

## Nordlysets årsak

av Egil Leer

Nordlys dannes av gass som strømmer ut fra sola. Denne *solvinden* stoppes av jordas magnetfelt, og energien i vinden fra sola overføres til negative og positive ladede partikler (elektroner og protoner) som skytes ned fra jordatmosfæren og gir nordlys. Hvis solvinden avtok, skulle også nordlyset bli svakere. Dette skjedde i årene 1645-1715. I denne tida var antall *solflekker* redusert til en tidel av det normale, og det var få store nordlysutbrudd. Dette er kanskje grunnen til at Petter Dass ikke har beskrevet nordlyset.

Vi skal i det følgende fortelle litt om sola, og hvorfor det er en gasstrøm fra sola. Vi skal også diskutere hva som skjer når solvinden treffer jorda.

### *Sola*

Sola er vår nærmeste stjerne. Vi kan studere solatmosfæren i detalj og observere fenomen som ikke kan sees på fjernere stjerner. Dette gjør solfysikken til en nøkkel for forståelse av mange prosesser i universet. Men sola er også en svært spesiell stjerne. Den sørger for nok energi til å opprettholde liv på jorda. Selv små endringer av energistrømmen fra sola vil ha store konsekvenser for klimaet og livet på planeten vår.

Energien i sola frigjøres ved at atomkjerner smelter sammen i solas indre, og det tar nær en million år å transportere energien ut til soloverflata. Det meste av energien sendes ut fra sola som lys, og energistrømmen som når jorda er 1367 Watt pr. kvadratmeter. Dette kalles ofte for *solarkonstanten*.

Sola ser ut som ei glødende kule med en radius på 700 000 kilometer, og massen er 300 000 ganger jordas masse. Den roterer om sin egen akse i løpet av vel 25 døgn, men på grunn av at jorda beveger seg i bane rundt sola i samme retning, ser det for oss ut som om sola bruker 27 døgn på å rotere en gang.

### *Solvinden*

Det meste av lyset kommer fra *fotosfæren*, et 500 kilometer tjukt overflatelag som «bare» har en temperatur på 5 800 grader. Utenfor ligger solatmosfæren,



eller *koronaen*, som er en tynn varm gass. Temperaturen er så høy (mer enn en million grader) at sola ikke greier å holde på denne atmosfæren, den blåser ut i verdensrommet. Denne strømmen av gass kalles ofte *solvind*. Solvinden tapper sola for en million tonn gass hvert sekund, men i løpet av solas levetid — 5 milliarder år — blir dette bare en hundredel av en prosent av solmassen. Det er imidlertid grunner for å tro at solvinden var kraftigere da sola var yngre. Da kunne muligens denne gasstrømmen være av betydning for utviklingen av sola, nå er den bare av betydning for planetene.

Ute ved jordbanen, cirka 150 millioner kilometer fra sola, har solvinden en hastighet på noen hundre kilometer i sekundet, men det er bare 5-10 elektroner og like mange protoner pr. kubikkcentimeter. Selv om det er få partikler i solvinden har de så stor fart at de presser annen gass vekk fra et stort område rundt sola. Dette området kalles *heliosfæren*, og beregninger tyder på at heliosfæren strekker seg langt utenfor den ytterste planeten, Pluto. Solvinden strekker også magnetfeltet til sola ut i rommet, slik at det er et svakt felt ute i heliosfæren.

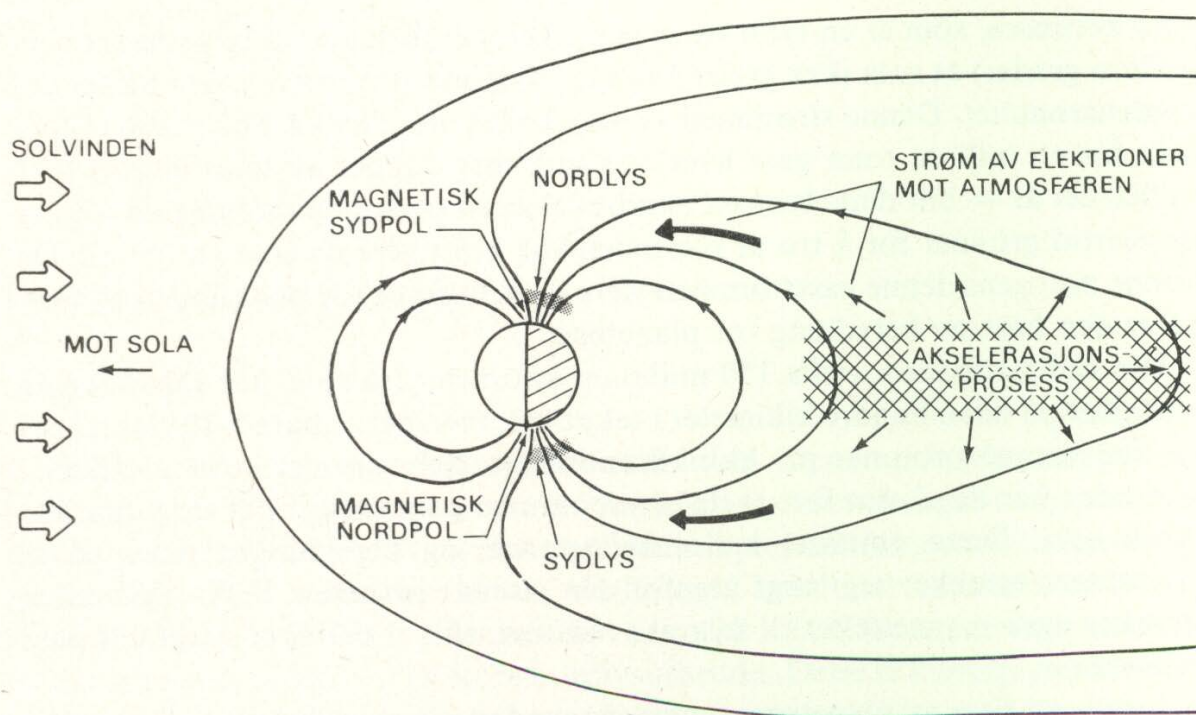
Jorda, og flere av planetene, omgir seg med et magnetfelt som er dannet av elektriske strømmer inne i planeten. Ved overflata er feltet sterkt og ligner mye på feltet en ville få ved å plassere en kort stavmagnet i jordas sentrum. Langt ute er imidlertid feltet så svakt at solvinden presser det sammen på sida som vender mot sola, dagsida, og trekker det ut i en «hale» på nattsida. Slik blir planetens magnetfelt begrenset til et langstrakt område, *magnetosfæren*. Utenfor dette området hvor planetens magnetfelt dominerer flyter solvinden forbi, bare en liten del av solvindpartiklene trenger inn i magnetosfæren.

## *Nordlys*

Men solvinden kan overføre energi ved å «gni» på overflata til magnetosfæren. Når solvinden gnir på magnetosfære-«halen» vil energilageret i «halen» øke og øke til hele magnetosfæren kommer i «ulage». I løpet av kort tid kan det meste av energilageret tømmes ved at energirike elektroner skytes inn mot jorda. Disse treffer jordatmosfæren og gir kraftig nordlys i belter rundt polområdene. Samtidig settes det i gang store elektriske strømmer i vel 100 kilometers høyde. Strømmene forårsaker forstyrrelser i magnetfeltet som måles på jordoverflata, og forstyrrelsene er størst ved målestasjonene innenfor, eller i nærheten av *nordlysbeltene*.

Når solvinden er «normal», dvs. at den blåser forbi jorda med en fart på 300-400 kilometer i sekundet, vil nordlysbeltene ligge på mellom 65 og 75 grader nordlig eller sørlig geografisk bredde, men av og til er det kraftige utbrudd på sola. Store mengder gass farer da ut i verdensrommet med hastigheter større enn 1000 kilometer i sekundet. Hvis denne hurtige gassen treffer jorda, vil magnetfeltet blir trykket kraftig sammen på den sida som vender mot sola,





Skjematisk modell for dannelsen av nordlys. En «eksplosjon» oppstår i magnetosfærehalen, og elektronene blir tvunget inn mot polområdene langs magnetfeltlinjene. Nordlys dannes når disse energirike partiklene kolliderer med gasser i atmosfæren. Legg merke til at den magnetiske nordpolen ligger nær den geografiske sydpolen.

og nordlysbeltene vil forflytte seg nærmere ekvator. Når solvinden er svært kraftig, kan en f.eks. se nordlys langt sør i Europa.

Områder på sola som gir opphav til en gasstrøm med hastigheter på 600-800 kilometer i sekundet kan leve i flere måneder. Denne solvinden gir nordlys og ganske store variasjoner i det jordmagnetiske feltet. Sett fra jorda, roterer sola en gang i løpet av 27 døgn, og vi vil derfor se at slike forstyrrelser kommer igjen med 27 døgns mellomrom.

### *Magnetosfæren og været*

Magnetosfæren er bindeleddet mellom solvinden og jordas øvre atmosfære, og den tar imot energi fra solvinden og gir fra seg denne energien til jordatmosfæren. Den samme prosessen finner vi også på andre, magnetiserte planeter. Mye av energien i jordas magnetosfære avgis til atmosfæren ved at det «skytes ned» energirike partikler som gir nordlys. Det skulle derfor også være nordlys på andre planeter, og romsonden Voyager tok det første bildet av nordlys på en annen planet da den passerte Jupiter.

Problemstillingene i nordlysforskningen var tidligere knyttet til studiet av lyset, dets former, farger og bevegelse. Etterhvert har nordlysforskningen blitt



en del av *magnetosfærefysikken*. Nå er en mest opptatt av å samholde målinger av lyset og av de energirike partiklene som gir opphav til lyset. En forsøker også å finne ut hvordan energi kan overføres fra solvinden til disse energirike partiklene. Selv om vi ikke forstår, i detalj, hvordan energien overføres fra solvinden til den øvre atmosfæren, vet vi at det aller meste av denne energien overføres til atmosfæren nær polområdene.

Kan disse prosessene bety noe for været på jorda?

Energien i solvinden er svært liten sammenlignet med energien i sollyset, og selv små endringer i solarkonstanten, mindre enn en prosent, ville få større betydning for energistrømmen til jorda enn energien fra solvinden. Men nordlyspartiklene kan likevel være av betydning for været. Når de energirike partiklene treffer den øvre atmosfæren og forårsaker nordlys, vil det også dannes ulike ioner. Disse ionene kan spres i den øvre atmosfæren ved vinder og virke som «kjerner» for fortetning eller *kondensasjon* av vanndamp. På denne måten kan det dannes skyer i 10-20 kilometers høyde som slipper inn sollyset, mens varmestrålingen fra jorda ikke slipper ut. Denne «drivhuseffekten» vil føre til at luftmassene settes i bevegelse. Dette er *en* mulig prosess, og fysikere i USA mener at sannsynligheten for en kraftig storm på det amerikanske kontinent er størst 2-4 dager etter at hurtig solvind har presset sammen magnetosfæren og gitt kraftig nordlys på lave bredder. Det forskes idag ganske mye på dette spørsmålet.