

# Spor efter lyn fundet nær kanten af Grønlands Indlandsis

Peter W. U. Appel

Lyn er et af de mest spektakulære atmosfæriske fænomener vi kender, og de har gennem tiderne været genstand for megen undren og overtro. Lyn blev betragtet som gudernes våben overfor jætter og genstridige mennesker, som fx Thors tordenkile. Før i tiden troede man fx også fuldt og fast på at ringning med kirkeklokker forhindrede lynet i at slå ned i kirketårnene. Mange af middelalderens kirkeklokker havde inskriptionen: *Vivos voco - Mortuos plango - Fulgura Frango* (De levende hidkalder jeg - De døde begræder jeg - Jeg sønderbryder lynene).

Når det blev tordenvejrs blev klokkeren så sendt op i kirketårnet for at ringe

med klokkerne for at forhindre at lynet slog ned i tårnet. Det virkede desværre ikke altid. Ifølge overleveringer blev 103 klokkere dræbt af lynet over en periode af 33 år i Tyskland medens de ringede med klokkerne i tordenvejrs.

Langsomt fik menneskene den idé at lyn var elektriske fænomener. Mest berømt er nok Benjamin Franklins eksperiment i 1772 hvor han sendte en drage op i tordenvejrs og påviste at lynet fulgte snoren ned (figur 1). At han let kunne være blevet dræbt af lynet havde han ikke forestillet sig. Der var andre der gennemførte lignende eksperimenter i den tid, men ikke slap fra det med livet i behold.

Figur 2. Lynrør eller fulgurit fra Danmark.



Figur 1. Benjamin Franklins eksperiment i 1772.





Figur 3. Sceneriet med landskabet hvor lynet slog ned i 1996 eller i begyndelsen af 1997.



Figur 4. En af de hvide linier henover en blokmark. Min 11årige datter Astrid som skala.

Lyn er storslåede at se på, men varer kun et splitsekund og efterlader sig sjældent varige spor. Vi har alle set træer, der er flækkede eller brændt af et lynnedslag. Det hender også at huse, specielt stråtækte, brænder ned til grunden efter et lynnedslag. Mere sjældent ser man lyn der slår ned i marker eller græsplæner og efterlader et hul i jorden med en masse stråler ud fra. Disse radierende stråler er som oftest stærkt forgrenede. I Vestjylland finder man af og til spor efter lynnedslag i de såkaldte lynrør eller fulguritter (figur 2). De opstår ved at lyn slår ned i sand og på vej ned sammensintres sandkornene og danner rør. Disse lynrør er nogle centimeter i diameter og kan blive mange meter lange. De er meget skrøbelige og brækker let. I bjergrige egne finder man "rock fulguritter", der består af glas dvs. lynopsmeltet bjergart, der er hurtigt afkølet og har dannet en glas. Rock fulguritter er temmelig sjældne.

Tordenvejr optræder med forskellig hyppighed på vores klode. Omkring byen Bogor i Indonesien er der gennemsnitlig tordenvejr en gang om dagen. På den anden side af jorden i Grønland er tordenvejr derimod en meget sjælden foreteelse. Ifølge Meteorologisk Institut er der gennemsnitlig tordenvejr i Nuuk hvert andet år, og i Kangerdlussuaq (tidligere Sdr. Strømfjord), der ligner det nedenfor beskrevne område, er der gennemsnitlig tordenvejr hvert femte år. Grønland er altså ikke det mest indlysende sted at lede efter spor fra lynnedslag. Ikke desto mindre er der i Isukasia området ca. 150 km nordøst for Nuuk på kanten af Indlandsisen fundet spor efter et endda meget kraftigt lynnedslag. Det blev fundet i sommeren 1997. (Om Isukasia se boks på side 11).

Isukasiaområdet er nederoderet af isen og består nu af forholdsvis lave bakker (figur 3). Indlandsisen ligger kun omkring en kilometer væk. Klimaet er højarktisk med lokal permafrost. Vegetationen er lav. Den er domineret af kantlyng, småblomster og dværgbirk. Birketræerne er sjældent over 10 centimeter høje, men er ofte mere end en meter lange. Fjeldet er delvist dækket af store blokmarker. Blokkene, der kan være over 1 meter store er pænt afrundede efter transport.

I 1997 blev en mystisk hvid linie opdaget

i Isukasia (figur 4). Ved nærmere eftersyn viste det sig at der var to hvide linier med en vinkel på  $100^\circ$  (figur 5). Den længste linie er 30 meter lang medens den anden er 14 meter lang. De to linier, der er omtrent lige, løber henover en blokmark. På de velafrundede blokke ses linien som en hvid stribe, der er ca. 3 centimeter bred (figur 6). På den hvide stribe er alle laver (liche-ner), der ellers dækkede stenene forsvundet. Imellem de store sten med hvide striber ses småsten hvor lichenerne også er fjernet samt et ca. 10 centimeter bredt spor hvor kantlyngen er væk (figur 7). De store blokke er transporteret af isen. Under transporten er de blevet slebet og poleret og har fået en jævn glat overflade. På den hvide stribe er stenene derimod ganske ru. De to linier mødes på en blotning af chert, og i denne blotning har der fundet en kraftig eksplosion sted. Eksplosionen har efterladt et ca. 1 meter dybt hul, delvist fyldt med skarpkantede blokke (figur 8). Enkelte blokke op til ca. 30 kg er blevet slynget op til 3 meter væk fra eksplosionsstedet. Der er ingen borehuller i blotningen. På selve blotningen ses også en hvid stribe ud fra eksplosionen hvor lichenerne er fjernet.

Det er svært at sige præcis hvor stor kraft der skal til for at foretage en sådan sprængning. Ved sammenligning med sprængninger udført med henblik på mineraleftersøgning kan det bedømmes at sprængningen svarer til ca. 300 gram dynamit der udvikler en energi på  $1,5 \times 10^6$  Joule. Ved sprængning af 300 gram dynamit udvikles 270 liter luftarter.

### Laboratorieundersøgelser

Der blev indsamlet to løse velafrundede gnejsblokke hver med en hvid stribe henover. Formålet med undersøgelserne var at finde ud af hvad der var skyld i at stenen i den hvide stribe var ganske ru i modsætning til stenen uden for den hvide stribe. Derfor savedes to små stykker ud af den ene gnejsblok, fra den glatte del af stenen og fra den hvide stribe. De to overfladeprøver blev bedampet med guld og undersøgt i GEUS' scanning elektron mikroskop (SEM).

På figur 9a ser man den oprindelige glacialt polerede overflade. Her er alle korngrænser og brud pænt afrundede under transporten.

På figur 9b fra den hvide stribe, ser man en ganske anden overfladestruktur. Den er domineret af helt friske brudflader med skarpe kanter. Det er disse skarpe kanter, der giver den ru overflade.

### Hvad har forårsaget disse mærkværdige strukturer?

Der er flere mulige forklaringer:

- Meteornedslag eller nedslag af dele af en satellit.
- Menneskeskabt ved sprængning
- Lynnedslag

Den gyldige forklaring skal tilgodese følgende kendsgerninger:

- Der er ingen borehuller
- Sprængstedet er fyldt af skarpkantede blokke
- Blokkenes overflade er generelt glat, men ru på de hvide striber

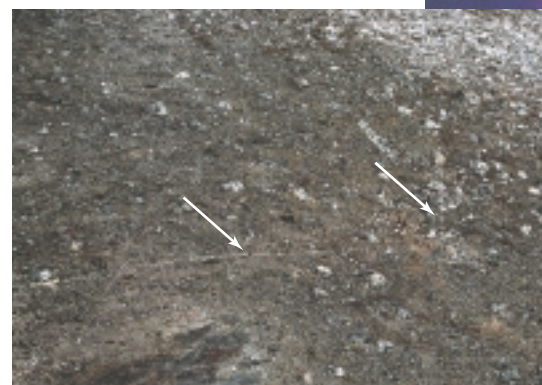
Hvis en meteor eller en del fra en satellit slår ned på en blotning, vil nedslaget resultere i en massiv knusning af overfladen. Der vil ikke ligge skarpkantede sten tilbage, men en meget nedknust bjergart bestående af afrundede småsten og pulver. De to hvide striber kan heller ikke forklares ud fra et nedfald af en meteorit eller en del af en satellit.

Hvis sprængningen som vist på (figur 8), skal være menneskeskabt må der i det mindste være et borehul hvori dynamitten har været lagt. Der er ikke fundet et eneste spor efter et borehul. Alternativt kan man forestille sig at nogen har sprængt en stor ladning dynamit oven på blotningen. En sådan sprængning kan udføres enten fordi nogen har for meget sprængstof eller som led i geofysiske undersøgelser. Hvis man sprænger en ladning oven på en blotning vil man kun få knust de øverste få centimeter af blotningen, og den del vil da blive grundigt pulveriseret. Det stemmer heller ikke med de skarpkantede blokke. Sluttelig er der ingen tændingsmekanismer til dynamit, der kan forklare de hvide striber.

Der er altså kun en mulighed tilbage, nemlig at fænomenerne er skabt ved et meget kraftigt lynnedslag.

### Hvad skete der?

Et kraftigt lyn slog ned og delte sig i tre grene. Den ene gren fortsatte ned i en blotning



Figur 5. Det hele lidt fra oven. Her ses begge de to hvide linier. De mødes på en blotning af metacherts.



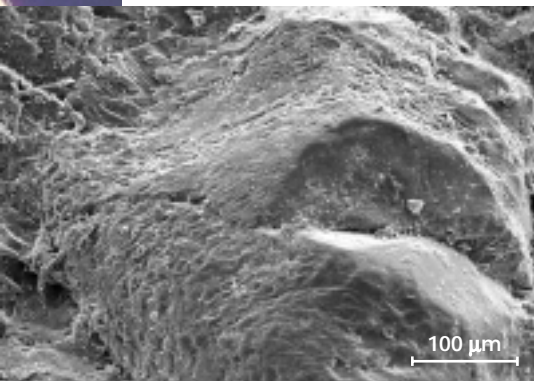
Figur 6. Velafrundet glacialtransporteret gnejsblok med en ca 10 cm bred hvid stribe hvor lichener er brændt væk.



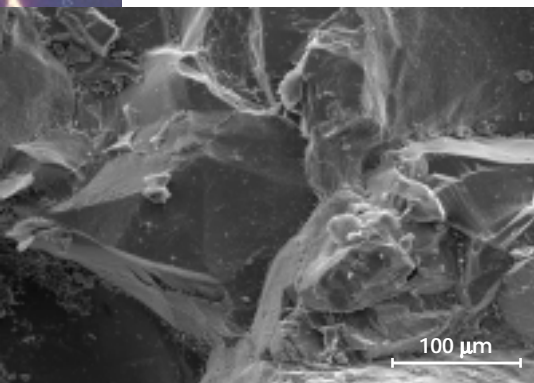
Figur 7. Her ses kantlyngen fjernet i et ca. 10 cm bredt spor.



Figur 8. Eksplosionsstedet hvor der ligger skarpkantede blokke tilbage.



Figur 9a. Scanning elektron mikroskop billede af den del af gnejsblokken der er velpole-ret under transport af isen.



Figur 9b. Scanning elektron mikroskop billede af den del af gnejsblokken der ligger på den hvide stribe. Her ses den helt friske overflade med skarpkantede brud.

af cherts. De to andre grene løb ud over en blokmark. Blotningen af chert er temmelig opsprækket og i sprækkerne har der givetvis stået lidt vand eller is. Den gren af lynet der gik ned i blotningen har opvarmet dette vand og den opståede vanddamp har givetvis bidraget til at forøge sprængkraften af lynet.

Kan man overhovedet forstille sig at lyn har energi nok til at foretage en sprængning i fast fjeld?

Strømstyrkerne i lyn er op til 40 kA med topværdier på 250 kA. Med så store strømstyrker bliver der afsat umådelige mængder energi, der hvor lynet slår ned. Temperaturerne på lyn er op til 30.000°K (273°K = 0°Celsius). Nu er det jo ikke sikkert at netop dette lyn havde rekord temperatur, så lad os antage at den del af lynet, der gik ned i sprækkerne i blotningen, havde en temperatur på 4000°K. Vi antager endvidere at der står ca. 0,1 liter vand eller is i revner og sprækker i fjeldet, det svarer til en halv kop vand. Dette er nok meget realistisk. Når lynet slår ned opvarmes vandet først til vanddamp, der derefter dissocieres til OH<sup>-</sup> og H<sup>+</sup> ved 4000°K. Herved udvider de 0,1 liter vand sig til knap 4000 liter gas! Dette er 15 gange så meget som de 270 liter gas som eksplosion af 300 gram dynamit ville

give. Det er altså absolut realistisk at et lyn kan forårsage en sådan sprængning.

De to grene der løb hen over blokmarken brændte alle laver af blokke og småsten samt brændte et 10 cm bredt spor gennem en bevoksning af kantlyng. Da lynet løb hen over de afrundede gnejsblokke opvarmede det de øverste par millimeter af stenen, hvorimod resten af stenen forblev kold. På grund af varmeudvidelsen skallede de yderste millimeter derefter af stenen og efterlod en helt frisk overflade. Det samme fænomen ser man ved lejrål, hvor man stiller sten rundt om bålet. Den side, der vender mod bålet bliver meget varm og skaller ofte af i flager.

### Hvornår skete det?

Med mindre man ser lynet slå ned, er det meget svært at datere et lynnedslag. I Isukasia er vi imidlertid heldige. Sporet efter lynet blev fundet i 1997. Vegetationsanalyser i Grønland har vist at lyng vokser ret hurtigt og det skønnes at det 10 centimeter brede spor gennem kantlyngen (figur 7), vil regenereres på 5 til 6 år (Erik Sten Hansen personlig meddelelse). Det vil sige at lynet med stor sandsynlighed slog ned i slutningen af 1996 eller begyndelsen af 1997.



### Isukasia

Isukasia er geologisk verdensberømt fordi man der finder de ældste sten på jorden. Det drejer sig om Isua grønstenbæltet, der består af ~3800 millioner år gamle bjergarter aflejret på jordens overflade. Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd, Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland, Råstofdirektoratet og GEUS har finansieret et stort forskningsprojekt: The Isua Multidisciplinary Research Project (IMRP). Dette forskningsprojekt, der startede i 1997 og slutter i foråret 2002, har til formål at undersøge jordens ældste bjergarter i området omkring Isukasia. Disse bjergarter består hovedsagelig af endeløse lavastrømme med pudestrukturer, hvilket viser at lavaen flød ud under vand.

Derudover består bjergarterne af kemisk udfældede sedimentter som jernmalm og chert. Chert er en meget kvartsrig bjergart udfældet på bunden af havet. Der findes også andre sedimentter såsom konglomerater, der består af rullesten i sand og ler. Isua bjergarterne rummer en lang række informationer om den tidligste jordstabile overflade. Man har bl.a. i disse bjergarter bevist at der allerede på dette tidlige tidspunkt af jordens historie fandtes et ocean. Bjergarterne er siden deres dannelse blevet metamorfoserede gentagne gange og deformerede flere gange. Isua grønstenbæltet ligger i gnejser med radiometriske aldre fra 3650 til 3800 millioner år.