

Thor-Davis: Studie af Tordenvejrs og Elektrisk Aktivitet med ny kamerateknologi.

TEKST: Olivier Chanrion, Nicolas Pedersen og Torsten Neubert. Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Rumforskning og Rumteknologi (DTU Space), Afdeling for Astrofysik og Atmosfærefysik.

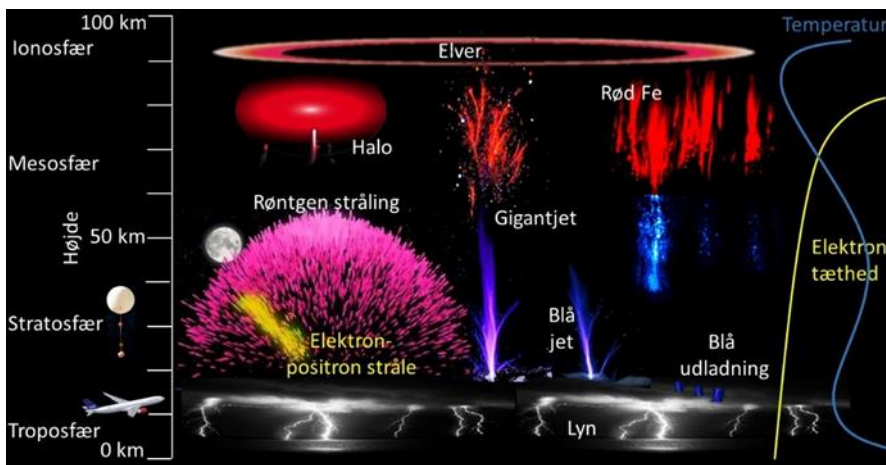
Huginn-missionen begynder, og vi er heldige at være blandt de 10 danske forsøg, som ESA danske astronaut, Andreas Mogensen, skal gennemføre om bord på den internationale rumstation (ISS) i det næste halve år. Vores eksperiment hedder Thor-Davis. For at give en forståelse af dette navn forklarer vi, hvad vi studerer og hvordan.

Atmosfærisk elektricitet har altid fascineret menneskeheden. Dette skyldes primært den enorme mængde energi, der er involveret i opladning og udladning af tordenskyer, hvilket for eksempel kan udtrykke sig i lyn, der kan rejse sig flere kilometer i en sky før, i et splitsekund, at slå ned på jorden med et blændende lys og en øredøvende lyd kaldet torden.

det 18. århundrede. Med drager i tordenskyer gav de en naturvidenskabelig forståelse af atmosfærens elektricitet. Men selvom lyn er studeret gennem århundreder, er der stadig meget vi ikke ved. For eksempel, hvordan lyn starter og udbreder sig, hvad der sker der på toppen af en tordensky, og til hvilken grad det er vigtigt for os.

de mange forskellige elektriske fænomener vi foreløbigt kender til.

De nye opdagelser vakte nysgerrigheden i vore videnskabsjæle, fordi de kan hjælpe med at besvare vores spørgsmål. Mange af fænomenerne er svære at se fra jorden, og kan med fordel observeres fra oven, for eksempel fra satellitter i lav bane, da de tillader os at se den nye elektriske aktivitet fra en relativt nær afstand. Det er gjort tidligere med automatiserede instrumenter som ISUAL (Imager af Sprites and Upper Atmospheric Lightning) på den taiwanesiske FORMOSAT-2-satellit (2004-2016), det japanske JEM-GLIMS (Japanese Experiment Module - Global Lightning and Sprite Measurements) på ISS (2012-2015) og det dansk-ledet europeisk ASIM (Atmosphere Space Interaction Monitor), som blev sent til ISS i april 2018, og er stadig i drift. Målinger er også gjort af astronauter, som i det franske LSO eksperiment (Lightning and Sprite Observation) på ISS i 2001, i det israelske MEIDEX eksperimentet (Mediterranean Israeli Dust Experiment) fra rumfærgen i 2003, af Andreas Mogensen under Thor-mission på ISS i 2015 og i det israelske ILAN-ES-



Tordenvejrs forskellige type elektrisk aktivitet.

Illustration: T. Neubert / O.Chanrion, DTUSpace.

Nogle elektriske fænomener i atmosfæren har givet inspiration til adskillige befolkningers mytologi for at nævne fænomener de ikke kan forstå. For eksempel har den nordiske befolkning brugt Thor som tordengud. Videnskabsfolk, foretrak at undersøge det gennem eksperimenter og målinger. Benjamin Franklin og Jacques de Romas udførte de første modige eksperimenter i

Observation af Tordenvejrs fra Rummet.

I de sidste 30 år har vi opdaget at tordenskyer også skaber elektriske udladninger i atmosfæren over skyerne. For eksempel de røde feer (red sprites) i 40-80 km højde og de blå lyn (blue jets) fra skytoppe og ind i stratosfæren til 50 km højde. Toppen af tordenskyerne kan også producere bemærkelsesværdige blå koronaudladninger. Figur 1 viser

eksperiment (Imaging of Lightning And Nocturnal Emissions from Space) i 2022.

Thor-Davis eksperimentet og den nye kamerateknologi. De tidligere eksperimenter filmede med lav billedrate (12 til ~240 billeder i sekundet), som i virkeligheden er utilstrækkeligt til at fange de hurtige processer i lyn. Vores nye eksperiment hedder Thor-Davis og følger i fodsporene på Thor-missionen udført af Andreas Mogensen. Thor-Davis er et dansk forsøg på



Tordenvejr filmet af Andreas Mogensen fra ISS i 2015. Billede: Chanrion et al., Geophysical Research Letters, 44(1), 496-503.

Andreas Mogensens Huginn missionen, der udføres af European Space Agency (ESA), hvor Dr. Olivier Chanrion fungerer som Principal Investigator (PI) i samarbejde med Nicolas Pedersen og Torsten Neubert. Formålet er at observere fra rummet med en ny kamerateknologi som kan måle elektrisk aktivitet i atmosfæren med en hastighed, der svarer til 100.000 billeder i sekundet. Det vil gøre det muligt at fange hidtil usete detaljer i lyn og andre

elektriske fænomener over skyerne.

Under Thor-missionen i 2015 filmede Andreas en bemærkelsesværdig blå lynaktivitet, som efter omfattende analyser blev offentliggjort i en anerkendt videnskabelig journal.

Med Thor-Davis projektet har vi til hensigt at gentage eksperimentet med et højhastighedskamera, som bygger på en DAVIS (Dynamic and Active-pixel Vision Sensor) chip, også kendt som et "neuromorfic" kamera eller "event" kamera. Princippet er at information kun sendes fra chippen når lysintensiteten til en pixel ændrer sig mere end en specificeret værdi (op eller ned). Dette kan gøres med micro-sekunders hastigheder.

Ved DTU Space (Institut for Rumforskning og Rumteknologi, Danmarks Tekniske Universitet)



Andreas Mogensen og Olivier Chanrion holder Thor-Davis-kameraerne. Billede: ESA.

er der samlet et kamerasystem, der er let at bruge fra Rumstationen. Det består af et konventionelt kamera med et neuromorfisk kamera monteret

på toppen, begge synkroniserede og forbundne til en computer, som kører kameraerne og opsamler data. Da det er første gang, vi anvender denne teknologi, forventer vi værdifuld indsigt og viden om dets kapacitet og begrænsninger.

Andreas Mogensens Rolle.

Andreas Mogensen, en erfaren astronaut der har begge ben på Jorden, vil spille en afgørende rolle i vores Thor-Davis-projekt. Hans opgave er at filme tordenvejr fra en glaskuppel på ISS kaldet Cupola, hvor han skal rette kameraerne mod tordenvejret, starte videooptagelsen og præcist og stabilt fastholde tordenvejret mens ISS flyver over. Vi sender information til ham om hvor på kloden der er størst chance for at fange tordenvejr og at han vil gribe muligheden og filme det.

Klimaforskningens Rolle. Thor-Davis fokuserer på den øvre del af troposfæren (12-16 km), hvor skyerne topper. Projektet sigter mod at udvikle en måleteknik,

der kan give bedre observationer af elektrisk aktivitet, og dermed vil bidrage til en bedre forståelse af sammenhængen mellem atmosfærisk konvektion og elektrisk aktivitet. Tordenvejr er kendt for at påvirke atmosfærens sammensætning, da udladning i tordenvejr kan producere nitrogenoxider, der har en betydelig indvirkning på atmosfærens kemi og ozonlaget, især på tordenskystoppen. Konvektion i tordenvejr er også kendt for at bringe aerosoler og gasser fra troposfæren til stratosfæren hvor det kan spredes over store afstande. Det påvirker også strålingsbalancen.

Vi er særligt interesserede i skytoppene fordi Andreas' målinger i det tidligere Thor eksperiment og ASIM's målinger har vist en hidtil ukendt aktivitet i toppen af skyerne, og fordi ændringer i atmosfærens sammensætning har større effekt på strålingsbalancen, når de sker i toppen af troposfæren.

Vores langsigtede mål er at medvirke til en forbedret integration af tordenvejr i klimamodeller og en bedre forståelse af, hvordan stormskytoppe påvirker os i et skiftende klima.

Vi håber Thor-Davis vil bringe os et skridt nærmere disse mål.