

FORSKNINGSRESULTATER FRA POL TIL POL I DET INTERNATIONALE GEOFYSISKE ÅR 1957-58

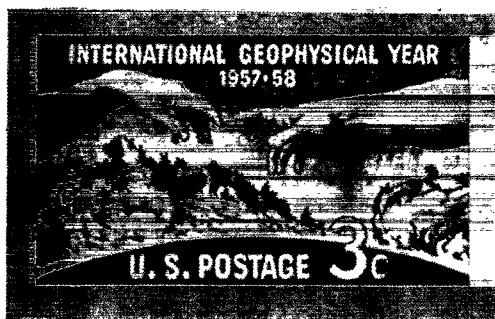
Af cand. mag. *Asger Lundbak*

De atten måneder fra den 1. juli 1957 til den 31. december 1958 har som bekendt under betegnelsen „det Internationale Geofysiske År“ været helliget storstilede videnskabelige undersøgelser i, på og over Jorden. Man anslår, at 60.000 forskere fra 66 forskellige nationer har deltaget i dette verdensomspændende samarbejde, og der er opnået mange resultater af vidtrækkende betydning. Det vil være svært, i hvert fald så kort tid efter afslutningen af det geofysiske år, at sige, hvilket resultat der er mest betydningsfuldt, eller hvilken nation der har gjort den vigtigste indsats. Skal prisen gives til England (+ New Zealand) for Vivian E. Fuchs' og Edmund Hillarys sejgt gennemførte ekspedition over det vældige antarktiske kontinent, til U. S. A. for ubåden Nautilus' dristige færd fra Beringsstrædet til Grønlandshavet under Polhavets vidtstrakte ismasser, eller til Rusland for de præcist placerede jorddrabanter og de vellykkede måneraketter.

Ud fra en videnskabelig betragtningssmåde er det dog ikke nødvendigvis de begivenheder, som især har givet genlyd i verdenspressen, der også er de mest afgørende. I virkeligheden har det geofysiske års største betydning ikke ligget i de strålende enkeltbedrifter, men i det velorganiserede, vedholdende og hårdnakkede videnskabelige samarbejde, som har fundet sted i de enkelte nationer og mellem dem indbyrdes.

Den omstændighed, at dette gennem adskillige år planlagte *samarbejde faktisk er blevet realiseret*, kan da først og fremmest fremhæves som et vigtigt resultat af det internationale geofysiske år. Sædvanlige benævnelser for dette „år“ er iøvrigt IGY (af „International Geophysical Year“) eller AGI (af *Année Géophysique Internationale*“).

I en artikel i „Grønland“ for november 1956 (side 428-440) omtaltes, hvilke mål man havde sat sig i det geofysiske år, og hvilke forskningsområder der især ville blive sat ind på. Disse opdelttes i 9 punkter, og man kunne derfor tænke sig en gennemgang af de samme 9 punkter nu efter afslutningen af det geofysiske år.



Det geofysiske år kom også til udtryk i nogle landes frimærker. Her er et amerikansk 3 cents frimærke, hvor samarbejdet mellem nationerne er symboliseret ved hænderne, der mødes. Nedenunder et udsnit af solens overflade med nogle kolossale eruptioner, såkaldte protuberanser.

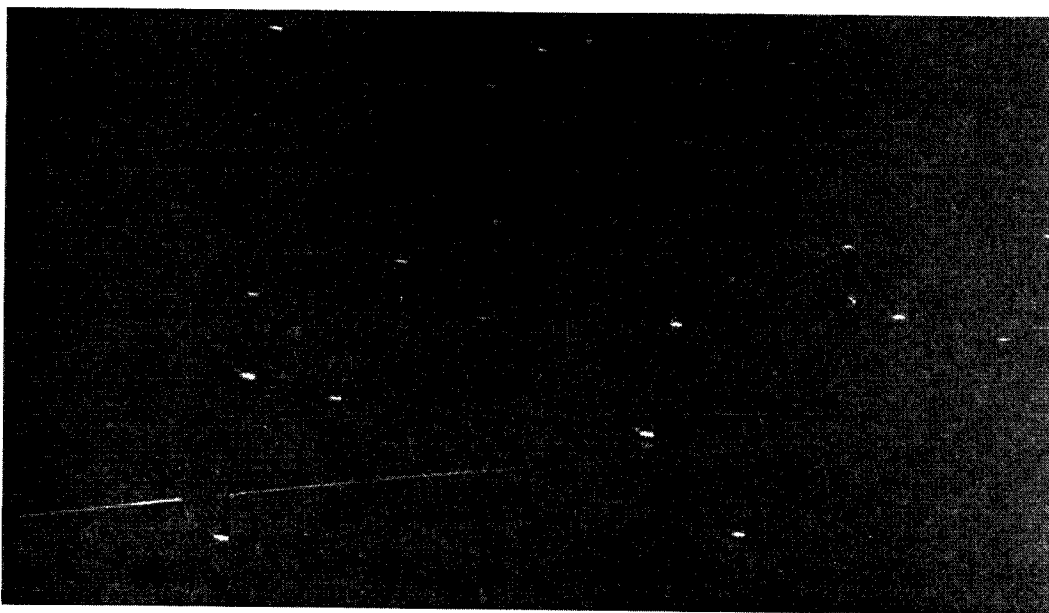
Det er imidlertid sådan, at visse arter af målinger og observationer kræver forholdsvis lang tid til bearbejdelsen, og det er naturligvis også sådan, at der på nogle felter er opnået flere og vigtigere resultater end på andre. I denne og en følgende artikel vil vi da simpelthen opregne de resultater, der hidtil er fremkommet, idet vi stadig vil have i erindring, at andre, væsentlige resultater senere vil kunne fremkomme.

For at kunne afbilde forskellige land- eller havområder og for at kunne foretage beregninger derover er det nødvendigt med gode land- og søkort; men for at fremstille disse kræves et nøje kendskab til Jordens form og størrelse, bl. a. fordi en krum flade som jordens overflade ikke umiddelbart kan gengives ved plane afbildninger.

Her er det i løbet af det geofysiske år lykkedes – ved studium af de baner, russiske og amerikanske jorddrabanter har bevæget sig i – at beregne en særlig nøjagtig værdi for Jordens fladtrykthed. Resultatet er blevet, at afstanden i lige linie mellem Nordpolen og Sydpolen er 42,8 km kortere end Jordens diameter ved ækvator, idet der regnes med havoverfladens niveau. Tidligere regnede man – på grundlag af talrige møjsommeligt gennemførte ekspeditioner – med en værdi lige omkring 43 km; Jorden er altså ikke helt så fladtrykt, som man troede. For Jordens ækvatordiameter regner man med længden 12756.5 km.

Skønt Jorden er henved 5 milliarder år gammel, er den ikke faldet helt til ro endnu. *Udløsning af spændinger i Jorden* giver af og til anledning til jordskælv, og ved at registrere rystelser fra disse jordskælv i forskellige punkter på jordoverfladen kan man få en del at vide om egenskaberne i de lag af Jorden, som jordskælvsrystelserne har forplantet sig igennem. Registrering af jordskælv er derfor naturligt indgået i det geofysiske års program.

På denne måde er det i løbet af det geofysiske år lykkedes at få noget at vide om de bjergarter, der ligger under de antarktiske ismasser i Sydpolarområdet, og som man på grund af isen naturligvis ikke er i stand til at gøre til genstand for direkte undersøgelser. Bl. a. blev et jordskælv, som indtraf i det Indiske Ocean,



*Den russiske Sputnik II (med hunden Laika) iagttoges også fra mange grønlandske lokaliteter.
Her er et fotografi af dens bane (forneden til venstre)
gennem stjernebilledet Løven den 29. marts 1958 kl. 22,19 grønlandsk tid, optaget af Erik Wolff ved
det geofysiske observatorium i Godhavn. Afbrydelserne i banen skyldes tidsmarkering.*

registreret på tre af stationerne i Antarktis, nemlig en engelsk, en russisk og en kombineret amerikansk- new zealandsk station. Det er herved påvist, at størstedelen af grundfjeldet i Antarktis – ca. 10 mill. km² af hele områdets 14 mill. km² – er af kontinental beskaffenhed, dvs. består af lignende silikat-bjergarter som grundfjeldet i Europa, Asien og de øvrige kontinenter, men adskiller sig fra de basiske bjergarter, der hovedsageligt findes i bunden af oceanerne. Det er altså helt i sin orden at betragte Antarktis som et selvstændigt kontinent, skønt grundfjeldets overflade – som vi senere skal se – for en stor del må antages at ligge under havets overflade.

Instrumenterne til registrering af jordskælv, de såkaldte seismografer, registrerer som oftest en vis uro i jordskorpen, selv når der ikke er tale om jordskælv. Denne *mikroseismiske uro* har også været genstand for studier i det geofysiske år. Det er herved fastslået, bl. a. på grundlag af russiske registreringer, at den alt-overvejende del af den mikroseismiske uro i Europa stammer fra Norges kyst. Dette må dels have sin grund i en konstant brænding ved denne kyst og dels – efter al sandsynlighed – i, at der ved Norges kyst må findes en dybtgående brudzone i jordskorpen. Det synes altså at være en heldig omstændighed, at optræ-

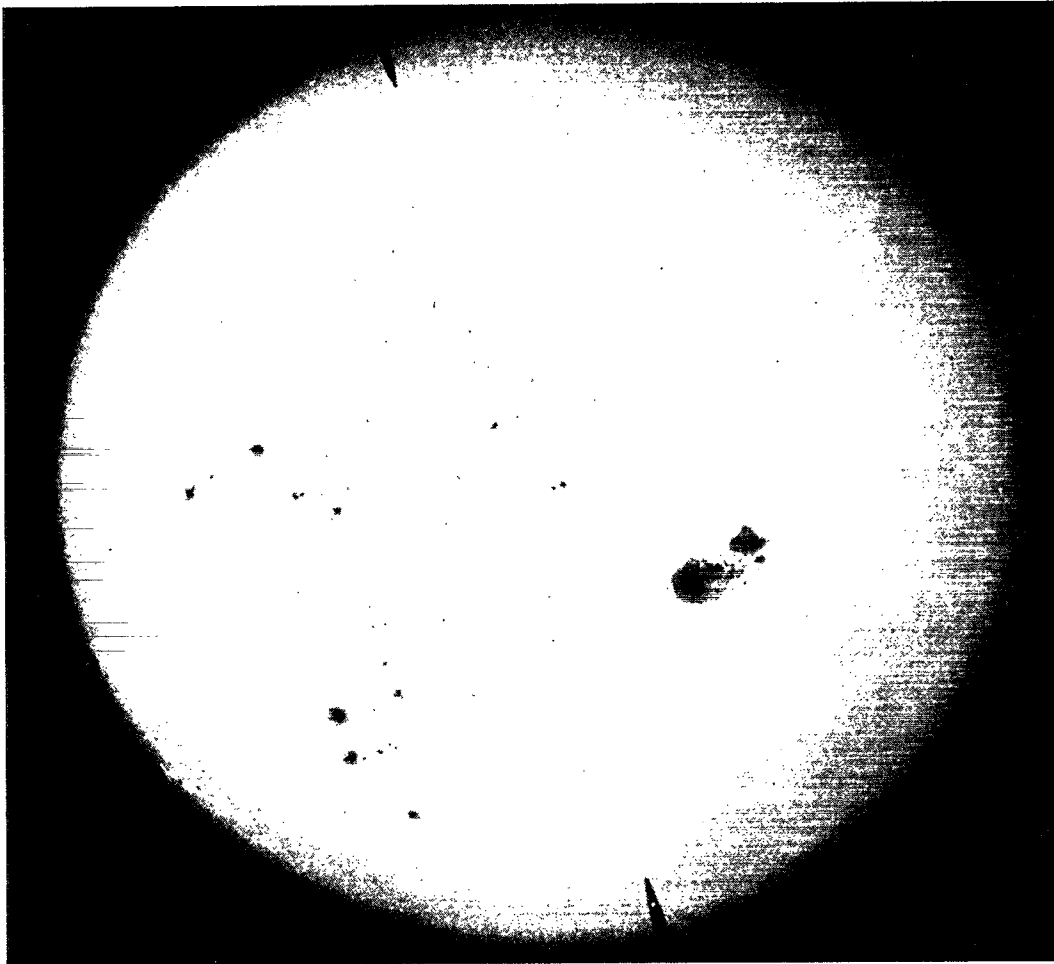
dende spændinger her gradvist udløses i mikroseismisk uro, medens spændinger andre steder, f. eks. langs Stillehavets kyst, udløses mere stødvist, dvs. i ødelæggende jordskælv.

Foruden de naturlige jordskælv beskæftiger jordskælvsforskerne sig også med kunstige jordskælv. Disse, der naturligvis ikke i voldsomhed kommer på højde med de naturlige jordskælv, bringes i stand ved at lade passende sprængladninger detonere, f. eks. i overfladen af den antarktiske is. Rystelserne forplanter sig da ned gennem isen og bliver delvist tilbagekastet fra grundfjeldet nedenunder. Forskellige steder i Antarktis har man nu målt den tid, det har taget for sådanne rystelser at gå ned til grundfjeldet og tilbage igen, og heraf er beregnet *istykkelserne de pågældende steder*. Fremgangsmåden er iøvrigt ganske den samme, som forskellige ekspeditioner i de senere år har anvendt ved bestemmelse af indlandsisens tykkelse på Grønland.

Istykkelsen ved en amerikansk IGY-station nær Sydpolen (Amundsen-Scott-stationen) og en russisk IGY-station (Sovietskaya) i den mest utilgængelige del af Antarktis har vist sig at være nogenlunde den samme, ca. 3 km. En sådan tykkelse svarer til de største tykkelser, man kender for indlandsisen på Grønland. Imidlertid er der andre steder i Antarktis istykkelser så store som 5 km; dette er f. eks. tilfældet ved en anden amerikansk IGY-station (der iøvrigt har fået navn efter den amerikanske polarforsker Rich. E. Byrd), idet stationens højde over havet er ca. 3 km, samtidig med, at det underliggende grundfjelds dybde under havet er ca. 2 km.

To store havbugter skærer sig ind i Antarktis, Wedell-havet, der er en sydlig forlængelse af Atlanterhavet, samt Ross-havet, der er en sydlig udløber af det vestlige Stillehav, og som under isen når ind i en afstand af kun 400 km fra Sydpolen. I forbindelse hermed har man i det geofysiske år konstateret havdybder i Ross-havet på indtil 1½ km, og man har på grundlag af de fundne dybder til Antarktis' grundfjeld yderligere konstateret, at en dalsenkning i grundfjeldet, der naturligvis er udfyldt med is og ikke med vand, højst sandsynligt forbinder Rosshavet med Wedellhavet. På denne måde må *Antarktis altså tænkes at være opdelt* i en mindre del, der vender mod Sydamerika og det østlige Stillehav, samt en større del, der vender mod Afrika og det Indiske Ocean. Allerede ved dette århundredes begyndelse forudsagdes noget sådant af englænderen Griffith Taylor.

Den gennemsnitlige tykkelse af isen på det antarktiske kontinent kan anslås til knapt 2 km. Tænkte man sig, at al denne is smeltede, ville havet overalt på Jorden stige ca. 50 m, bl. a. med den konsekvens, at tre fjerdedele af Danmark (uden Grønland) forsvandt i havet. Hel eller blot delvis bortsmeltning af isen i Antarktis ville endvidere bevirke, at det underliggende grundfjeld begyndte at hæve sig.



Solen var en af hovedaktørerne i det geofysiske år. Dens aktivitet kom bl. a. til udtryk i de bekendte solpletter. Disses størrelse og antal betegnes ved et nærmere defineret tal (Zürich-observatoriets relative solplet-tal), der i dette tilfælde - den 9. januar 1959 kl. 13,10 grønlandsk tid - er 245. Solens nordpol er afmærket med den mørke spids forneden, Solens sydpol ved den tilsvarende spids foroven.

Man kan måske spørge, om dette kan være af anden end teoretisk værdi i de nordlige egne af Jorden, hvor vi bor. Dertil er at sige, at Skandinavien for 15.000–20.000 år siden oplevede den sidste istid, og da var forholdene her af tilsvarende art, som de er i Antarktis nu. I Antarktis kan vi så at sige studere vor egen situation under sidste istid.

En *eftervirkning af istiden* erkendes stadigvæk i Skandinavien, nemlig den, at grundfjeldet fortsat hæver sig; i det nordlige Skandinavien drejer det sig om een cm årligt. I Vestgrønland er der for tiden tale om landhævning af tilsvarende

størrelsesorden, idet forholdene her dog er mindre afklarede. Endelig har en polsk IGY-ekspedition med station på det sydlige Spitzbergen konstateret, at landhævningen der gennem de senere år har været godt 2 cm årligt, altså ganske ansélig.

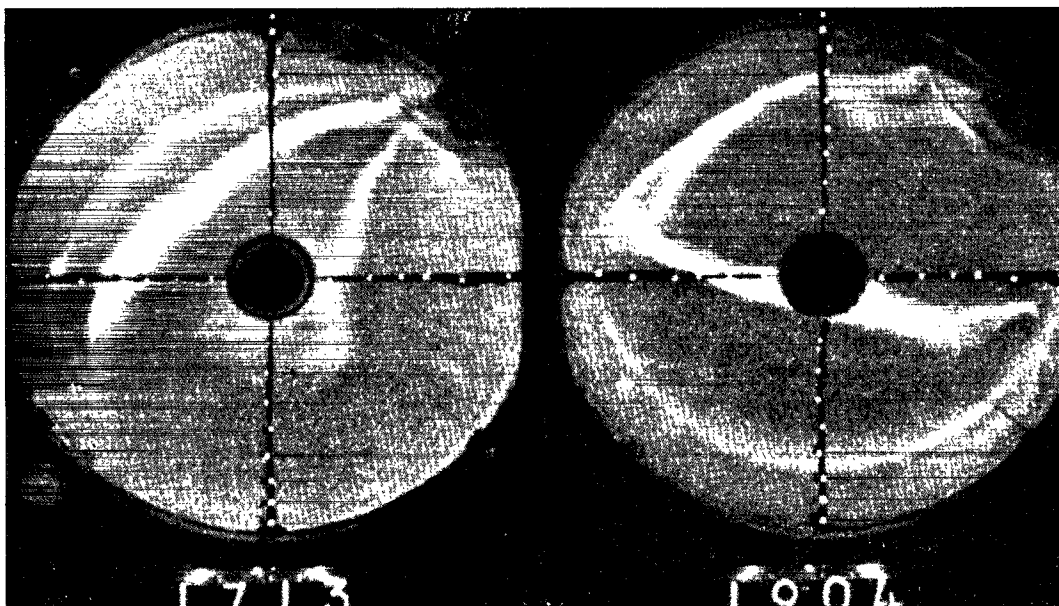
Man kan iøvrigt tidsfæste istidens afslutning på grundlag af prøver, der i det geofysiske år er taget af det arktiske oceans bund. Istidens afslutning skal herefter være foregået for 9000 år siden, idet de tilsvarende øverste 15-16 cm af de nævnte prøver af havbunden har vist sig at være af ensartet beskaffenhed. Umiddelbart underneden angiver prøverne et forholdsvis tyndt lag af anden beskaffenhed, overensstemmende med, at dette tynde lag er aflejret i løbet af selve den sidste istid. De pågældende lags aldre er bestemt ved analyse af grundstof-isotoper i lagene.

Ifølge IGY-observationerne i Antarkis ser det ud til, at der i Jordens sydligste områder har hersket istider i nogenlunde de samme tidsperioder som i de nordlige egne. Eksakt samtidigt har disse fænomener dog muligvis ikke udspillet sig mod nord og mod syd. Det fremgår nemlig yderligere af IGY-observationer, at de sidste 50 år gennemgående har bragt *dobbelt så megen nedbør i Arktis som i Antarktis*. Måske betyder dette, at der i de kommende år atter vil ske en vis fremtrængen af isen i det arktiske område, medens isen i det antarktiske område efter at have forholdt sig ret stabil i en årrække nu begynder at trække sig tilbage.

I det hele taget er den meteorologiske forskning i særlig grad blevet beriget med resultater i det geofysiske år. Vi har i høj grad fået udvidet vort kendskab til, hvorledes vejr-situationer af den ene eller anden art opstår og udvikler sig. Det er bekendt, at fronter mellem kold og varm luft spiller en afgørende rolle, og at den kolde luft herved i mange tilfælde er toneangivende. Den skyder sig ind under den varme luft, ofte som udløbere i form af kiler eller tunger, og *vejrprocesserne sættes herved igang*. Det er da af betydning at vide, hvordan koldluft-udløbere fra de arktiske og antarktiske områder kommer i stand, hvordan de dannes, og hvordan de udbreder sig. Ved russiske IGY-observationer i Antarktis er konstateret sådanne nordgående tunger af kold luft, der griber ind i og er bestemmende for luftcirkulationen på den sydlige halvkilde. Ja, også for vejrfænomenerne på den nordlige halvkilde spiller forholdene i Antarktis - ligesom naturligvis forholdene i Arktis - en vis rolle.

At luftcirkulationen og de dermed forbundne problemer er af global karakter, har man fået bekræftet derved, at man under de øverste lag sne i Antarktis har konstateret radioaktivt nedfald fra den amerikanske brintbombe-detonation i 1952, samt ved, at man længere nede i isen har konstateret støv fra Krakatau-udbruddet i 1883. Det er jo bl. a. herved, at man kan bedømme nedbørens størrelse i de forløbne år.

På lignende måde menes kernevåbnene at være ansvarlige for en svag farvetone, man i disse år på den nordlige halvkilde kan erkende i dæmringslyset, og som



Fra Jordens sydligste kontinent Antarktis blev der på automatisk vis ligesom fra Grønland taget fotografier af hele himlen under et for at konstatere polarlys. Her ses to sådanne polarlys-fotografier fra den amerikanske Wilke-station (66° 15' S, 110° 31' 2 E), det første den 30. juni 1957 kl. 17,13 U. T., det andet næste dag kl. 19,04 U. T. Den cirkulære plet i midten og de fire stiver til hver sin side tjener til orientering. Nordretningen er forneden.

tilskrives grundstoffet lithium. I det geofysiske år har man observeret den samme farvetone i dæmringslyset over Antarktis og således yderligere fået bekræftet, at cirkulationen i atmosfæren er af ovennævnte globale karakter.

Vi er hermed kommet ind på lysfænomener på himmelen, hvortil hører et af de pragtfuldeste naturfænomener, som har været genstand for undersøgelser i det geofysiske år, nemlig nordlys og sydlys eller - som de sammenfattende benævnes - polarlys. Dette er et velkendt fænomen for Grønlands beboere (det er bl. a. beskrevet i „Grønland“ for 1954, side 121 og flg. sider), medens der kun er få chancer for at se det i Sydsandinavien. Dog har netop det geofysiske år budt på gode chancer i så henseende.

Man har i en årrække været klar over, at *polarlys optræder i perioder* med mange eller store pletter på Solen, idet polarlysene dog ikke direkte synes at have noget at gøre med pletterne, men snarere med solfakler, der ofte er ledsagefænomener til pletterne. I de pågældende perioder udsender Solen fra sine aktive områder elektrisk ladede atompartikler (især af brint), og polarlysene flammer op.

Der er således to grunde til, at det geofysiske år netop kom til at ligge i tiden 1957-58. Den ene grund har ikke noget med Solen at gøre, men hænger sammen med,

at man havde haft det Første Polarår i 1882-83 og det Andet Polarår i 1932-33. Man har altså ment, at 25 år (og ikke 50 år) kunne være et passende tidsinterval, inden et tredje internationalt foretagende nu startedes igen.

Den anden grund hænger sammen med, at Solen er en variabel stjerne. Med mellemrum af ca. 11 år er Solen særlig aktiv hvilket bl. a. kommer til udtryk i forholdsvis mange og forholdsvis store solpletter. Ifølge denne solplettecyklus skulle der netop være *stor solplet-hyppighed i årene 1957 og 1958.*

Slog det så til, at der var mange og store solpletter disse år? Ja, det gjorde det rigtignok, endda i højere grad, end de fleste havde tænkt sig. Ifølge et internationalt vedtaget system angiver man solplethyppigheden ved et tal (Zürich-observatoriets relative solpletstal), der tager hensyn til såvel pletternes antal som deres areal. Efter afslutningen af det geofysiske år har det da vist sig, at dette tal for både 1957 og 1958 er større end for noget tidligere år, så længe man har observeret solpletter, d. v. s. siden år 1700 (mere sikre observationer foreligger dog først fra år 1749 og fremefter).

Dette tal er som gennemsnit for året 1957 189.9 og for året 1958 182.2, altså en kende lavere end for 1957. Forinden havde året 1778 rekorden med tallet 154.4, og derefter kom 1947 med 151.6.

Som nævnt er solpletter kun en side af solens aktivitet; en anden er jordmagnetisk uro, og en tredje er polarlysene. Som helhed må man regne med, at de øvre lag i Jordens atmosfære er under særlig intensiv påvirkning i de pågældende aktive perioder. Hvad dette betyder for Jordens klimaforhold på langt sigt, kan man kun gisne om.

Den måned, hvis gennemsnit for solplethyppighed er størst, er oktober 1957, der tegner sig for tallet 253.8. Den følges af december 1957 med 239.4 og september 1957 med 235.8. På forhånd kunne man da forvente, at oktober 1957 også havde rekord for *udbredelse af polarlys* og for magnetisk uro (variation i de jordmagnetiske kræfter og i kompasnålens visning). Ejendommeligt nok er dette ikke tilfældet.

Skønt det ikke er så ligetil at give et mål for polarlysenes udbredelse (bl. a. kan skydækket fortegne billedet, idet skyerne jo virker som uigennemsigtige skærme), ser det dog efter den foreliggende statistik ud til, at polarlysene havde større udbredelse i september 1957 end i oktober 1957.

Med hensyn til *den magnetiske uro* ligger det ligesådan, og for den magnetiske uro er det endda muligt at opgive ret præcise tal, såkaldte K-tal (i lighed med de ovennævnte tal for solplethyppighed). Disse K-tal angives for tre timers intervaller, og netop september 1957 bød på adskillige 3 timers intervaller med ekceptionelt stort K-tal. De samme intervaller har utvivlsomt budt på stor polarlys-udbredelse (det gælder dagene 2.-3., 4.-5., 13., 21.-23. og 29.-30. sept. 1957). De

øvrige særligt aktive perioder i det geofysiske år faldt ifølge K-tallene på følgende dage: 30.6-1.7, 1957, samt 11.2, 31.5-1.6, 28.-29.6, 8.-9.7 og 4.-5.9, alle 1958. Det fremgår bl. a., at den magnetiske uro har haft en vis forkærlighed for juni måneds udgang og for begyndelsen af september, medens den i nogen grad har ladet hånt om den store solplethypighed i oktober 1957. Måske vil forklaringen herpå engang i fremtiden kunne fås ved hjælp af selve det geofysiske års materiale.

En vigtig del af dette materiale er i denne forbindelse de nordlys-fotografier, der det geofysiske år igennem er taget fem steder i Grønland, nemlig station Nord, Kap Tobin, Julianehåb, Godhavn og Thulebasen. Med automatisk virkende kameraer *fotograferedes hvert eneste minut* hver nat hele himmelhvælvingen med 20 sekunders eksponeringstid. Der er altså noget at tage fat på nu bagefter.

Inden det geofysiske år var der næppe mange, der havde tænkt sig, at det geofysiske år foruden de naturlige polarlys også ville bringe enkelte *eksempler på kunstige polarlys*. At sådanne kom til at optræde og blev observeret, beror da også i nogen grad på sammentræf af forskellige omstændigheder.

Det først meddelte fænomen af denne art (indtil videre historiens første kunstige polarlys) var en svagt, men dog tydeligt lysende „sky“, der i april 1958 observeredes lidt vest for Australien i ca. 120 km's højde. Denne „sky“ optrådte umiddelbart efter affyringen af en britisk Skylark-højderaket, og man mener, at lysfænomenet, der desværre kun varede 3-4 minutter, skyldtes anslående, dvs. lysende atomer af ilt. Natten til den 1. august 1958 iagttoges et tilsvarende fænomen i Stillehavet, nemlig fra Samoa-øerne, der ikke har oplevet polarlys siden 1921. Det viste sig senere at have fundet sted lige efter eksplosion i de højere luftlag af en amerikansk atombombe ved Johnston-øen, der ligger ca. 3500 km nordligere. Senere er oplyst, at både denne og en atombombe-sprængning sammesteds den 12. aug. 1958 forårsagede visse karakteristiske radioforstyrrelser i Japan i timerne umiddelbart efter.

Størst opsigt vakte imidlertid *det såkaldte Argus-projekt*, da det efter et halvt års forløb meddeltes til offentligheden. Det bestod i atombombe-sprængninger i Sydatlanten 27.8, 30.8 og 6.9 1958 i meget store højder (der er angivet højder nærved 500 km). Herved iagttoges i det ene tilfælde polarlys ved Azorerne, og karakteristiske radioforstyrrelser (der dog ikke var af alvorlig karakter) kunne i de følgende timer erkendes over store dele af Jorden. Fænomenerne hænger sandsynligvis sammen med et væsentligt tilskud af hastigt bevægede elektroner i højder på flere tusind km. Den væsentlige videnskabelige værdi ligger i, at man på den måde kan få gode oplysninger om sådanne elektroners udbredelsesforhold og -hastigheder.

Skønt det at kunne frembringe polarlys ad kunstig vej, må karakteriseres som en betydningsfuld opdagelse, vil en anden beslægtet opdagelse i løbet af det geofysiske år rimeligvis i fremtiden komme til at stå som mere epokegørende, nemlig

opdagelsen af *de såkaldte Van Allen-lag*. De er nogle meget højtliggende lag, som besidder en særlig intensiv og farlig stråling. Deres nøjagtige beliggenhed og art kender man endnu ikke rigtigt; men ifølge de hidtidige registreringer ser det ud til, at det ene af lagene har sin største tæthed over ækvator i ca. 4000 km's højde, mens det andet lag har stor tæthed over hele jorden med undtagelse af områderne omkring Jordens to magnetiske poler. Højden af dette andet Van Allen-lag er 15.000-20.000 km over ækvator og sandsynligvis noget mindre over de tempererede egne.

Kendskabet til disse lag har vi dels fået gennem de russiske og amerikanske jorddrabanter, dels og især gennem måneraketterne, såvel de vellykkede som de mindre vellykkede. Registreringerne er sket ved hjælp af medførte specielt indrettede geigertællere, og det er fremgået, at selv et kortvarigt ophold i et Van Allen-lag vil være dødeligt for mennesket, med mindre der er sørget for effektiv afskærmning mod de dødbringende stråler. Lidt mere herom vil følge i en senere artikel.