

# Muutused Läänemere piirkonna satelliitpilvisuse karakteristikutes kevadel ja suvel 1982-2015

Piia Post Tartu Ülikooli füüsika instituut  
Margit Aun Tartu Ülikooli Tartu observatoorium



# Motivatsioon

=> Stanhill & Cohen (2001) „global dimming“

20 saj 50-80-ndatel on globaalselt vähenenud aluspinnani jõudnud kiirgushulk ( $3-9 \text{ W/m}^2$ )

<= Wild et al (2005, 2009) „global brightening“ alates 1980-datest ( $1-4 \text{ W/m}^2$ )

Selle põhjuseks võivad olla muutused atmosfääri läbipaistvuses (Ohvril et al 2009) või muutused pilvisuses:

Keevallik ja Russak (2003) uurisid põhjalikult pilvisust Eesti meteojaamade andmetest aastatel 1955-1995

=> Märtsis on kõikjal madalate pilvede hulk kasvanud



# Motivatsioon

- BACC (Baltic Sea Assessment of Climate Change, 2015) toetub pilvisuse ja kiirguse osas vaid artiklitele maapealsetest mõõtmistest, ehkki satelliitidelt on registreeritud kiirgust ning pilvisust juba alates aastast 1978
- Kuni 2000 alguseni on olemas ka globaalsed pilvisuse vaatlused maapealsetest jaamadest, kuid automaatjaamade pealetungiga seoses on maapealsete vaatluste arv hüppeliselt langenud ...



# Motivatsioon

On muutunud kättesaadavaks kiirguse ja pilvisuse satelliitklimatoloogiad:

- CLARA, CLAAS, SARA, COMET CDR (climate data record) Eumetsat CM SAF
  - PATMOS-x Cloud CDR NOAA
  - CC4CL-AVHRR ESA cloud climatology
- ning mitmed võrdlusandmestikud satelliitidelt
- MODIS, ISCCP-HGM, CALIPSO-CALIOP, SCIAMACHY, ....



# Eesmärk

- Võrrelda Tartu-Tõravere jaama maapealse vaatluste ja satelliitpilvisuse kokkulangevust kuukeskmisel tasemel; trendid??

Satelliitklimatoloogiast kuukeskmiste tasemel

- Saada regionaalne ülevaade **pilvisuse (CFC)** jaotusest ning trendidest
- Saada regionaalne ülevaade **pilvede kõrguse (CTH)** jaotusest ning trendidest

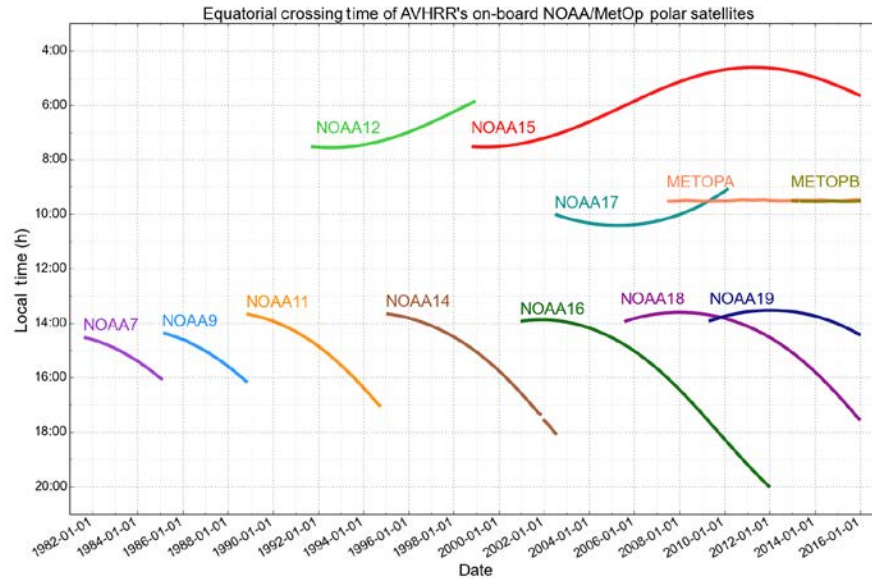
kevad => märts,

suvi => juuni



# Andmed

CLARA- A2 (Cloud, Albedo and surface Radiation dataset from AVHRR data)  
AVHRR - Advanced Very High Resolution Radiometer,



- alates 1992 kaks satelliiti
- VIS ja IR spektriosa kanalid
- Mõned üksikud päevad puudu
- Väga madala päiksega mõõtmised eemaldatud
- $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  kuukeskmised
- Probleemid lume ja jääga

# Andmed

SARAH-2 (Surface Solar Radiation Data Set-Heliosat) 1983-2015

CLAAS-A2 (Clouds and Radiation Data Set based on AVHRR Satellite Measurements) 2004-2015



**Table 2**

*Results of the Validation of Monthly SARAH-2 and CLARA-A2 SSR Data With Reference to Station Data in Europe*

|          | 1983–1991 |      | 1992–2015 |      | 1983–2015 |      |
|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|          | MAD       | cor  | MAD       | cor  | MAD       | cor  |
| CLARA-A2 | 9.7       | 0.85 | 6.5       | 0.91 | 7.3       | 0.88 |
| SARAH-2  | 8.3       | 0.89 | 6.4       | 0.90 | 6.9       | 0.89 |

*Note.* MAD = mean absolute deviation ( $W/m^2$ ) and cor = Pearson's correlation coefficient of the anomaly series.

- baseerub METEOSAT satelliidel paiknenud MVIRI (Meteosat Visible and Infrared Imager) ja SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager) instrumentidel,
- vaid VIS ja IR kanalid
- katab ala  $-65^\circ$  kuni  $+65^\circ$  nii pikkus kui laiuskraadi
- $0.05^\circ \times 0.05^\circ$  ruumiline lahutus



Pfeifroth et al 2018

# Andmed

## COMET (CLOud Fractional Cover dataset from METeosat First and Second Generation) 1991-2015

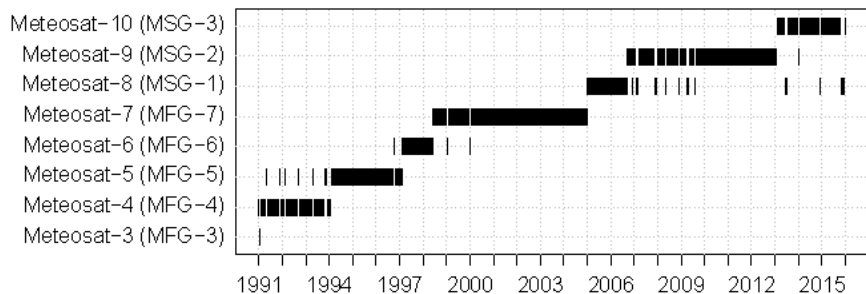


Figure 1. Overview of the Meteosat record used as input for the generation of COMET.

- baseerub METEOSAT satelliidel paiknenud MVIRI ja SEVIRI instrumentidel, 30 min samm
- vaid VIS, 500–900 nm, WV 570–710 nm ja IR 1050–1250 nm kanalid
- katab ala  $-65^{\circ}$  kuni  $+65^{\circ}$  nii pikkus kui laiuskraadi
- $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$  ruumiline lahutus



Bojanowski et al 2018



# Tulemused

Perioodide keskmised pilvisused (%)

|                    | Tõravere | CLARA-A2 | COMET | CLAAS-2 |
|--------------------|----------|----------|-------|---------|
| keskmine 1992-2015 | 73       | 67       | 64    |         |
| keskmine 2004-2015 | 73       | 67       | 63    | 67      |



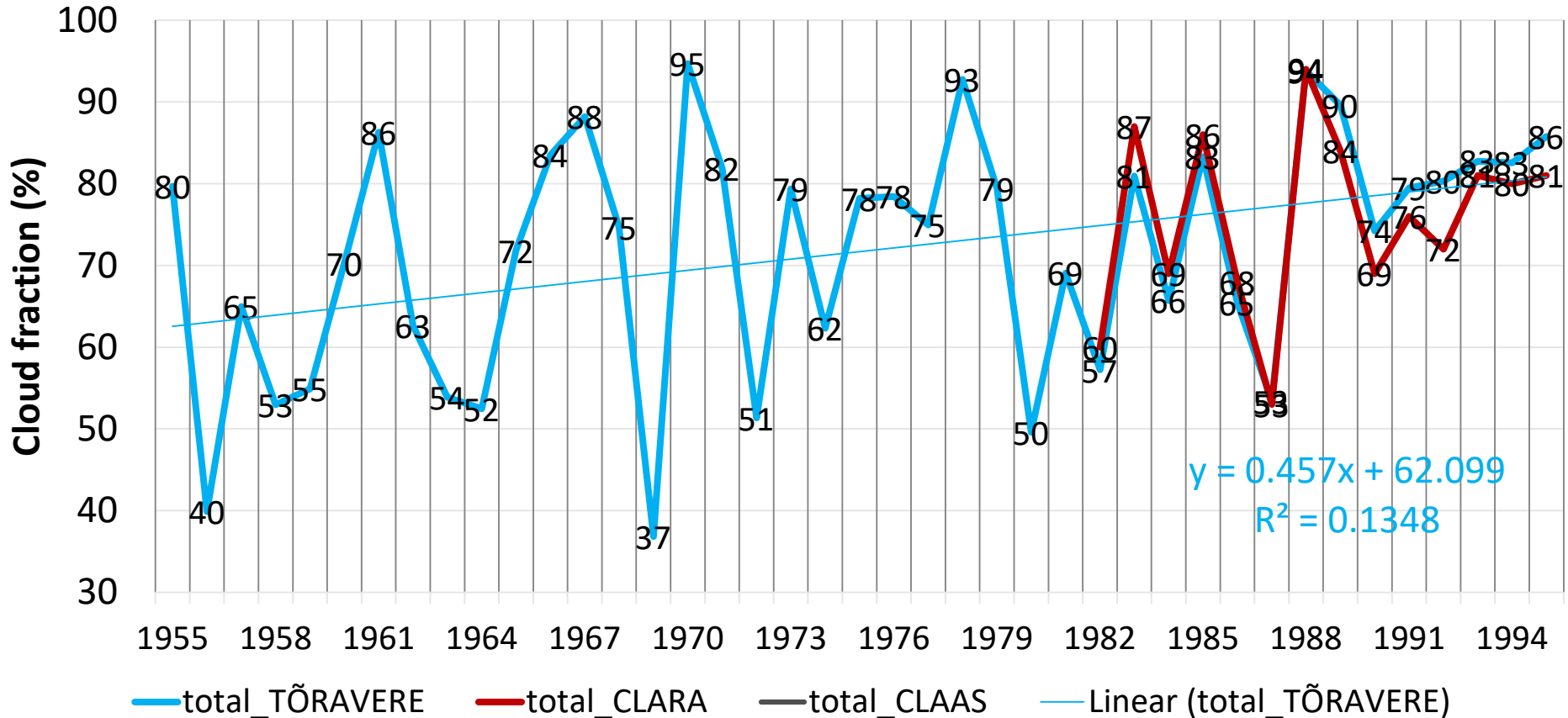
Klimatoloogiate valideerimisraportitest

CLARA-A2 CFC 3% madalam kui SYNOP

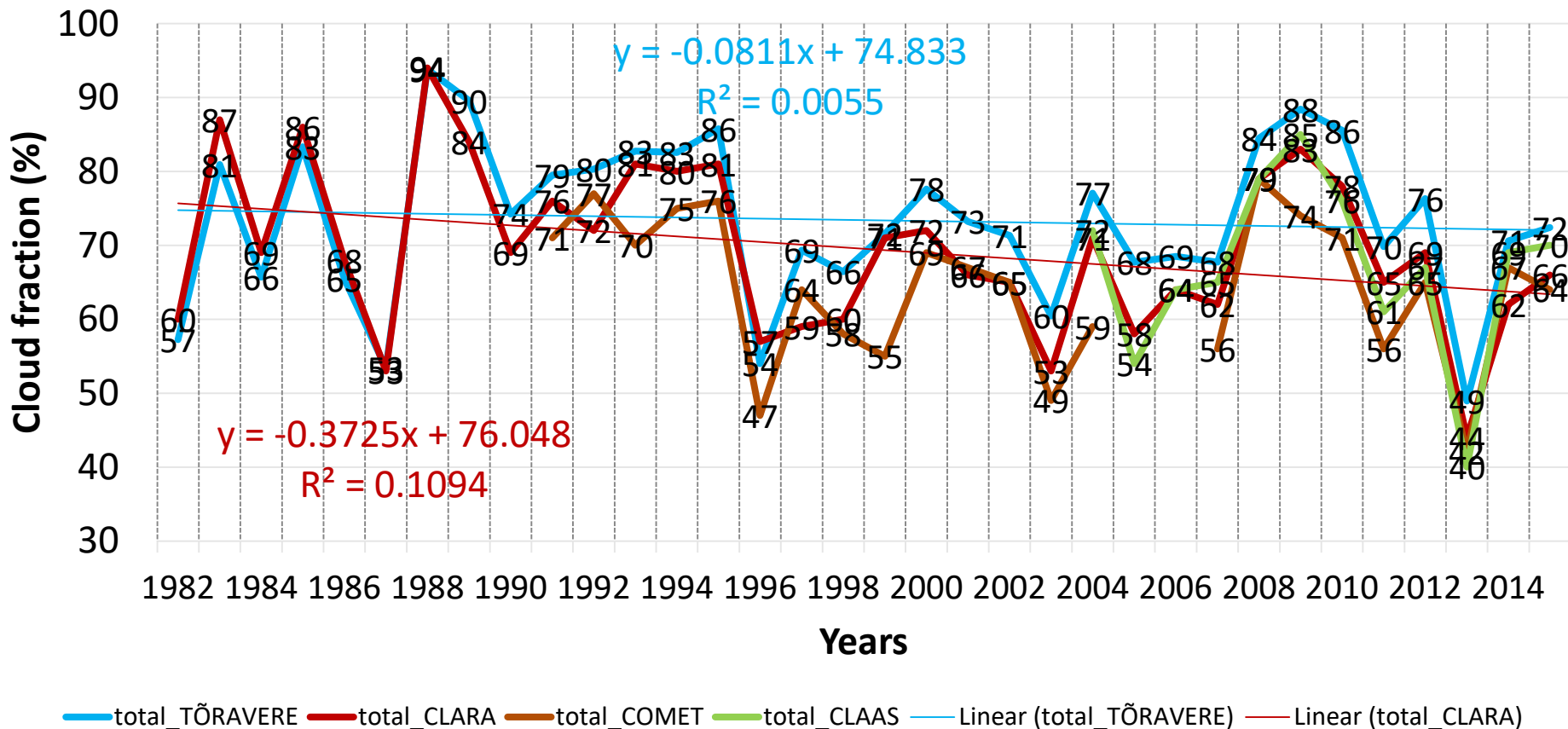
CLAAS-2 CFC 4% kõrgem kui SYNOP

COMET CFC 3% kõrgem kui SYNOP

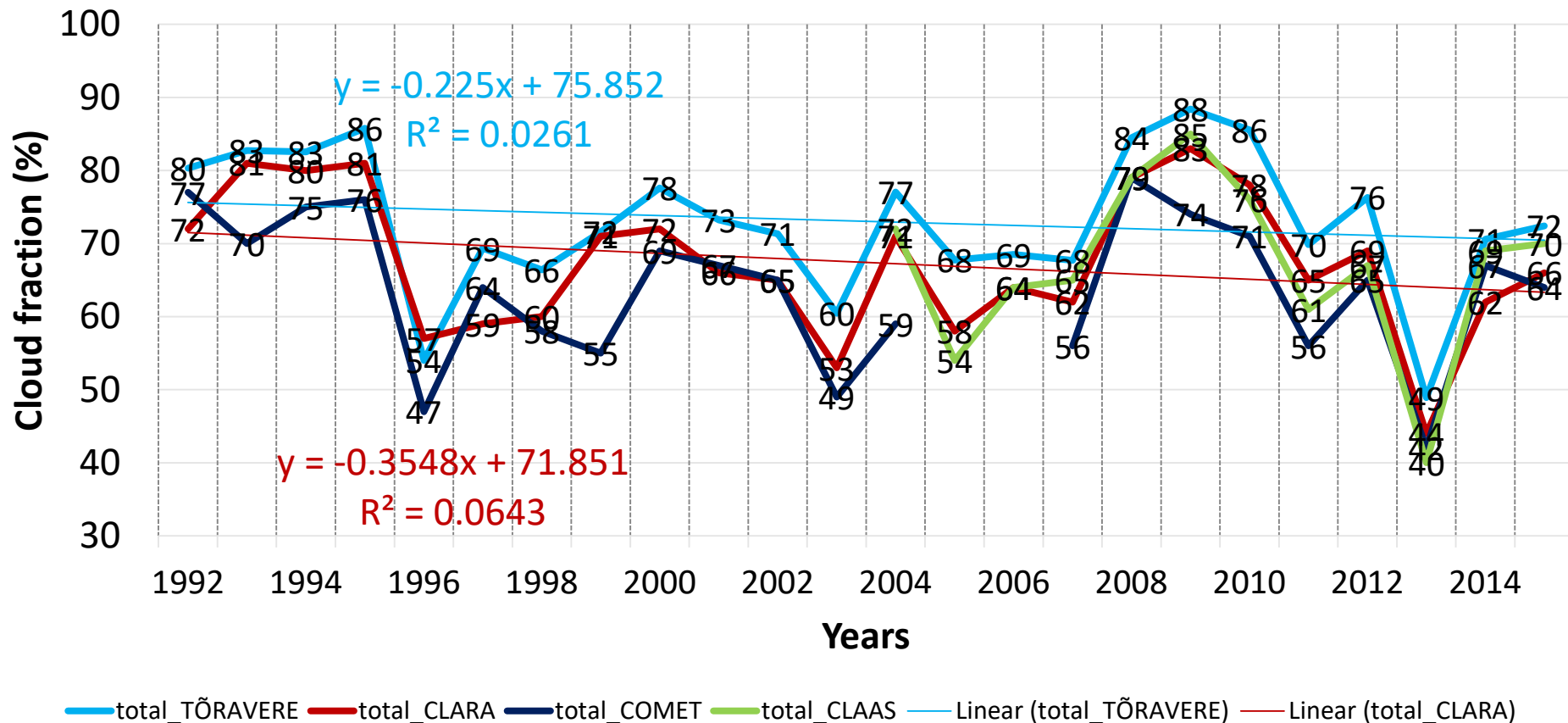
# March Tõravere and 58 N 24 E



# March Tõravere and 58 N 24 E



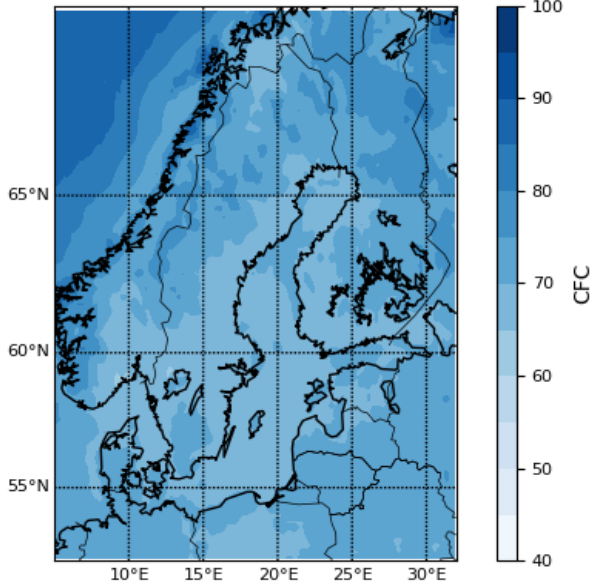
# March Tõravere and 58 N 24 E



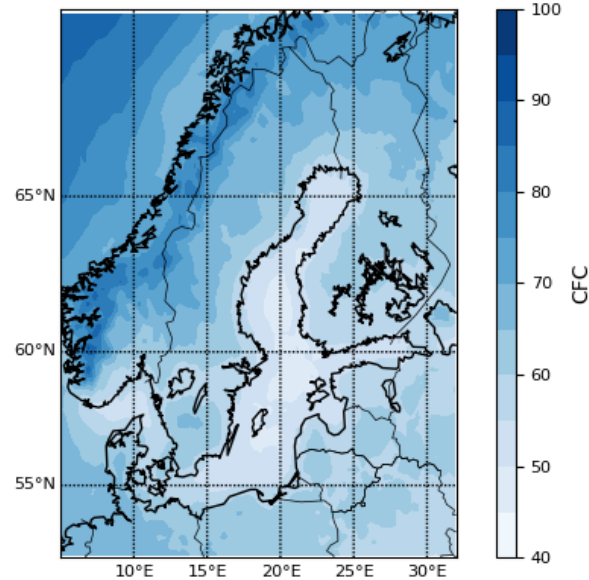
# Tulemused



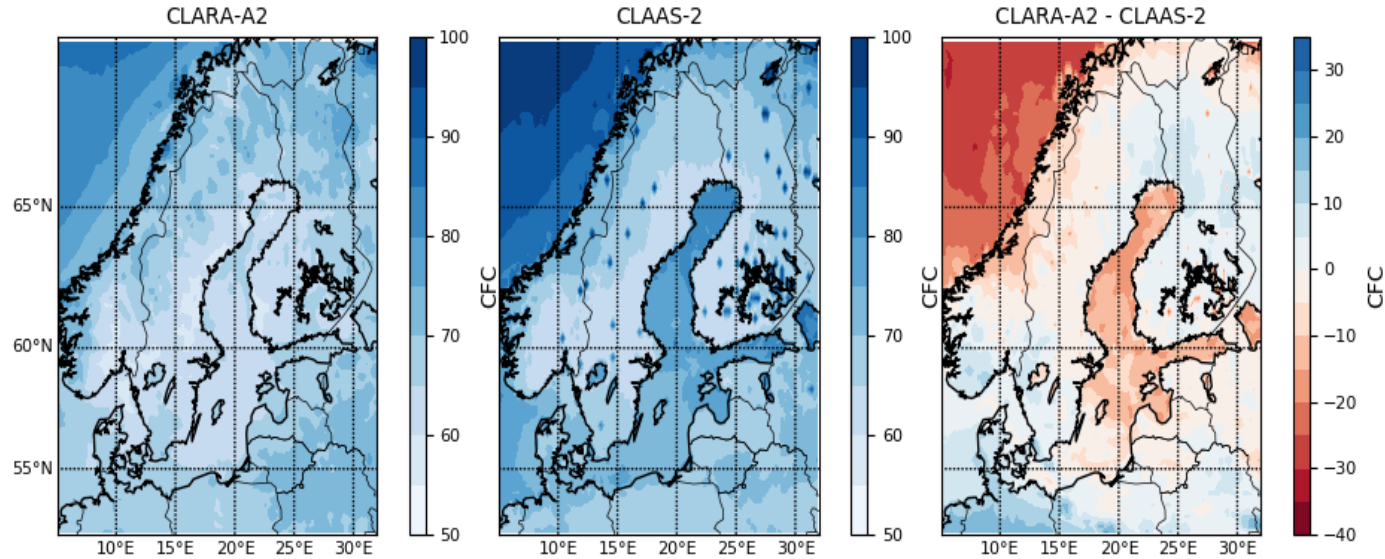
Mean CFC in March, 1982-2015  
CLARA-A2



Mean CFC in June, 1982-2015  
CLARA-A2

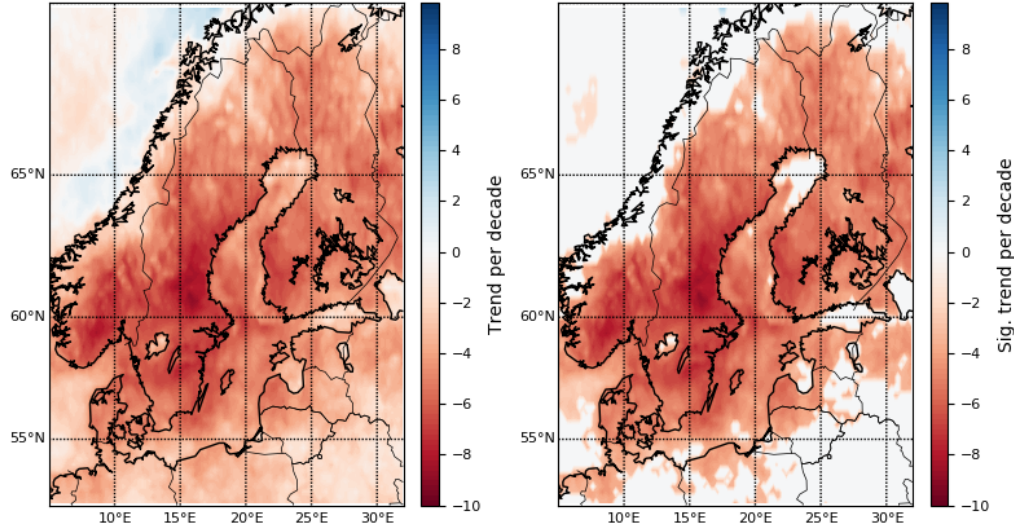


# Tulemused



Märts CFC 2004-2015

# Tulemused

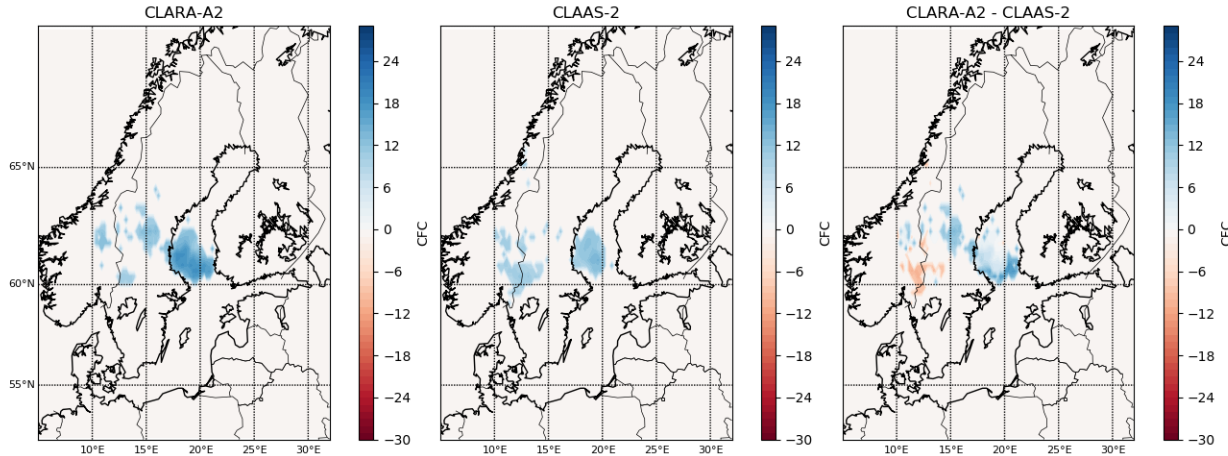


## Märts CLARA-A2 CFC trend 1982-2015

# Tulemused



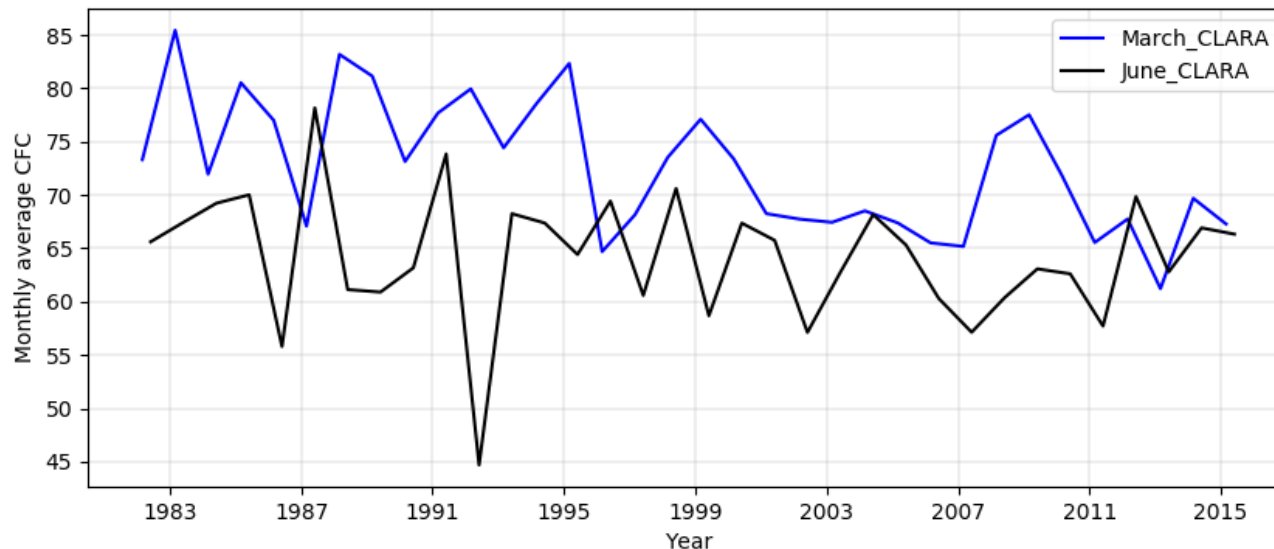
CFC trend in June 2004-2015



## Juuni CFC oluline trend 2004-2015

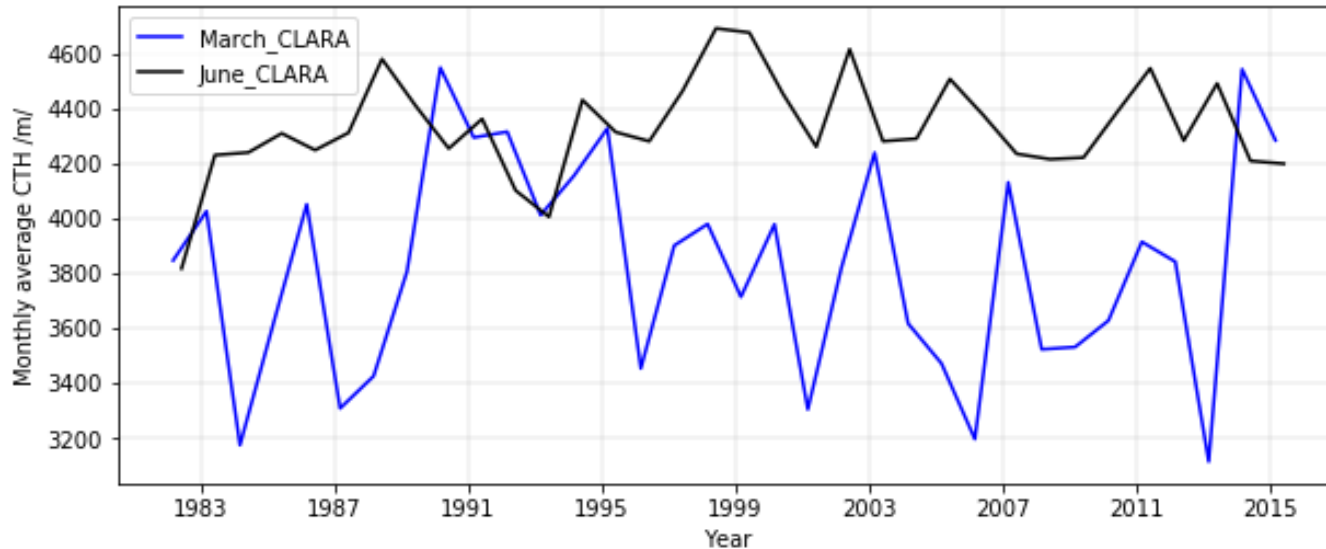


# Tulemused



Kogu ala keskmise CFC ajaline käik 1982-2015

# Tulemused

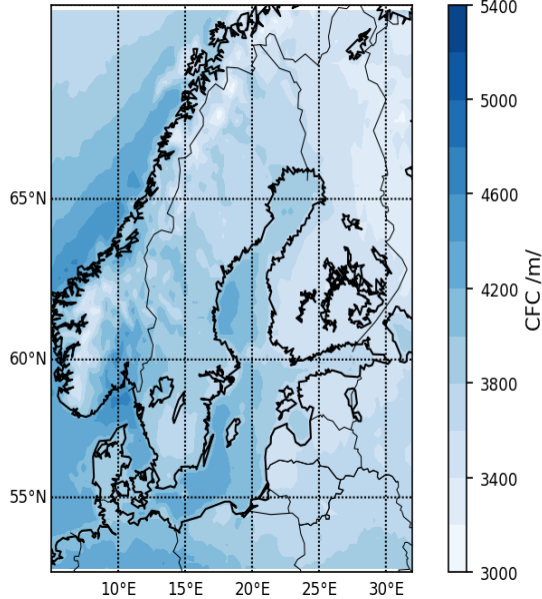


Kogu ala keskmise CTH ajaline käik 1982-2015

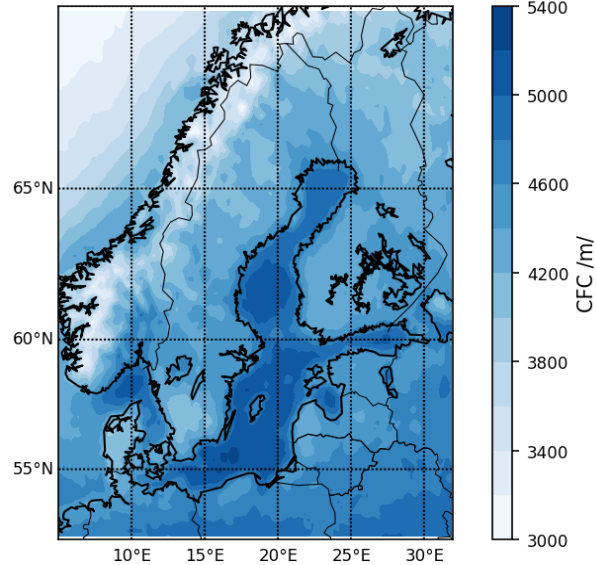
# Tulemused



Mean CTH in March, 1982-2015  
CLARA-A2

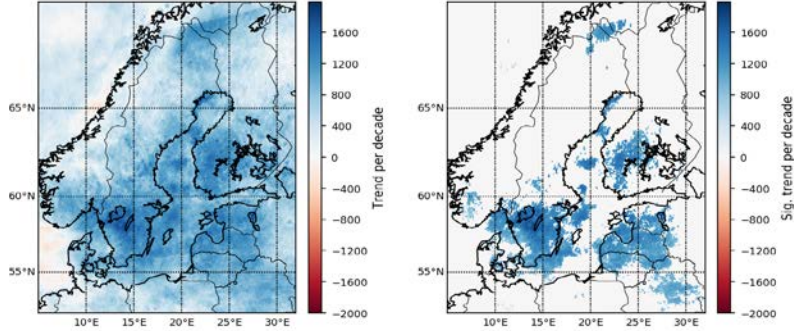


Mean CTH in June, 1982-2015  
CLARA-A2

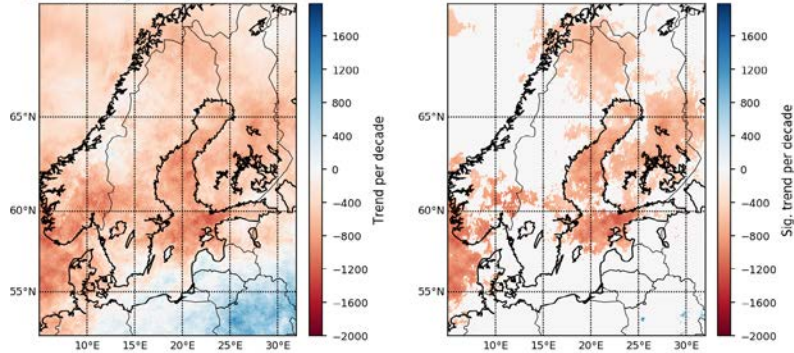


# Tulemused

CTH trend in March 2004-2015 CLAAS



CTH trend in June 2004-2015 CLAAS





# Tulemused

## Märtsis

1. on Tartu-Tõravere jaamas kõigil kuukeskmistel CFC sarnane aastatevaheline muutlikkus ning alates 1990-ndatest aastatest langev trend
2. langev trend CFC on jälgitav üle ulatusliku ala Läänemere piirkonnas (1982-2015). Nii CLARA-A2 kui ka CLAAS-2 annavad sarnased olulised trendi mustrid ajavahemikul 2004-2015.
3. Mõlemad andmestikud annavad CTH olulise tõusu 2004-2015



# Tulemused

## Mõlemal kuul

1. CLARA-A2 and CLAAS-2 annavad sarnased CFC muutused, kuid CLAAS ülehindab CFC-d CLARAgaga võrreldes
2. CLARA-A2 ja CLAAS-2 annavad sarnased ajalised käigud CTH-s, kuid CLAAS ülehindab CTH-d CLARAgaga võrreldes

## Juunis

1. Väga vähe olulisi muutusi, va CLAAS-2 CTH langev trend suhteliselt suurel territooriumil



# Tuntud ja tundmatud probleemid

- Ettevaatust CLARA talviste andmetega, pole ilmselt piisavalt päevaaja mõõtmisi meie alade kohta
- Vaid ühe ülelennu tõttu kuni aastani 1992 soovitatakse CLARA andmeid kasutada alates sellest aastast
- CLARA puhul on tugevamad trendid merede kohal ning üldse joonistuvad trendides välja selged muutused rannajoontel.
- COMET andmed ei ulatu üle kogu Eesti
- CLAAS annab märtsis oluliselt suuremaid pilvede kõrgusi kui juunis, mis pole realistlik.





# Tänu

EUMETSAT for conference registration support;

EUMETSAT CM SAF for CLARA-A2, CLAAS-2 and COMET data, and CM-SAF TOOLBOX software;

CLARA-A2 ([https://doi.org/10.5676/EUM\\_SAF\\_CM/CLARA\\_AVHRR/V002](https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/CLARA_AVHRR/V002));  
CLAAS-2 ([https://doi.org/10.5676/EUM\\_SAF\\_CM/CLAAS/V002](https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/CLAAS/V002));  
COMET ([https://doi.org/10.5676/EUM\\_SAF\\_CM/CFC\\_METEOSAT/V001](https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/CFC_METEOSAT/V001));

EstEA for meteorological data



# Baltic Sat Apps -

- Boosting your business with open satellite data
- Project lead partner:  
Brahea Centre, University of Turku, Finland
- List of partners:
- **Estonia:** Tartu Observatory, Tartu Science Park Foundation
- **Finland:** Finnish Meteorological Institute, Turku Science Park Ltd, University of Turku
- **Poland:** Cracow University of Technology – Technology Transfer Centre, Institute of Geodesy and Cartography, Krakow Technology Park
- **Russia:** Non-commercial Partnership – European-Russian InnoPartnership, St. Petersburg State Unitary Enterprise – St. Petersburg Information and Analytical Centre
- **Sweden:** Swedish National Space Board

