CleanCloud målekampagnen "CLAVIER"

Et dybdegående studie af aerosoler i Højarktis

En intensiv kampagne for at undersøge aerosoler og skyer i Højarktis.

Af Henrik Skov, Lu Zhang, Varun Kumar, Andreas Massling, Lise Lotte Sørensen, Athanasios Nenes* og Ulas Im, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet

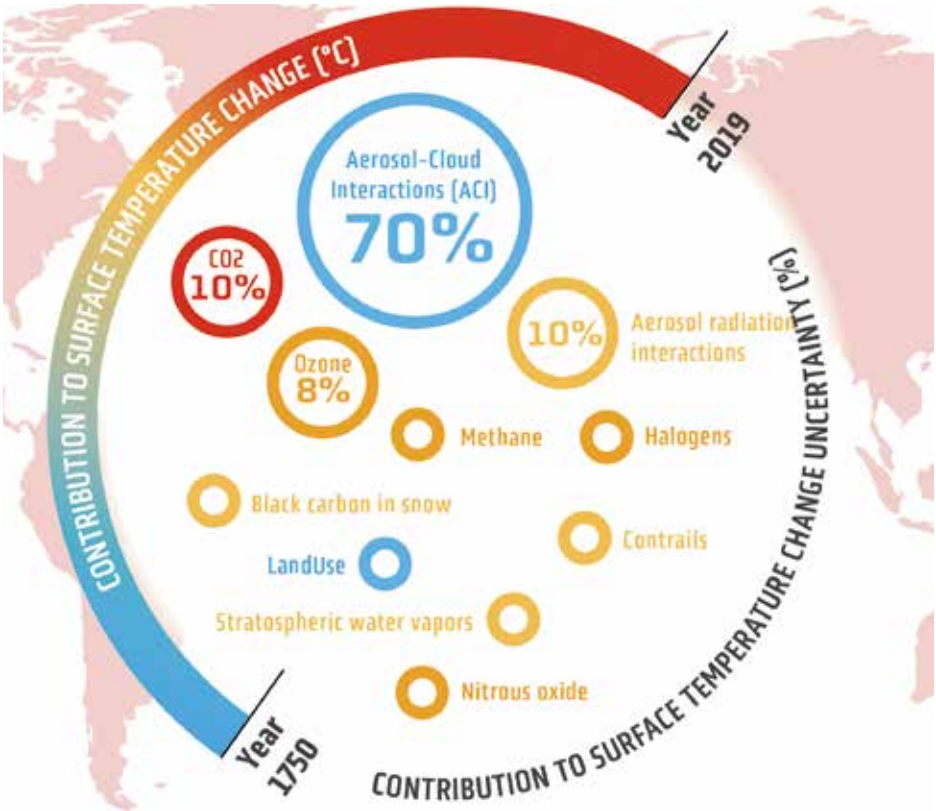
* Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Schweiz og Foundation for Research and Technology Hellas (FORTH), Grækenland

I en tidligere artikel beskrev vi en intensiv målekampagne på Villum Research Station (VRS) i Nordøstgrønland, gennemført som led i EU's Horizon Europe-projekt CleanCloud [1]. Kampagnen har fået navnet *"CLeancloud Arctic VIllum ExpeRiment"* – forkortet CLAVIER.

I denne artikel ser vi på aerosoler. Aerosoler er partikler suspenderet i luft. De påvirker klimaet, fungerer som transportører for ikkeflygtige kemiske forbindelser – herunder langtransport af forurening – og er samtidig skadelige at indånde.

CleanCloud undersøger, hvordan aerosolernes koncentrationer og egenskaber ændrer sig fra nutiden og frem mod en nær fremtid, hvor udledninger fra fossile brændsler forventes at være langt lavere, mens klimaet og den naturlige atmosfære til gengæld er markant forandret til en modificeret naturlig atmosfære. Aerosoler påvirker jordens strålingsbalance både ved at absorbere og sprede sollys. De er desuden nødvendige for skydannelse, og også denne proces har





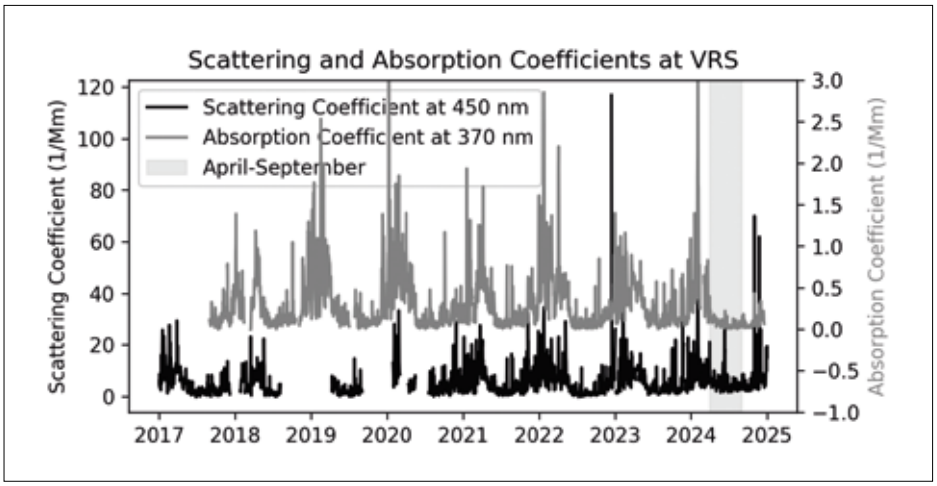
Figur 1. Bidrag til usikkerheden i vurderingen af den menneskeskabte temperaturstigning fra førindustriel tid til 2019, fordelt på gasser, aerosoler og skyer. Procenterne viser det procentvise bidrag til den samlede usikkerhed. Data stammer fra IPCC AR6. Kilde: https://certainty-aci.eu/air-pollution-impacts-weather-and-climate-but-just-how-much/.

stor betydning for klimaet. Trods deres centrale rolle er samspillet mellem aerosoler og skyer fortsat en af de største usikkerheder i klimamodeller, som illustreret i figur 1.

CLAVIER målekampagnen blev udført fra slutningen af marts til midten af august 2024 [1]. Vi er nu i fuld gang med at analysere data og udarbejde videnskabelige publikationer. Den første artikel er allerede udkommet [2].

Når vi tolker data, er det vigtigt at vurdere, om kampagneperioden repræsenterer typiske forhold på VRS, eller om der optræder særlige episoder. Figur 2 viser målinger af aerosolernes lysspredning (scattering) og lysabsorption.

Det grå område markerer CLAVIER-

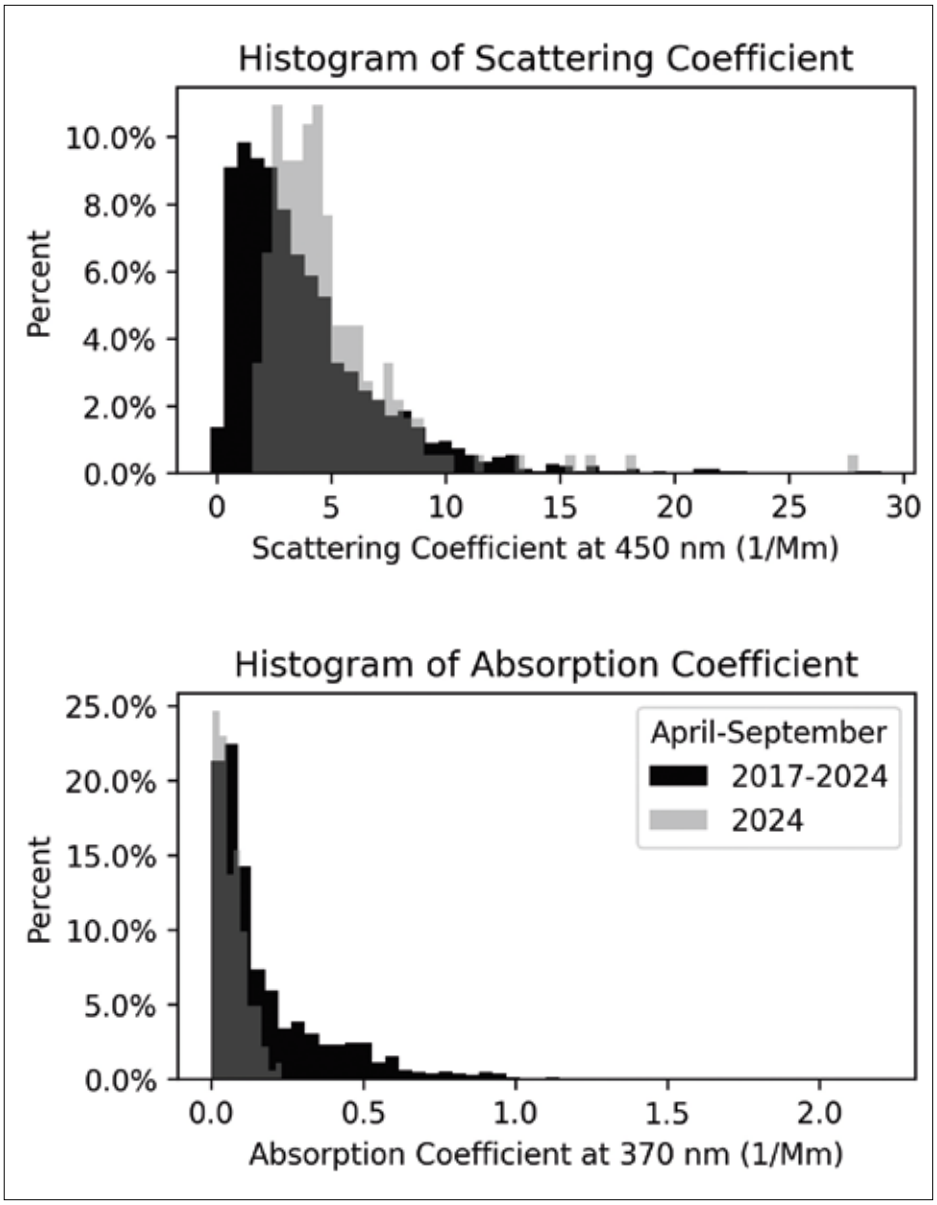


Figur 2. Aerosolers lysspredning ved 450 nm og lysabsorption ved 370 nm. Spredning vises på skalaen til venstre og absorption på skalaen til højre. Bemærk, at skalaerne er forskudt. Målingerne er vist som ugemiddelværdier.

perioden. Figuren viser en tydelig sæsonvariation: Spredning og absorption stiger hvert år i november/december og forbliver høje til marts/april, hvorefter niveauerne falder og når et minimum i juni-august. Målingerne fra 2024 følger dette mønster. Dog ser vi en episode med uventet høj lysspredning om sommeren. Den skyldes ikke lokale udledninger fra Station Nord, men hænger sammen med regional transport. Da kun spredningen – og ikke absorptionen – er forhøjet, peger de foreløbige analyser på en mulig maritim kilde, for eksempel havsprøjt eller oxidation af dimethylsulfid til svovlsyre. Dette er dog endnu kun en hypotese.

For at vurdere, hvor repræsentativ kampagneperioden er, sammenlignede vi de relative fordelinger af målingerne med data fra 2017-2024, se figur 3.

Figuren viser, at absorptionen i 2024 ligger lavere end i perioden 2017-2024, mens spredningen ligger højere. Disse forskelle er vigtige for fortolkningen af de nye målinger fra kampagnen. I de kommende måneder analyserer vi meteorologiske forhold, andre partikelmålinger og koncentrationer af en række gasser for at karakterisere CLAVIER-perioden. Det vil give os et mere solidt grundlag for at forstå de observerede processer og forklare de overraskende resultater.



Figur 3. Sammenligning af målinger fra 2017-2024 med målinger fra 2024. Spredning af lys (øverst) og absorption (nederst). Hvert datasæt summerer til 100 procent for at vise placeringen af histogrammerne.

E-mail:
Henrik Skov: hsk@envs.au.dk

Referencer

1. Skov, H., L. Zhang, A. Massling, L.L. Sørensen & I.U. (2026) CleanCloud målekampagne på Villum Research Station i Nordøst Grønland. *Dansk Kemi,* 107**,** 22-23.
2. Im, U., B.H. Samset, A. Nenes, J.L. Thomas, H. Kokkola, O. Dubovik, V.A. Amiridis, A., N. Bellouin, A. Benedetti, M. Bilde, S. Blichner, S. Decesari, A.M.L. Ekman, A.P. Pérez García-Pando, E. Gryspeerdt, O. Hasekamp, R.A. Kahn, A. Laakso, U. Lohmann, L.M. Marelle, A.H., C.L. Myhre, M. Pöhlker, J. Quaas, T. Raatikainen, I.S. Riipinen, J., P. Seifert, H. Skov, P. Smith, M.K. Sporre, P. Stier, T. Storelvmo, K. Tsigaridis, A. Virtanen, U. Wandinger, L.J. Wilcox & P. Zieger (2026) Aerosol-cloud interactions: Overcoming a barrier to projecting near-term climate evolution and risk. *AGU Advances,,* 7.