

Gådefulde kæmpelyn

Over skyerne danser de røde feer. Gigantiske lyn, der strækker sig helt op til atmosfærens øverste lag. For bare tyve år siden blev de anset for synsbedrag. Nu skal forskere fra Danmarks Rumcenter studere kæmpelynene fra rummet.

Af Lone Djernis Olsen

■ Utallige anekdoter fortæller om mennesker, der har set mystiske lys over tordenvejr, og piloter der rapporterer om enorme røde glimt højt oppe over skyerne. Ingen tog historierne rigtigt alvorligt indtil 1989, hvor det første foto af en såkaldt *rød fe*, eller *sprite*, blev taget ved et tilfælde. Da NASA efterfølgende kiggede på billeder af atmosfæren taget fra rumfærgerne i årernes løb, opdagede de flere af de gigantiske røde lyn, der kan strække sig 50 km langs horisonten og fylde 10.000 km³ af atmosfæren.

Sprites er kortvarige, lyssvage lyn, der forekommer i forbindelse med almindeligt tordenvejr. De strækker sig fra toppen af skyerne og opad i atmosfæren, mens almindelige lyn slår nedad mod jordoverfladen. På to bjergtoppe i Frankrig har forskerne sat kameraer op, så de kan tage billeder hen over skyerne af de spektakulære kæmpelyn. Indtil videre ved de kun en smule om, hvordan sprites

opstår, og meget lidt om, hvad de gør ved atmosfæren. Men forskerne har en mistanke om, at lynene spiller en vigtig rolle for klimaet.

For nylig har forskere fra Danmarks Rumcenter fået penge af det europæiske rumfartsagentur (ESA) til at fotografere kæmpelynene fra den internationale rumstation, der har udsigt til Jordens atmosfære fra en højde af 350 km. Forskerne har opdaget, at sprites muligvis også udsender røntgenstråling, og det er blandt andet det, de skal kigge nærmere på ude fra rummet.

Blot smukke som regnbuer eller...

De sidste fem år er kæmpelynene blevet studeret fra europæiske bjergtoppe og Torsten Neubert, som er seniorforsker i afdelingen for solsystemfysik på Danmarks Rumcenter, var med til at observere sprites over Europa fra begyndelsen.

»Første gang vi satte et



Foto: Patrice Hue

Blå jets bevæger sig opad fra skyerne med hastigheder på op til 100 km/s og kan nå 40 km op i atmosfæren.

kamera op på Pic du Midi i Pyrenæerne i år 2000 var min daværende chef på Danmarks Meteorologiske Institut meget skeptisk overfor, om det nu var værd at bruge penge på. Vi vidste jo ikke, om tordenvejrene i Europa overhovedet var kraftige

nok til at skabe sprites, og det var muligt, at vi slet ikke ville få noget på billederne. Jeg sendte en student op på bjerget, og så ventede jeg ellers spændt herhjemme. Pludselig en dag tikkede de første billeder af europæiske sprites ind i min inboks,

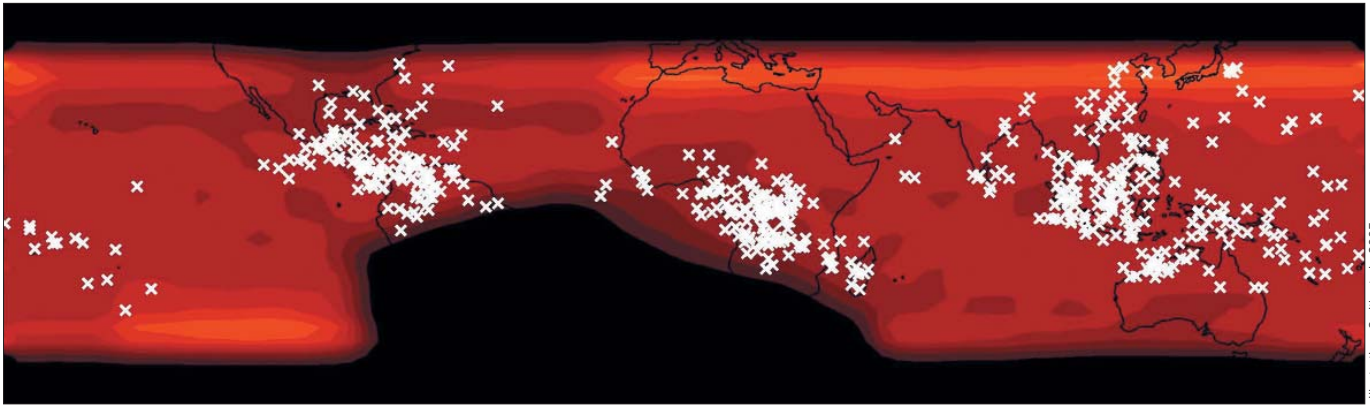


Illustration: Smith et al., 2005

Den røde farveskala viser årligt gennemsnit af antallet af lyn. De hvide krydser viser, hvor satellitten RHESSI (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager) har observeret glimt af gammastråling fra atmosfæren.

og det var et fantastisk syn,« fortæller han.

I de efterfølgende år blev der opbygget et træningsnetværk for unge forskere omkring kæmpelynene ledet af Danmarks Rumcenter. Netværket er et samarbejde mellem adskillige europæiske universiteter og forskningsinstitutioner, og her kan forskere i starten af deres karriere få praktisk erfaring med tværfagligt og internationalt samarbejde, mens de arbejder på at løse kæmpelynenes mysterier. Netværket har stillet kameraer op på to bjergtoppe i Frankrig, og herfra holder de unge forskere udkig efter sprites, hver gang et tordenvejr er under opsejling i Sydvesteuropa.

Men forskerne interesserer sig ikke for kæmpelynene på grund af deres skønhed. Torsten Neubert formulerer det centrale spørgsmål sådan: »Er sprites bare smukke naturfænomener som regnbuer, eller gør de noget ved atmosfæren, som det er vigtigt for os at vide?«

Kæmpelyn spiser ozon

Almindelige lyn slår fra torden-skyer og ned mod jordoverfladen. De varmer luften op, og det sætter gang i nogle kemiske reaktioner, der producerer ozon. Derfor kan man nogle gange lugte ozon i luften, hvis man har været tæt på et lynnedslag.

Sprites forekommer højere oppe i atmosfæren, hvor forholdene er anderledes, og heroppe sætter lynenes opvarmning af luften gang i nogle andre kemi-

ske processer, hvor slutresultatet er, at ozon bliver fjernet fra atmosfæren.

I de højder, hvor sprites huserer, ligger også ozonlaget, der beskytter alt liv på Jorden mod Solens ødelæggende ultraviolette stråling. Det er stadig uklart, om kæmpelynene har nogen betydelig effekt på ozonlaget, men det er naturligvis en af de ting, forskerne gerne vil finde ud af.

»Den enkelte sprite gør nok ikke så meget, men der er nogle hot spots rundt omkring på kloden, hvor kæmpelynene forekommer igen og igen, og spørgsmålet er, om lynene påvirker atmosfæren på de steder,« fortæller Torsten Neubert.

Selvom sprites ikke er noget nyt fænomen, og ozonlaget tilsyneladende har klaret sig udmærket på trods af kæmpelynene, så er lynenes ozon-spisning alligevel vigtig for klimaforskningen. De forudsigelser, der bliver gjort om fremtidens klima, er nemlig i høj grad baseret på computermodeller af atmosfæren. Når man laver en klimamodel, putter man så at sige alle de processer, der påvirker klimaet, ind i computeren. Derefter kan man for eksempel få computeren til at beregne, hvor meget temperaturen vil stige, hvis indholdet af kuldi-oxid i atmosfæren stiger med en bestemt mængde.

Modellerne er altså kun så gode som den viden, man putter ind i dem, og så længe man ikke ved mere om kæm-

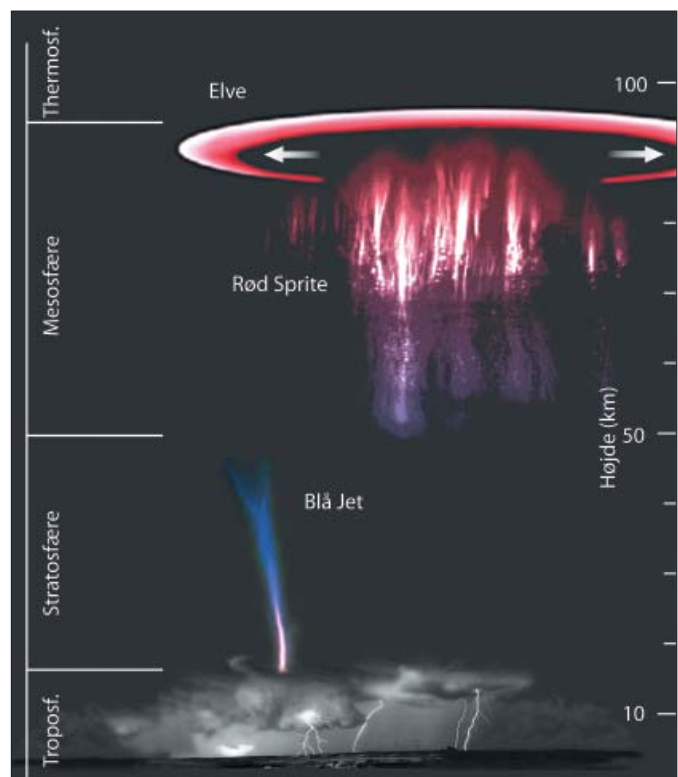


Illustration: Danmarks Rumcenter

Røde feer, blå jets og elvere

Kæmpelynene over skyerne er delt op tre hovedkategorier: røde sprites, blå jets og elvere. Samlet går de under betegnelsen *Transient Luminous Events* eller TLE.

Røde feer er et gulerodsformet netværk af røde lyn, der kan strække sig fra toppen af skyerne og op i 90 km højde og være 50 km på tværs. De forekommer i forbindelse med almindelige lyn under skyerne og varer kun omkring en tiendedel af et sekund.

Blå jets er kegleformede blå lyn, der skyder opad fra toppen af skyerne med hastigheder på op til 100 km/s. De når ikke så højt op som de røde feer; kun omkring 40 km.

Elvere er lysende ringe, der breder sig udad fra toppen af røde feer i omkring 90 km højde. Elvere varer kun milliontedele af et sekund.



Foto: Observatoire Midi-Pyrénées

Pic du Midi i Pyrenæerne, hvor det første europæiske kamera til sprite-observation blev sat op. Her sidder de kameraer, som unge forskere fra sprite-netværket fotograferer kæmpelynene med. Den første sten til observatoriet på Pic du Midi blev lagt i 1878, og videnskabsfolk har studeret meteorologi og astronomi fra toppen helt tilbage fra 1774.

pelynene, end man gør i dag, er de en joker i spillet. For eksempel skal klimamodellerne måske tage højde for, at ozonlaget er tyndere på de hot spots i atmosfæren, hvor der er mange sprites. For at kunne lave en god klimamodel, må man kende til alle de processer, menneskeskabte og naturlige, der foregår i atmosfæren.

Sprites set fra rummet

Indtil videre er sprites hovedsagligt blevet observeret med almindelige kameraer, men de ser kun det synlige lys fra kæmpelynene. Allerede i 1994 observerede en satellit ved et tilfælde nogle glimt af røntgen- og gammastråling fra atmosfæren, og det viste sig, at glimtene kom fra områder med kraftigt tordenvejr. Forskerne spørger sig selv, om den meget energirige elektromagnetiske stråling bliver dannet, når elektroner fra kæmpelynene kolliderer med atmosfærens molekyler.

Jordens atmosfære absorberer røntgen- og gammastråling, og derfor kan den side af kæmpelynene ikke observeres fra bjergtoppene. Men over lynene er atmosfæren tynd, og strålingen bliver ikke absorberet – derfor er det ideelt at studere sammenhængen mellem røntgenstråling og kæmpelyn fra rummet.

Det fik forskere fra Danmarks Rumcenter til at foreslå et instrument, som skal observere kæmpelynene fra den internationale rumstation, der kredser om Jorden 350 km ude i rummet. Instrumentet hedder *Atmosphere-Space Interactions Monitor* eller bare ASIM, og består af seks kameraer og en røntgendetektor. Med ASIM håber forskerne at kunne afgøre, om de atmosfæriske røntgen- og gammaglimt stammer fra de røde feer. ASIM skal efter planen monteres på rumstationen i år 2009.

Feltarbejde når det er sjovest

At lynene nu skal observeres fra rummet betyder ikke, at tiden med kameraer på bjergtoppe er forbi. Sprite-netværket har udset sig en top på Korsika, som er

Observation af røde feer

Kæmpelynene er ikke lette at observere, men det kan lade sig gøre under de rette betingelser. Først og fremmest skal man have frit udsyn hen over et kraftigt tordenvejr, der allerede har raset i et stykke tid. Man behøver ikke sidde på en bjergtop eller i et fly, men det bedste er, hvis tordenvejret befinder sig på horisonten omkring 200-300 km væk, og der ikke er noget smog, dis eller skyer i vejen.

For at se kæmpelynene, skal det være helt mørkt, og ens øjne skal have vænnet sig til mørket. En tommelfingerregel er, at hvis man kan se Mælkevejen på himlen, er det mørkt nok til også at se røde feer.

Kæmpelynene kan ses som meget korte, svage glimt over tordenvejret. De er for hurtige til, at man kan nå at flytte blikket, så det gælder om at stirre vedholdende på området over tordenskyerne. Eventuelt kan man bruge et stykke sort papir til at dække de almindelige lyn med, så man ikke bliver distraheret. Og så handler det ellers bare om tålmodighed.

Fotografér selv kæmpelyn

Det er lykkedes for amatørfotografer at fotografere røde feer, men det kræver gode forhold, det rette udstyr, masser af tålmodighed og en ikke ubetydelig portion held.

For at få et billede af en rød fe skal betingelserne for at kunne observere dem selvfølgelig være opfyldt.

De bedste amatørbilleder kommer fra sort-hvide video-overvågningskameraer, der er meget lysfølsomme (blænde på f/1.2 eller lavere). Man kan også bruge et spejreflekskamera (digitalt eller med film) indstillet til ISO 1600 eller højere. Linsen skal have en blænde på f/1.4 eller lavere og åbningstiden skal være kort. Gentag eksponeringen med få sekunders mellemrum.

Billedet her viser røde feer. De kan være op til 50 km brede og nå helt op i 90 km højde. Spørgsmålet er, om de bare er smukke naturfænomener, eller om de også påvirker klimaet.



Foto: Danmarks Rumcenter



Den internationale rumstation kredser om Jorden 350 km ude i rummet. Om få år skal forskere fra Danmarks Rumcenter studere de gådefulde kæmpelyn herudefra.

ideel til observation af kæmpelynene. At stedet er lettere utilgængeligt fjører bare en ekstra dimension til det videnskabelige arbejde.

»For at få lov til at bruge toppen, måtte vi gøre os gode venner med den lokale borgmester,« fortæller Torsten Neubert. »Da vi først var inde i varmen, var der ingen grænser for, hvad der kunne lade sig gøre. Vi fik en guide og en firhjulstrækker, og så kørte vi op ad bjerget. Det sidste stykke op til top-

pen måtte vi gå, og to af mine kollegaer faldt, den ene måtte endda på skadestuen. Men det var det værd, da vi endelig nåede toppen, for stedet var

helt perfekt. Det er fantastisk at stå på sådan en top og tænke, at her skal du sætte et kamera op. Det er feltarbejde, når det er sjovest.« ■

Fysikken bag

De fysiske mekanismer bag kæmpelynene er endnu ikke fuldstændigt forståede, men forskerne har teorier om, hvordan de spektakulære naturfænomener opstår.

Røde feer dannes i forbindelse med almindelige lyn, der går fra skyerne til jordoverfladen. Forskerne mener, de bliver dannede af det elektriske felt, som positive sky-til-jord lyn udsender over skyerne.

Det elektriske felt accelererer frie elektroner. Jo højere oppe i atmosfæren elektronerne er, jo tyndere er luften, og derfor får elektronerne lov til at bevæge sig længere og få mere fart på, inden de støder ind i molekyler og bliver bremsset op.

Over en bestemt højde får elektronerne så meget fart på, at de splitter de ramte molekyler ad og på den måde dannes flere frie elektroner, som så igen kan splitte nye molekyler ad. Det er sådan en kædereaktion af frie elektroner, som skaber en rød fe.

Blå jets bliver dannet, når der under et tordenvejr bliver opbygget en stor mængde ladning i en sky, som af en eller anden grund ikke bliver afladet gennem et almindeligt lyn. Afladningen foregår så i stedet opad i atmosfæren fra toppen af skyen.

Elvere er ikke i sig selv elektriske udladninger, men er resultatet af en opvarmning af luften på den nederste kant af ionosfæren. Luften bliver opvarmet af den elektromagnetiske puls, et almindeligt kraftigt lyn udsender, og elveren udbreder sig som en lysende ring over lynet.

Om forfatteren



Lone Djernis Olsen er informationsmedarbejder ved Danmarks Rumcenter
Tlf.: 3532 5893
E-mail: lone@spacecenter.dk



Kontakt til forskeren
Torsten Neubert, seniorforsker
Tlf.: 3532 5731
E-mail:
neubert@spacecenter.dk
www.dsri.dk/-neubert

Yderligere information:
<http://elf.gi.alaska.edu>

På *sprite-netværkets* weblog på www.eurosprite.net kan man dele forskernes begejstring, når de har set et af de spektakulære kæmpelyn.