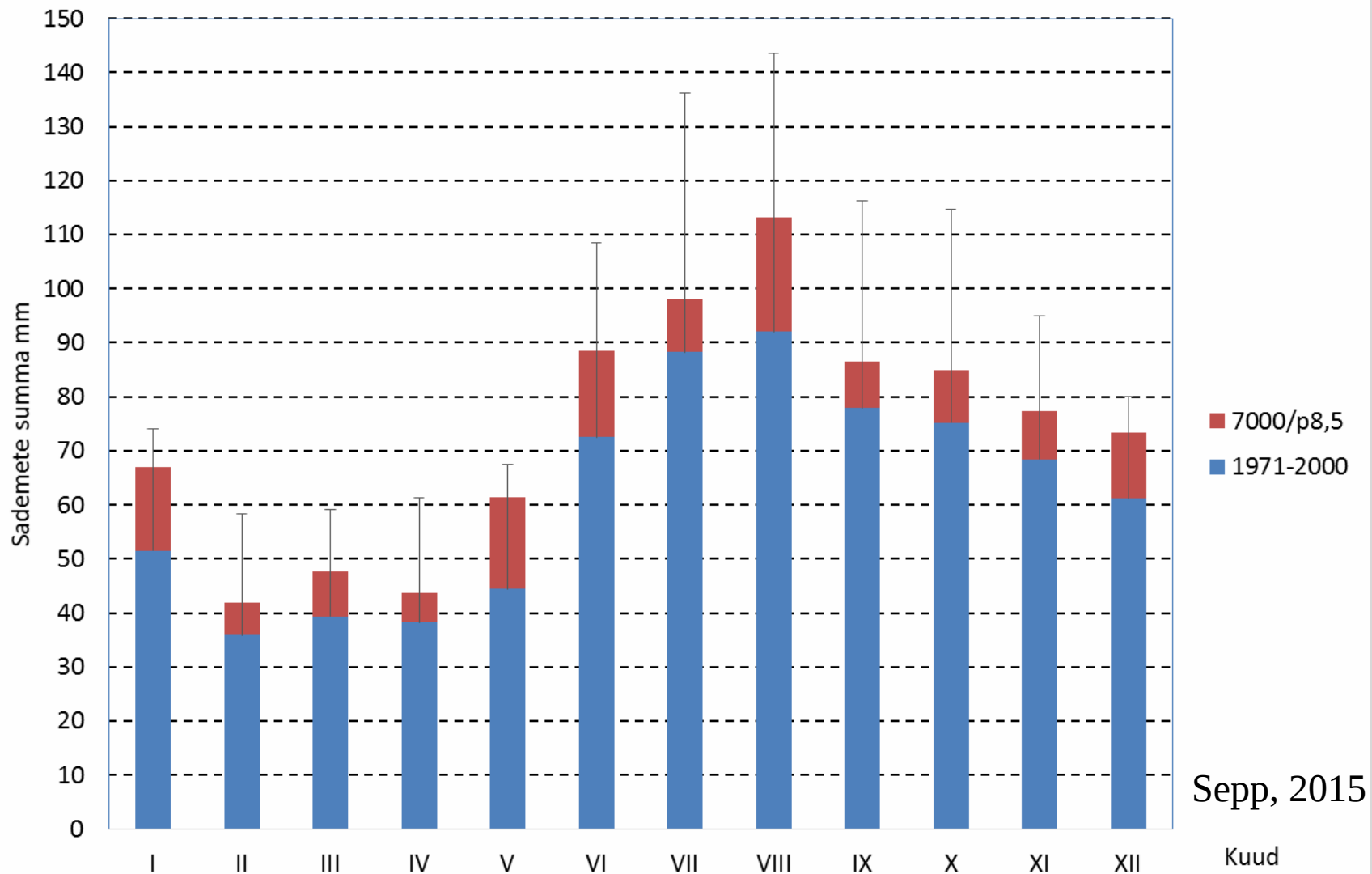


Sademed?

- Väga suur ruumiline varieeruvus!
- Väga suur juhuslikkuse osakaal!
- Väga suur ajaline varieeruvus!



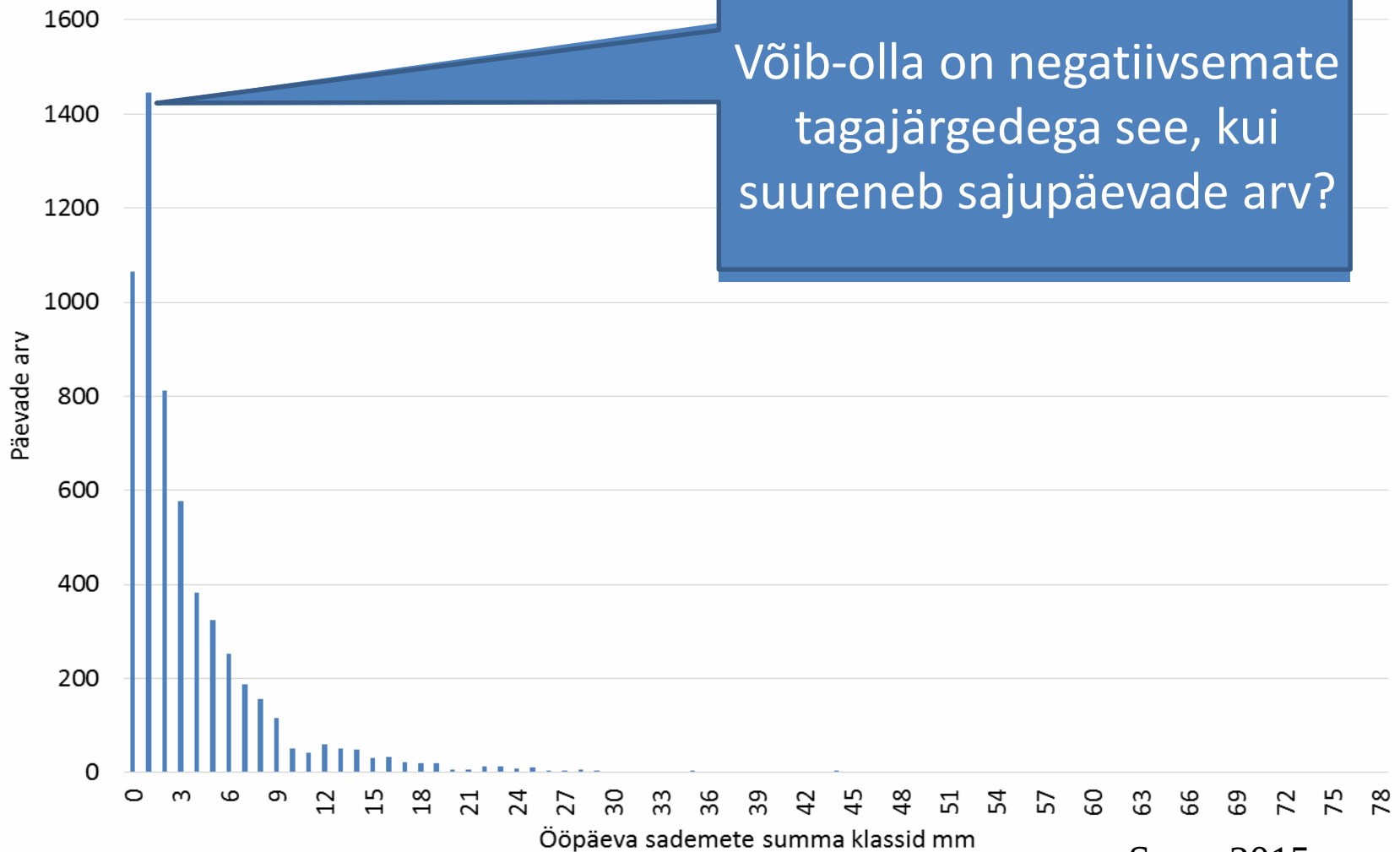
Sademeete summa muutused



Kriitilised küsimused

- Millisesse sademete jaotuse osasse lisamillimeetrid lähevad?
- Paduvihmade riski suurenemine?
 - Türi perioodi 1950–2013 seisuga üle 30 mm ööpäevase sademete summa tõenäosus ca 1 aastas
 - Hakkab esinema 2 aastas?
- Uputust tekitava paduvihma (üle 50 mm) tõenäosus 1 kümnendis
 - 2 kümnendis?

Sademetega päevade jaotus sajuhulga järgi 1971–2000



Sepp, 2015

Kõik taandub sellele, milline ILM hakkab tulevikus valitsema

- Temperatuur + sademed + tuul + kiirgus
- Talvel selgelt tsüklonaalne: tormine, vihmane ja soe
- Suvel selgelt antitsüklonaalne: tuulevaiksem, palav, paduvihmad
- Ekstreemsused?

Paduvihm rahega 15.07.2014 Lääne-Virumaal – näide
ekstreemsest sademesündmusest

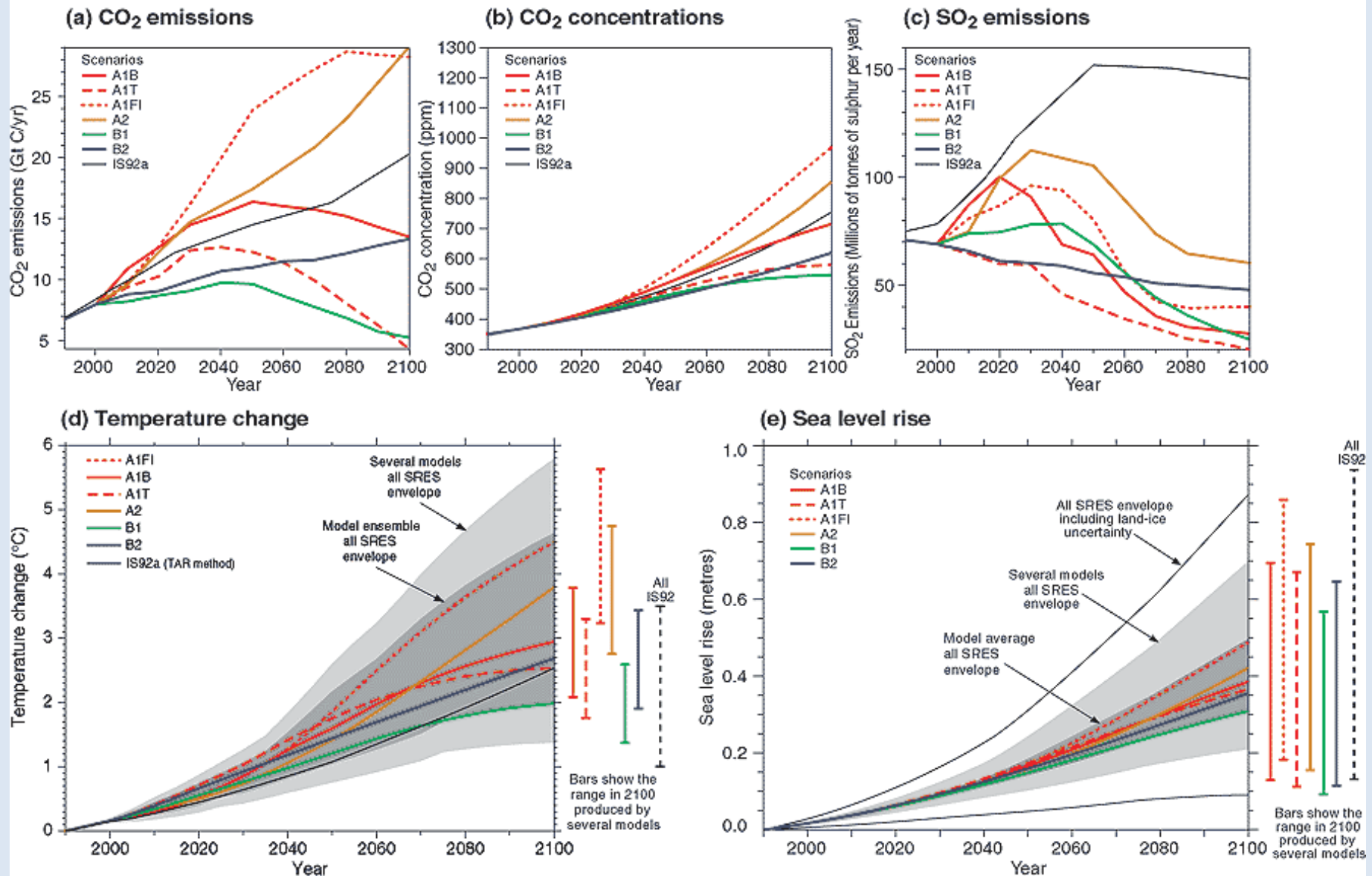


Teist tüüpi ekstreemne sademesündmus: tugev lumi 17.06.2014 Viljandis.
Foto: Aivar Aotäht



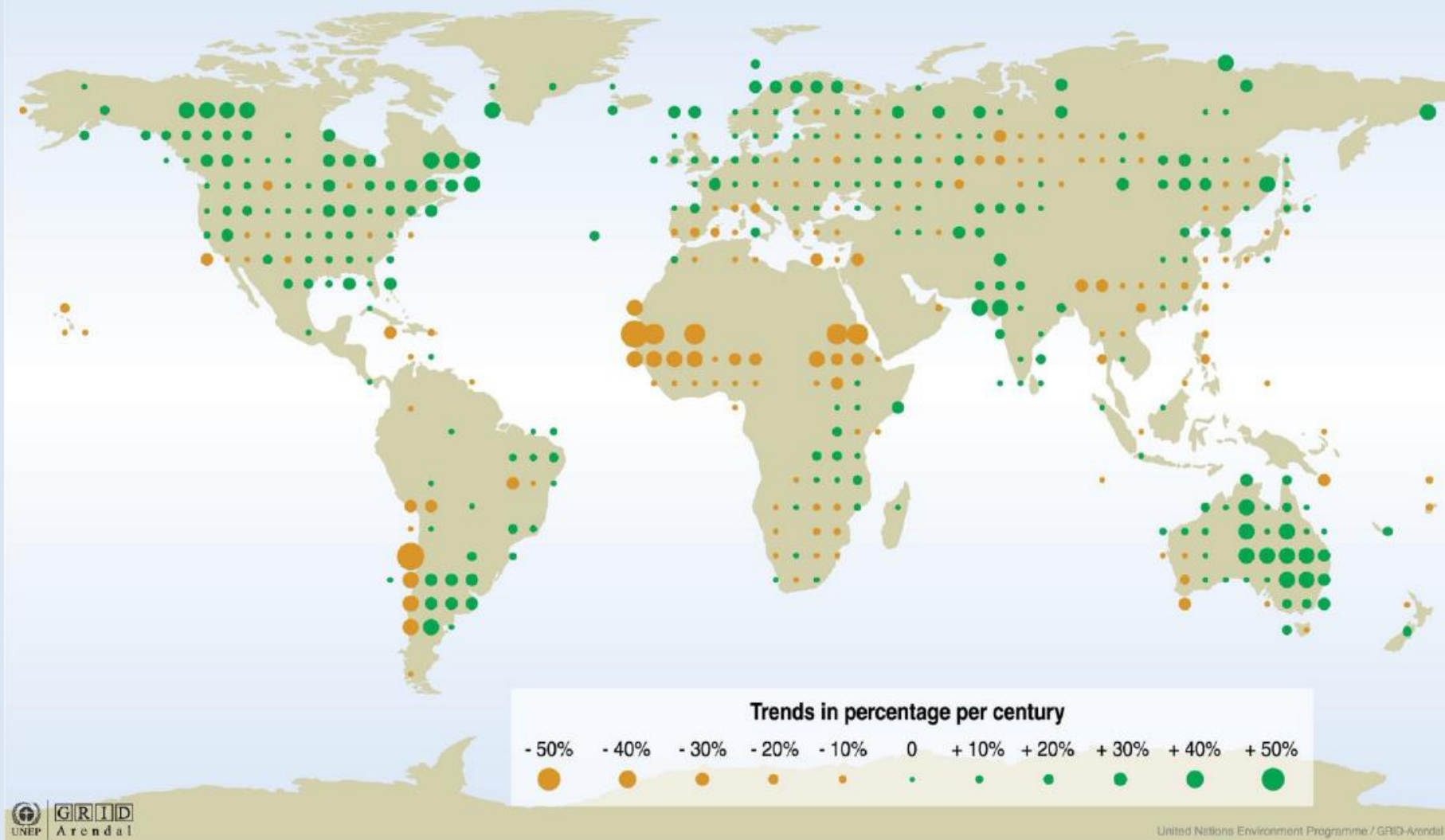
Olulisemad kliimamuutuse stsenaariumid (IPCC, 2007)

The global climate of the 21st century

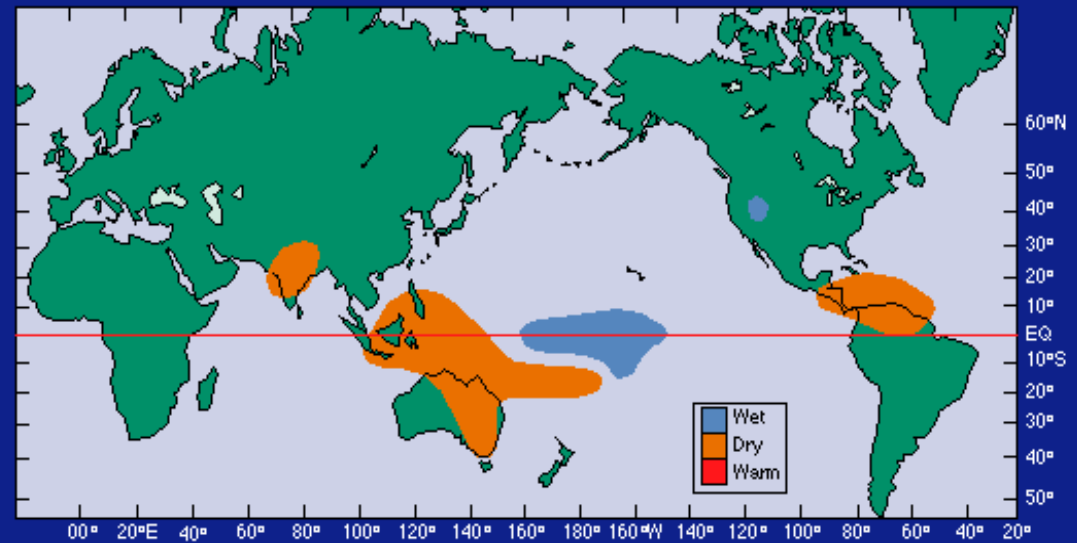


Globaalse sademeterežiimi muutused 1900–2000

Annual precipitation trends: 1900 to 2000

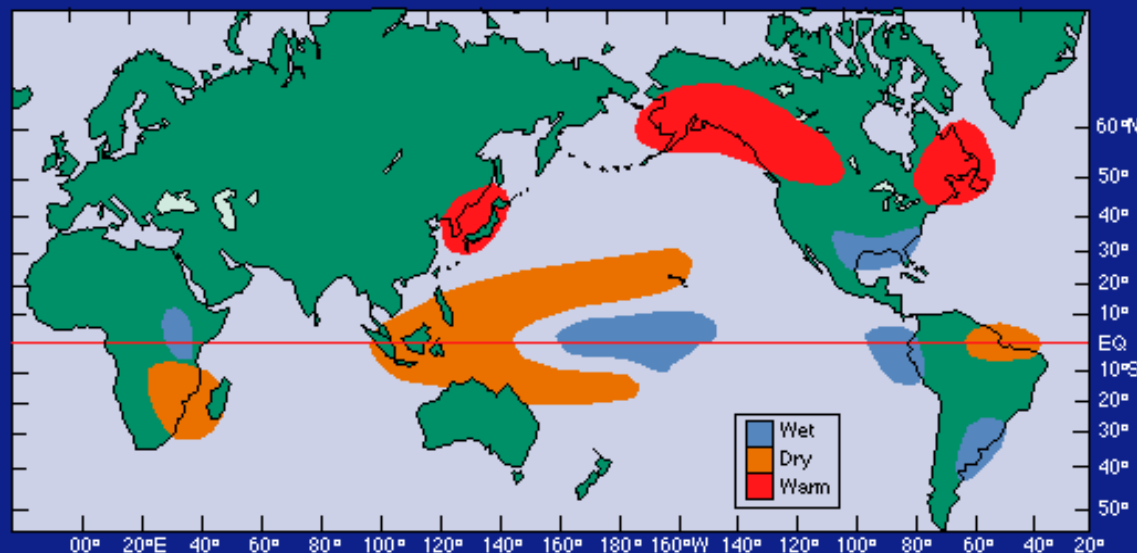


Northern Hemisphere Summer



- El Niño / *Southern Oscillation* (ENSO) – ookean-atmosfäär süsteemi vabavõnkumine

Northern Hemisphere Winter



Mis saab edasi?

- Võtmeküsimusi:
 - Kuidas mõjutab tuleviku kliima Eesti põllumajandust, sh taime- ja loomakasvatust?
 - Kas mõjud on pigem negatiivseid või on ka reaalseid väljavaateid, kuidas põllumajandus võiks muutuvast kliimast kasu lõigata?
- BioClim-projektis toimus hiljuti asjaosaliste seminar, milles kohtusid teadlased ja erinevate osapoolte esindajad põllumajandussektorist.
- Koos arutati kliimamuutuste mõjusid põllumajandussektorile ning võimalusi mõjudega kohanemiseks.
- Kuivõrd **toidutootmine on üks toidujulgeoleku aluseid ja üks EMÜ prioriteete**, siis on see ka projektis keskne teema.

Mis saab edasi?

- Eesti Keskkonnaagentuur (KAUR) on hiljuti välja töötanud kliimastsenaariumid aastani 2100 (sh EURO-CORDEX mudelprojektsioonid).
- Need annavad üldistatud hinnangud tõenäolistele tuleviku kliimatrendidele erinevate näitajate lõikes, nagu näiteks aastakeskmise õhutemperatuur, sademete hulk, iseloom ja sajupäevade arv, lumikatte kestus.
- Näiteks on täheldatud ja on edaspidigi oodata:
 - sagenenud on edela- ja läänesuunaliste tuulte esinemine;
 - täheldatud on tuule kiiruste kasvu talvekuudel;
 - sademete hulk on suurenenud perioodil oktoobrist märtsini;
 - jäänähete teke on nihkunud hilisemale ning kadumine varasemale ajale.

Mis saab edasi?

- Võib oodata, et tulevikukliima muutub Eesti põllumajandusele soodsamaks (üha enam maisipõlde).
- Pikem vegetatsiooniperiood tähendab ka suuremat söödabaasi ja suuremat biomassi, mille tõttu võib mäletsejate arv suureneda.
 - kas suurema toodangu järele on nõudlus?
- Kliimamõjude puhul on ilmne nende keerukus ja vastuolulisus: soojemad suved ei pruugi automaatselt tähendada saagikuse tõusu kõigi kultuuride puhul.
- Sarnaselt võime eeldada, et pehmemad talved soodustavad karjatatavate loomade aastaringset väljaspidamist ja seega näiteks teatavat kokkuhoidu kütte- jm kuludelt.

Mis saab edasi?

- Kas soojemate suvede tulekul võime eeldada ka kõrgemaid meesaake?
 - Vastus ei pruugi olla ühene, kuna palju sõltub mesilaste korjebaasist (meetaimedest) ja mesilaste käitumisest.
 - Kui taimede fenoloogilised tsüklid ja mesilaste „korjekalender“ omavahel ühtivad, siis võivad meesaagid suurenedada, kuid määramatus on siingi tegelikkuses väga suur.

Mis saab edasi?

- Väga aktuaalseks võib muutuda senisest kõrgem seirevajadus, seda eeskätt näiteks uute taimekahjurite ning -haiguste, samuti parasiitide ja loomahaiguste puhul (mesilaste parasiitide seire praktiliselt puudub Eestis).
- Taimehaiguste seire puhul võiks abiks olla nn amatöörseirevõrgustik (analoogselt linnuseirega), kus vabatahtlikud huvilised annavad kaardipõhise info haiguste levikust.
- Põllumajandus on oma olemuselt piisavalt spetsiifiline valdkond, mistõttu on üldiste kliimamudelite põhjal raske ennustada konkreetseid mõjusid.
- Kliimakohanemisel võib üldjuhul abi olla ka mõnest lihtsast põhimõttest: näiteks kui põllumajandustootjad teadvustavad endile senisest enam „tunne-oma-põldu“-printsipi.