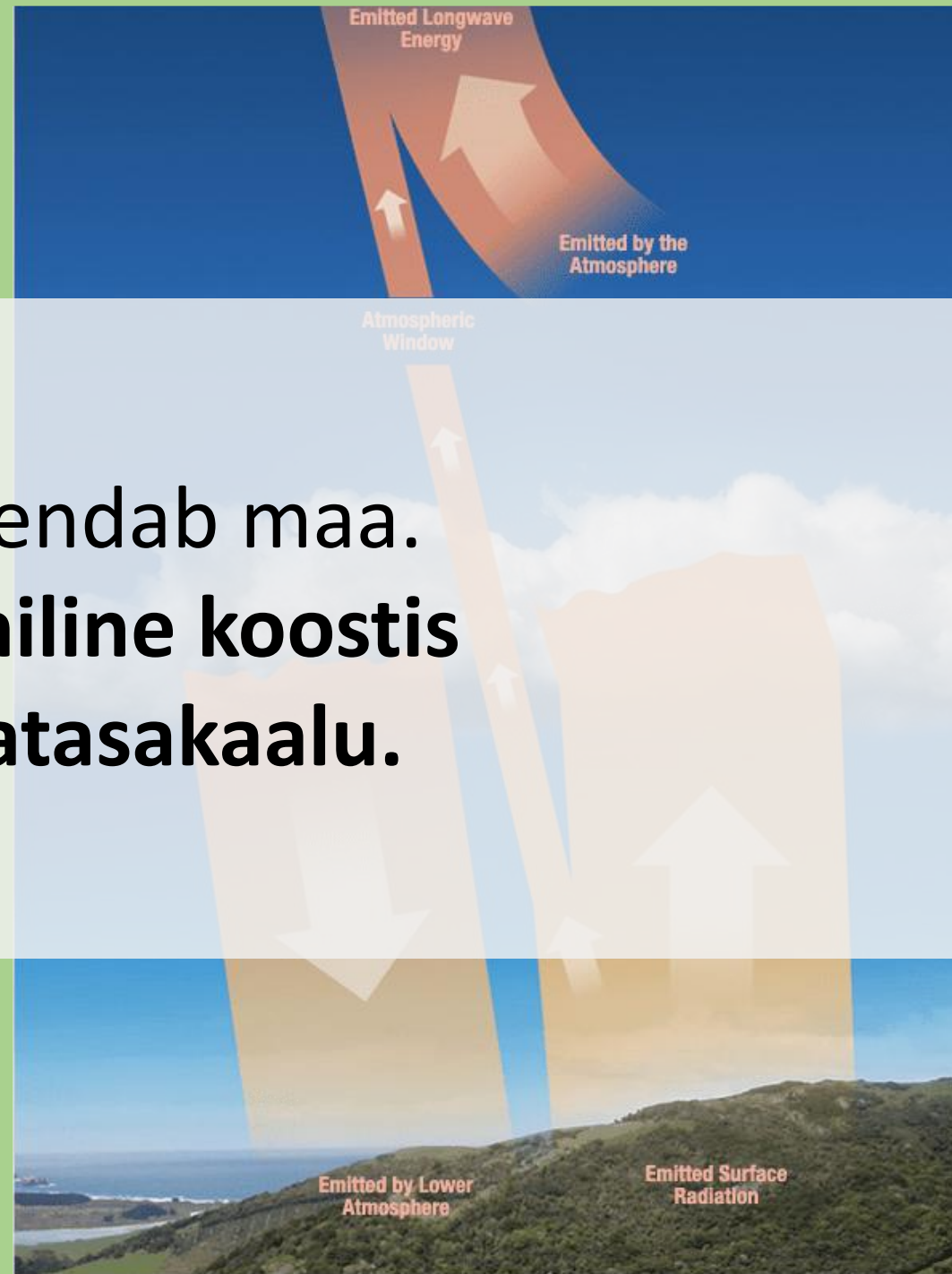


Kliimasoojenemisest atmosfäärifüüsiku vaatenurgast

Akadeemik Heikki Junninen

Tartu Ülikooli keskkonnafüüsika professor

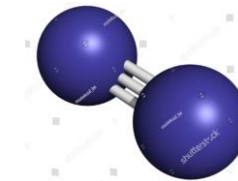
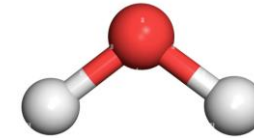
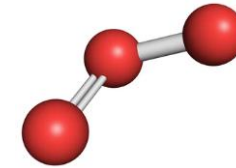




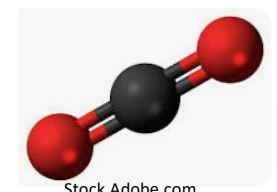
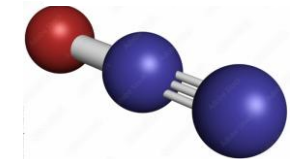
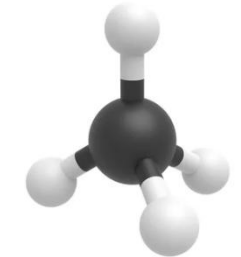
Atmosfääri soojendab maa.
**Atmosfääri keemiline koostis
määrab energiatasakaalu.**

Soojuskiirguse (infrapuna) neeldumine

- Soojuskiirguse energia ei ole piisav, et põhjustada keemilisi reaktsioone või ioniseerida molekule.
- Neeldumine on võimalik, kui vastu võtval molekulil on energia võnkesagedusele vastav struktuur, mis võimaldab vibratsiooni tekkimist.
- Energia vastuvõtnud molekul vibreerib rohkem, ehk kiirgusenergia on muundunud kineetiliseks energiaks.
- 99% atmosfäärist ei neela soojuskiirgust

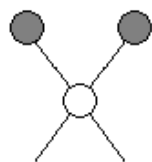


Iga molekul vibreerib erinevalt ja neelab erineval lainepikkusel energiat

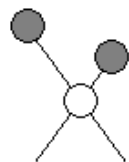


Stock.Adobe.com

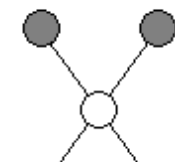
Stretching vibrations



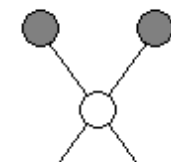
Symmetric



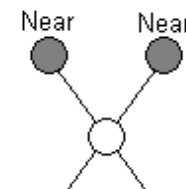
Asymmetric



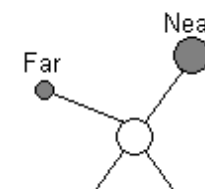
In-plane rocking



In-plane scissoring



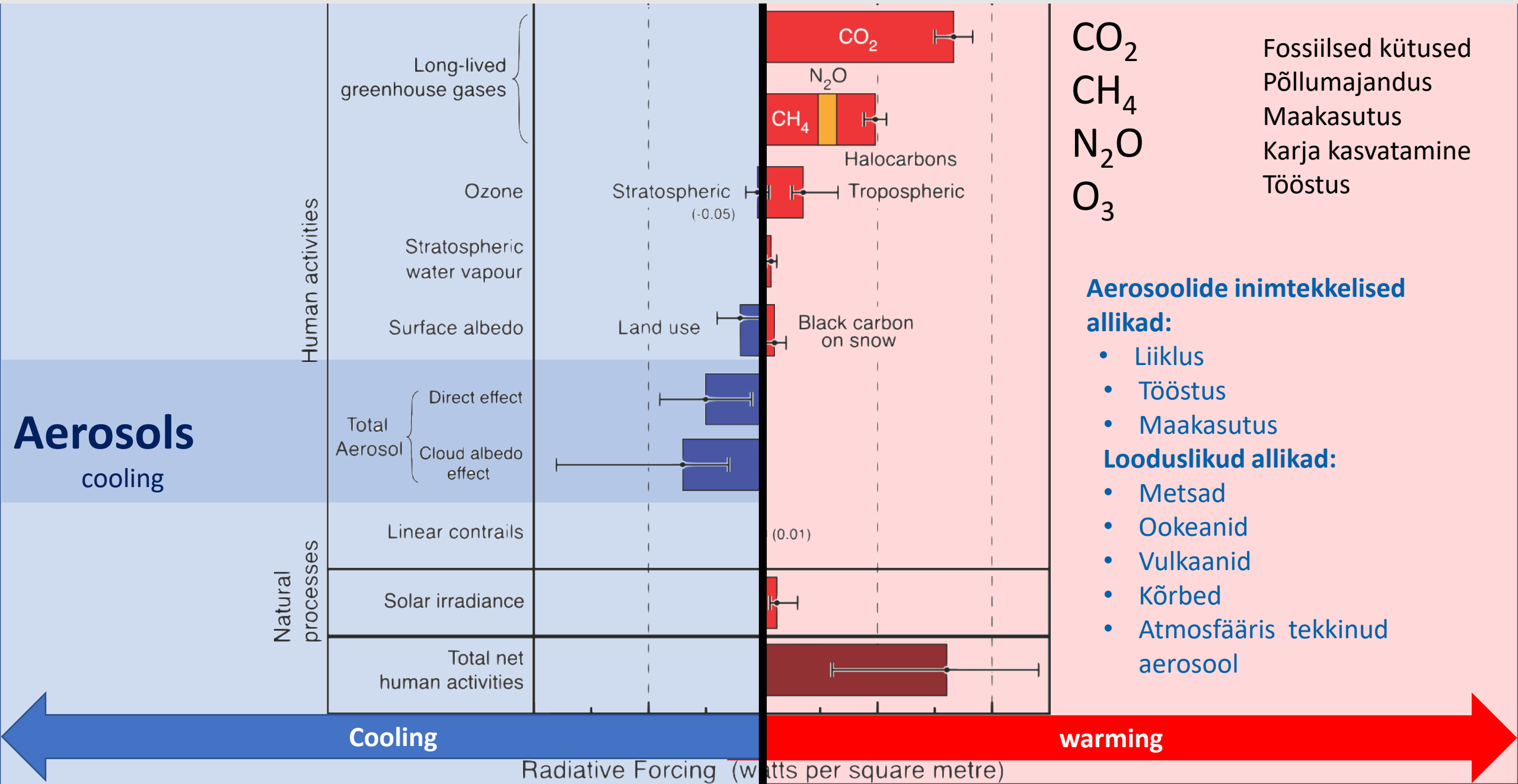
Out-of-plane wagging



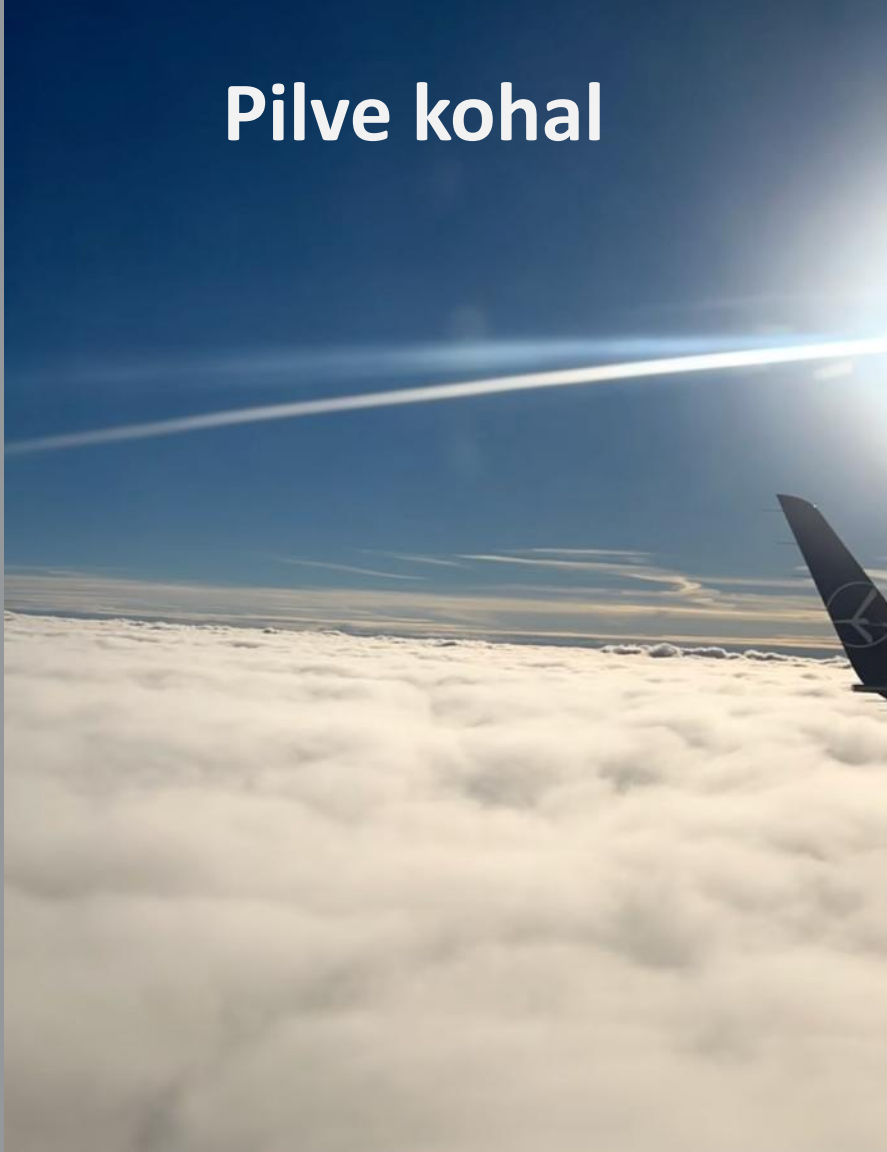
Out-of-plane twisting

Bending vibrations

Inimtekkelised kliimategurid



Pilve kohal



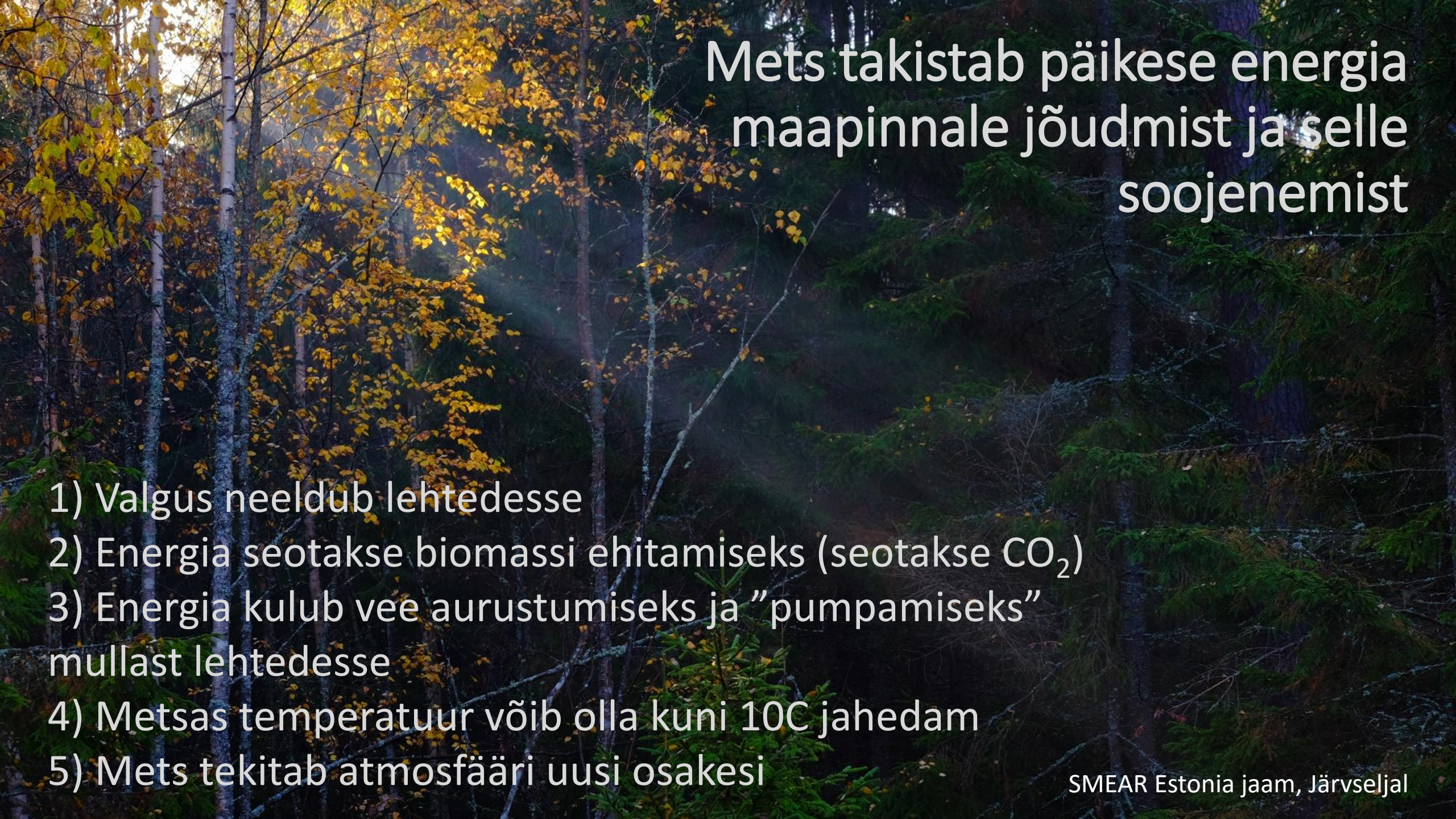
Pilve all (sees)



UNIVERSITY OF TARTU

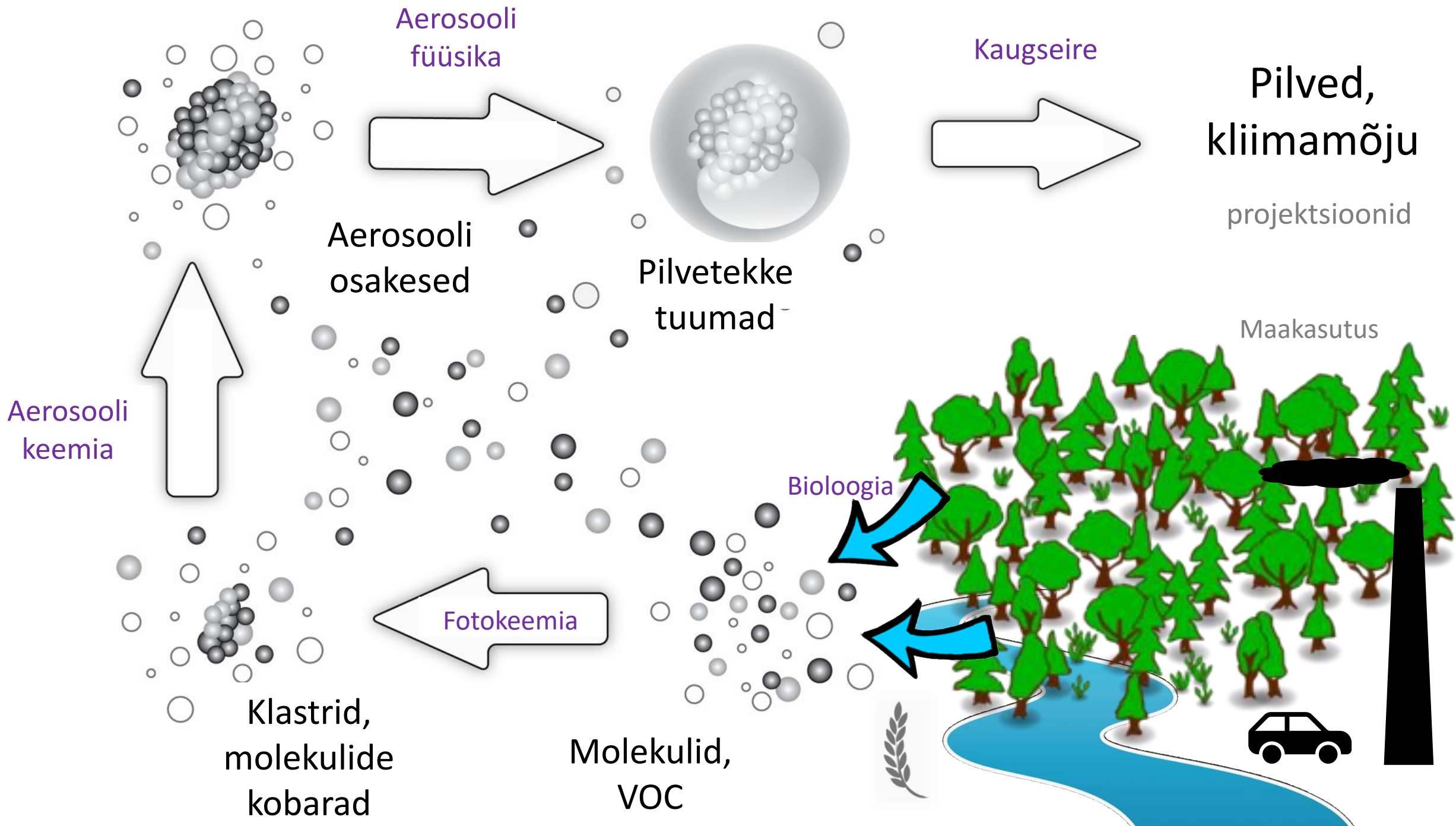
Valdav enamus
pilvepiiskadest on
tekkinud
atmosfääris
sündinud osakeste
ümbes

Valguse hajumine, peegeldumine ja neeldumine
on aerosooli osakeste viis mõjutada kliimat

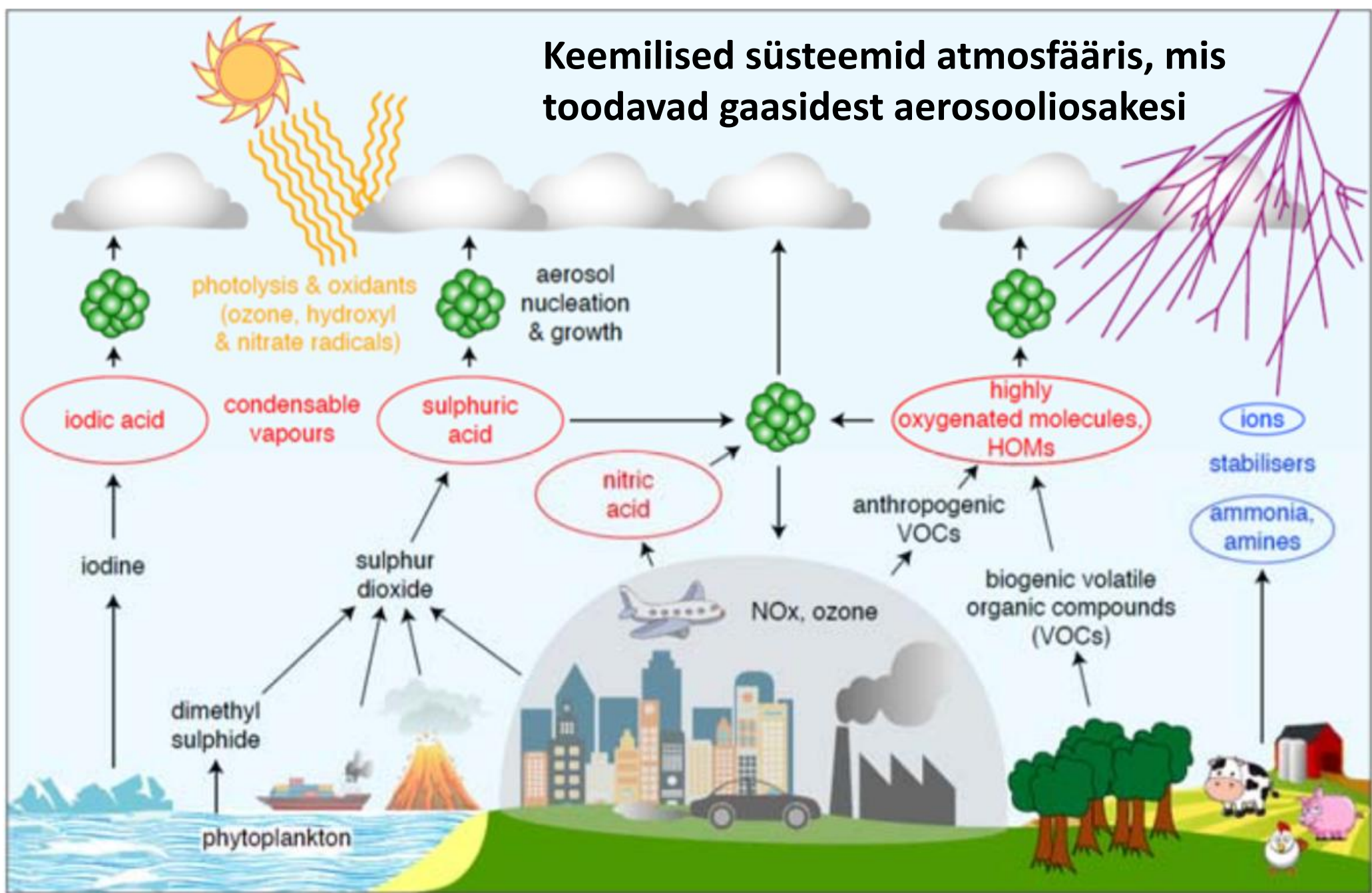


Mets takistab päikese energia maapinnale jõudmist ja selle soojenemist

- 1) Valgus neeldub lehtedesse
- 2) Energia seotakse biomassi ehitamiseks (seotakse CO₂)
- 3) Energia kulub vee aurustumiseks ja "pumpamiseks"
mullast lehtedesse
- 4) Metsas temperatuur võib olla kuni 10C jahedam
- 5) Mets tekitab atmosfääri uusi osakesi



Keemilised süsteemid atmosfääris, mis toodavad gaasidest aerosooliosakesi



Kirkby et al. (2023) New particle formation in CERN CLOUD experiment. Science

Kõik mida atmosfääri paisatakse, sadeneb sealt välja. Küsimus on, kui kiiresti?

Lämmastikoksiidid (NO_x): paar päeva

Vääveldioksiid (SO_2): paar päeva

Aerosooli osakesed: 2 nädalat

Osoon (O_3): 1 kuu

Metaan (CH_4): 12 aastat

Naerugaas (N_2O): 100 aastat

Süsinikdioksiid (CO_2): > 200 aastat

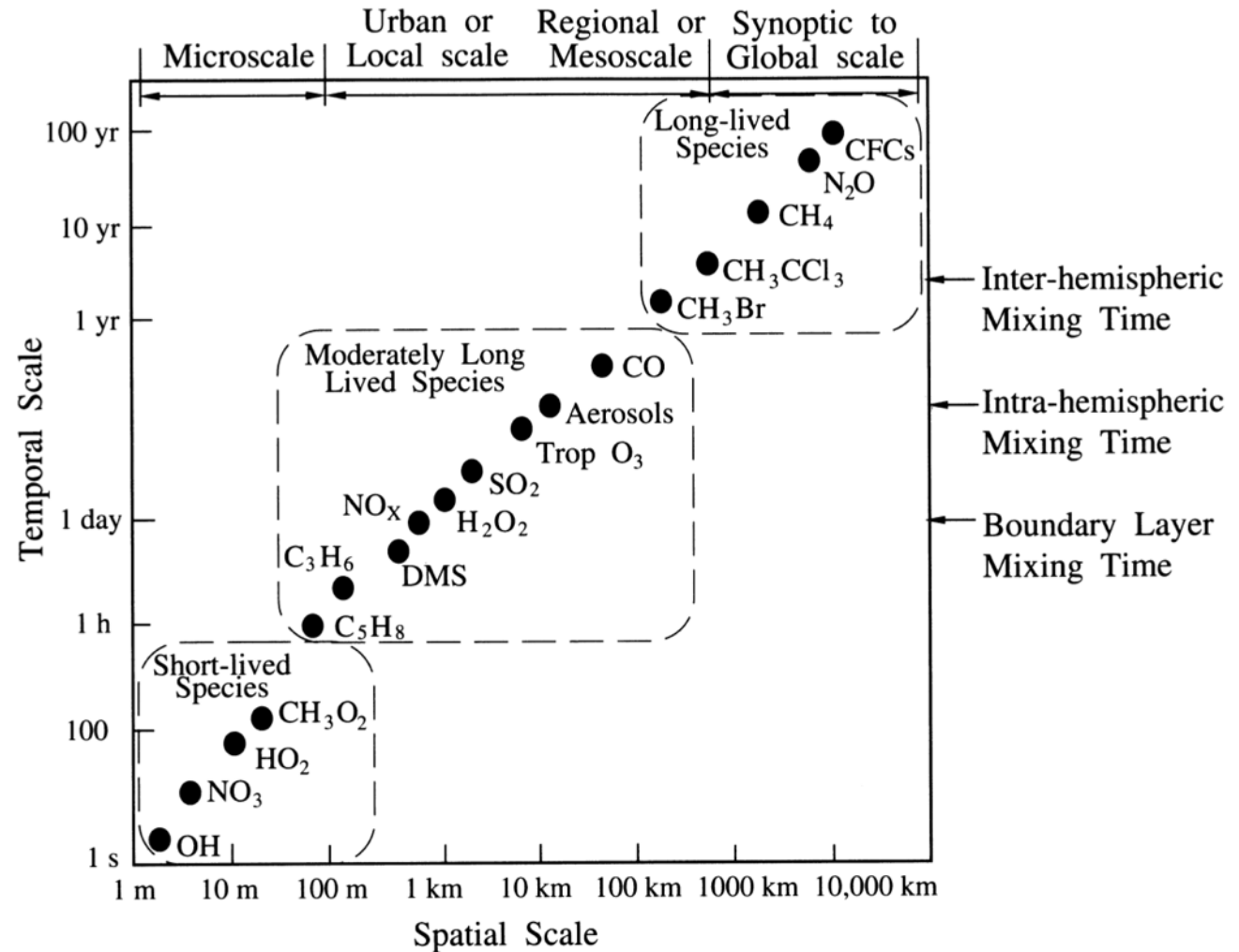


FIGURE 1.4 Spatial and temporal scales of variability for atmospheric constituents.

Kolme tegurit mis teevad molekulist “hea” kasvuhooonegaasi?



1) Tugev soojuskiirguse neeldumine

CO₂ – 1
CH₄ – 43
N₂O – 228

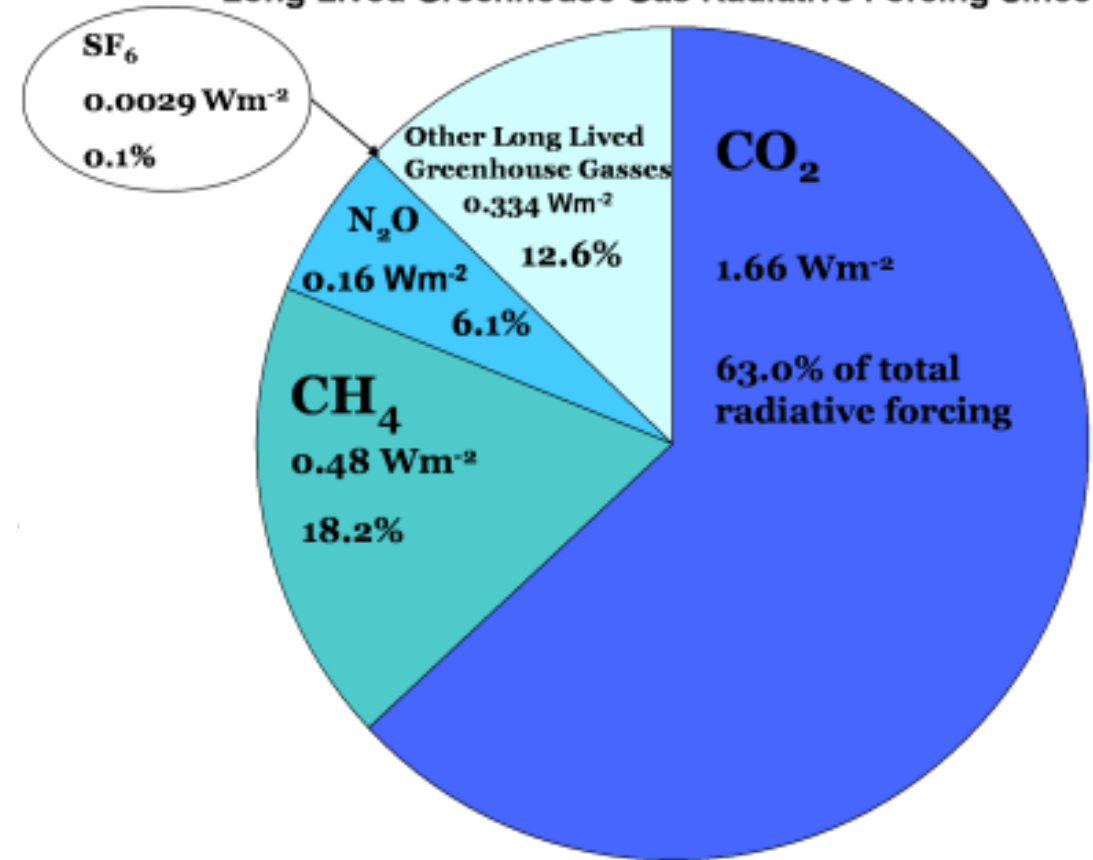
2) Pikk eluiga atmosfääris

CO₂ – 200-1000a
CH₄ – 12a
N₂O – 100a

3) Seda on palju

CO₂ – 420 ppm
CH₄ – 2 ppm
N₂O – 0.4ppm

Long Lived Greenhouse Gas Radiative Forcing Since 1750



Radiative forcing –kiirgussund - kiirgusvoo netomuutus (W/m²) atmosfääri ülaosas või tropopausis, mille on põhjustanud mingi kindel kliimat muutev tegur (nt kasvuhooonegaasid, aerosoolid)

- Metsad ja pilved jahutavad planeeti (takistavad aluspinnal soojeneda ja tekitavad pilvi)
- Kaks tasakaalus olevat süsiniku ringet; bioloogiline (kiire, sajad aastad) ja aeglane (geoloogiline, miljonid aastad)
- Fossiilse süsiniku pumpamine paiskab geoloogilise ringe tasakaalust välja
- Vanad metsad ja märgalad seovad märkimisväärse osa süsinikust pinnasesse sajanditeks
- Atmosfääri aerosoolitekke potentsiaal on aastatega langenud
- **Füüsikaliselt ei ole võimalik kliimasoojenemist peatada, kui me jätkama fossiilse süsiniku välja pumpamist**

Täna tähelepanu eest!

Greenfeedback - Kasvuhoonegaaside vood ja tagasiside protsessid
PRG2738 - Aerosooli protsessid muutuva kliima tingimustes
TARISTU24-TK11 - Eesti Keskkonnaobservatoorium



Co-funded by the
European Union