

Nordlysobservatoriet i dag

av Jan-Erik Solheim

Da Det Norske Institutt for Kosmisk Fysikk ble del av Universitetet i Tromsø, opphørte Nordlysobservatoriet å eksistere som en formell enhet. Det som i dag omfattes av Nordlysobservatoriet, er dels en fortsettelse av den opprinnelige observasjonsvirksomheten til det gamle Nordlysobservatoriet - men også nye aktiviteter har kommet til - særlig innen feltene plasmafysikk og radiogeofysikk.

I det følgende beskrives virksomheten både ved observatoriet og utestasjonene. Beskrivelsen bygger på innlegg fra en rekke medarbeidere:

Steinar Berger (magnetiske observasjoner, nordlysfotografering og virksomheten i Ishavsområdet)

Richard Armstrong (Plasmalaboratoriet)

Arne Haug (Lavangsdalen)

Asgeir Brekke (Ramfjordmoen)

Olav Holt (EISCAT)

Ove Bratteng (ionosonden)

Kjell Henriksen (nordlysforskning på Svalbard)

I tillegg har stasjonssjef Arvid Øvergård gitt informasjon om Tromsø Telemetristasjon som er opprettet i nær tilknytning til Nordlysobservatoriet.

Litt om bygningene

Observatoriet ligger på nordbredden av Prestvannet i et område som ellers er regulert til park- og friluftsmål.

Observatoriet består av to deler. Den nye delen er et nybygg i rød tegl med store vinduer - vakkert formet av arkitektene Jakobsen og Hallset. Bygget har front mot Prestvannet og en nærhet til naturen omkring som gjør det til en trivelig arbeidsplass. Litt mer tilbaketrukket finner vi det gamle observatoriet - en murbygning fra slutten av 20-årene.



Fig. 1

Det gamle observatorium ved Prestvannet. Til venstre ser vi hovedbygningen og til høyre litt av funksjonærboligen. I bakgrunnen ser vi litt av det såkalte Optikkbygget fra 1962.

Det gamle observatoriet

Den gamle delen av observatoriet ligger ved en egen innkjørsel. Langs denne er det vokst opp en bjørkeallé - plantet av den første bestyrer, Leiv M. Harang. Grantrær ble også plantet. De har greid å skjule det meste av den gamle observatoriebygningen som i dag brukes til kontor og laboratorium for optisk virksomhet. Bygningen ble tegnet av stadsarkitekt Crawford-Jensen og arkitekt Sigurd Trøim. I dette bygget var det i de første årene kontor for bestyrer og assistent, laboratorium og verksted for bygging av instrumenter, hybel med kjøkken for tilreisende forskere samt plass for bibliotek, instrumenter og data. Et av rommene var bygget ut fra hovedkroppen på bygget, slik at det fikk vinduer mot nord, øst og vest. Dette var nordlys-vaktrommet. Utenfor bygget var det en instrumentplattform hvor instrumentene ble båret ut og montert på kvelder som kunne gi observasjoner.

I dag er det innredet kontorer til lærere/forskere og hovedfagsstudenter. Videre finnes et auditorium og et instrumentrom. I kjelleren er den gamle kullfyren fjernet - og det har blitt plass for et optisk laboratorium.

Ved siden av det gamle nordlysobservatoriet ligger funksjonærboligen hvor bestyrer, instrumentmaker og observasjonsassistent bodde.

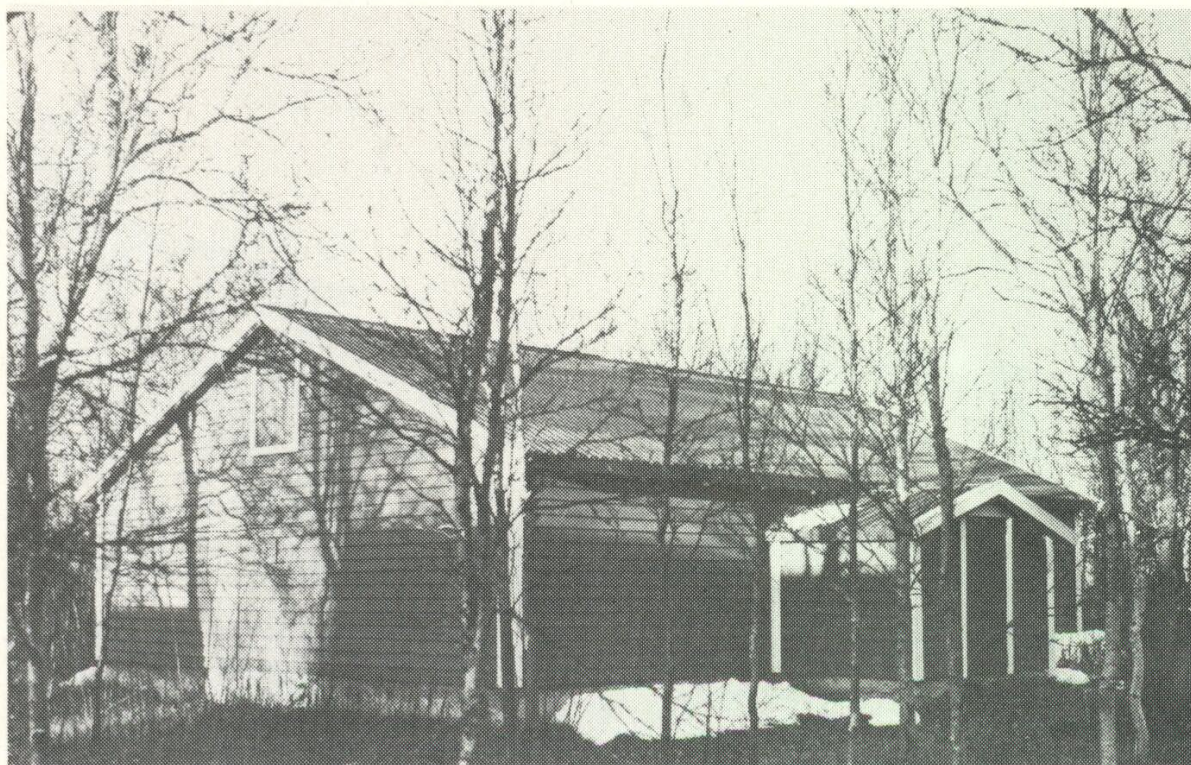


Fig. 2
Absolutthuset for magnetiske registreringer. Dette er bygget fullstendig uten bruk av jern. (Ikke spiker!) I dette huset finner vi søyler for magnetiske måleinstrumenter.

Magnetiske observasjoner

Litt lenger inne på området finner vi to mindre hus som ble fullført samtidig med observatoriet i 1928. Det er de to magnethusene. I disse husene har det nå vært foretatt magnetiske registreringer i over 50 år.

Magnetinstrumentene fra 1929 er klassiske optisk-fotografiske registreringsinstrumenter. De er fremdeles i bruk og er uovertrufne når det gjelder enkel konstruksjon og langtidsstabilitet.

En fullverdig magnetisk instrumentoppstilling registrerer 3 komponenter av det jordmagnetiske felt, vanligvis D, H og Z. Det er henholdsvis deklinasjonen eller misvisningen (D), styrken av den horisontale komponent av magnetfeltet (H) og styrken av den vertikale komponent (Z) (fig. 3). Virkemåten for disse instrumentene er vist i figur 4.

Under rolige magnetiske forhold vil en få en registrering med kurver som bare viser små avvik fra en rett linje. Disse avvik varierer gjennom døgnet og året med solens og månens stilling i forhold til jorden (fig. 5a).

Ved partikkelstråling fra solen vil det dannes strømsystemer i den øvre atmosfære som påvirker de magnetiske instrumenter. Dette kalles magnetiske stormer. (fig. 5b).

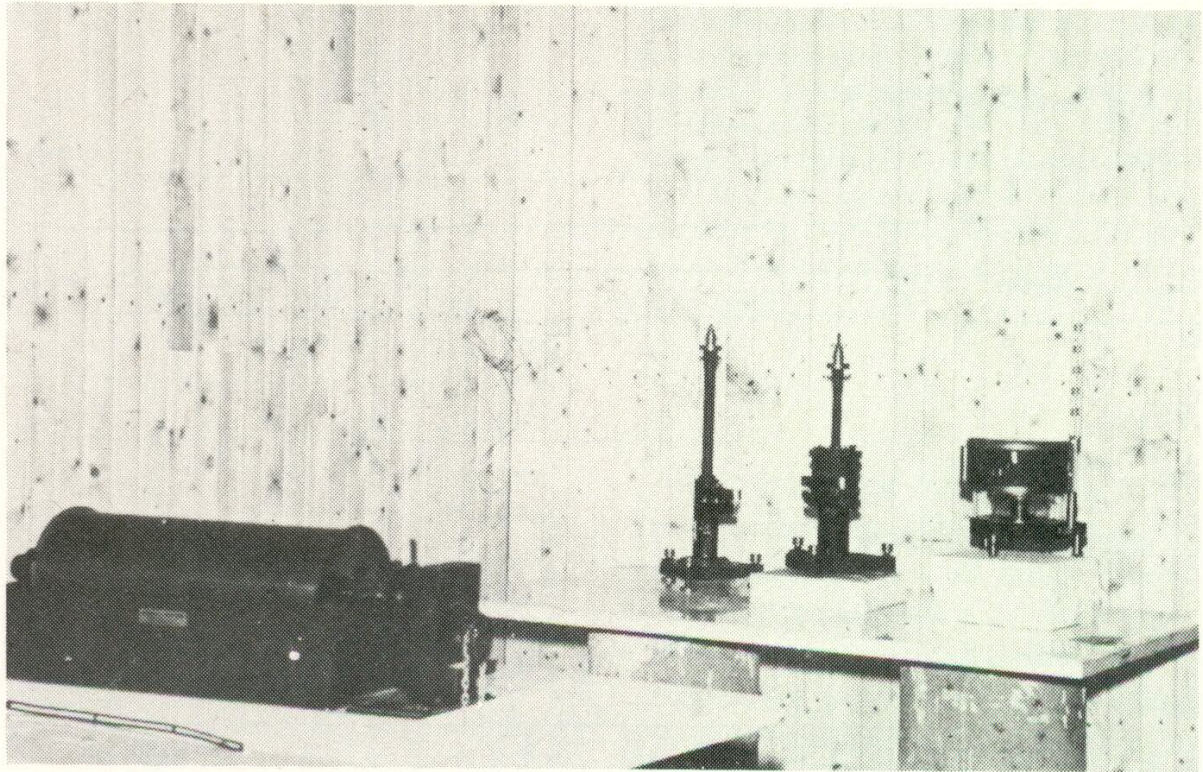
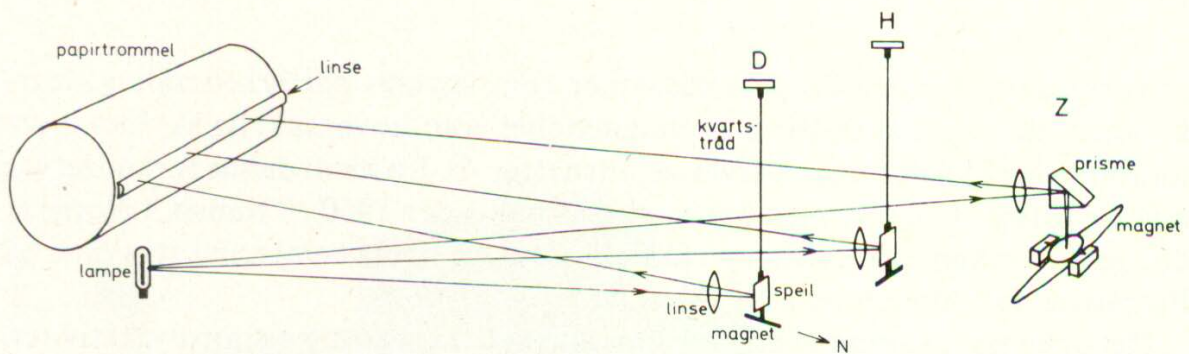


Fig. 3
Jordmagnetiske registreringer av de tre komponentene. Z (styrken i vertikalplanet) til høyre. Deretter følger horisontalkomponenten (H). Lengst til venstre monteringen for D-komponenten for deklinasjonen eller misvisningen. I forgrunn trommel for fotografisk registrering av signalet. Prinsippene for målingene er forklart i figur 4.

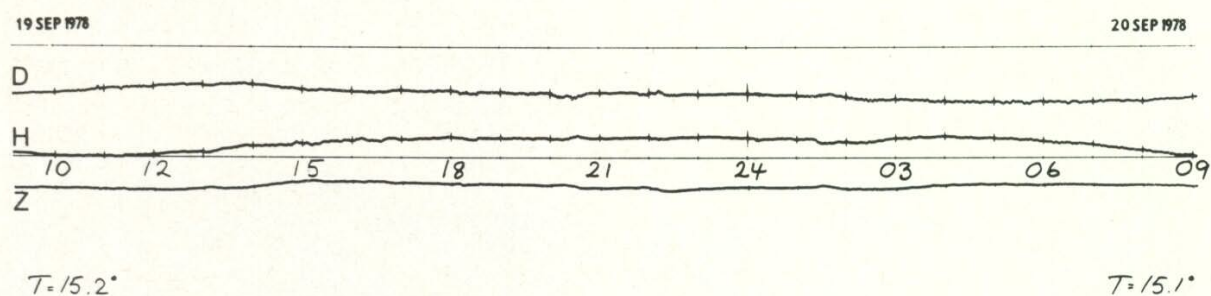
Fig. 4



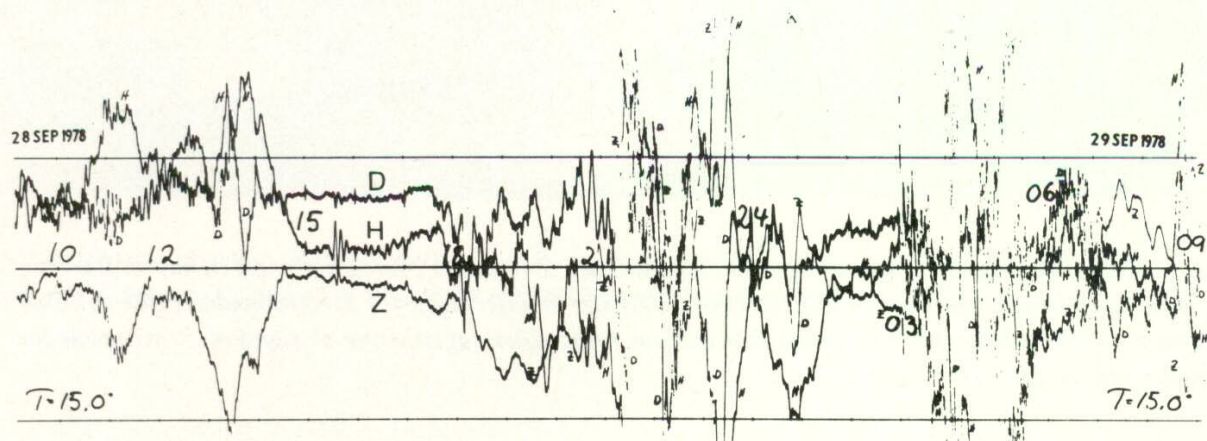
Prinsippskisse for magnetiske registreringer. Lyset fra en lampe blir reflektert fra 3 speil som er festet til 3 magneter – opphengt på forskjellige måter. D-magneten viser retning nord-syd (deklinasjon eller misvisning). H registrerer styrkevariasjoner i nord-syd retningen, mens Z registrerer vertikale styrkevariasjoner. Lyset fra speilene festet til magnetene blir samlet på en trommel med fotografisk papir som dermed vil registrere variasjonene i det jordmagnetiske feltet.

Fig. 5

a) ROLIG MAGNETFELT



b) MAGNETISK STORM

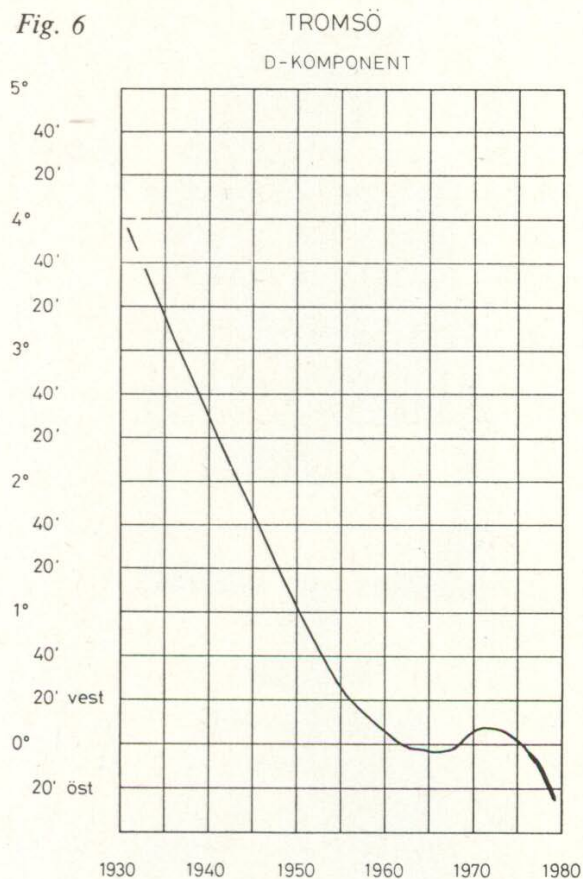


Magnetiske registreringer. Den øverste registrering viser 24 timer under rolige forhold. Den nederste registrering viser magnetfeltvariasjonene under en magnetisk storm. Vi finner da store forandringer over kort tid. Slike stormer er også varsel om nordlysutbrudd.

Foruten de uregelmessige variasjoner som skyldes partikkelstråling, forekommer en langsom endring av magnetfeltet som hovedsakelig skyldes indre forandringer i jorden (sekulærvariasjonen) (fig. 6). En ser at denne forandret seg mye de første 30 årene, men har vært nær null siden 1960 i Tromsø. I Norge er det også en magnetisk stasjon på Dombås i tillegg til observatoriets stasjoner på Bjørnøya, Jan Mayen og i Ny-Ålesund.

Det er en nøye sammenheng mellom magnetiske stormer og nordlysaktivitet. Disse har igjen sammenheng med solaktiviteten. Figur 8 viser den magnetiske aktiviteten sammenlignet med solflekkaktiviteten. For hvert solflekkmaksimum finner en 2 topper i magnetfeltstyrken. Den største er forsinket 3-4 år i forhold til solflekkmaksimum. Siden det er en sammenheng mellom den magnetiske aktiviteten og nordlysaktiviteten betyr dette at vi kan vente neste nordlysmaksimum i 1983/84.

Fig. 6



Langtidsvariasjonen av retningen til magnetfeltet (misvisningen) i Tromsø. Vi ser at denne har variert ganske mye de første 30 år etter at målingene ble startet, men at den siden 1960 har vært nær null i Tromsø. Dette betyr at vi de siste 20 år har kunnet bruke kompasset med små korreksjoner i Tromsø-området. Fra slutten av 70-årene ser vi en antydning til større variasjoner.

Det er av stor vitenskapelig interesse å fortsette de jordmagnetiske målinger som startet langt tilbake i det forrige århundre, og det foregår et stort internasjonalt samarbeid med felles prosjekter og utveksling av registreringer og forskningsresultat.

Magnetiske målinger har også en praktisk nytte idet en kan følge med hvordan misvisningen endrer seg

gjennom årene (fig. 6.). Geologer som bruker magnetiske instrumenter i forbindelse med mineral- og oljeleting, må ha tilgang til vanlige jordmagnetiske registreringer for å korigere sine målinger for avvik som skyldes magnetiske stormer.

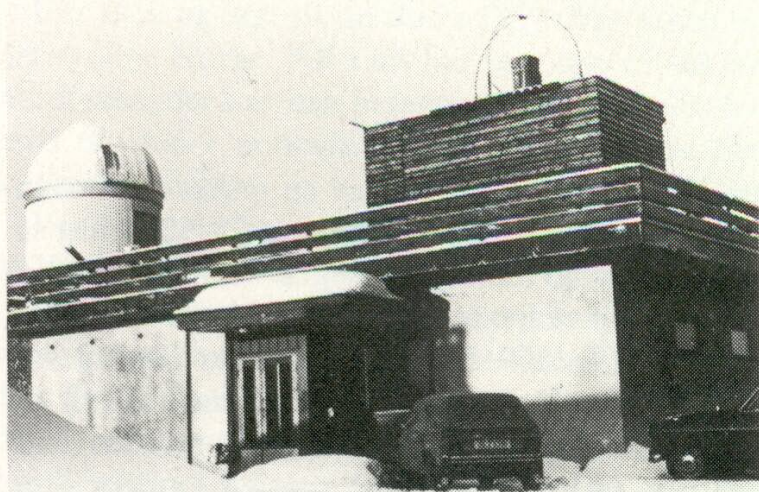
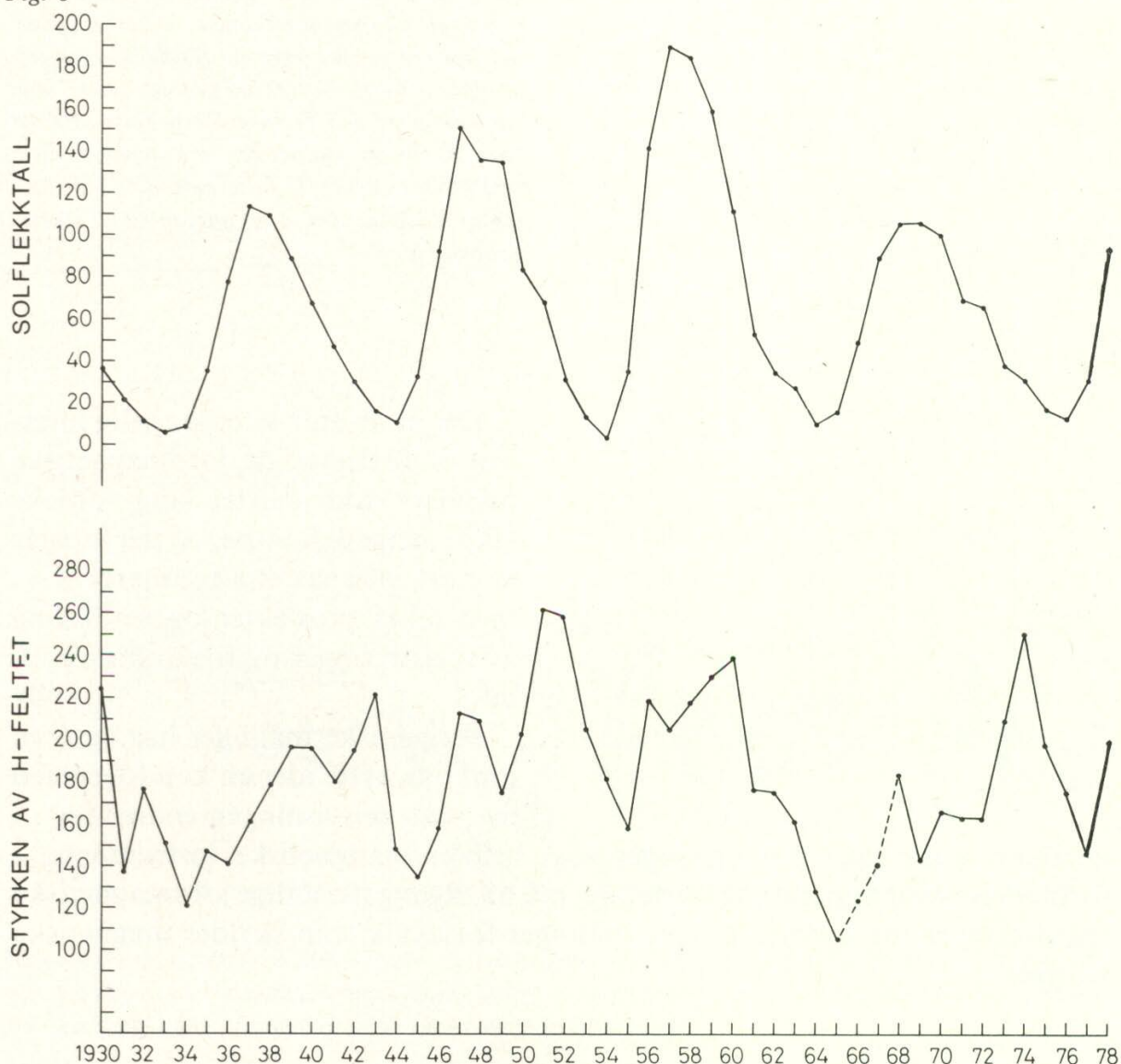


Fig. 7
Optikkbygget med astronomisk kuppel til venstre og et oppbygg for instrumenthus til høyre. På toppen av denne finner vi et nordlyskamera (All-sky kamera) montert.

Fig. 8



Sammenheng mellom magnetiske stormer og solflekkaktiviteten. Vi ser at magnetfeltet varierer på samme måte som solflekkene, men at maksima av magnetfeltet er forsinket med 3-4 år i forhold til solflekkmaksima. Den største nordlysaktiviteten har vi derfor 3-4 år etter solflekkmaksimum.

Nordlysfotografering

Det første fotografi en kjenner til av nordlys ble tatt av en tysker med navn Brendel som oppholdt seg i Bossekop i 1892. Nordlysforskeren Carl Størmer så hvilke muligheter fotografering kunne gi for beregning av nordlyshøyden dersom en kunne komme så langt ned i eksponeringstid at en kunne få fram strukturen i de ulike nordlysformer. I 1909 begynte han etter forslag fra Birkeland, systematiske forsøk med nordlysfotografering og fant fram til en lyssterk linse og en følsom fotografisk plate som gav utmerket resultat med eksponering ned til ett sekund. Han fikk konstruert et spesielt kamera som

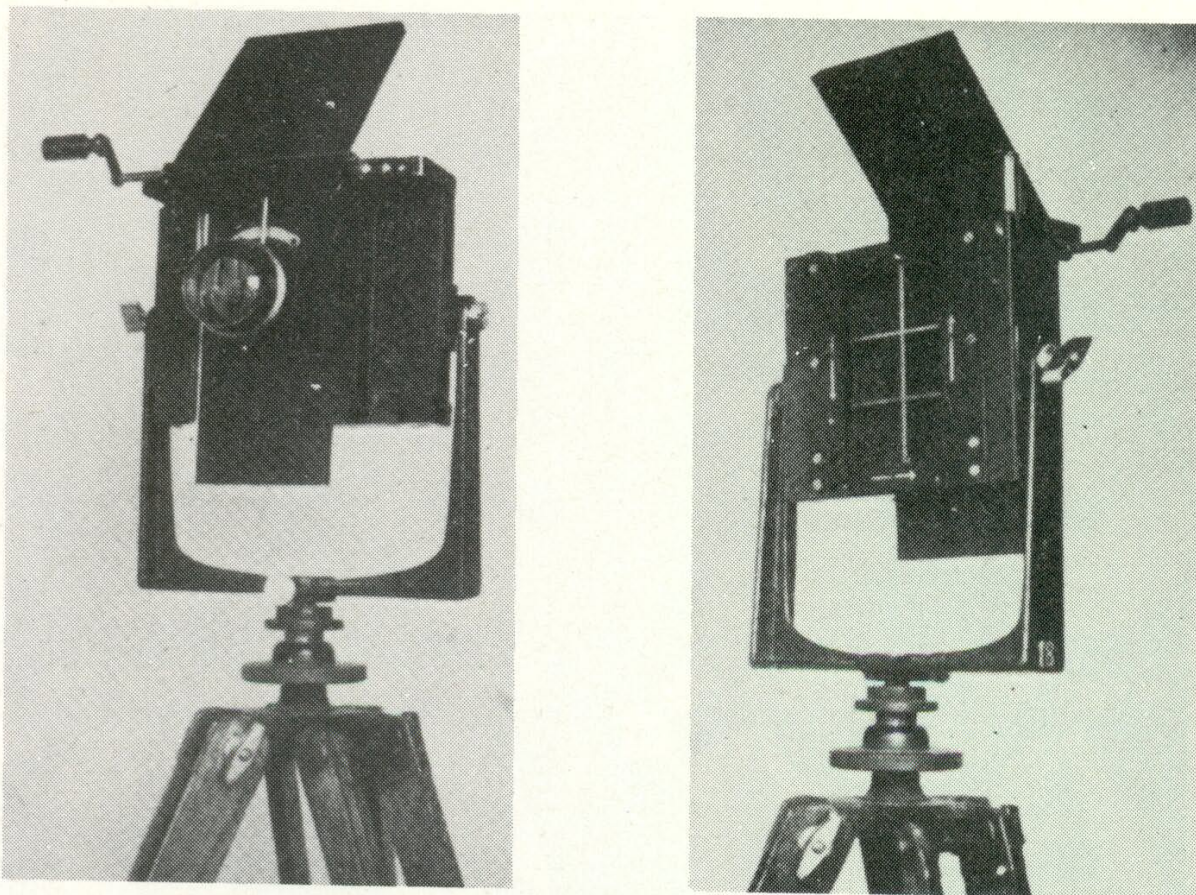


Fig. 9

Nordlyskamera fra 1910 konstruert av professor Carl Størmer. Med dette kamera kunne en ta 6 etterfølgende bilder av nordlys på samme plate. Mer enn 40.000 nordlysbilder er tatt av Størmer og hans assistenter med dette og tilsvarende kameraer.

kunne ta 6 bilder på en 9×12 cm plate (fig. 9). Ved å benytte seg av nordlysets forskyvning i forhold til kjente stjerner på bilder tatt samtidig fra to stasjoner, kunne høyden beregnes.

Fra 1910 og helt til sin død i 1957 drev Størmer sine fotografiske stasjoner i det sydlige Norge. Alt i alt har han tatt ca. 40 000 bilder, og mer enn 10 000 nordlyshøyder har han beregnet. I fig. 10 er vist hvordan nordlyset fordeler seg med høyden i atmosfæren. En finner at de fleste nordlys ligger i ca. 100 kilometers høyde.

Ved Nordlysobservatoriet og en bistasjon på Tennes i Balsfjord ble det i årene 1929 til 1936 tatt ca. 3000 høydefotografier.

I midten av 1950-årene ble det konstruert et kamera som med hjelp av et speilsystem kan ta et bilde av hele himmelen rundt fra horisont til horisont (fig. 12). De finnes både for 16 mm og 35 mm film. En kan også bruke «fish-eye» objektiv, men lysstyrken på disse er mindre. En serie bilder under et nordlysutbrudd vises i fig. 13. Det er her tatt ett bilde hvert annet minutt.

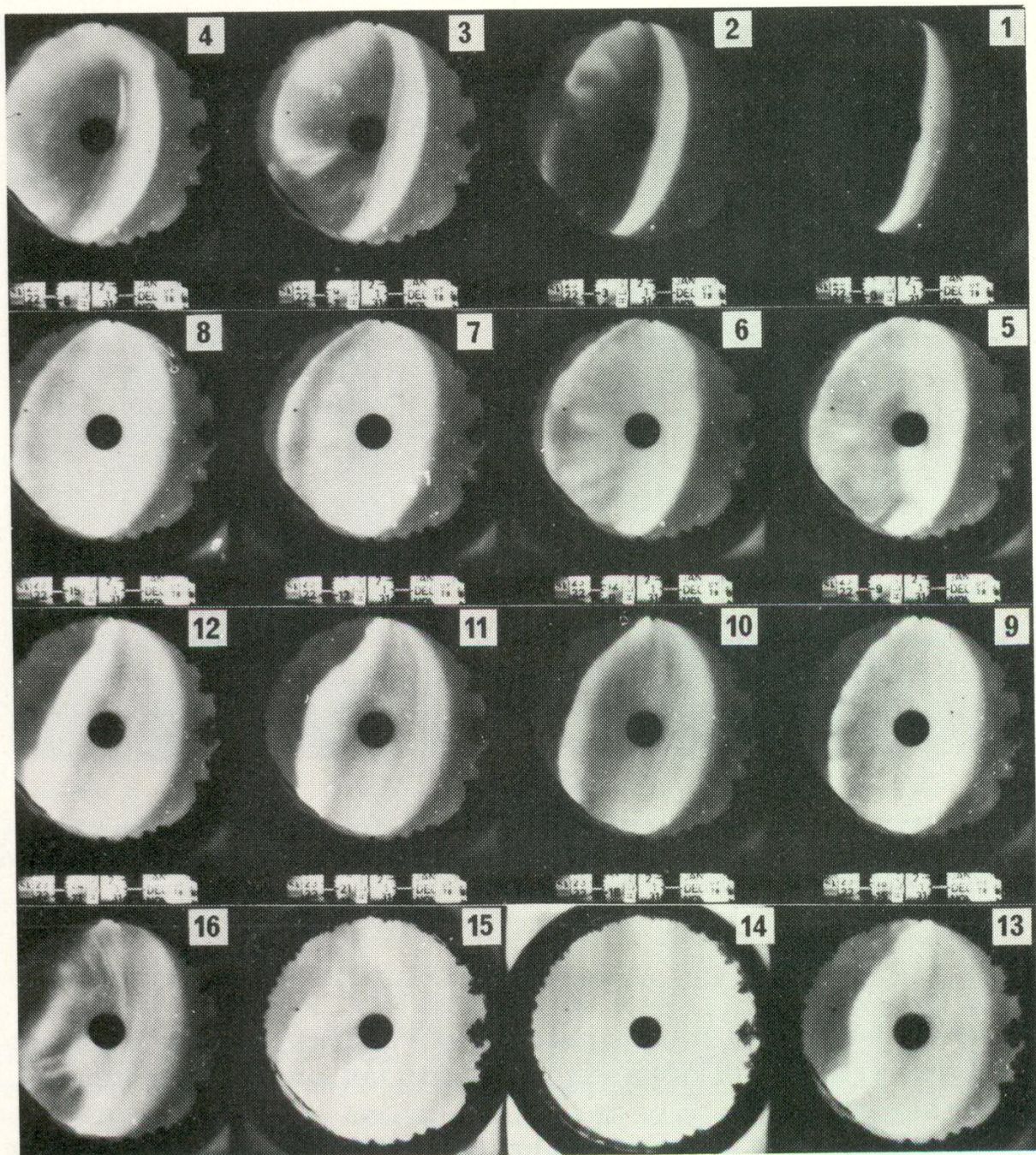


Fig. 10

Nordlysutbrudd fotografert med All-sky kamera i Skibotn 1. desember 1978 kl. 22.00 - 22.30. Det er 2 minutt mellom hvert bilde og ca. 20 sekunds eksponeringer. Serien starter øverst til høyre: Vi ser først en bue på sørhimmelen (til høyre i bildet) på en mørk himmel. Buen stiger høyere opp og utvider seg (bilde 2-4). Deretter starter et utbrudd på nordhimmelen (bilde 3-7) som gir buer både i nord og sør og i senit (bilde 6-12). Buen i nord kommer opp fra horisonten (bilde 9-13). Et utbrudd som dekker hele himmelen (bilde 14-15) og til slutt et nordlys som er svakt i nord men med en bue i sørvest (bilde 16).

Etter at det er kommet på markedet fargefilm som er like lysfølsom som de hurtigste sort/hvitt filmer, har det igjen skjedd et oppsving i fotograferingen. En kan på fargefilmen få frem forskjeller i fargene som en under et utbrudd ikke greier å registrere med øynene.

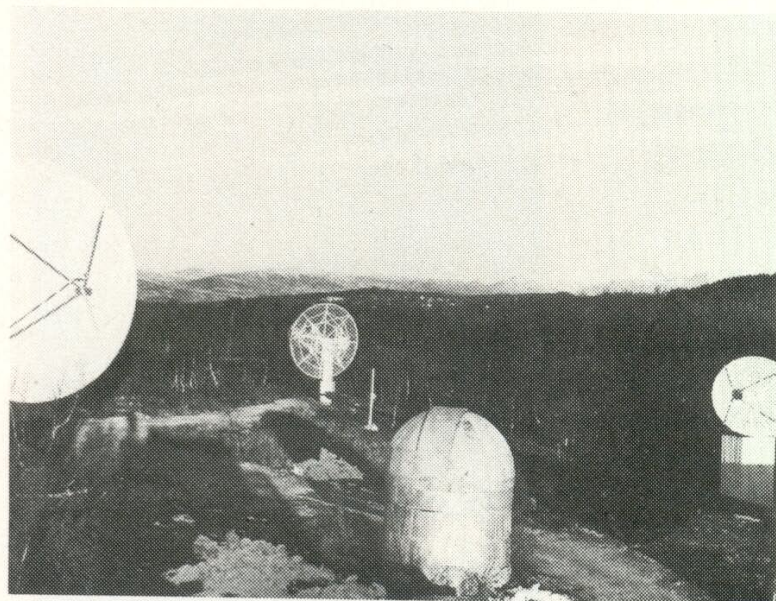


Fig. 11
Den gamle teleskopkuppel omkranset av moderne antenner. Den største (til venstre) har en diameter på vel 9 m og brukes til å motta signaler fra ressurssatellitter. Den midterste antenna har vært i drift siden 1968, vesentlig i forbindelse med forskningssatellitter. Antenna lengst til høyre vil bli brukt til geostasjonære meteorologiske satellitter som er plassert over ekvator. Disse vil kunne gi værinformasjon fra det vestlige Atlanterhav - noe som er av stor betydning for klimaet i Nord-Norge.

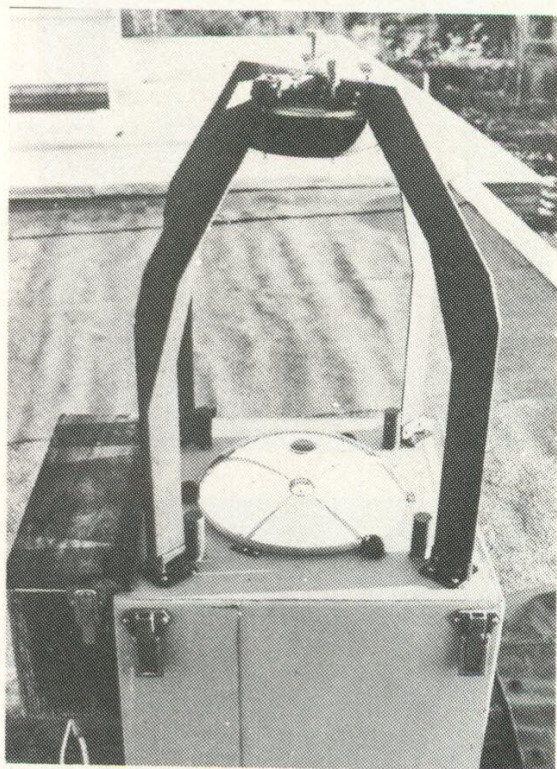
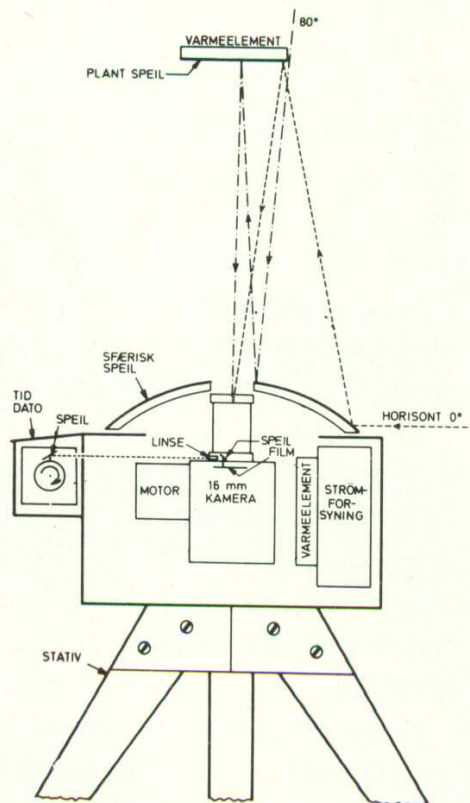


Fig. 12

All-sky kamera. Lys fra himmelen treffer et sfærisk speil og kastes opp på et planspeil. Derfra reflekteres det gjennom et hull i det sfæriske speilet til kameraet som er utstyrt med store filmmagasiner slik at det kan ta bilder for eksempel hvert 2. minutt gjennom en natt.



Prinsippskisse for virkemåten av et «all-sky» kamera. Lys fra alt som er over horisonten blir samlet og registrert på filmen som også tar bilde av et ur som viser dato og klokkeslett.

Det nyeste hjelpemiddel for å avbilde nordlys er TV-kamera som benyttes for detaljstudier av nordlyset innenfor korte tidsintervaller. Et slikt TV-system er så følsomt at en kan studere i detalj de hurtigste nordlysutbrudd, og en kan få fram nordlys som er så svakt at det er usynlig for det blotte øye.

Det gamle teleskopet

Konsul Conrad Holmboe i Tromsø gav omkring første verdenskrig et teleskop som gave til borgerne i Tromsø by slik at de skulle få anledning til å følge med i det som skjedde på stjernehimmelen. Teleskopet var en 5 cm refraktor laget hos instrumentmaker Anton Olsen i København. Til å begynne med var det satt opp i nærheten av Prestvannet, og direktør Krogness på «Geofysen» hadde oppsyn med bruken og arrangerte publikumskveld-er.

Da Nordlysobservatoriet ble bygget i 1928 ble teleskopet flyttet dit og plassert på en høyde like ved observatoriet — og hadde god utsikt til alle kanter. I 30-årene ble det blant annet brukt til osonmålinger. Det ble tatt spektra av lys fra månen og sterke stjerner for å beregne hvor mye lystap oson bidro med.

Etter krigen har instrumentet vært lite i bruk. Optikkbygget tok mye av utsikten mot sør og sørvest. Tromsø Telemetristasjon tok mye av utsikten mot øst, og en kjempe antenne like ved tar det meste av utsikten mot nordvest.

Ivrige amatørastroonomer har pusset opp instrumentet og sørget for å sette istand drivmekanismen for demonstrasjon av fenomenen på sola og studium av planetene.

Teleskopkuppelen og søylen ble i det geofysiske år 1958 benyttet til fotografering av solen. Mer enn 7000 bilder ble tatt — og en fikk flere serier med overvåking døgnet rundt. — noe som kun er mulig nord for polarsirkelen under gode værforhold. Figur 14 viser et utdrag av en slik serie.

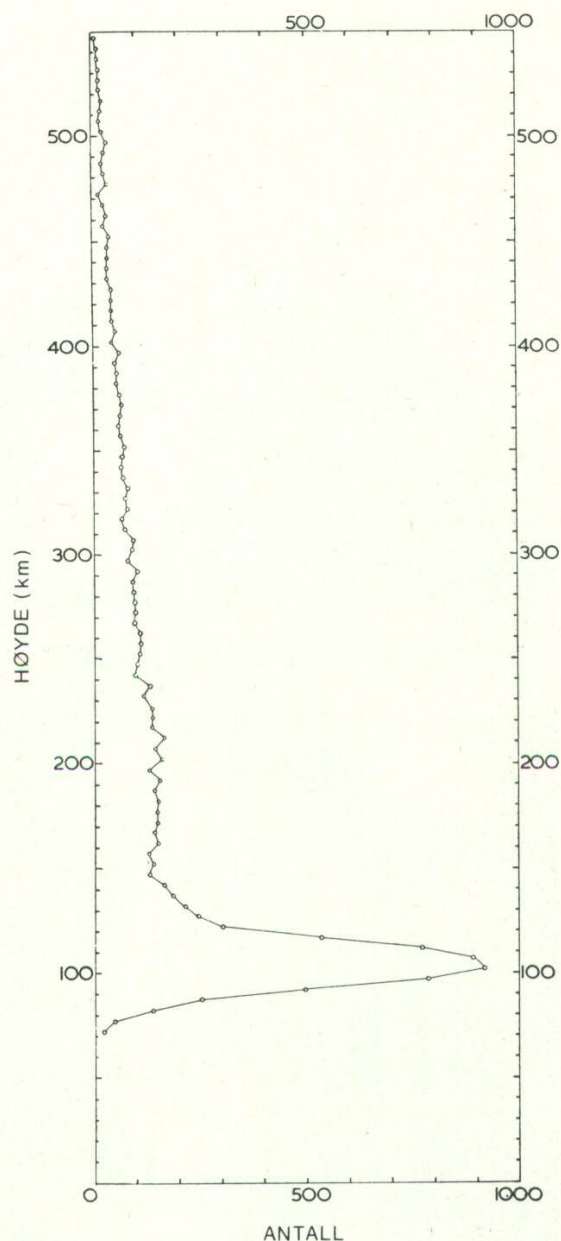
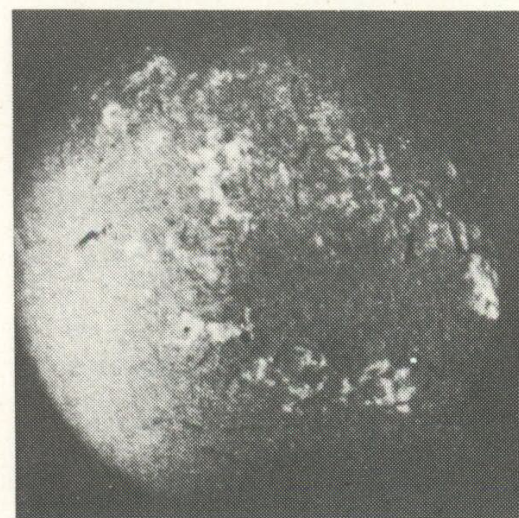
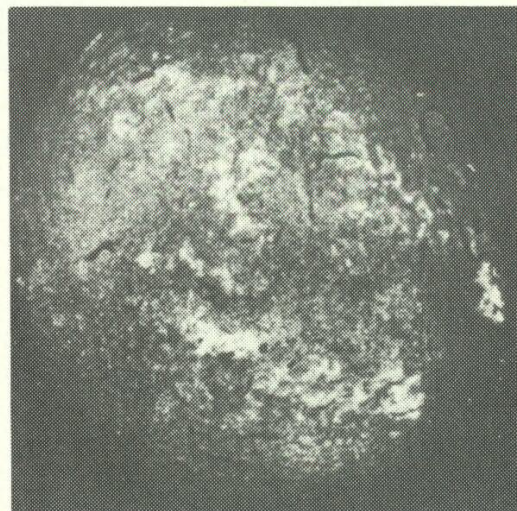
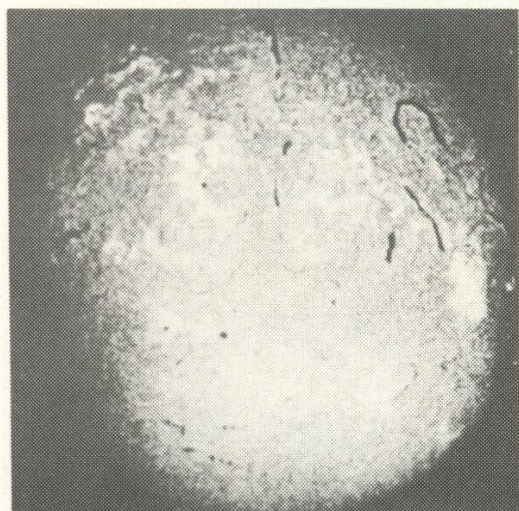
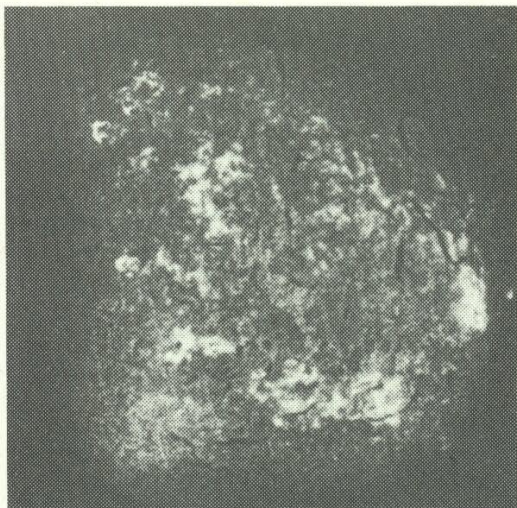
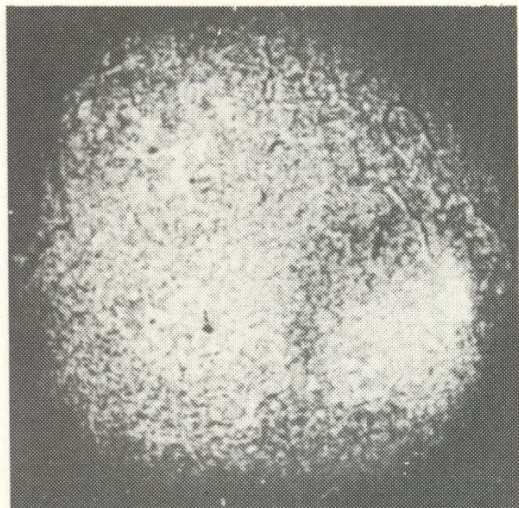


Fig. 13
Høydefordeling av nordlys. På bakgrunn av fotografering av det samme nordlys fra 2 forskjellige steder kan høyden beregnes. Mer enn 10. 000 slike beregninger er gjort, og det viser at de fleste nordlys finnes mellom 90 og 120 km over bakken. Noen ganske få nordlys er registrert i 500 km høyde.

Fig. 14



Bilder fra solens overflate tatt gjennom et filter som kun slipper igjennom lys fra hydrogen. Alle bilder er tatt 28 juni 1958. Bilde nr 1 kl 04 og de øvrige er tatt med 4 timers mellomrom fram til midnatt. Serien viser hvordan aktive områder (såkalte flares) utvikler seg på solens overflate.

Slike aktive områder fører til utbrudd som igjen leder til en strøm av partikler (solvind) mot jorda - noe som i sin tur fører til nordlys. I alt ble over 7000 bilder tatt sommeren 1958.

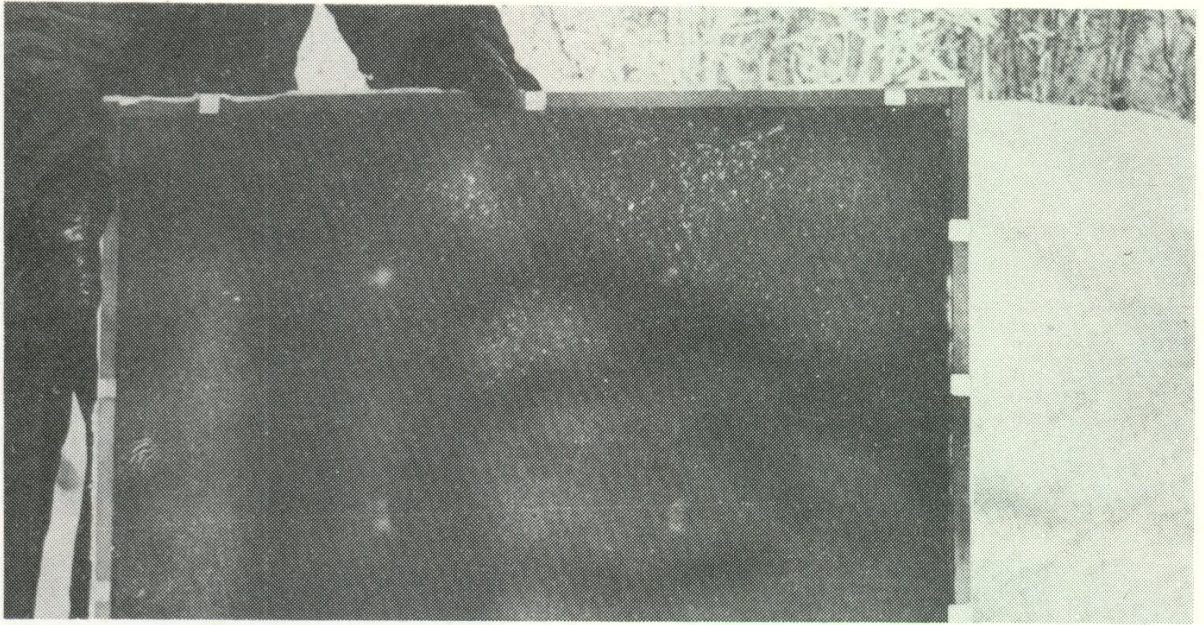


Fig. 15
Støvsamling ved Nordlysobservatoriet. Etter å ha vært utsatt for Tromsø-lufta i 14 dager er filteret helt svart.

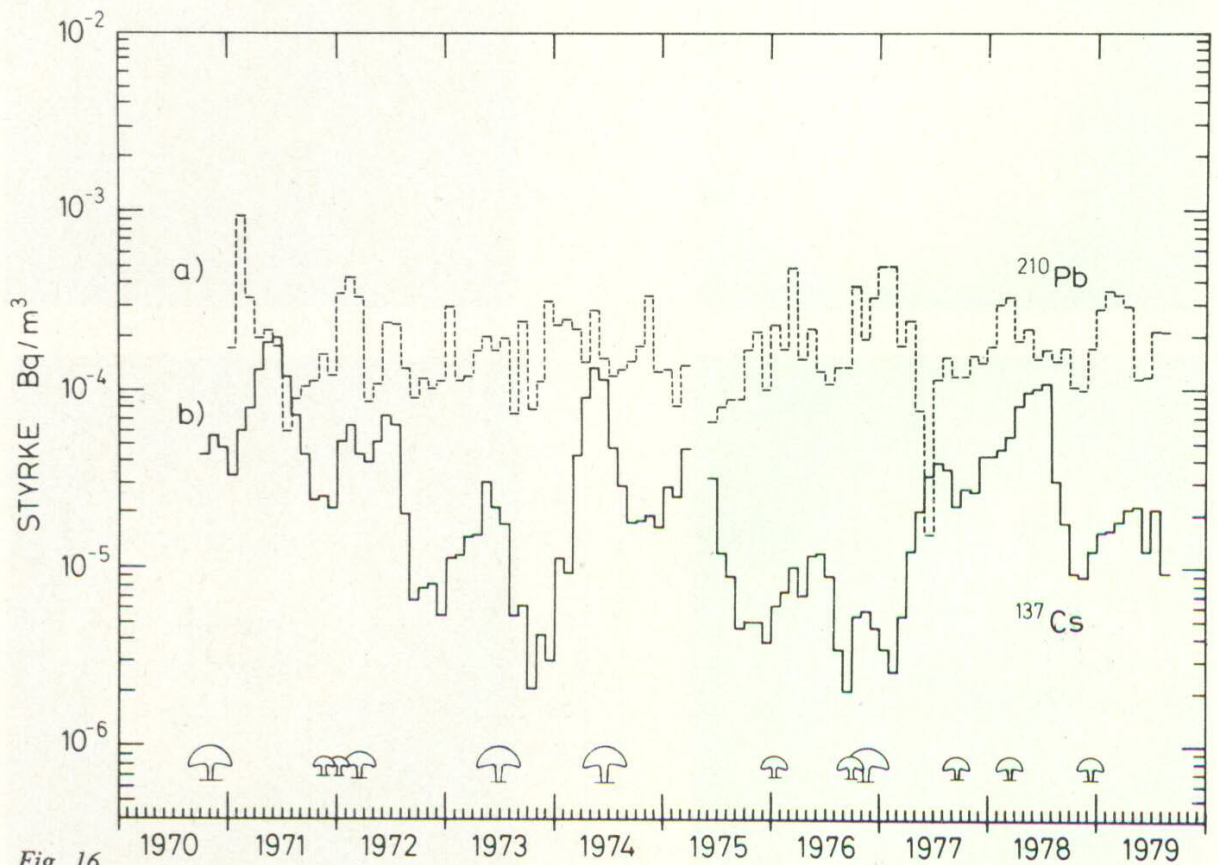


Fig. 16
Analyse av radioaktive grunnstoffer i støv samlet inn på Nordlysobservatoriet i Tromsø. a) viser blyisotopen ^{210}Pb som dannes av en radioaktiv gass radon, i fjellgrunnen. Vi ser at forekomsten er nokså konstant med en viss økning om vinteren. b) viser cesiumisotopen ^{137}Cs som er et produkt dannet av kjernesprengninger i atmosfæren. I Tromsø øker forekomsten noen uker eller måneder etter kjente atomsprengninger i Kina. Disse er merket av som store eller små sopper i diagrammet.

Observatorieområdet

Observatoriet har en tomt på 51 mål. En del av dette er myrområder som etter hvert har blitt drenert og skogbevokst. På området er det foruten husene og de instrumentene som er nevnt tidligere - også andre instrumenter - enten permanent eller i kortere perioder. Mange av disse kommer som ledd i samarbeidsprosjekter med andre grupper.

Norges Geografiske Oppmåling har en liten hytte hvor det står en betongsøyle med et kryss i. Dette er det viktigste geografiske punktet i Norge. Sammen med et punkt i Tyskland og et i Italia definerer dette den europeiske hovedakse for geografisk oppmåling. Posisjonen av Tromsøpunktet er bestemt med en nøyaktighet på under en meter i forhold til jordens sentrum. Dette gjøres nå ved hjelp av satelittmålinger.

Et annet instrument er en stor støvsuger - som nå har vært i drift i nesten 10 år. Hvert døgn suger den ca. 25 000 m³ luft gjennom et filter, som etter en tid blir sendt til et institutt i Braunschweig for analyse. Det som analyseres er mengden av radioaktive stoffer i luften, samt forekomsten av enkelte uorganiske stoffer som for eksempel aske og forbindelser med svovel. Figur 15 og 16 viser noen av resultatene.

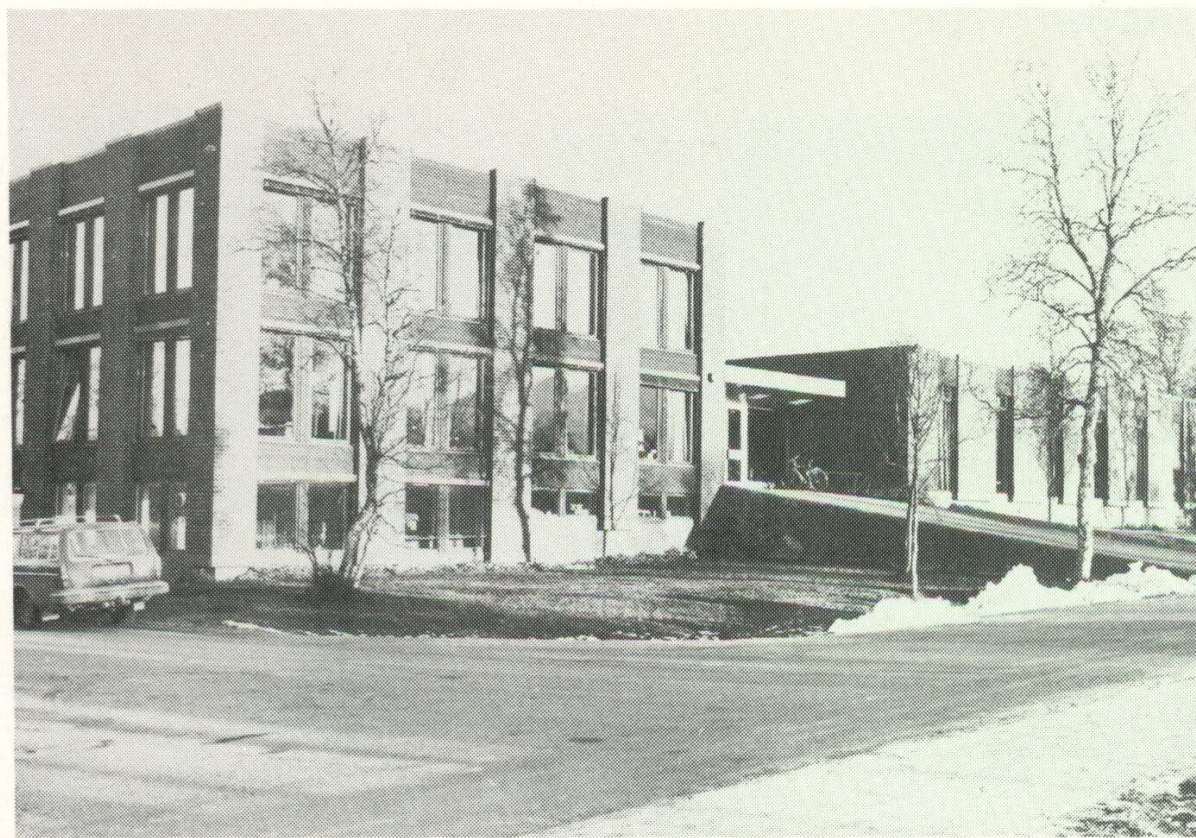


Fig. 17
Nordlysobservatoriet nybygg ble ferdig i 1972. Bygget er tegnet av arkitektene Hallset og Jacobsen i Tromsø.

Det nye observatoriebygget

Observatoriets nybygg var planlagt i 60-årene for å ta hånd om den aktivitetsøkning som hadde funnet sted. Da Universitetet ble vedtatt etablert, ble planene for bygget utvidet, slik at det fikk plass til lesesal, bibliotek og auditorium for å kunne brukes i realfagsundervisningen de første årene.

Bygget sto ferdig i 1972 - og fra samme høst var undervisning i gang i fysikk, matematikk og datafag. Nå er alle undervisningsfunksjonene - unntatt hovedfagsundervisning i fysikk - flyttet over til Universitetets nybygg i Breivika. Det som er igjen på Nordlysobservatoriet, er selve observatorievirksomheten, samt den eksperimentelle virksomheten i fysikk.

En vesentlig del av bygget huser i dag tekniske funksjoner for Institutt for matematiske realfag. Det inneholder et større elektronikkverksted (ca. 10 ansatte) og et mekanisk verksted (3 ansatte) i tillegg til kontorer for vitenskapelig, teknisk og administrativt personale som er ansvarlig for driften av observatoriet. Alt i alt utgjør observatoriet en arbeidsplass for ca. 50 personer når vi tar med hovedfagsstudentener.

Radiundersøkelsene er nå stort sett flyttet til Ramfjordmoen. De optiske undersøkelsene utføres i Skibotn og på Svalbard. Det viktigste eksperimentelle arbeid som utføres på Nordlysobservatoriet i dag er plasmalaboratorievirksomheten.

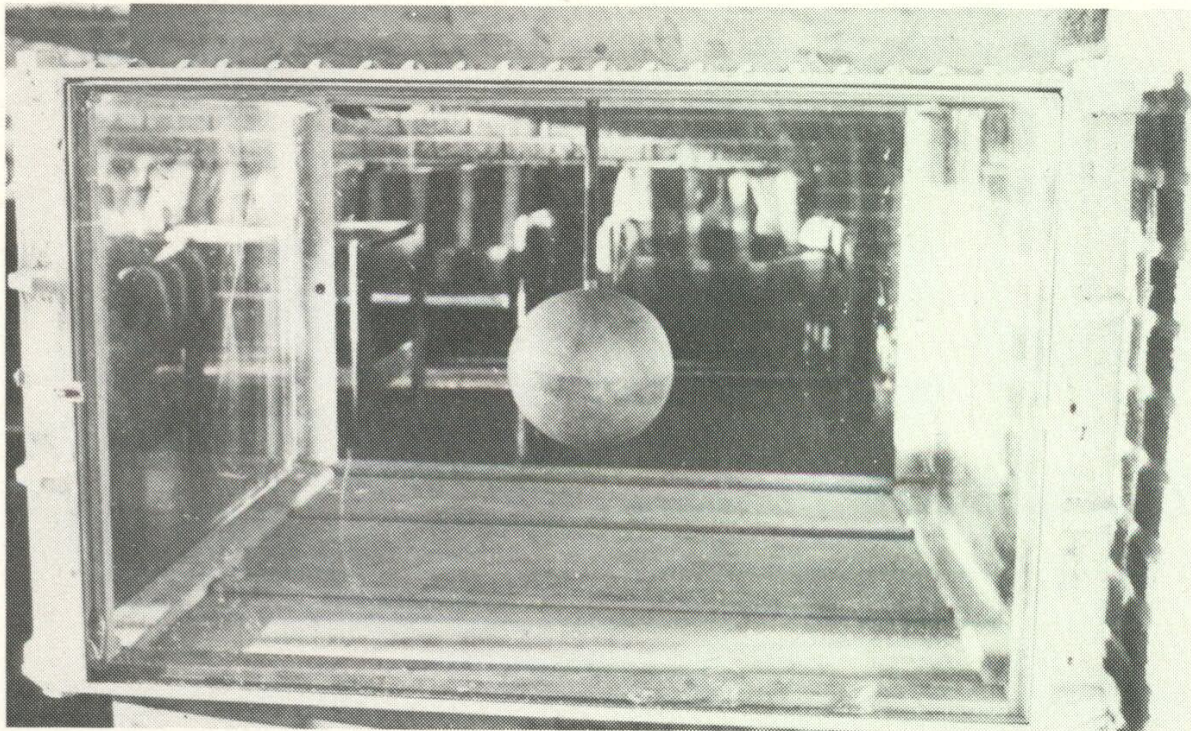


Fig. 18

Birkelands verdensrom som ble brukt i hans eksperimenter omkring år 1900. Idag står denne i vestibylene i Nordlysobservatoriets nybygg.

Nordlys i laboratoriet

Den første som greide å skape nordlys i laboratoriet var Kristian Birkeland med sine terella-eksperimenter (1903). «Verdensrommet» som han fikk bygget var en kasse med tykke glassvegger, med en elektrisk ladet kule («terellaen») som skulle være jorda. Kassen ble pumpet tom for luft så godt det lot seg gjøre, og Birkeland sendte inn elektrisk ladede partikler fra en kilde (sola). Han kunne så demonstrere at det skjedde elektriske utladninger fra jorda, som ga lysende bånd (polarlys) rundt polene (se foto s. 46).

Et av Birkelands verdensrom står nå i inngangshallen på Nordlysobservatoriet. Det inspirerer til fortsatte laboratoriestudier av nordlysphenomenene.

I plasmalaboratoriet står en vakuumentank i rustfritt stål. Den har et lite glassvindu hvor det går an å inspisere tankens indre. Dette er den moderne utgaven av Birkelands nordlysmaskin. Kostbare vakuumpumper og avansert måleutstyr hører til.

Oppgaven er fremdeles å gjenskape nordlysphenomen. Men nå er det ikke lenger nordlysbåndene som skal forklares. En må finne svar på hvorfor nordlyset har slike underlige former. Hvorfor krøller det seg - hvorfor de raske vekslinger - hvorfor fargevariasjonene og hvorfor bølger det fram og tilbake over himmelen?

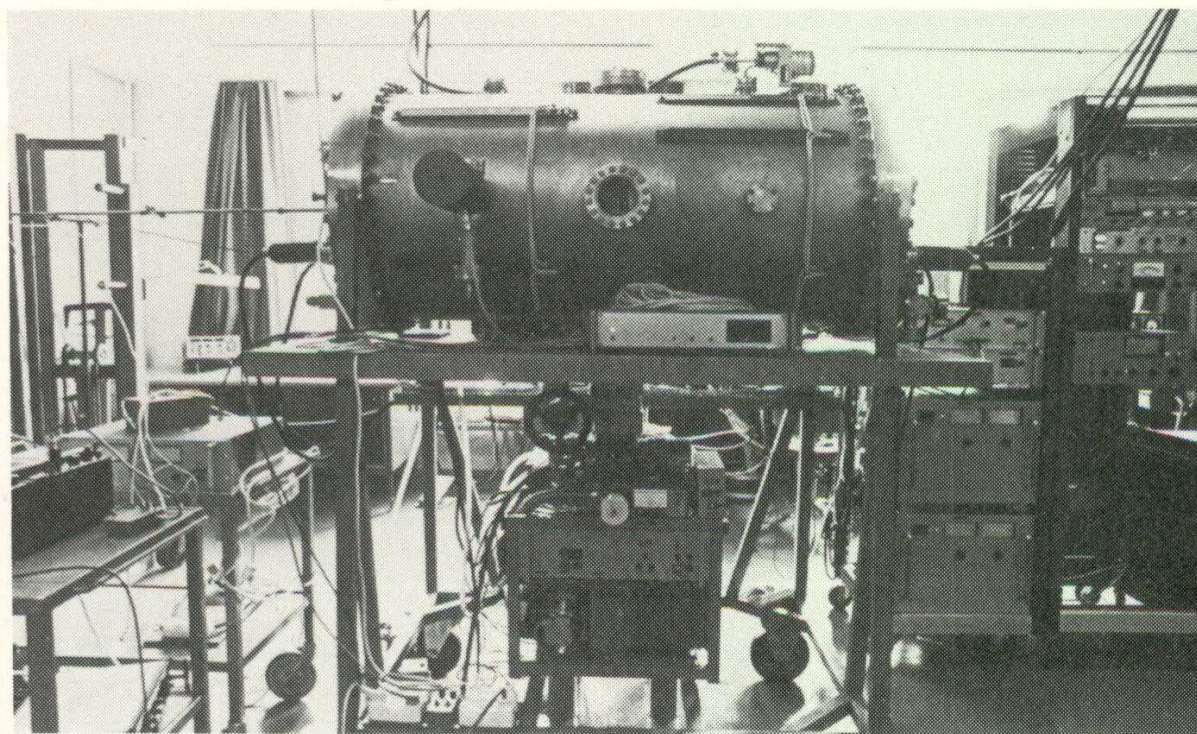


Fig. 19

Plasmalaboratoriet. En stor vakuumentank brukes til å gjenskape fysiske forhold som vi finner i nordlyset. Tanken er omgitt av avansert måleutstyr.

Som beskrevet foran i heftet, finnes nordlyset i 100 kilometers høyde. Det strekker seg ut hundrevis av kilometer i lengden. Og det varierer raskere enn øyet kan oppfatte.

En gjenskaping av disse fenomen i en tank på et par meters lengde og ca. 1 m i diameter er meget vanskelig. Det er nødvendig å kontrollere mange fysiske størrelser for å få det til.

Begrepet temperatur blir annerledes i det nesten tomme rom. Temperaturen sier vanligvis noe om hvordan energien er fordelt på partiklene. Prosesser i likevekt med sine omgivelser gir bestemte energifordelinger som igjen fører til entydige temperaturer. I nordlyset viser målinger gjort fra raketter at det finnes partikkelfordelinger som stort sett bare har én verdi for energien. En teori for dette er utarbeidet av den svenske Nobelprisvinner Hannes Alfvén. Teorien går ut på at det i nærheten av nordlys dannes et dobbelt lag elektriske partikler (plasma).

I laboratoriet har det nå lyktes å lage slike doble plasmalag, og en studerer hvordan elektriske bølgefenomener virker på partikler når doble plasmalag er til stede. En vet at det finnes elektriske bølgefenomener i nordlyset, og en tror at for eksempel krøllene i nordlyset kan være følgen av slike bølgefenomen (se tegning s. 105).

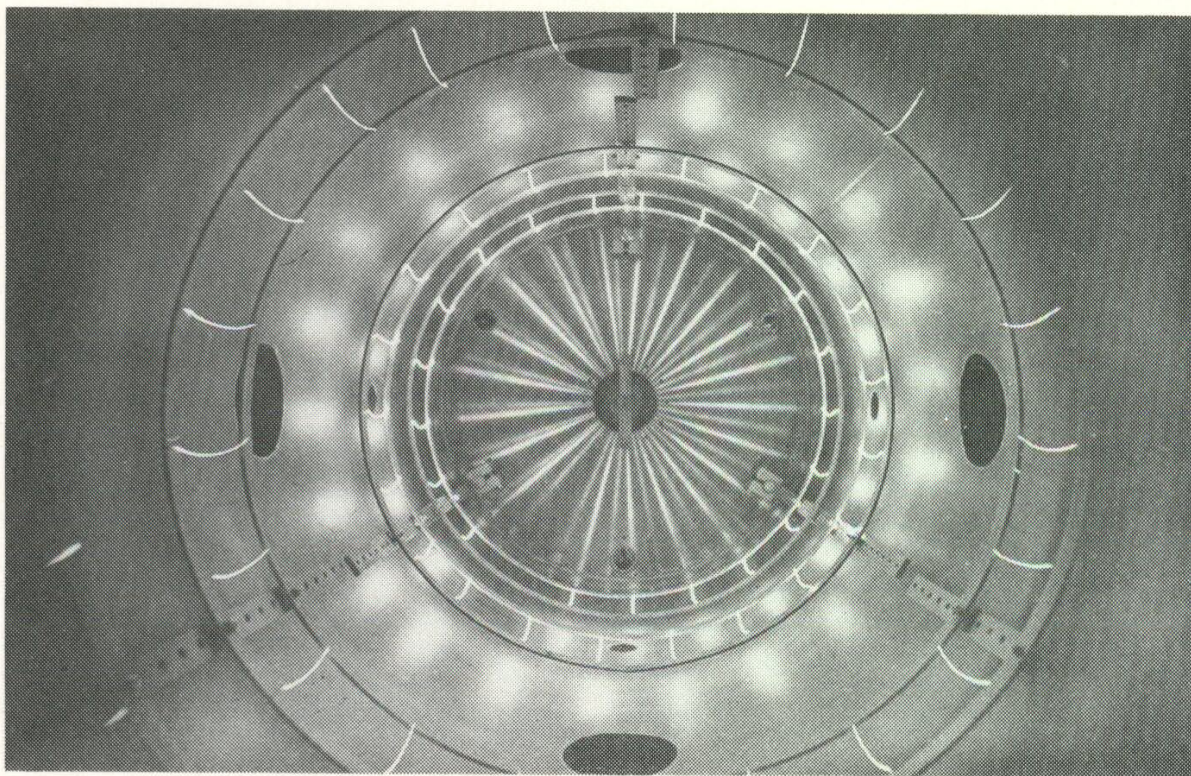


Fig. 20

Inne i nordlystanken. Den har filamenter som lyser når strømmen settes på.

Tromsø Telemetristasjon

Tromsø Telemetristasjon er eksempel på en knoppskyting som ofte finner sted rundt vitenskapelige institusjoner. Norge var ikke medlem av den europeiske romfartsorganisasjonen ESRO. På grunn av Norges beliggenhet og det geofysiske miljø ble det allikevel av NTNf opprettet en telemetristasjon i Tromsø med oppgave å ta ned data fra ESRO's forskningssatellitter.

Stasjonen startet sin virksomhet i 1968. I 1972 skjøt USA opp sin første ressurssatellitt. Dette er en satellitt som flyr rundt jorden og retter instrumentene ned for å kartlegge forhold på jordoverlaten eller i atmosfæren. I slutten av 70-årene er telemetristasjonens virksomhet endret og konsentrert om å ta imot signaler fra slike satellitter.

Den første ressurssatellitten fikk navnet LANDSAT. Som navnet indikerer, var den beregnet på å gjøre målinger over landområder. Målingene gjøres i fire forskjellige bånd i det elektromagnetiske spektrum. Tre av dem er i det synlige området, og et i det nær infrarøde. Satellitten er i stand til å se objekter med en utstrekning på ca 80 m på bakken. I enkelte tilfeller kan dette tallet reduseres til 40 m. Ulempen med LANDSAT er at det ikke er mulig å gjøre registreringer dersom jordoverflaten er dekket av skyer. Dette setter store begrensninger for bruken på nordlige breddegrader.

En annen hindring for en effektiv utnyttelse av satellittdataene har vært mangel på kunnskap og erfaring når det gjelder databehandling og mangel på utstyr for slik behandling. Dette har etterhvert rettet seg noe, og i dag er situasjonen en helt annen både når det dreier seg om norske og utenlandske brukere.

Et annet satellitt-system som har vært i operasjon helt siden 1960, er de amerikanske, meteorologiske satellittene i NOAA-serien. I likhet med LANDSAT går også NOAA-satellittene i polare baner og vil derved gi en dekning av hele jordoverflaten i løpet av ett døgn. For meteorologiske formål ønsker man å se på store arealer, og NOAA-satellittene dekker derfor en stripe som er ca 2500 km bred hvor man kan se detaljer ned på ca 1000 m.

Data fra disse satellittene går inn i det amerikanske, globale værvarslingsnettverk, og i tillegg sendes datatene ned til enhver som har egnede mottagerstasjoner på bakken. NOAA-satellittene blir brukt bl.a. til varsling av orkaner og andre spesielle værphenomen. Værvarslinga i Nord-Norge mottar daglig værbilder fra Tromsø Telemetristasjon.

Det mest fascinerende satellittprosjekt i de siste årene er utvilsomt den eksperimentelle satellitten SEASAT-A. Her ville amerikanerne for første gang gjøre forsøk med radar-instrumentering i satellitt. Dette ville gjøre det mulig å observere objekter på overflaten med en utstrekning på 25x25 m. Instrumentet ville også være uavhengig av lys og værforhold og skulle derfor løse de problemer som er nevnt tidligere. Selv om amerikanerne understreket at satellitten var et eksperiment og at det eneste man forsøkte å gjøre var å bevise at

idéen med radar-instrumentering i satellitt virket, fattet man i Norge stor interesse for fremtidig bruk av slike satellitter. Bl.a. ville det kanskje være mulig å oppdage fartøyer og andre forhold innenfor vår 200 mils økonomiske sone.

Den enorme datamengden som denne satellitten sendte ned, viste seg å by på meget store problemer. Som eksempel kan nevnes at for å behandle 10 minutter med data vil det ta ca 8 timer. Dette problemet er man nå i ferd med å løse både i Norge og andre steder, og det er på det rene at de muligheter som åpner seg ved å plassere denne type instrumenter i satellitter vil kunne få stor betydning i fremtiden. Særlig vil det få betydning for land som Norge som har et meget stort havområde som skal overvåkes. Satellittdata vil gjøre det mulig å utnytte båter og fly på en mer effektiv måte.

Den utbygging som er foretatt ved Tromsø Telemetristasjon de siste årene har særlig tatt sikte på å forbedre antennesystemet og regnemaskinen for fremtidige satellittprosjekter. Det betyr at man må gjøre investeringer som er spesielle for

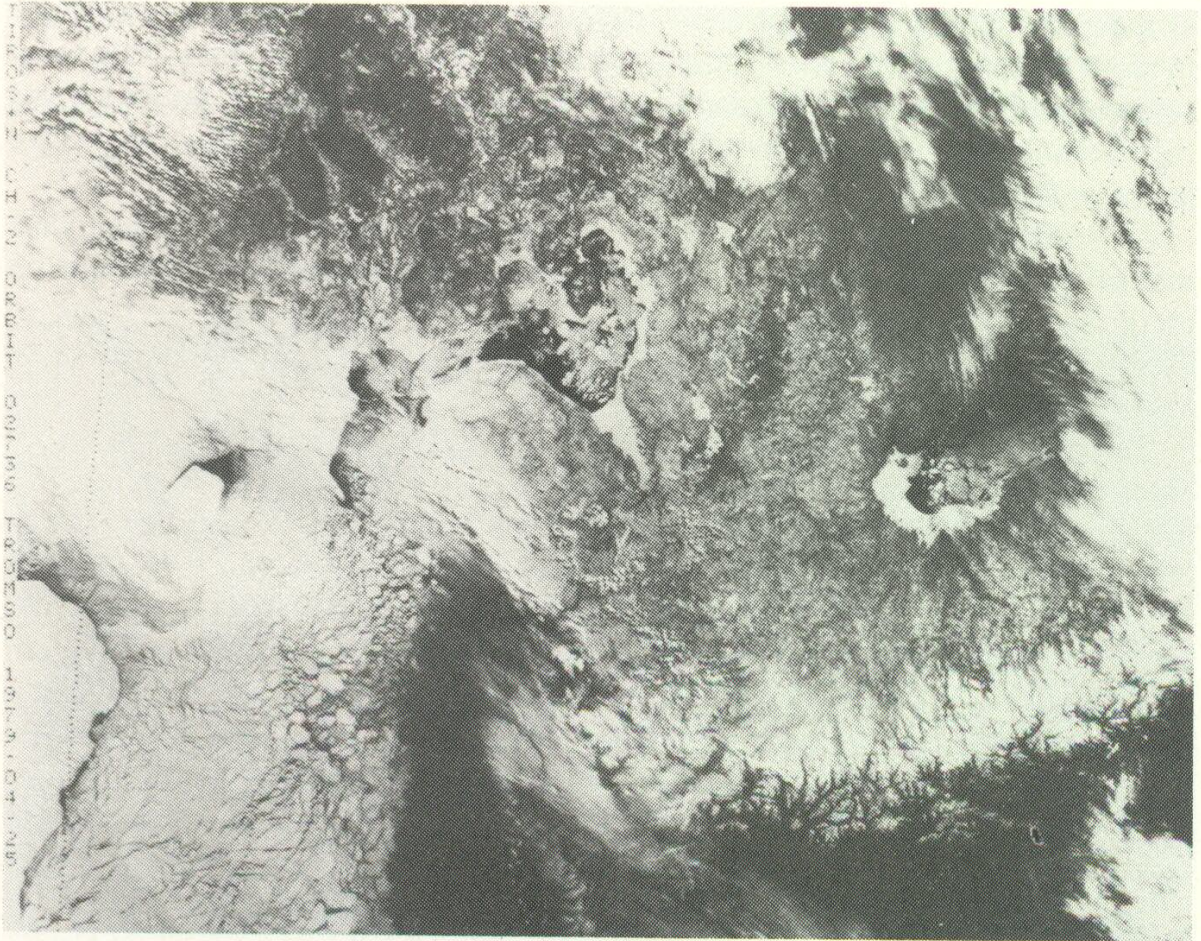


Fig. 21

Værbilde fra værsatellitten TIROS N tatt 25. april 1979. I dette bildet ser vi klarvær over Nordland og Troms samt et lett skydekke over Finnmarkskysten. Vi ser at isen holder på å gå opp i Bottenviken. I Barentshavet er det fremdeles mye is nord for Kapp Kanin og østover mot Novaja Semlja. I Kvitsjøen er det åpent vann, men drivis. Bilder som dekker de nordlige farvann er det mulig å få fra TIROS satellitter opptil 21 ganger pr. døgn. Denne satellitt-typen vil være operativ til 1987.

det enkelte satellittprosjekt. Det er lagt særlig stor vekt på mulighetene for å behandle dataene umiddelbart etter at de er tatt ned i Tromsø, samt å få til en omgående distribusjon av informasjonen til de interesserte brukerne.

Når det gjelder fremtidige satellitter, kan en tenke seg tre forskjellige systemer. Ett system som tar vare på landområder, ett for kystområder og overgangen fra land til vann og ett satellittsystem som gjør målinger over de store havområder. Når det gjelder betjeningen av slike satellittsystemer ventes Tromsø Telemetristasjon å spille en vesentlig rolle i fremtiden for norske brukere.

Virksomheten på Ramfjordmoen

Radiundersøkelser av den øvre atmosfære har blitt en stadig større del av observatoriets virksomhet. På dette området har observatoriet vært i fremste rekke siden Leiv Harangs pionerinnsats i 30-årene. I dag er det like før et europeisk radarprosjekt med en investering på omkring 100 mill. kr. startes opp på Ramfjordmoen ca. 25 km. fra Tromsø. I tillegg til dette radarprosjektet (EISCAT) er det der bygget opp flere andre eksperimenter som har med

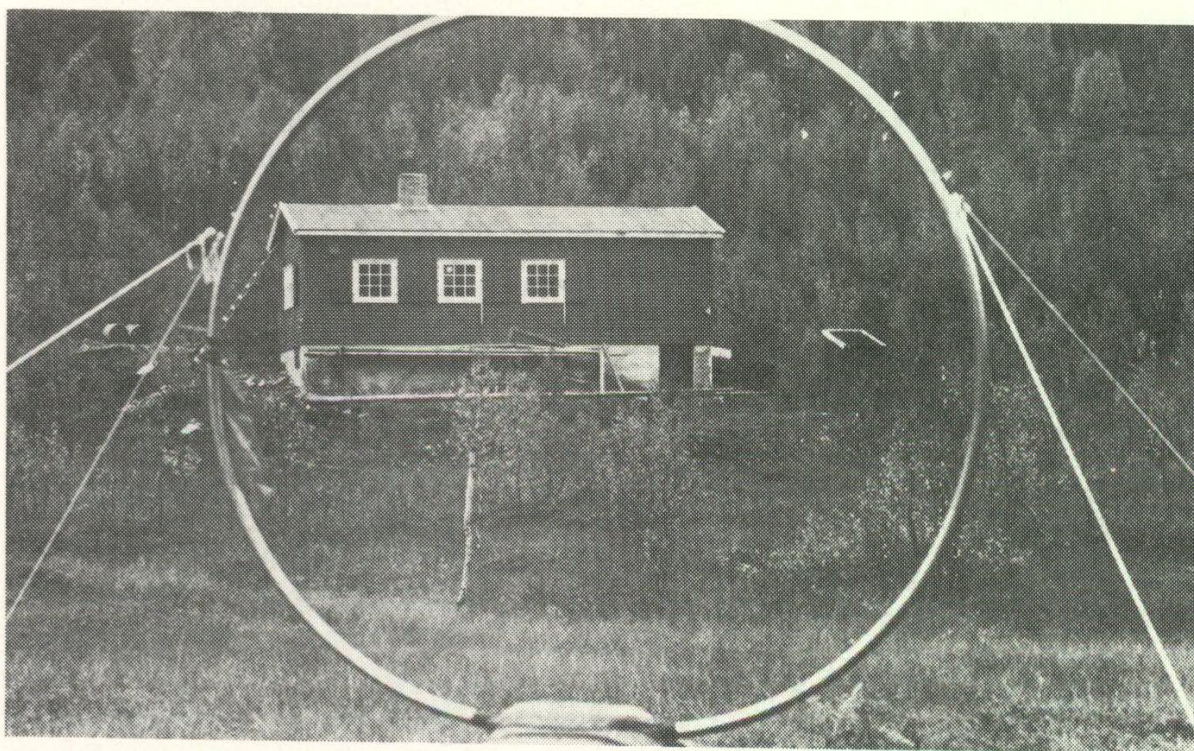


Fig. 22

Forskningsstasjonen i Lavangsdalen. Dette er en beskjeden hytte oppført av Nordlysobservatoriet i samarbeide med Forsvarets Forskningsinstitutt og Televerket i 1959. Her ble metoden for måling av svake radioekko utprøvet i 60-årene, og resultatene førte til ønske om bygging av de større installasjonene på Ramfjordmoen som nå er ferdige.

utbredelsen av radiosignaler i atmosfæren å gjøre. I det følgende gis en orientering om bakgrunnen for utbyggingen på Ramfjordmoen samt en beskrivelse av noen av de større anlegg som er bygget opp.

Fra Lavangsdalen til Ramfjordmoen

Ved å måle hvordan radiosignaler blir reflektert og dels absorbert kan vi få kjennskap til sammensetningen av ionosfæren og de fysiske prosessene som foregår i disse høydene.

En radiobølge med frekvens mellom 1 og 30 MHz vil bli totalt reflektert fra den øvre atmosfære (ionosfæren) i høydeområdet 90-300 km avhengig av de rådende forhold. Som regel finnes det noen frie elektroner i høydeområdet 60-90 km. (D-laget). Noe av energien i bølgen spres av disse elektronene og endrer bevegelsesretning. Denne spredningen vil oppstå når bølgen er på opptur såvel som på nedtur. Energien som spres ut av bølgen på denne måten er meget liten og bare en brøkdel av denne vil kunne komme tilbake til bakken hvor en

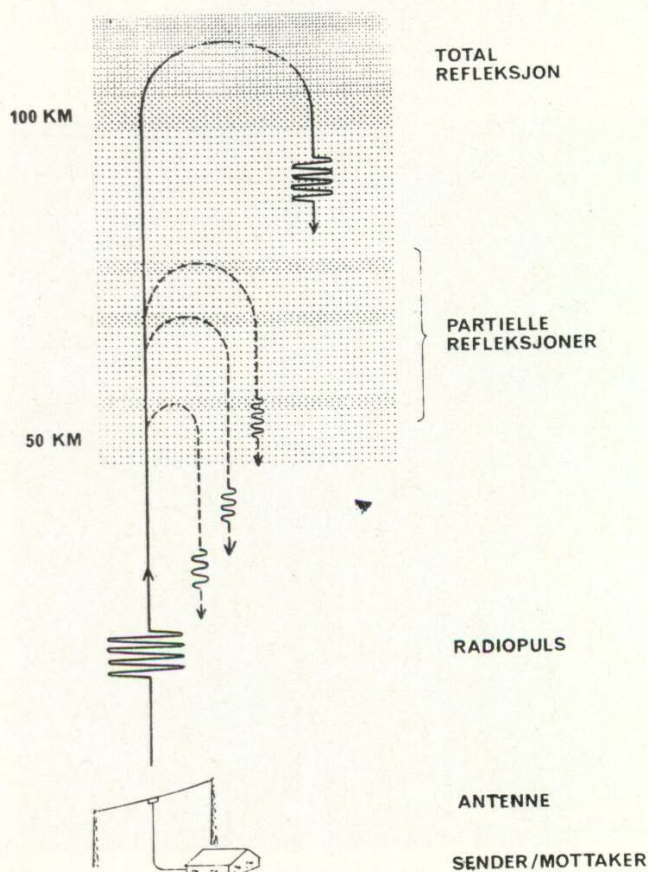


Fig. 23

Prinsipp for partielle refleksjoner. En radiosender sender en bølge opp i atmosfæren og vi får refleksjoner fra ulike lag. Fra bølgen totalreflekteres i lag over 100 km høyde, får vi svake (partielle) refleksjoner fra lavere lag.

eventuelle mottakerantenne er plassert. Disse svake refleksjoner kalles *partielle refleksjoner* og kan, når de observeres, brukes til å beregne tettheten av de frie elektroner i D-laget. Dette er et høydeområde som er vanskelig tilgjengelig med andre teknikker. I noen grad kan raketter benyttes. Samtidige målinger med raketter og denne radarteknikken har vist god overensstemmelse.

Allerede i 1959 bygget Forsvarets Forskningsinstitutt en feltstasjon i Lavangsdalen sammen med Nordlysobservatoriet og Televerket for blant annet å studere partielle refleksjoner fra ionosfærens D-lag. Stedet ble valgt fordi en ville undersøke spesielt hvordan de elektriske lagene i atmosfæren oppførte seg under nordlys-

forstyrrelser og fordi en mest mulig ville unngå radiostøy som vanligvis finnes i nærheten av bebyggelse og kraftlinjer.

En annen radarteknikk, kalt *kryssmodulasjonsmetoden* kan også anvendes for målinger i D-laget. Denne metoden bruker to radiosendere, den ene så kraftig at radiopulsen forstyrrer ionosfæren rundt seg. Hvis en måler den virkning forstyrrelsene i en viss høyde har på radiopulser fra den andre senderen, kan en beregne tettheten av frie elektroner.

En tredje metode for måling av elektroner i D-laget er *riometeret*. Dette instrumentet måler styrken av naturlig radiostøy fra verdensrommet. Når tettheten av frie elektroner øker, for eksempel under et nordlysutbrudd, vil radiostøyen svekkes, og en måler et svakere signal enn vanlig. På denne måten gir riometeret et mål på den effekt utbruddet har på radiobølger i ionosfæren.

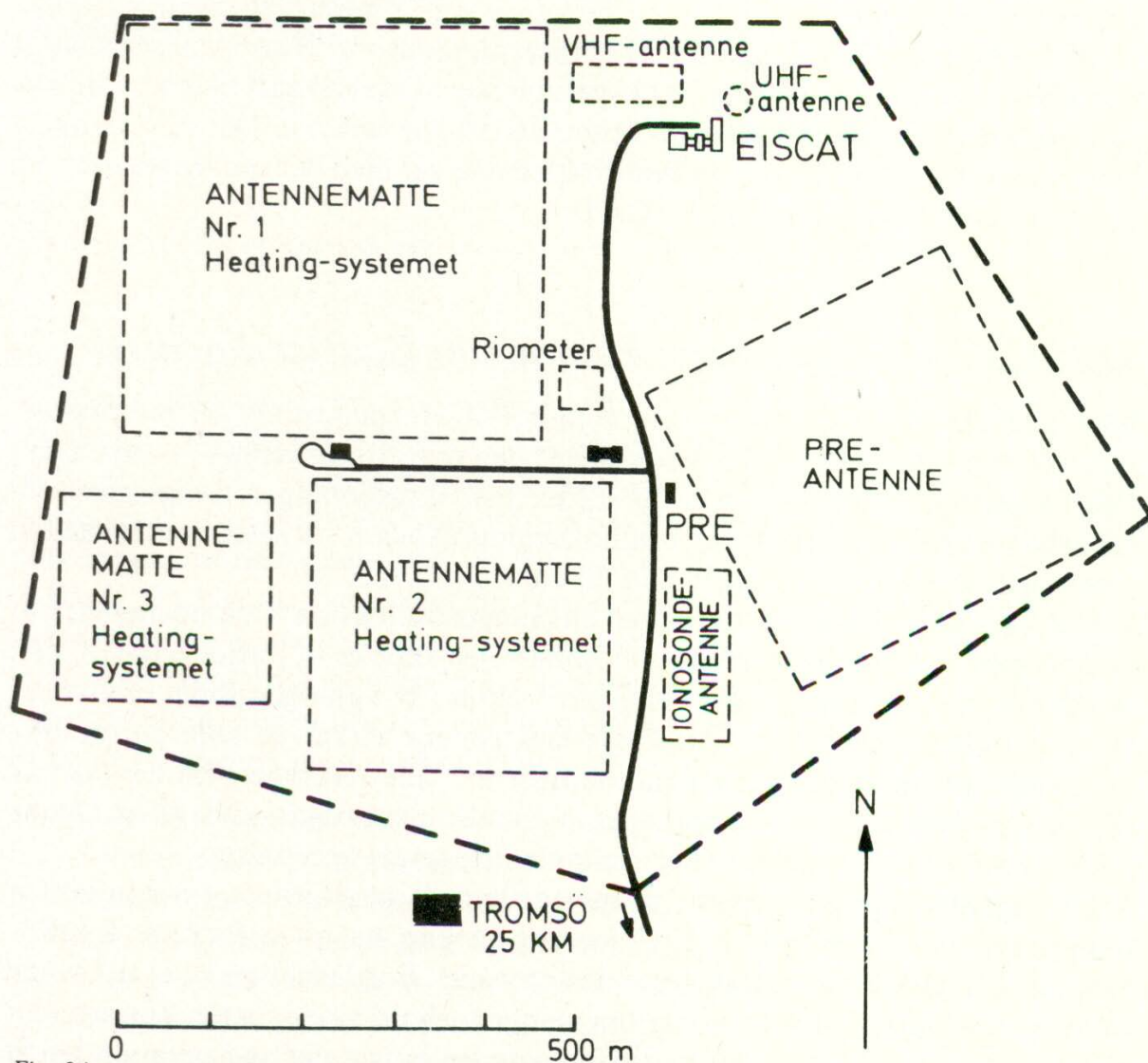


Fig. 24
Kartskisse som viser hvordan området på Ramfjordmoen er utnyttet til antenneinstallasjoner av ulike slag.

Etterhvert som radioteknikken ble forbedret i 60-årene trådte det fram et ønske og behov for å videreutvikle PRE (partielle refleksjoners eksperiment) til større nøyaktighet i bestemmelse av elektrontetthet og høyde, bedre tidsbeskrivelse av plutselige forandringer i ionosfæren, samt hurtigere og mer egnet databehandling.

Grundige forhåndsberegninger viste at et antennesystem som tilfredsstilte de nye krav ville trenge et nett av antenneelementer utspent over et område på minst 130 dekar. Den trange Lavangsdalen hadde ikke arealer for en slik antenne. Nye teknikker hadde redusert kravet til støysvake omgivelser, og etter undersøkelser av flere mulige steder, falt valget på Ramfjordmoen.

I tidsrommet 1973-75 ble det her bygget opp en ny radiofeltstasjon for PRE og beslektede eksperimenter. Ved siden av det store antennesystemet er det på Ramfjordmoen installert ny-utviklede sender- og mottakerenheter. Et komplett dataanlegg sørger for styring av eksperimentet og hurtig innsamling, lagring og analyse av observasjonene.

Med dette og annet tilleggsutstyr som er utviklet ved Nordlysobservatoriet står PRE fram som en hel gruppe eksperimenter med slagkraft til å besvare nye og aktuelle spørsmålstillinger for denne del av atmosfæren. Det er ikke minst lagt til rette for en rekke samordnede undersøkelser med det radarprosjekt som blir beskrevet i neste avsnitt, EISCAT.

«EISCAT» – «European Incoherent Scatter Facility»

Som allerede nevnt i artikkelen om radiobølgeforplantning, vil radiobølger reflekteres fra de elektrisk ledende lagene i den øvre atmosfæren — ionosfæren. Om bølgelengden blir kort nok (10-12 meter) vil radiobølgen trenge gjennom ionosfæren uten å bli reflektert. I radiokommunikasjon via satellitter bruker en som regel bølgelengder mindre enn 30 cm.

Ved slike korte bølgelengder får en altså ingen refleksjon fra ionosfæren. Litt av energien i radiobølgen vil likevel finne veien tilbake til jordoverflaten. Det skyldes at de frie elektronene i ionosfæren settes i svingninger under innflytelse av radiobølgens elektriske felt. Disse elektronene virker da som en samling bitte små antenner som sender radiobølger ut i alle retninger. En liten del av denne gjenutstrålingen kan oppfanges av en følsom mottager på bakken. Denne effekten kaller vi *inkoherent* eller usammenhengende spredning.

Det signalet som når tilbake til mottageren er svært svakt. En kan derfor undres på om denne måten å observere på kan ha noen fordeler framfor ionosonde-metoden som beskrives i neste avsnitt. Fordelen ligger i at det svake signalet inneholder informasjon om mange forhold i ionosfæren. Ionosonde-observasjonene viser stort sett hvordan mengden av frie elektroner varierer med høyden. Observasjon av den inkoherente spredning, gir oss i tillegg til dette også informasjon om temperatur og om systematiske bevegelser (vind, drift).



Fig. 25

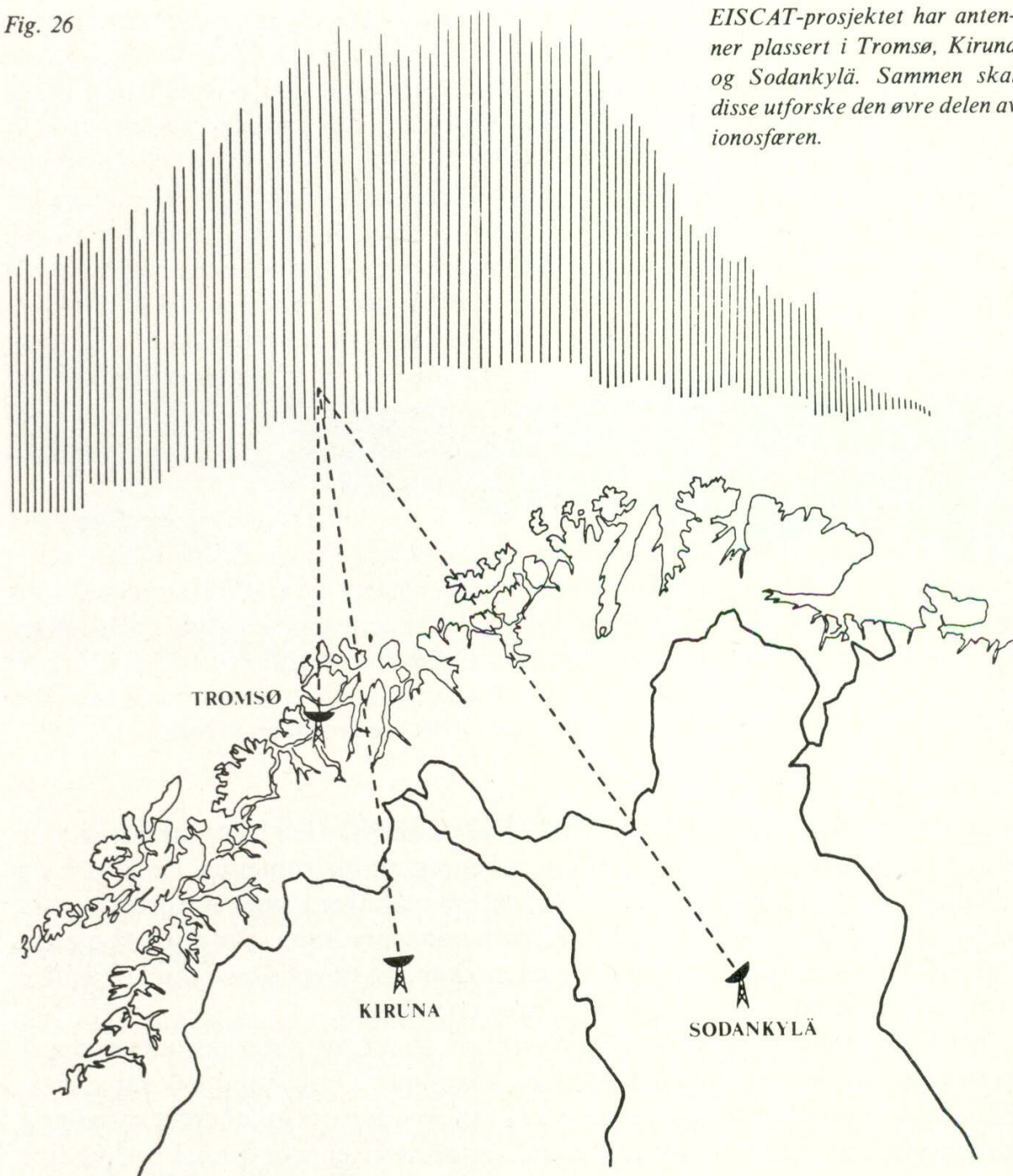
PRE-anlegget på Ramfjordmoen med antennemasten til den nye ionosonden til høyre.

Indirekte gir dette oss et mål for størrelsen av elektriske felt i disse høydene. For å få slike informasjon er en ellers avhengig av instrumenter i raketter og satellitter, som kan måle på stedet. Da blir det målinger i løpet av korte tidsrom på hvert sted. Det at en, ved hjelp av inkoherent spredning, kan måle så mange størrelser med instrumenter som står på bakken, og dermed er i stand til å måle over lengre tid på samme sted, er ganske enestående.

Fordi det signalet som skal mottas er så svakt, er observasjonene meget vanskelige, og krever en høyt utviklet teknologi. Omkring 1960 var radar-teknikken så vel utviklet at en kunne tenke på å observere inkoherent spredning fra ionosfæren. Det er fire forhold en må rette innsatsen mot for å få best mulige observasjoner med denne teknikken:

- 1) Senderne må ha stor effekt. Jo sterkere signal en sender ut, jo sterkere blir det signalet som kan observeres.
- 2) Antennene må gjøres sterkt retningsbestemt, slik at energien i det utsendte signalet samles i en så smal strålebunt som mulig. Dette betyr grovt sett at antennen må ha et stort areal. Det samme gjelder for mottagerantennen. Ofte brukes samme antenne for samtidig sending og mottaging.
- 3) Mottagerne må gjøres meget følsomme. Det innebærer bl.a. at deler av mottagerne må kjøles med flytende nitrogen (eller helium) for å redusere støy som skriver seg fra mottageren selv.

Fig. 26



EISCAT-prosjektet har antenner plassert i Tromsø, Kiruna og Sodankylä. Sammen skal disse utforske den øvre delen av ionosfæren.

- 4) En må benytte meget avanserte databehandlingsmetoder. Det signalet en mottar vil inneholde mange forstyrrelser (støy) i tillegg til det ionosfærespredte signalet en er interessert i. Med moderne databehandlingsteknikk kan en vinne meget på dette området.

Felles for alle de fire punktene ovenfor er at de fører til kostbare installasjoner. Det ville være utenkelig for en liten institusjon som Nordlysobservatoriet å bygge et eget radaranlegg for observasjon av inkohærent

spredning. Når et slikt anlegg nå er under oppførelse, og vil stå ferdig til bruk i 1981, skyldes det et omfattende internasjonalt samarbeid.

Etter forberedende arbeider av forskere og forskningsadministratorer gjennom flere år, kunne representanter fra seks europeiske nasjoner i 1974 underskrive en avtale om opprettelsen av EISCAT. EISCAT står for *European Incoherent Scatter Radar in the Auroral Zone*, og representerer et samarbeid mellom forskningsinstitusjoner i Storbritannia, Frankrike, Vest-Tyskland, Sverige, Finland og Norge. Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd (NAVF) er den norske medlemsorganisasjonen. Sammen med Universitetet i Tromsø har NAVF stått for finansieringen av det norske bidraget til anlegget. En meget stor del av dette bidraget har vært i form av utviklingsarbeid og produksjon av viktige deler av databehandlingsutstyret i laboratoriene ved Nordlysobservatoriet. I produksjonsfasen har en også formidlet oppdrag til lokal elektronisk industri.

EISCAT-anlegget har installasjoner på tre forskjellige steder. Hovedanlegget er i Tromsø. Det omfatter radarsendere og mottagere på to frekvenser eller bølgelengder. Den høyeste frekvensen er i det som kalles UHF-området, 933 MHz, som svarer til en bølgelengde på 32 cm. Den andre frekvensen er lavere, i VHF-området, 224 MHz, svarende til bølgelengden 1,3 meter.

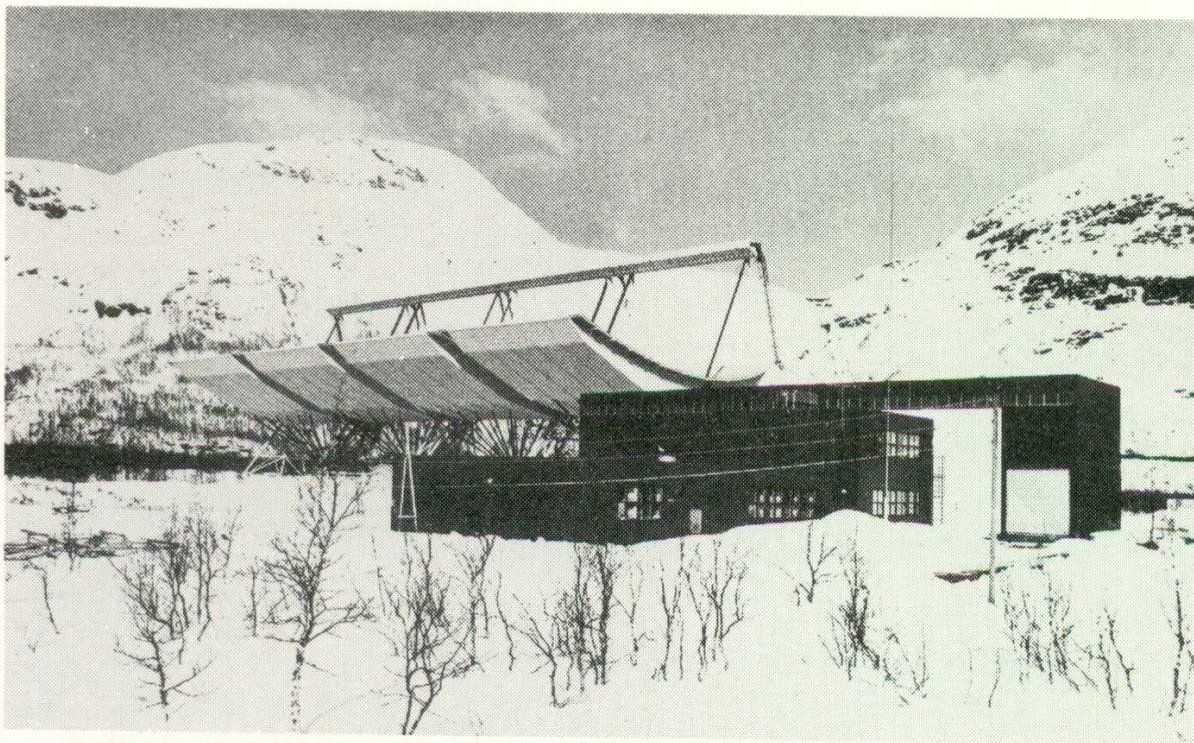


Fig. 27

EISCAT-anlegget med den store VHF-antenna. Den har en lengde på 120 m og en bredde på 40 m og består av 4 paneler som kan styres uavhengig av hverandre. I huset i forgrunnen skal radiosenderen monteres.

For den høyeste frekvensen er det mottagerstasjoner i Kiruna i Sverige og i Sodankylä i Finland. Antennene som benyttes på denne frekvensen er alle tre stedene sirkulære «skåler» lik den mange vil ha sett på mindre radaranlegg. Men i vårt tilfelle er skålens diameter hele 32 meter, og de er montert slik at de kan «peke» i alle retninger på himmelen. Antennene i Kiruna og Sodankylä rettes da inn slik at deres følsomhetsområde krysser den utsendte strålebunten fra Tromsø på samme sted, og i det området av ionosfæren som en ønsker å studere. Det er særlig for undersøkelser av bevegelser i ionosfæren at en trenger alle tre stasjonene.

For den laveste frekvensen brukes en annen antenntype, som mer ser ut som en del av en stor sylinder. Den er 40 meter høy og 120 meter lang. Denne antennen kan bare dreies opp og ned i meridianplanet, ikke sideveis. På denne frekvensen er sender og mottager i Tromsø, uten noe tilsvarende på de andre stasjonene. Det er imidlertid en mulighet for at en forskningsgruppe i Sovjetunionen kan komme med i samarbeidet, og det vil i så fall bli ved at den bygger en mottagerstasjon for VHF-frekvensen et sted nær grensen mot Finland.

EISCAT-anleggene vil sikre fremragende forskningsmuligheter for fysikere innen dette arbeidsfeltet. For de deltagende institusjonene i Nord-Skandinavia representerer dette en dobbelt ressurs; en får muligheter for arbeid med det mest moderne utstyr. Dertil vil en få et aktivt internasjonalt miljø å arbeide i.

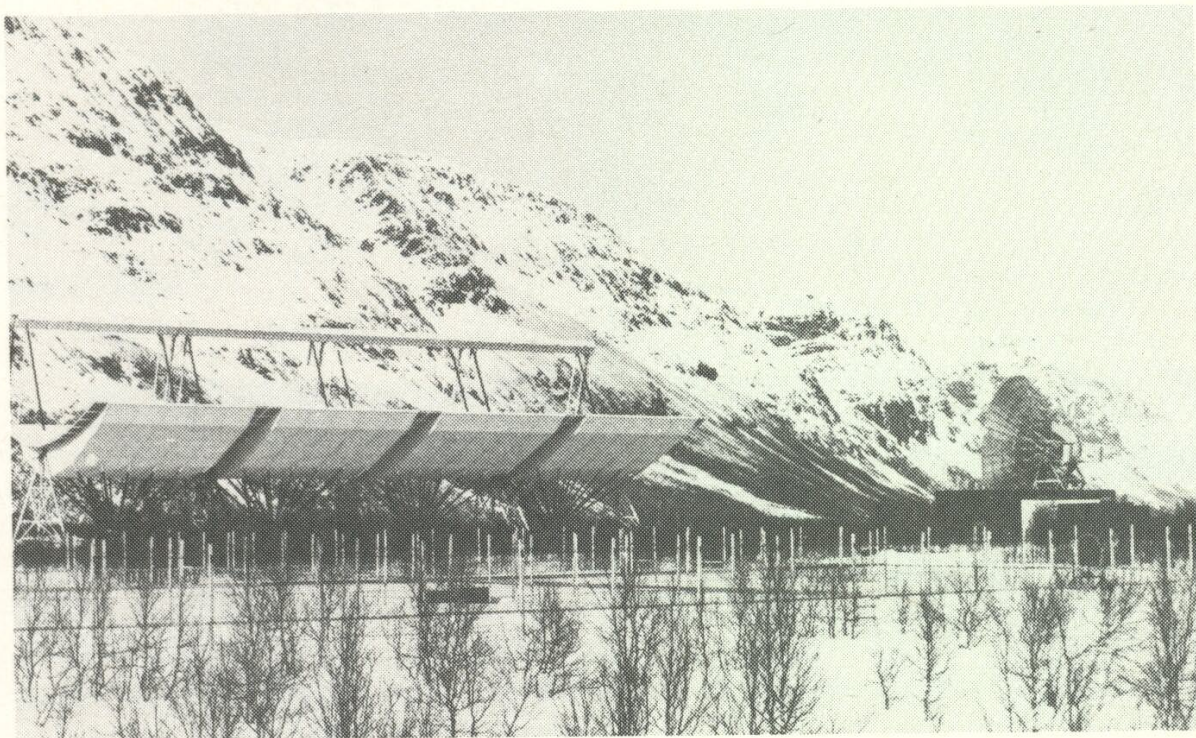


Fig. 28

Antennesystemer på Ramfjordmoen. På stolpene i forgrunnen er antenna til HEATING-eksperimentet montert. Til venstre i bakgrunnen den store VHF antenna (40 × 120 m) og til høyre UHF antenna som har en diameter på 32 m.

Internasjonalt samarbeid omkring store forskningsinstallasjoner er ikke noe nytt, men det er en viss tilfredsstillelse i at en meget stor del av de fysiske anlegg en er med på å betale for, denne gang er plassert i Norge.

«HEATING»-anlegget

HEATING-anlegget er en tredje stor installasjon på Ramfjordmoen som Universitetet i Tromsø med forskningsgruppen på Nordlysobservatoriet tar del i.

Anlegget som er et vesttysk-norsk samarbeid består av 3 antenneanlegg i området 3 til 8 MHz. Til antenneanlegget som dekker nesten 400 dekar, er det benyttet 12 radiosendere med en samlet effekt på 1.2 MW. Idet effekten fra anlegget sendes ut i smale strålebunter, vil en kunne få avsatt så mye energi i et lite område av ionosfæren at en faktisk får en lokal oppvarming. Siden anlegget kan kontrolleres både med hensyn til frekvens, effekt og pulsmønster, kan en utføre en mengde forskjellige eksperimenter som forstyrrer ionosfæren. En kan for eksempel på en kontrollert måte forandre forplantningsevnen til radiobølger lokalt over Ramfjordmoen og sågar skape kunstig nordlys.

Ved å benytte «HEATING»-anlegget og de andre installasjonene på Ramfjordmoen kan en samtidig med at en utfører kontrollerte forstyrrelser, observere effekten av disse på mange områder og dermed trekke ut kunnskap om viktige prosesser i ionosfæren i forbindelse med nordlysførstyrrelser og radiobølgeforplantning.

Det er Universitetet i Tromsø som står for leie av grunn, mens Max-Planck Instituttet i Vest-Tyskland har bygget anlegget. Begge grupper vil være likeverdige partnere ved framtidige eksperimenter på anlegget.

Ionosondeprogrammet

Den siste av installasjonene på Ramfjordmoen er en såkalt ionosonde. Den er en moderne utgave av et instrument som har vært i drift på Nordlysobservatoriet siden 1930-årene. Ordet *ionosonde* er sammensatt av «iono» og «sonde». «Iono» henspeiler på ionosfære som bl.a. er beskrevet i artikkelen om radiobølgeforplantning i atmosfæren (side 38). «Sonde» er avledet av ordet sonde og betegner et instrument som benyttes ved indirekte undersøkelser. Instrumentet består av en radiosender og mottaker og er egentlig en radar. Det anvendes for å kartlegge hvordan elektrontettheten varierer med høyden. Metoden gjør bruk av radiobølger, til dels av kort varighet (pulser), som reflekteres fra ionosfæren, og målingene betegnes derfor ofte *radioekko-målinger*.

Den nye ionosonden på Ramfjordmoen er svært avansert. Det anvendes moderne teknologi, og instrumentet er fullstendig regnemaskinstyrt. Den er nå i prøvedrift og vil inngå som en integrert del av forskningsvirksomheten ved

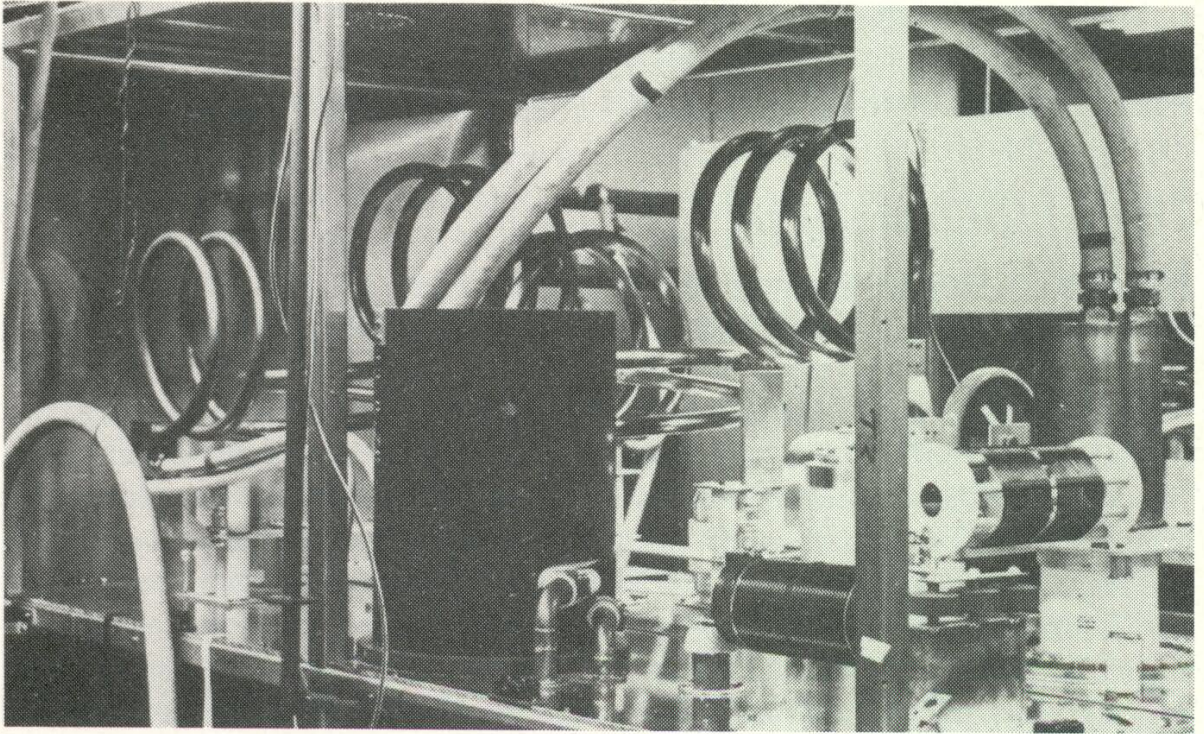


Fig. 29

Litt av utgangstrinnet for en av de 12 senderne for «Heating»-prosjektet på Ramfjordmoen. Disse senderne kan totalt gi 1200 kW effekt ut til antennesystemet.

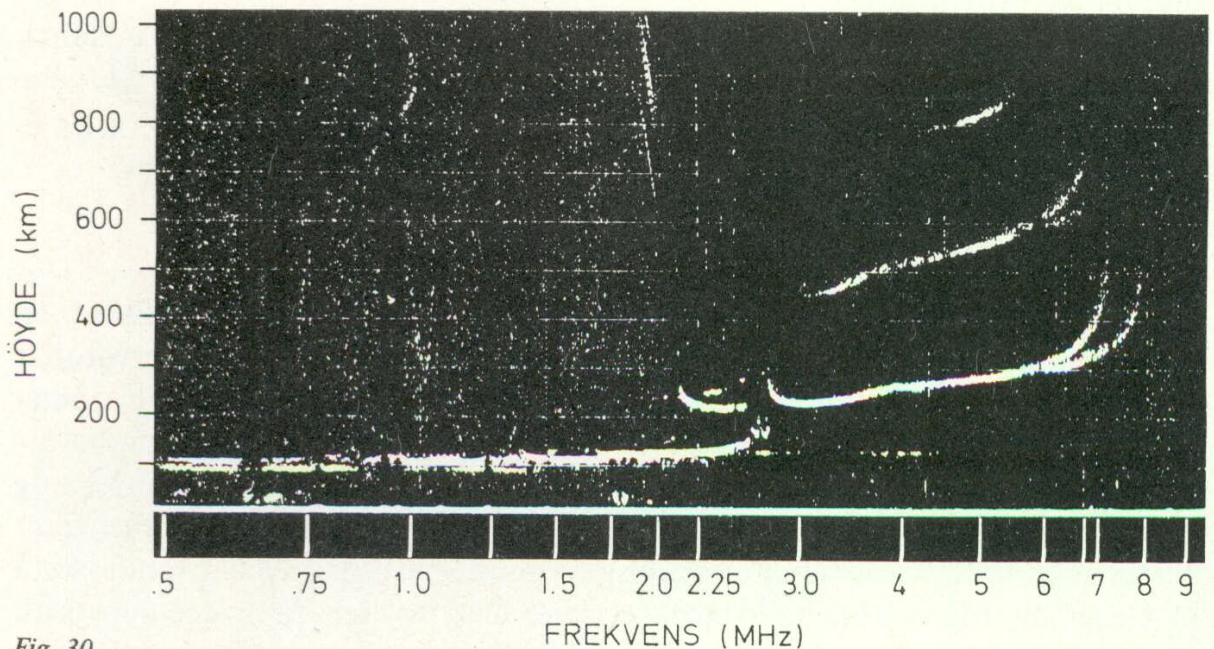


Fig. 30

Ionogram tatt fra Nordlysobservatoriet i Tromsø. De forskjellige horisontale strekene viser hvilke frekvenser vi får reflektert fra ulike høyder. De laveste frekvenser (opptil 2.8 MHz) blir reflektert i E-laget i ca. 100 km høyde. Deretter får vi refleksjon i F-laget og kanskje noen signaler som er reflektert flere ganger. Frekvenser hvor radiobølger slipper gjennom, gir informasjon om elektrontettheten i dette laget.

Ramfjordmoen Forskningsstasjon, dels som rutineinstrument og dels som støtteinstrument for andre eksperimenter.

Bruk av ionosonde bygger på ekko-prinsippet: Det sendes ut en puls som reflekteres, og ekko-tiden er da et mål for avstanden til reflektoren.

Refleksjon av radiobølgene skjer dersom elektrontettheten i atmosfæren er større enn en viss grense. Det virker da som om en har et reflekterende lag i en viss høyde. Ut fra en tidsmåling kan høyden til dette laget bestemmes. Ionosonden på Ramfjordmoen har sendere for en rekke frekvenser som prøves etter tur - styrt av datamaskinen.

Et ionogram viser hvilken høyde en får refleksjon for ulike frekvenser. Den første refleksjonen fås i en høyde av ca. 100 km. Det kalles E-laget. Når frekvensen øker, slipper radiobølgene etter hvert gjennom E-laget, men kan stoppes i et F-lag i ca. 300 km høyde. Dersom vi for en frekvens verken finner E- eller F-lag, betyr det at denne frekvensen ikke kan brukes til kommunikasjon mellom steder på bakken. Opplysningene brukes også til å beregne ionosfærens elektrontetthet.

Skibotn tverrfaglige feltstasjon

På grunn av det økende folketall i Tromsø by som fører til stadig sterkere lysforurensninger, ble det etter hvert vanskelig å utføre enkelte av de optiske nordlysobservasjonene fra Nordlysobservatoriet. I 1971 ble det derfor opprettet

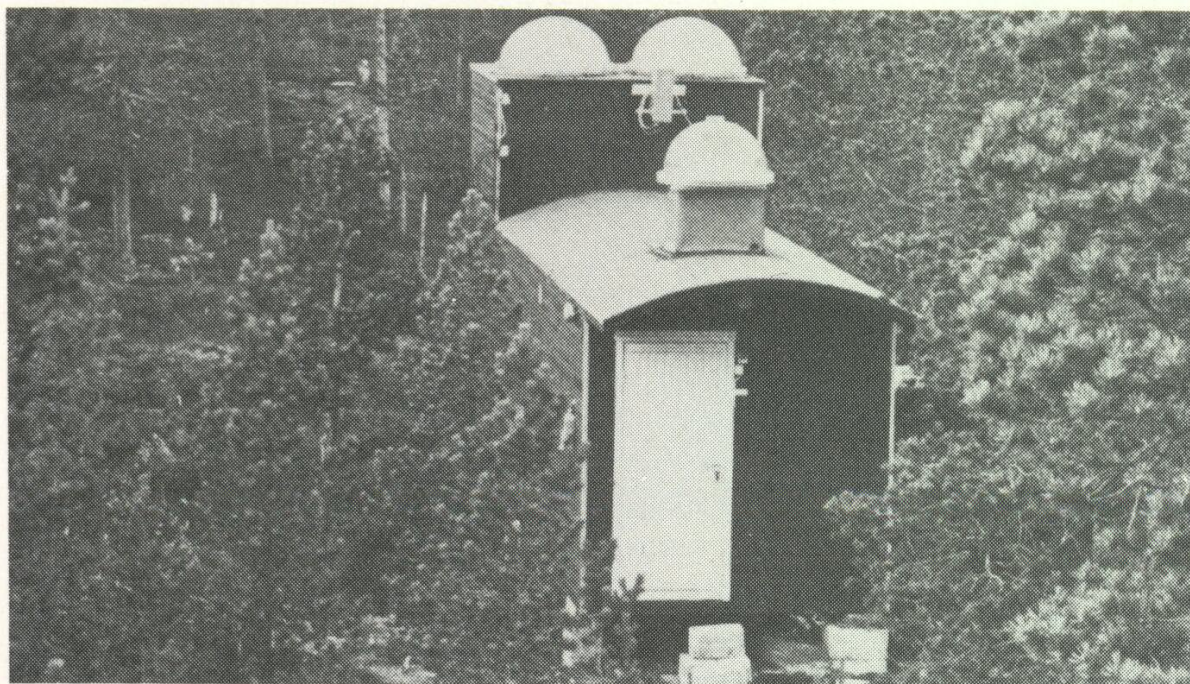


Fig. 31

Provisorisk nordlysobservatorium i Skibotn fra 1971. Brakka er utstyrt med kupler for ulike nordlysinstrumenter. På taket og ut gjennom veggene er montert fotometre.

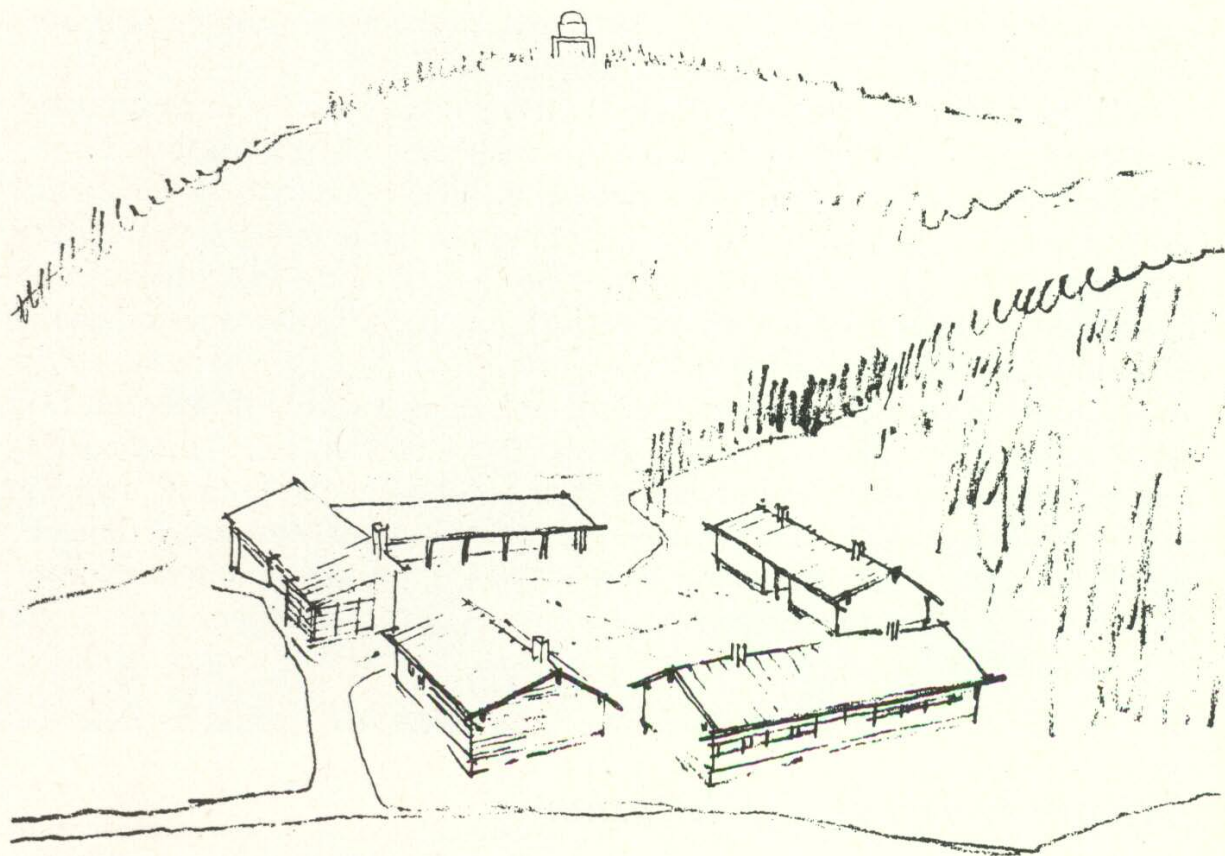


Fig. 32

Skibotn Tverrfaglige Feltstasjon - under bygging 1980/81. Den skal inneholde laboratorium, kjøkken, spise- og oppholdsrom samt 5 overnattingshytter for å kunne ha grupper på 30 studenter på kurs. Dette er et samarbeidsprosjekt mellom Institutt for Biologi/Geologi og Institutt for matematiske realfag som har overtatt ansvaret for Nordlysobservatoriet. Instrumentbygget ser vi oppe på toppen av åsen. (Tegning Jan Østgaard.)

en provisorisk utestasjon på Olderbakken ved Skibotn - 120 km fra Tromsø. Skibotn ble valgt fordi det etter klimastatistikken er det sted i Norge som har mest klarvær. Størstedelen av dette klarværet kommer i vinterhalvåret.

Det første nordlysobservatorium i Skibotn var en standard arbeidsbrakke utstyrt med observasjonskupper. Denne er nå montert sammen med andre brakker og er helt til venstre i figur 33. Under kuppene står det forskjellige instrumenter. Andre instrumenter stikker ut gjennom hull i veggen eller er montert i terrenget utenfor. Et nytt instrument som ble tatt i bruk i 70-årene er et nordlys TV-kamera - spesielt bygget for lavt lysnivå. Figuren på s. 105 viser bølgemønsteret i svakt nordlys fanget inn ved hjelp av et slikt kamera.

Da Nordlysobservatoriet gikk inn i Universitetet kom det en del nye stillinger - og den faglige profilen fikk større bredde. Det ble planlagt på sikt å bygge opp en gruppe i astrofysikk. Instituttet vedtok i 1974 å bygge et lite optisk astronomisk observatorium - primært for undervisningsformål. Siden ønskene om observasjonssted kunne forenes ble det planlagt et felles observatorium for nordlys- og astrofysikk.

Observatorium ved Øvrevann

Universitetet i Tromsø har søkt å forene ønskene om bygging av feltstasjoner slik at flere fagområder kunne bruke samme stasjon. I Skibotn kom botanikere/zoologer/geologer og fysikere til enighet om en felles stasjon som nå er under bygging. Den ventes å stå fullt ferdig i 1981 slik skissen (fig. 32) viser. Stasjonen ligger i nærheten av Øvrevann. Den gir mulighet for å holde biologiske feltkurs med opptil 30 studenter. Om vinteren har biologene lite feltvirksomhet - og stedet vil da stort sett bli brukt av fysikerne som sannsynligvis vil ha en god del besøkende fra inn- og utland med seg, for å utføre optiske nordlysobservasjoner.

Ca. 300 m unna (på tegningen oppe på åsen i bakgrunnen) finner vi teleskophuset. Dette var ferdig til bruk i slutten av 1977. Da ble også den provisoriske nordlysstasjonen på Olderbakken lagt ned og flyttet opp i nærheten av teleskophuset.

Astronomisk teleskop

Teleskopet ble montert og satt i drift i 1978. Det har en hovedspeildiameter på 0.5 m - og er det største astronomiske teleskop i Norge. Det betyr ikke at det er noe spesielt *stort* instrument. Det regnes for å ha minimumsstørrelsen for å



Fig. 33

Skibotn Astronomiske observatorium ble bygget i 1977, og et 50 cm peileteleskop ble montert i 1978. Beliggenheten er ved Øvrevann, ca. 6 km fra sentrum i Skibotn.

kunne utføre profesjonelt arbeid. Det er spesielt konstruert for å kunne utnyttes til mange forskjellige typer observasjoner. Hittil er bare muligheten for å observere i Cassegrain-fokus (dvs. bak teleskopet) tatt i bruk. Her kan en for eksempel henge fotometre av ulike slag. Disse mottar lys fra f.eks. en stjerne og gjør dette om til elektriske pulser som telles opp som et mål for stjernens lysintensitet. På denne måten er det mulig å måle stjernelyset med langt større presisjon enn ved fotografering.

Bildet (fig. 35) viser det mest avanserte fotometer som er bygget til teleskopet. Fotometeret styres av en datamaskin. Denne tar også imot lypulsene og viser resultatet på en skjerm - slik at observatøren kan se måleresultatet med en gang. Det som er spesielt interessant, er å bruke de lange vinternettene i mørketiden til å få lange sammenhengende observasjonsserier. Da kan det være mulig å finne forklaring på lysvariasjoner hos enkelte stjerner som det ellers er vanskelig å finne ut av.

Figur 36 viser resultatet av en observasjonsserie fra desember 1978. Kurven viser hvordan lyset fra to stjerner som står svært nær hverandre varierer over et tidsrom på ca. 14 timer. På denne tiden går stjernene i bane rundt hverandre 2 ganger - og vi får se stjerneparet fra forskjellige sider. Øverst på figuren antydes hvordan lyskurven kan forklares ut fra en bestemt modell for utseendet av denne dobbeltstjernen. Teleskopet brukes også til nordlysobservasjoner. Det gir mulighet for å observere detaljer i nordlyset som hittil ikke har vært studert.

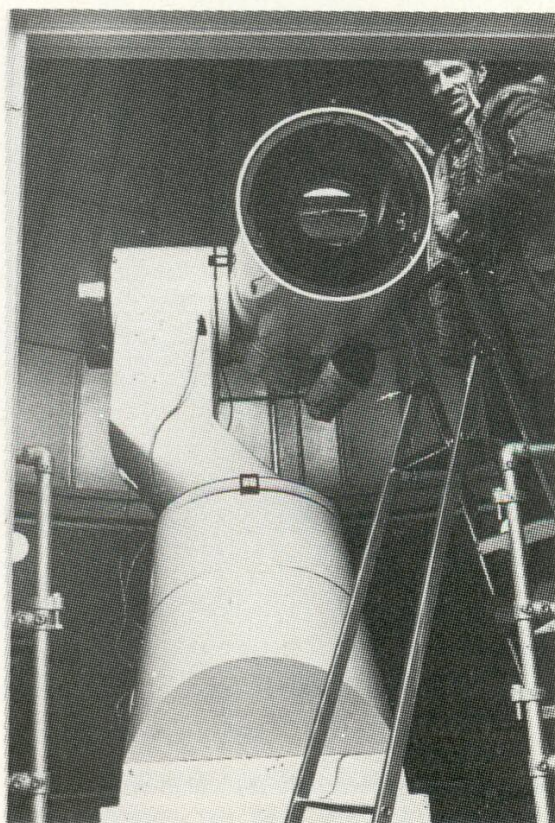


Fig. 34
Et 50-cm reflekterende speilteleskop bygget av Lorentz Scientific Ltd., Canada, utgjør hovedinstrumentet ved det astronomiske observatorium i Skibotn. Det er samtidig Norges største astronomiske teleskop.

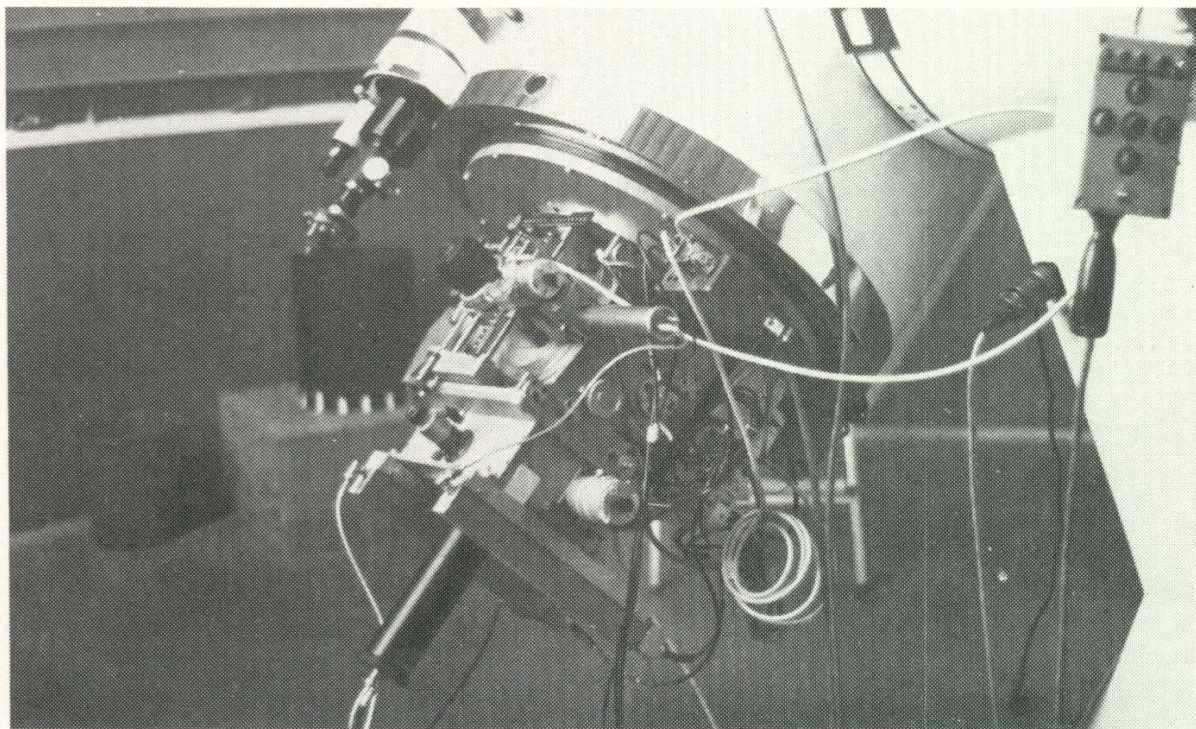


Fig. 35

Fotometer montert på teleskopet i Skibotn. I dette instrumentet fokuseres stjernelyset i en liten blender. Lyset registreres av en fotomultiplikator som gjør om lys til elektriske pulser som registreres av en datamaskin. Knappene til høyre i bildet brukes til å styre teleskopet.

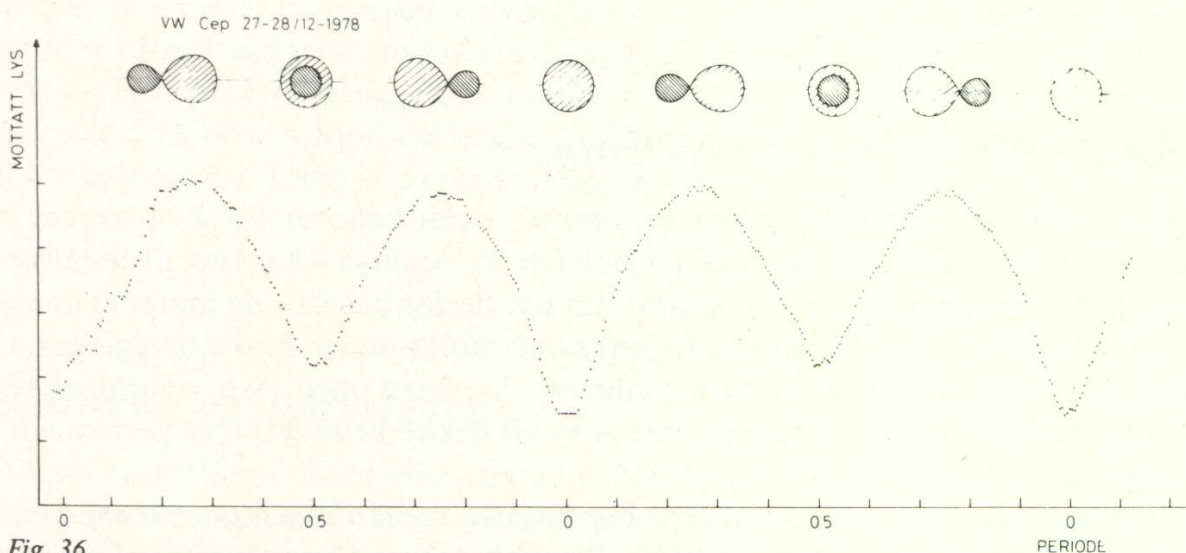


Fig. 36

Observasjon av 2 omløp av en såkalt nær dobbeltstjerne 27-28/12 1978 ved Skibotn Observatorium. Kurven viser hvordan lyset fra stjernene varierer (logaritmisk skala) i løpet av ca. 14 timer. I denne tiden gjør stjernene 2 omløp omkring hverandre - og viser systemet fra ulike sider. Formen på kurven kan fortelle hvordan stjerneparet ser ut. Over kurven er dette antydnet med små skisser. En omløpsperiode er 6-7 timer.

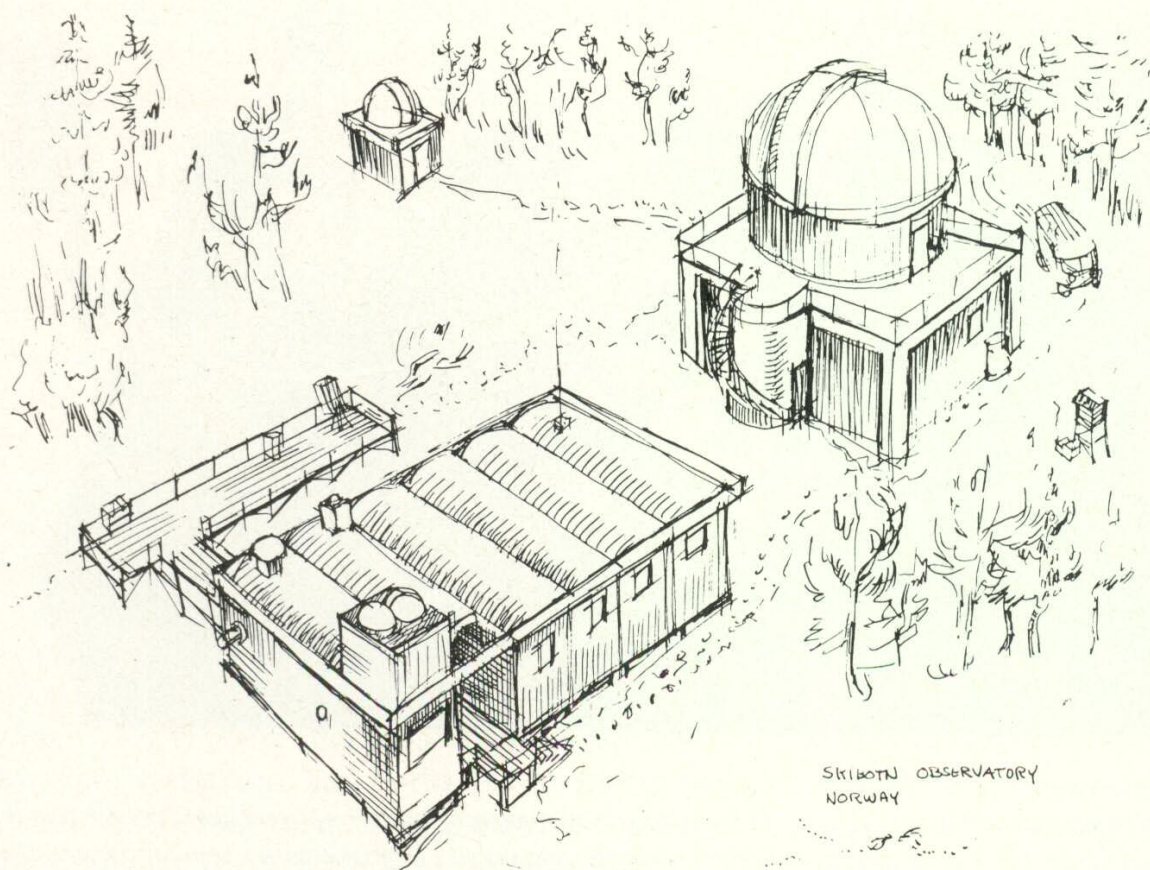


Fig. 37

Skibotn Observatorium slik det ser u i begynnelsen av 1980. Brakkene til venstre utgjør nordlysavdelingen. I bakgrunnen et lite amatørastonomisk observatorium. (Tegning Ove Harang.)

Nordlysobservatoriet i Skibotn

De gode observasjonsforholdene i Skibotn - samt behovet for å observere i samarbeid med EISCAT og rakettskytefeltet på Andøya - har ført til en rekke besøkende grupper fra inn- og utland. En har derfor overtatt og innredet noen brakker som har vært brukt som funksjonær bolig under kraftutbyggingen i Skibotn, for å få plass til virksomheten. Sammen med den opprinnelige nordlysbrakka utgjør de nå en enhet som vil dekke behovet til et permanent bygg blir reist.

Figur 37 viser en skisse av nordlysobservatoriet med forskjellige instrumenter stilt opp utenfor og på taket (i kupler). Gjennom taket på en av brakkene sendes det opp en tynn lysstråle. Dette er fra et LASER-instrument som skal plasseres på observatoriet i samarbeid med en fransk forskningsgruppe. Denne laserstrålen skal brukes til å observere forhold i den øvre atmosfære - og vil være et hovedprosjekt for nordlysforskningen i Skibotn i begynnelsen av 80-årene.

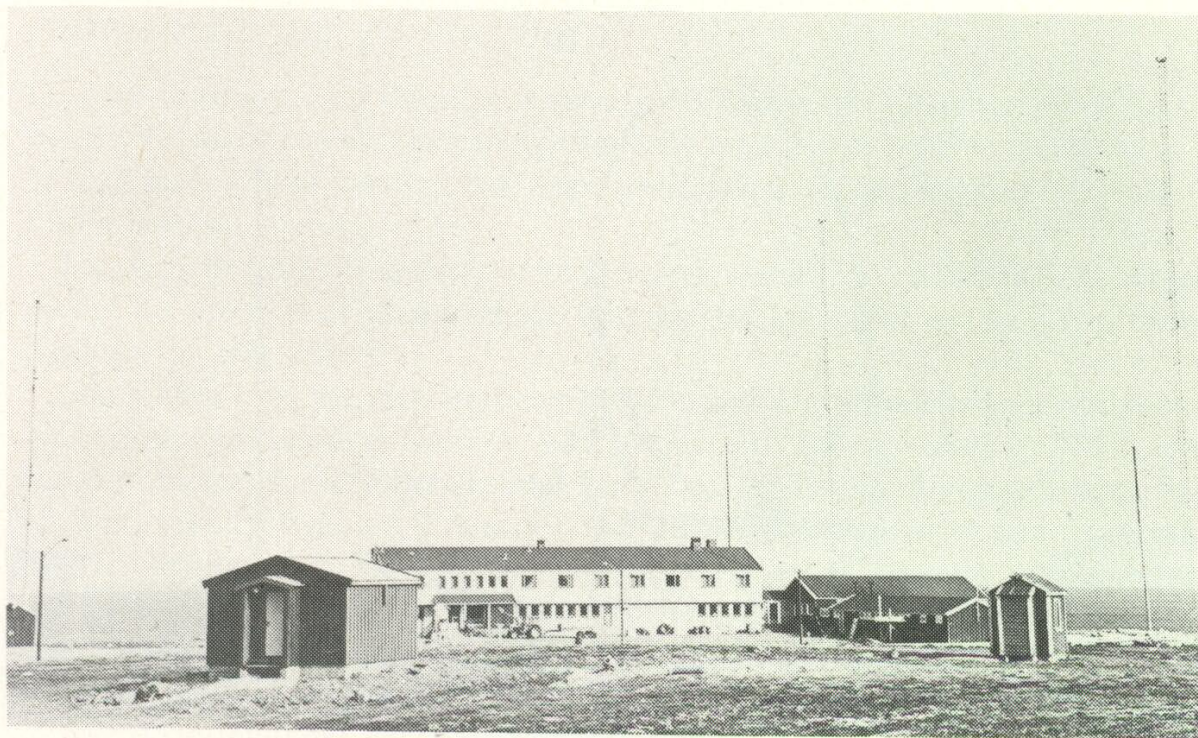


Fig. 38

Den nye meteorologiske stasjon på Bjørnøya med magnethyttene i forgrunnen.

Virksomheten i Ishavs-området

Ganske tidlig etter byggingen av Nordlysobservatoriet ble det vist interesse for å utvide observasjonsvirksomheten til også å omfatte Ishavs-området. Bjørnøyas og Spitsbergens beliggenhet nord for nordlyssonen gjør at det er av stor interesse å få observasjonsmateriale fra disse steder for sammenlikning med observasjoner fra Tromsø og andre stasjoner lenger syd.

Bjørnøya og Jan Mayen

Amanuensis Einar Tønsberg som ble Nordlysobservatoriets bestyrer etter krigen, var sommeren 1934 på Bjørnøya og monterte en jordmagnetisk variometerstasjon ved Vervarslingas stasjon på Tunheim. Disse instrumentene var i drift helt til stedet ble rasert ved den allierte aksjonen i 1941.

Etter krigen fikk Vervarslinga bygd ny meteorologisk stasjon i Hervikhavn på nordsida av øya, og i 1948 fikk observatoriet igjen satt i drift en jordmagnetisk variometerstasjon. Instrumentene ble høsten 1968 flyttet over i

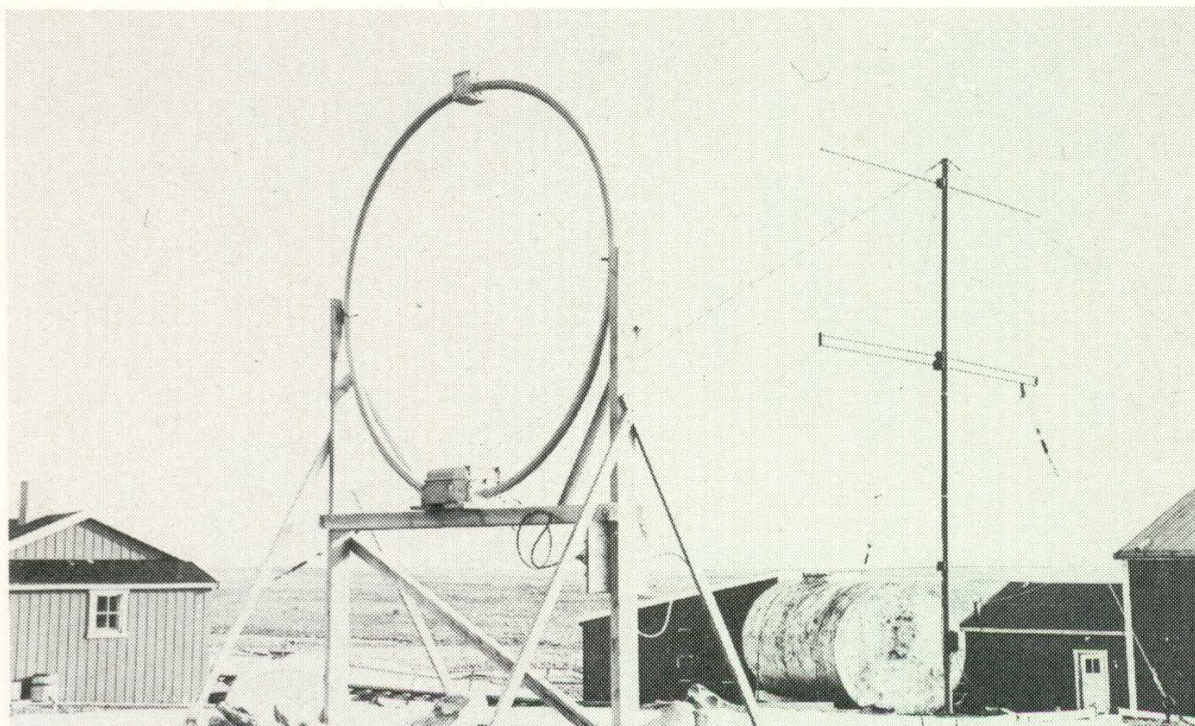


Fig. 39

VLF-antenne og riometerantenne montert for radiostøyregister på Bjørnøya.

nytt spesialbygd, umagnetisk hus, og fra da av har vi en utmerket magnetisk stasjon som gir gode og stabile registreringer.

Da Vervarslinga i 1968 fikk ny meteorologisk stasjon med 220 V aggregater (tidligere 110 V batteridrift), ble det mulig å utvide virksomheten. Det ble da montert en VLF- og en riometerregistrering. VLF-mottakeren (very low frequency) registrerer støy fra nordlyset på 8 kHz, og riometeret er en meget følsom mottaker som registrerer elektromagnetisk brus (radiobølger) fra verdensrommet på 30-40 MHz. Ved partikkelstråling med påfølgende nordlys og magnetiske stormer vil disse signaler bli mer eller mindre absorbert i ionosfæren, og det er av interesse å studere disse absorpsjonsfenomener i forbindelse med nordlys og magnetiske forstyrrelser for å få bedre forståelse av fysikken i disse fenomener.

Det store havområdet mellom Norge, Svalbard, Grønland og Island har representert et stort gap i den internasjonale observasjonskjeden. Jan Mayen peker seg ut som den eneste mulighet til å få plassert instrumenter i dette området. Høsten 1977 fikk vi satt opp en jordmagnetisk variometerstasjon, og høsten 1979 fikk vi montert et riometer på 30 MHz og 40 MHz i samarbeide med Ionosfærelaboratoriet ved Danmarks Tekniske Højskole hvor instrumentene er konstruert. Det er samme type riometer som også benyttes på Bjørnøya og i Ny-Ålesund.

Rutinemålinger på Svalbard

Den første tilknytning Nordlysobservatoriet hadde til virksomheten på Spitsbergen var da en hovedfagsstudent oppholdt seg i Longyearbyen vinteren 1950-51 for å måle luftens osonlag ved hjelp av variasjonene i den ultrafiolette stråling fra en bestemt stjerne.

I september 1963 ble det startet en mer permanent virksomhet på Spitsbergen da det ble montert et såkalt all-sky kamera ved Isfjord Radio på Kapp Linné (forklart på side 71).

Sommeren 1964 ble virksomheten utvidet med montering av en jordmagnetisk variometerstasjon, et riometer på 27 MHz, en VLF-mottaker på 8 kHz og et senitfotometer. Dette instrumentet består av en fotomultiplikator som forsterker svake lyssignaler. Foran vinduet på multiplikatorrøret kan en sette et interferensfilter som bare slipper igjennom lys av en bestemt bølgelengde i nordlysspekteret som en måtte være interessert i å følge variasjonene i. For å overvåke nordlysaktiviteten over et sted lar en gjerne et slikt fotometer stå innstilt mot senit og lar det koble seg inn om kvelden og ut om morgenen.

Alle disse målinger var i gang til våren 1965. ESRO bygget da sin satellittelemetristasjon i Ny-Ålesund, og det var da mest naturlig og praktisk å flytte virksomheten dit for å samle alle beslektede vitenskapelige virksomheter på ett sted. Etter at ESRO-stasjonen ble nedlagt i 1974, er alle virksomhet i Ny-Ålesund kanalisert gjennom Norsk Polarinstitutt.

Foruten rutinemålingene brukes Svalbard til observasjonssted både for optisk (synlig) nordlys og for spesielle radiomålinger. I det følgende skal noen av disse typer observasjoner beskrives mer inngående.

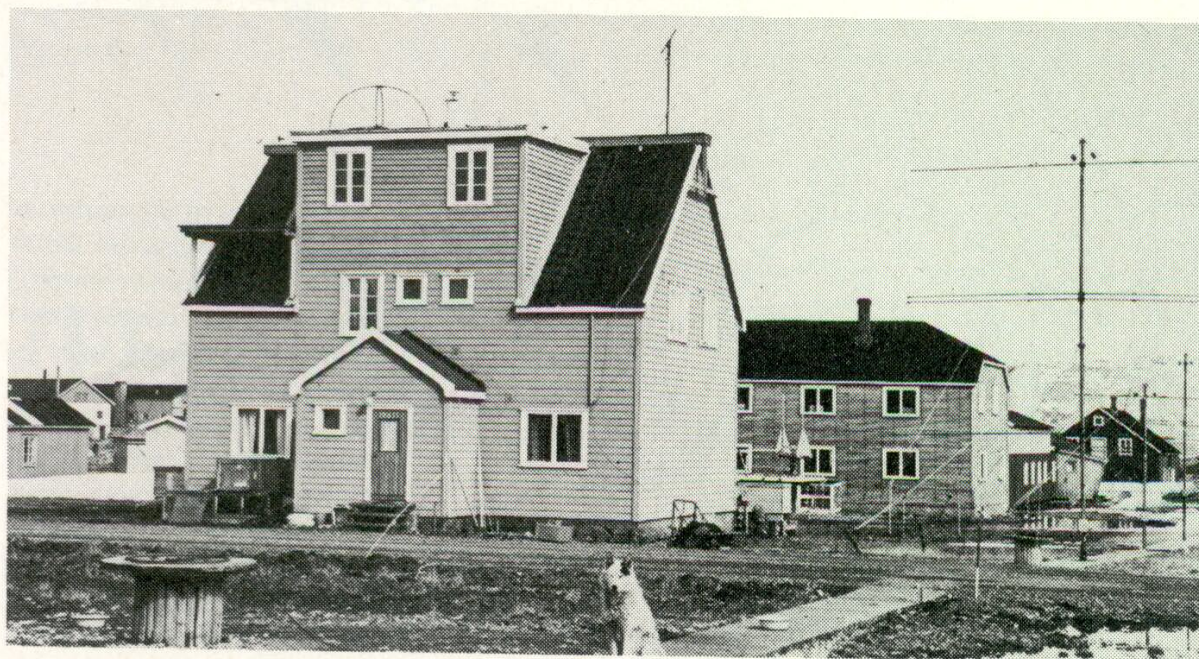


Fig. 40

Forskningsstasjonen i Ny-Ålesund. Vi ser «all-sky»-kameraet montert på taket av huset i forgrunnen.



Fig. 41
Observasjonshytter i Ny-Ålesund.

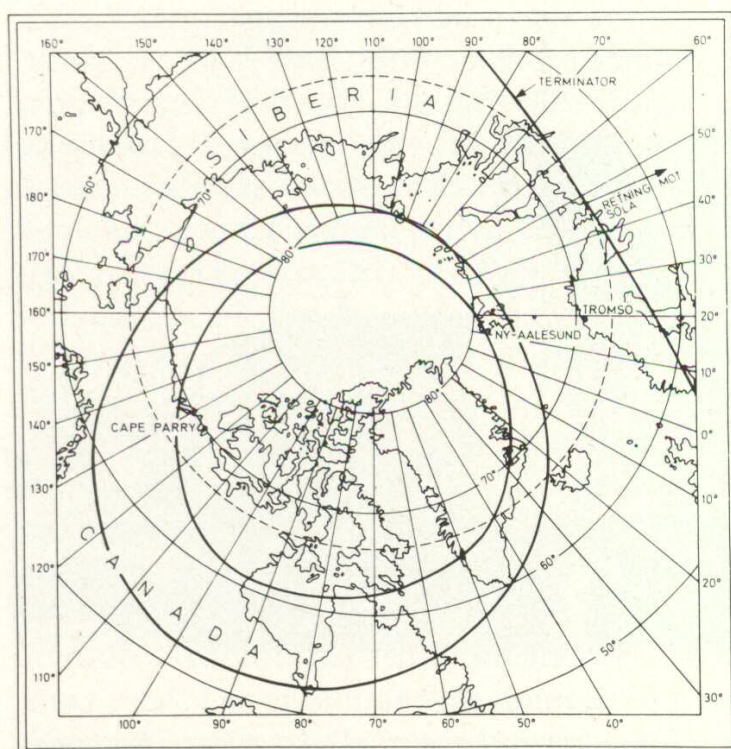


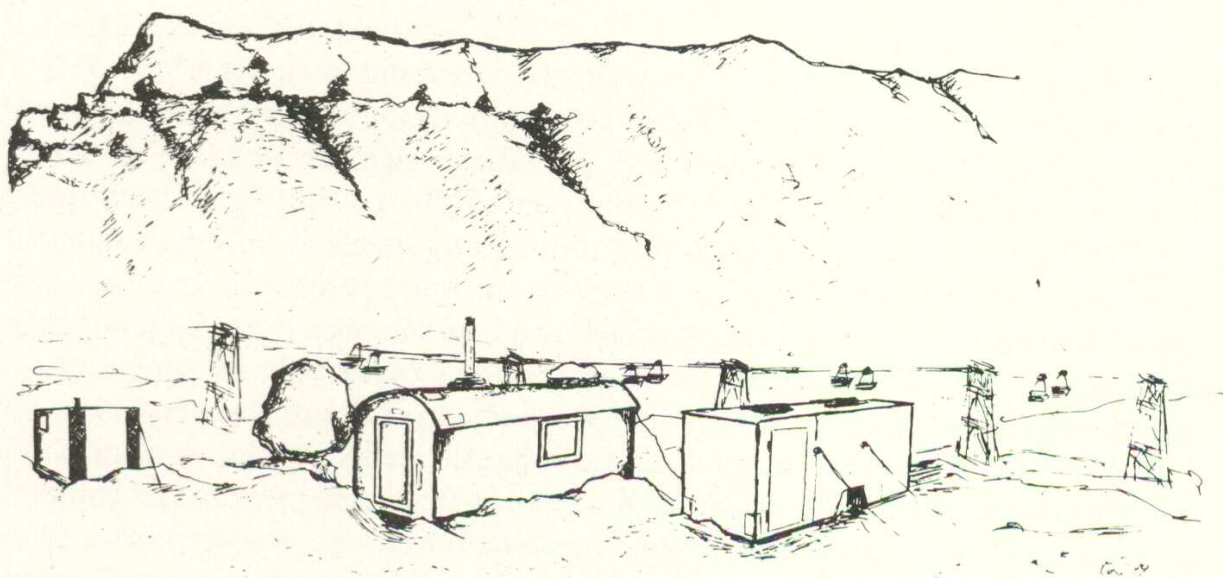
Fig. 42
Den nordlige nordlysovalen ved moderat geomagnetisk aktivitet. Nordlysovalen er sentrert i forhold til den geomagnetiske polen, og Svalbard ligger på dagsiden. Nordlysovalen er tegnet for vintersolhverv midt på dagen med sola i geomagnetisk sør. Nord for terminator (grenselinjen mellom dag og natt), angitt ved en tykk linje, er sola under horisonten. I dette tilfellet faller terminator og polar-sirkelen sammen midt på dagen, noe som forekommer midt-vinters. (v/ K. Henriksen).

Svalbard og nordlysbeltet (ovalen)

Nordlys er like vanlig på den sørlige halvkule som i nord og er en følge av formen på jordas magnetiske felt. Vanligvis er nordlys sterkest i 100 km høyde, men nordlys er påvist i hele høydeområdet fra 70 til 700 km (figur 13 side 72). De områdene der nordlys forekommer mest hyppig og sterkest, danner ovalformede belter rundt de geomagnetiske polene, kalt nordlysovalene. Disse områdene kan betraktes som faste i forhold til sola, og den døgnlige rotasjonen til jorda har liten innflytelse på beliggenhet og utstrekning. Den nordlige nordlysovalen ligger slik at Tromsø vanligvis er inne i denne om natten, men på sørsiden om dagen.

På geomagnetisk rolige dager, dvs. uten nordlys og forstyrrelser i jordas magnetfelt, ligger nordlysbeltet på dagsiden nordenfor Svalbard, men vil forskyves sørover med økende geomagnetisk aktivitet. Når aktiviteten blir ekstremt stor, kan forskyvningen være bortimot 1000 km. Ved moderat aktivitet er beliggenheten som angitt i figur 42, og under slike forhold vil Svalbard ligge nord for ovalen om natten.

En vesentlig fordel med observasjoner fra Svalbard er den unike beliggenheten i forhold til nordlysovalen på dagsiden. I den amerikanske sektor ligger nordlysovalen på dagsiden mellom 60° og 70° geografisk bredde slik at nordlyset der drukner i sollys.



Nordlysstasjonen i Adventdalen

Fig. 43

Hovedbasen for optiske nordlysobservasjoner ved Longyearbyen, tegnet av Karen Lundberg, Longyearbyen.

På Svalbard er sola vel 10 grader under horisonten midt på dagen midtvinters. Derfor kan dagnordlyset studeres i 2 måneder i mørketida hele døgnet. Når sola stiger mot horisonten, blir det for lyst til at brukbare målinger om dagen kan gjøres selv med de beste instrumenter.

For å måle i hvilken høyde over bakken dagnordlyset skapes, er det nødvendig med samtidige observasjoner fra minst to steder. For øyeblikket brukes stasjonene i Ny-Ålesund og Adventdalen ved Longyearbyen. I tillegg til høyden måles intensitet og fordeling av lyskomponentene i fargesprektret til nordlyset, absorpsjon og spredning i atmosfæren, samt vind og temperatur over 200 km's høyde. Utviklingen av nordlyset for hvert minutt overvåkes ved hjelp av «all-sky» kamera.

Dagnordlyset har en karakteristisk rødfarge, noe som ble påvist for mer enn tyve år siden ved bakkeobservasjoner. En del av dette nordlyset opptrer i form av en tilnærmet stasjonær bue som markerer nordlysovalen, men intensiteten er vanligvis så liten at øyet ikke kan registrere den. Nordlysbildet på s. IV ble tatt om kvelden 25. januar 1979 fra Adventdalen. Selv om rødfargen er den samme som om dagen, er fargesammensetningen forskjellig fra dagnordlys. Høydemålingene viser at det røde lyset om dagen skapes lavere i den øvre atmosfæren enn det grønne lyset, mens nordlysbildet på s. IV viser at det røde nordlyset dominerer høyest opp i nordlysformen om kvelden.