

Lysende natskyer

Af Jesper Grønne

Er lysende natskyer et tegn på igangværende klimaændringer? Hvordan opstår vanddamp så højt i mesosfæren? Hvorfor er forekomsten af lysende natskyer så høj under dette solmaksimum? Har lysende natskyer kun eksisteret i 128 år? Hvilke kerner dannes iskrystallerne omkring? Hvilken form har iskrystallerne? Hvilke processer foregår i og omkring mesosfæren? Hvilke processer heraf sker under indflydelse af den humane adfærd? Findes der menneskeskabte kunstige lysende natskyer? Mysterierne omkring lysende natskyer er langt fra løst endnu, men forskerne arbejder på sagen.

Mesopausen er hjemsted for lysende natskyer, også kaldet Noctilucent Clouds eller NLC. Højden er typisk omkring 83 km men svinger lidt. Under de rette betingelser, med hensyn til blandt andet temperatur/frysepunkt og forekomst af vanddamp, kan der dannes et meget tyndt lag af iskrystaller, der dispergerer lyset fra Solen, der i nattetimerne befinder sig omkring 10-15 grader under horisonten i en omtrentlig nordlig retning og derfra kan oplyse mesopausen, hvor de nat-skinnende skyer opstår.

Danmark ligger optimalt placeret for NLC observation, med hensyn til breddegrader, men NLC kan ses både et stykke nord og syd for Danmark. Sæsonen starter typisk i slutningen af maj måned og slutter engang i august.

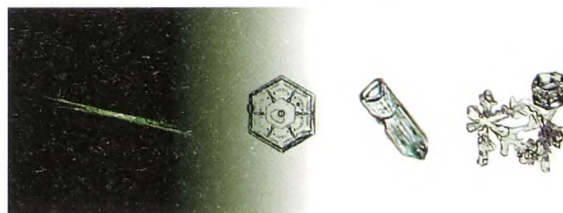


Figur 1. Himlens skumringsfarver dannes i atmosfæren under de lysende natskyer. De korte blålige bølgelængder spredes mest i atmosfæren, derfor når kun de langbølgede rødlige farver igennem til den nederste del af billedet. Ved den næsten vandrette synsretning, skal lyset passere "den lange vej" igennem en stor del af atmosfæren, hvormed de blålige farver spredes og forsvinder. Foto: Jesper Grønne.

Sommerens lysende natskyer – NLC, kaldes også for polarmesosfæriske skyer – PMC, ikke at forveksle med vinterens polarstratosfæriske skyer – PSC, der i daglig tale kaldes perlemorsskyer. Sidstnævnte befinder sig tydeligvis i stratosfæren og udviser typisk et spektakulært

farvespil i alle mulige iriserende farver, i modsætning til de lysende natskyer, der nærmest er sølvfarvede eller hvidlige, måske med et let blåligt skær. At NLC alligevel ofte ses i et flot farvespil, skyldes primært atmosfærens spredning af de korte blålige bølgelængder, i atmosfæren under de lysende natskyer – det fænomen der også giver de røde solnedgange.

Af grunde der endnu ikke er helt forståede og forklarede, kan der åbenbart dannes iskrystaller helt deroppe, på tærsklen til rummet, hvor det egentligt ikke burde være muligt. Iskrystallerne dannes formodentlig på kerner af små partikler, fx rester af mikrometeorider. Det ligger klart, at iskrystallerne er små, under 200 nm, men man kender ikke formen på krystallerne, ifølge [1]. I troposfæren dannes iskrystaller i mange forskellige former og størrelser, afhængig af forholdene i skyen. Hvilken form iskrystallerne antager i mesopausen, er meget usikkert, måske nåleformede, men det kræver yderligere studier at finde ud af det.



Figur 2. Forskellige troposfæriske iskrystalformer. Foto: Jesper Grønne.



Figur 3. Jordens atmosfære rammes hvert døgn af 44 tons meteorider ifølge NASA [2], langt det meste i form af mikrometeorider. Større meteorider ses som lysende meteoror på himlen. Større meteoror kan overleve faldet og lande på jorden som en meteorit. Foto: Jesper Grønne.

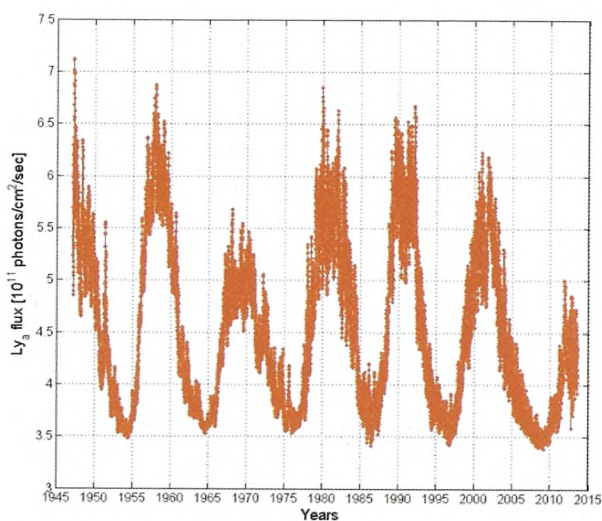
Atmosfærens opbygning

Magnetosfæren	800-millioner km
Exosfæren	500-190.000 km
Termosfæren	80-1000 km
Mesosfæren	50-80 km
Stratosfæren	8-50 km
Troposfæren	0-16 km

Det er almindeligt antaget, at man først observerede NLC i 1885, efter et gevaldigt vulkanudbrud fra Krakatoa, der angiveligt pumpede tonsvis af vanddamp og aske højt op i mesosfæren. Om der faktisk eksisterede NLC før 1885 er naturligvis vanskeligt at sige med sikkerhed, måske var de bare svage og fik ingen opmærksomhed? Ud over vulkaner, kan raketopsendelser og meteoror efterlade vanddamp og støv i atmosfæren, både i stratosfæren og i mesosfæren. Dispergeret sollys herfra kan nogle gange ses på himlen efter solnedgang. Fx kunne man, kort efter det forholdsvis store russiske meteoritnedfald i 2013 se lysende natskyer – i februar, altså helt udenfor NLC-sæsonen.



Figur 4. Det interplanetariske rum i solsystemets baneplan indeholder store mængder støv eller mikrometeorider, det ses som zodiakallyset. Den skæve kegleform strækker sig fra horisonten, forbi Plejaderne til Mælkevejen. Denne store støvskive er tættest nær Solen, men strækker sig ud til de store gasplaneter. Foto: Jesper Grønne.



Figur 5. Solens aktivitet de sidste godt 60 år, der kan endnu nå at komme en ny og højere spids i indeværende solmaksimum, som set i forrige cyklus.

Solens aktivitet svinger op og ned, i en cyklus på omkring 12 år. Der har vist sig en tendens til, at NLC er stærkere og hyppigere under solminimum, vi er nu i nærheden af et solmaksimum, så aktiviteten burde være svagere end gennemsnittet. Hvis man følger med på SpaceWeather.com, ser man at forskere fra NASA tilsyneladende mener, at det er bemærkelsesværdigt, at NLC-sæsonen startede lidt tidligere end forventet i 2013 og aktiviteten er ret kraftig. De første danske NLC i 2013 blev i øvrigt fotograferet den 24. maj i Silkeborg. På den anden side, så er det igangværende solmaksimum ca. 1,5 gange svagere, end et typisk solmaksimum, ifølge svenske forskere (se figur 5). Af denne grund synes de svenske forskere ikke, at det er specielt underligt, at se NLC lidt tidligt og tydeligt i år, i forhold til et typisk solmaksimum.

Amerikanske forskere funderer over, om øget NLC forekomst kan være en tidlig advarsel om klimaændringer. Nyere data fra NASA-projektet AIM (Aeronomy of Ice in the Mesosphere) [3] indikerer, at det kunne være en mulighed. Ifølge professor James Russell fra AIM, kan øgede metan-emissioner finde vej til den øvre atmosfære, her undergå en serie reaktioner med ilt, hvormed der dannes vanddamp, der så danner meget små iskrystaller på de tilstedeværende partikler – dermed opstår flere lysende natskyer. AIM data er dog ikke tilstrækkelig langsigtet til, at man herfra kan drage nogle konklusioner omkring klimaændringer.

Andre amerikanske forskere, fra bl.a. University of Hawaii, mener at solvinden kan skabe vand på overfladen af interplanetariske støvpartikler. Disse støvpartikler rammer dagligt Jordens atmosfære og kan potentielt medbringe vand hertil. Brintionerne i solvinden bombarderer silikat-krystallerne i de interplanetariske støvpartikler og efterlader ilt, der nemmere reagerer med brint – og danner små mængder vand på overfladen af støvpartiklerne [4].



Figur 6. Sølvskinnende lysende natskyer i nordlig retning efter midnat. Foto: Jesper Grønne.

Dr. Peter Dalin fra Institut for Rumfysik i Kiruna, har i en årrække haft et langsigtet projekt kørende, med kontinuerlige optagelser af NLC hver nat i sæsonen,

år efter år, i et netværk af observatører rundt om 56. nordlige breddegrad, placeret i Sverige, Litauen, Moskva, Novosibirsk, Kamchatka, Canada, Skotland og i Danmark. Projektet skal blandt andet påvise en evt. langsigtet udvikling i lysstyrken og forekomsten af NLC. Data herfra viser indtil nu ingen, eller kun en lille øgning i lysstyrken fra de lysende natskyer [5].

Kunstige lysende natskyer

De sidste par år er der fotograferet "kunstige" lysende natskyer i Danmark, den 27. juni 2011 og den 8. juni 2013, begge gange forårsaget af raketopsendelser i Rusland. Observationen i 2011 er veldokumenteret og viser blandt andet, at kunstige lysende natskyer kan opstå i mesopausen, efter en raketopsendelse, og derefter bevæge sig over store afstande. Dr. Peter Dalin, IRF m.fl. har lavet en videnskabelig artikel herom [6].



Figur 7. Den lyse stribe øverst er kunstige mesosfæriske lysende natskyer, set over Danmark efter en raketopsendelse i Rusland i 2011. Længere nede i billedet ses naturlige lysende natskyer, derunder almindelige mørke troposfæriske skyer. Foto: Jesper Grønne.

Ifølge artiklen var striben i mesopausen, forårsaget af raketens udstødning, meget vedholdende i sin fremtoning. Der var næsten ingen ændring, mens den i løbet af 9 timer bevægede sig fra Plesetsk i Rusland, via Danmark til Skotland. Dette indikerer ekstremt stabile atmosfæriske forhold, episoden introducerer et nyt stadie i sommer mesosfæren – "bemærkelsesværdigt rolige forhold", hvilket formodentlig ikke er observeret før.

Samtidige optagelser fra Silkeborg og Aarhus viser en unik kombination af 2 sjældne atmosfæriske fænomener; naturlige lysende natskyer og kunstige lysende natskyer, skabt af udstødningsgas fra en raket (se figur 7). Optagelserne muliggør også en beregning af fænomenernes højde og horisontale udstrækning. De naturlige NLC var i en højde af 82,09 til 83,98 km, hvilket er typisk. De kunstige NLC var i en højde af 68 til 77 km, med en horisontal længde på omkring 310 km og en horisontal tykkelse af striben på 5-9 km. På denne webadresse: <http://astrophoto.dk/Rocket-trail.mov> kan man se en time-lapse video, der tydeligt viser striben med de kunstige NLC og de naturlige NLC, der begge bevæger sig fra øst mod vest, med en hastighed svarende til 53-66 m/s. Hvilket er en typisk vindhastighed i mesosfæren om sommeren.



Figur 8. Lysende natskyer med tydelige tyngdebølger, minder lidt om et meget tyndt lag røg i den øvre atmosfære, som stjernerne tydeligt ses igennem. Bør mesopausen blive røgfri zone, af hensyn til klimaet, eller er der måske ikke en væsentlig direkte sammenhæng mellem klimaændringer og forekomsten af lysende natskyer? Det bliver spændende at følge forskningens fremskridt på området. Foto: Jesper Grønne.

Jorden har gennemgået mange naturlige klimaforandringer gennem flere milliarder år, ligeledes har der "altid" været meteorider og vulkaner, der kan give støv og vanddamp i atmosfæren. Det er derfor svært at tro, at der ikke har eksisteret NLC før vulkanudbruddet i 1885, men det er blot spekulation. Klimaet ændrer sig, det er ganske vist, men hvor meget er naturligt og hvor meget er påvirket af mennesker? Et godt spørgsmål, svaret hænger i luften.

Litteratur

- [1] Alexander A. Kokhanovsky, Microphysical and optical properties of noctilucent clouds, http://www.iup.uni-bremen.de/~alexk/8_NLC_review.pdf
- [2] NASA-webside om "Meteors & Meteorites" under: <http://solarsystem.nasa.gov/planets>
- [3] NASA-projektet AIM (Aeronomy of Ice in the Mesosphere), <http://aim.hamptonu.edu>
- [4] University of Hawaii, nyhed d. 7. februar 2014, <http://manoa.hawaii.edu/kaunana/space-dust-carries-water-and-organic-compounds>
- [5] Polar Atmospheric Research: A network of automated cameras for NLC studies, http://www.irf.se/program/afp/?dbfile=NLC_NETWORK&dbsec=P1
- [6] P. Dalin et al (2013), Optical studies of rocket exhaust trails and artificial noctilucent clouds produced by Soyuz rocket launches, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* Vol. 118, issue 14, p. 7850-7863, July 2013.



Jesper Grønne,
amatørastronom,
himmelfotograf og skribent.
www.hvadihimlen.dk,
www.groenne.eu.