Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 1997
59. årgang

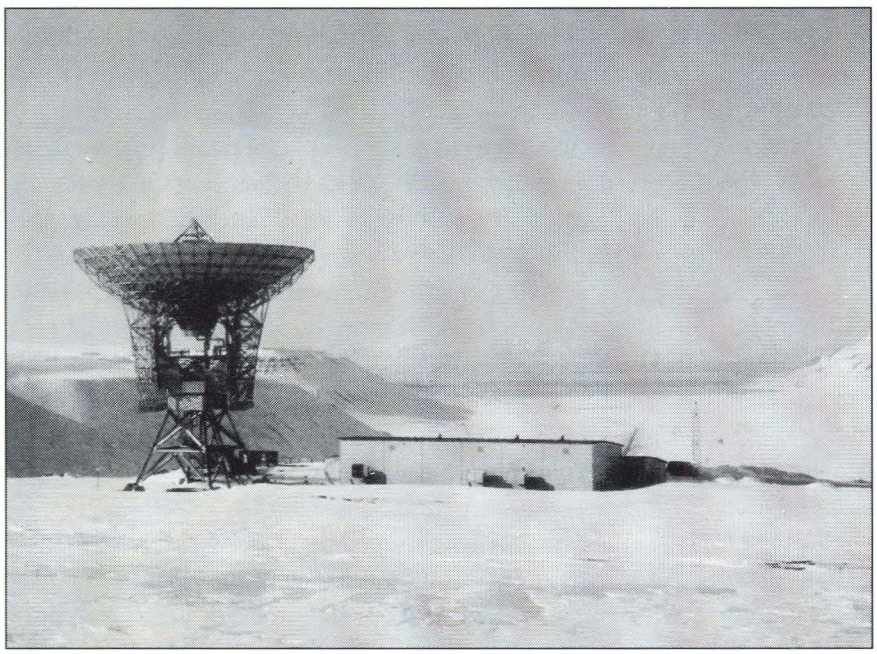
Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Asgeir Brekke:
EISCAT Svalbard Radar 65
Øystein Falch:
37 år som fysikklærer 73
Fra Redaktørene 58
In Memoriam
Gotfred Kvifte 58
Roald Tangen 60
Ivar Espe 61
Søren H. H. Larsen 62
FFV Gartulerer 63
Bjørn Landmark
Laszlo P. Csernai
Øystein Falch
Dag Roar Hjelme
Meningsytring 78
Jon Gjønnes
Trim i FFV 79
Nye doktorer 80
Dr.scient. Jens O. Andersen
Dr.scient. Helle Anholt
Dr.scient. Tore Heggem
Dr.ing. Helge Bøvik Larsen
Dr.ing. Gunnar Pettersen
Dr.philos. Terje Tjelta
Dr.ing. Dag Thorstein Wang
Nytt fra NFS 84
Årsmøtet 1997
Fysikklærerforeningen
Nye medlemmer



EISCAT Svalbard Radar
(foto: Tony van Eyken)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

En herværende dagsavis kunne nylig meddele at fedrelandets oppvoksende slekt betraktet forskere og vitenskapsmenn som nærmest halvgale og ville personer i hvit frakk som blander død og ødeleggelse i skumle reagensglass og graver hull i ozonlaget og andre fæle ting. Dette i grell kontrast til oppfatningen hos barn fra u–land, som – via sine tegninger – betrakter de samme personer som omsorgsfulle og hjelpsomme med et ønske om å bidra til en lysere framtid for samfunnet.

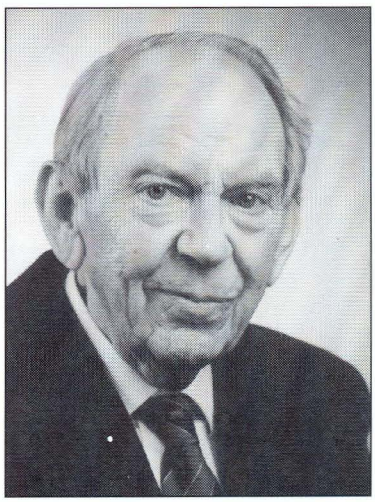
I lang tid har fysikere og andre naturvitere ringt med bjeller og advart mot en avtagende naturvitenskapelig innsikt. I konkurransen om formell studiekompetanse velger elevene bort de harde realfagene, til og med oppmuntret av enkelte fagmiljøer, der nettopp basal realfagskompetanse er en åpenbar mangel. I et par decennier har samfunnet vært nærmest "anti-naturvitenskapelig", og resultatet er at denne viktige delen av vår kultur i økende grad blir forvaltet av færre og færre spesialister. Advarslene er åpenbart registrert i det politiske miljø; et offentlig utvalg (Tvetereid-utvalget) har kommet med mange gode forslag om tiltak i skolen. Riktignok er motivet den voksende mangel på ingeniører, og ikke bekymringen over manglende kulturell innsikt og forståelse. Kanskje den genuine interesse og naturvitenskapelige forståelse vil komme som et biprodukt, men fortsatt bare for de få.

Vi tillater oss et aldri så lite forslag til generell folkeopplysning: Ved et nylig avsluttet forskningsopphold i Frankrike gjorde en av oss en interessant observasjon; på Paris metrostasjoner var det satt opp plakater med små opplysende naturvitenskapelige tekstdrypp som svar på spørsmål av typen: "Hvorfor er havet salt?", "Hvorfor flyter en båt", osv. Etter vår mening er idéen bak dette universitets- og forskningsrådsfinansierte "reklameprosjekt" så god at vi synes den bør importeres. Vi gledes stadig med små dikt her hjemme, fra plakater på T-banen til små pamfletter i matesken om bord i fly. Men hva med små naturvitenskapelige tilleggsdrypp? En kjapp egen "brainstorming" ga raskt et uoverskuelig antall tema for småtekster og distribusjonsmåter, som f.eks. inne i NSBs tog – for ikke å si ute på perrongen.

∞

In Memoriam

Gotfred Kvifte (1914 – 1997)



Professor Gotfred Ingolf Kvifte døde 2. mars i år, 83 år gammel. Han var født 8. februar 1914 i Froland av foreldre Ingeborg og Gunnar Kvifte. I 1942 ble han cand.real. og i 1953 dr.philos. ved Universitetet i Oslo.

Kvifte begynte sin akademiske løpebane som vitenskapelig assistent ved Fysisk institutt avd. B, hos professor Lars Vegard. Han ble universitetsstipendiat i 1946 og amanuensis samme sted i 1947. Etter et halvt år som amanuensis ved det daværende Magnetisk byrå i Bergen i 1953, og dosent II ved Universitetet i Bergen, ble han i 1954 utnevnt til professor i fysikk ved Norges landbrukshøgskole på Ås. I denne stillingen, også med landbruksmeteorologi som ansvarsområde, ble han til han sluttet som pensjonist i 1983.

Kvifte var en vitenskapelig drivkraft ved Fysisk institutt avd. B i den tiden han var amanuensis der. I samarbeid med professor Lars Vegard og flere yngre medarbeidere, drev han en utstrakt laboratorievirksomhet med sikte på å studere prosesser i sterkt fortynnede gasser, og som ledet til emisjon av lys. Dette var arbeider med relevans for studiet av lysemisjoner i den øvre atmosfære. Han ledet også det arbeidet med optiske observasjoner av nordlys, demringslys og natthimmellys, som det da fremdeles var mulig å gjøre fra taket av universitetsbygningene på Blindern.

Men Gotfred Kvifte hadde helt fra gymnasie-

tiden, og senere hele livet, også en annen vitenskapelig interesse: entomologien – læren om insekter – og da spesielt øyestikkere. I årene 1941–43 publiserte han fire artikler i Nordisk entomologisk tidsskrift om odonater og orthoptere. Han kom tilbake til dette tema som medarbeider i en rapport i 1990, og han har donert en stor insektsamling til Zoologisk museum i Oslo.

Etter tre publikasjoner i førtiårene sammen med Lars Vegard, begynte han selvstendig på det som skulle bli hans hovedinteresse og arbeidsfelt som fysiker: studiet av demrings- og natthimmellys, selv om han også i femtiårene fortsatte samarbeidet med Vegard om nordlys. Plassen tillater ikke lange forklaringer her, bare en kort indikasjon: Demringslys er det lys som ved absorpsjon og resonansspredning av sollys kan observeres fra den øvre atmosfære når den underliggende atmosfæren ligger i skyggen av jorden. Flere alkalimetaller finnes i atomær tilstand der oppe. Kvifte arbeidet meget med fritt natrium, som forekommer i omtrent samme høyde som nordlyset, dvs. omkring 100 km, og hadde flere publikasjoner om dette. Ved å observere i to retninger, helst zenith og lavt over horisonten, og måle hvordan lysintentsiteten avtar etter som sola synker og jordskyggen stiger oppover i atmosfæren, kan en ved hjelp av teoretiske beregninger få informasjon om høydefordelingen av natriumet.

I denne delen av atmosfæren forekommer en lang rekke kompliserte kjemiske og fotokjemiske prosesser, som leder til meget svake lysemisjoner som kan observeres fra bakken om natten. Prosessene henter opprinnelig sin energi fra solstrålingen om dagen. Ved å studere disse emisjonene – deres intensitetsvariasjoner og høydefordelinger – kan man få informasjon om disse prosessene og om temperaturen. Før rakettenes og satellittenes tid var dette den eneste måten å få slik informasjon på, mens nå har raketter og LIDAR (laser-ekko) skapt helt nye muligheter. Men dengang, i femti- og sekstiårene, var dette viktig og banebrytende forskning.

I sitt arbeide med natthimmellys arbeidet Kvifte spesielt med studier av OH og de prosesser som fører til dannelse av dette molekylet i den øvre atmosfæren og eksitasjonen av det. Men også natriumproblemet fortsatte å interessere ham, og så sent som i 1970 hadde han sammen med en amerikansk kollega en artikkel om dette i tidsskriftet Planetary and Space Science.

Som forsker på disse områdene var han internasjonalt kjent og aktet, og han hadde mange venner rundt om i verden, som han også hadde blant norske fysikere. Flere utenlandsopphold ga mange impulser og et godt internasjonalt kontaktnett.

Da Kvifte kom til Norges landbrukshøgskole, så han klart behovet for å knytte sammen grunnleggende fysiske teorier og lovmessigheter med praktisk landbruksforskning. Han startet den landbruksmeteorologiske forskningen ved Høgskolen og var blant de første som anvendte naturvitenskapelig metodikk og modellering på dette tverrfaglige området. Kvifte tok også initiativ til å få opprettet en instrumenttjeneste under Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.

Fysisk institutt ved Landbrukshøgskolen ekspanderte sterkt under Kviftes ledelse, fra 2 til 12 ansatte, og verkstedet ble bygget ut til et stort sentralverksted for finmekanisk arbeid.

Gotfred Kviftes arbeidskraft var stor, og hans evner og interesser mange. De ble i høy grad utnyttet. Fra 1961 til -68 var han høgskolens rektor, den andre som ikke var utdannet ved skolen. Han var rektor i en periode med sterk ekspansjon og store utfordringer, og han løste sine oppgaver på en utmerket måte. Hans vennlige og lune vesen og hans utpregede evne til å lytte til andre, gjorde ham meget avholdt som rektor og som instituttleder. Hans evne til å samarbeide var i alle sammenhenger, både faglige og medmenneskelige, meget stor, og han ble meget benyttet som sensor ved hovedfagseksamener og i bedømmelseskomiteer.

Men også norsk forskning ellers og norsk forskningspolitikk trakk veksler på ham. Listen over tillitsverv og medlemskap, nasjonale og internasjonale, er lang. Han var redaktør for FFV fra 1956 til -61. Han var medlem av Det Norske Videnskaps-Akademi siden 1961. En lang rekke faglige og forskningspolitiske verv la beslag på hans arbeidskraft, med vervet som formann i Hovedkomiteen for norsk forskning fra 1969 til -75 som det politisk viktigste og tyngste.

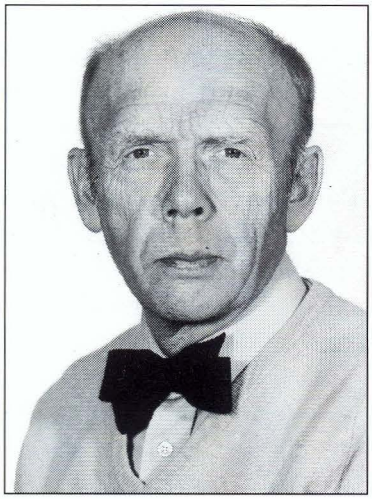
Gotfred Kvifte var ikke internasjonalt aktiv bare som fysiker. Han deltok også aktivt i nordisk forskningspolitisk samarbeide og som norsk representant i OECD og UNESCO. Han var bl.a. leder for den norske delegasjon til møtene i OECDS vitenskapskomité, og nestformann i denne komiteen i perioden 1976–79.

For sin store innsats i norsk forskning og høyere utdanning ble Gotfred Kvifte i 1981 slått til ridder av Sanct Olavs Orden. Vi som kjente ham og som samarbeidet med ham, vil minnes et dyktig og fint menneske.

Vidar Thue-Hansen og Anders Omholt

∞

Roald Tangen (1912 – 1997)



Professor Roald Tangen døde 3. august, 85 år gammel. Han var født i Modum 8. februar 1912. Familien flyttet til Drammen da han var 14 år, og han fikk sin avsluttende skolegang der, fortsatte på NTH og avla eksamen som elektroingeniør i 1934. J.P. Holtsmark, som da var professor i fysikk ved NTH, hadde merket seg hans evner og tilbød ham stilling som assistent hvis han ville påta seg å bygge en planlagt 0,5 MV Van de Graaff-akselerator. Tangen tok mot utfordringen. I 1936 var maskinen ferdig og var da den største i Nord-Europa. Han konstruerte nødvendig måleapparatur og tok maskinen i bruk for å studere protoninnfangning i lette atomkjerner. I de følgende årene utførte han et pionerarbeid med påvisninger av kjerneresonanser. Sommeren 1942 flyttet Tangen med professor Holtsmark til Universitetet i Oslo. Han fikk med seg akseleratoren, bygde i løpet av krigsårene opp et laboratorium på Blindern, og fortsatte sine eksperimenter i den utstrekning forholdene med motstand og konflikt med okkupasjonsmakten tillot det.

Etter krigen var kjernefysikk blitt et sentralt forskningsfelt. De første hovedfagstudentene i faget meldte seg, og en forskningsgruppe tok form under Tangens ledelse. I 1946 fikk han et års studieopphold ved Niels Bohr Institutet i København for å bistå med bygging av en større akselerator, og fikk også være med på de første eksperimentene med denne maskinen. Med sine tekniske evner og sin erfaring, ble han en skattet medarbeider. Eksperimentene, protonresonanser i aluminiumkjerner, var presisjonsmålinger som gikk inn i nye lærebøker som eksempel på uforklarte egenskaper ved atomkjernene.

Tilbake i Oslo som amanuensis begynte Tangen planlegging av en større Van de Graaff-akselerator, og fikk i den anledning et kortere studieopphold i USA. I 1948 fikk han doktorgraden ved NTH for en avhandling om protoninnfangning i lette atomkjerner. Samme år ble han utnevnt til professor der. Men han opprettholdt kontakten med miljøet i Oslo, veiledet hovedfagsstudenter og ledet byggingen av den nye akseleratoren. I 1952 ble han utnevnt til professor i eksperimentalfysikk ved Universitetet, etter Lars Vegard.

Dette fikk stor betydning for kjernefysikkmiljøet i Oslo. Den gamle Van de Graaff-akseleratoren ble bygd om og var i bruk til den nye stod ferdig i 1954. Den nye maskinen ble et hovedinstrument i norsk kjernefysisk forskning fram til midten av 1970-årene. Her lærte professor Tangen opp en hel generasjon av forskere. Han gav studenter og yngre forskere solid veiledning, samtidig som han oppmuntret dem til å utfolde seg og ta initiativ, og han ledet laboratoriet slik at det oppnådde internasjonal anseelse.

Fra kjernefysikkgruppen vokste det fram nye forskningsgrupper innen partikkelfysikk, elektronikk, databehandling og materialvitenskap. Tangen deltok ikke selv som forsker på disse områdene, men det var viktig for han å legge forholdene til rette slik at områdene fikk utvikle seg. Ikke minst ivret han for samarbeid med andre forskningsinstitutter som kunne bistå med utdannelse av hovedfagsstudenter der Fysisk institutt manglet kompetanse.

Tangen viste ingen stor entusiasme da forslaget om en norsk reaktor på Kjeller ble lansert. Han hadde da i 10 år arbeidet innen kjernefysikk, og han forsto fullt ut både hvilke problemer de som skulle bygge reaktoren, stod overfor, og hvilke ressurser det trengtes for å utvikle og opprettholde et reaktormiljø. Selv mente han at en først burde satse på grunnforskning innen faget, slik at en hadde ressurser hvis det ble aktuelt å satse på kjerneenergi i Norge.

Tangen var skeptisk til de bevegelsene som protesterte mot kjerneenergi og blandet sammen utnyttelse av atomkjernene til fredelige formål og bruk av kjernevåpen, og han var på vakt mot ensidig propaganda. Standpunkt skulle være saklig begrunnet, og saklighet krevde viten. Derfor var fundamentale studier av atomkjernen nødvendig.

Som foreleser fornyet Tangen fysikkundervisningen. Han var en inspirerende lærer, og gledet seg over å oppnå kontakt med sine elever. Han deltok også aktivt i arbeidet for å innføre en ny studie-

ordning. I de årene han var instituttbestyrer, fra 1953 til 1964, vokste studenttallet og dermed behovet for lærere og forskere, og han fikk opprettet et betraktelig antall nye stillinger ved instituttet.

I 1964 ble Tangen valgt til dekanus ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet og fungerte slik i to perioder. Som dekanus ledet han arbeidet med å gjennomføre en mer demokratisk administrasjonsordning som ble et mønster for hele universitetsadministrasjonen. Selv hadde han betenkeligheter, men han forstod sin tid, og det er bemerkelsesverdig at han fikk fakultetets professorer med på noe som så radikalt grep inn i deres tradisjonelle rettigheter.

Etter sin tid som dekanus vendte han i 1970 tilbake til kjernefysikken og ledet forskningsgruppen i flere år. I denne perioden påtok han seg også et oppdrag fra skipsindustrien om å finne årsaken til eksplosjoner i tomme tankskip. Tangen var vel kjent med gassutladninger, og han så det som en utfordring å stille sin viten til disposisjon på et nytt felt. Etter grundige studier mente han å ha funnet løsningen, og det ble gjennomført tiltak på skipene slik at eksplosjoner av denne typen opphørte.

I 1979 søkte Tangen avskjed som professor og ble seniorforsker ved Norges Allmennvitenskapelige Forskningsråd. Han betraktet ordningen som et prøveprosjekt for å gi plass ved Universitetet for yngre krefter og å gi eldre forskere større frihet i sitt arbeid. Både Universitetet og Forskningsrådet fant ordningen så vellykket at de siden gav andre ansatte samme mulighet. Også etter at Tangen sluttet som seniorstipendiat i 1982, deltok han i mange år i kjernefysikkgruppens virksomhet.

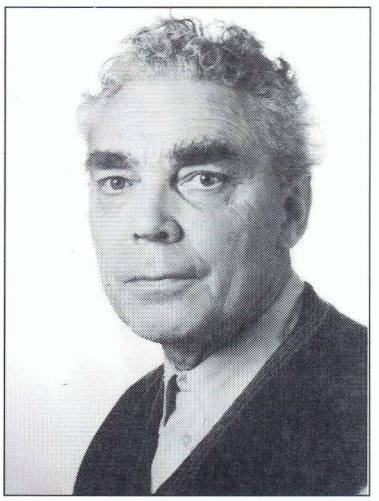
Roald Tangen var ingen ensporet fysiker. Han hadde alt som gutt imponert sine omgivelser med sitt absolutte gehør og han dyrket klassisk musikk. Men han fortalte også med begeistring om hvorledes hans sønner hadde lært ham å verdsette The Beatles. Sansen for harmoni preget hans liv, hjem og yrke.

Tangen var medlem av Det Norske Videnskaps-Akademi og var ridder av 1. klasse av St. Olavs Orden. Hans elever og medarbeidere vil alltid minnes ham for hans dyktighet, generøsitet og romslighet, og som det harmoniske mennesket han var.

Trygve Holtebekk

∞

Ivar Espe (1927 – 1997)



Førsteamanuensis Ivar Espe døde 19. juni nær 70 år gammel. Hans bortgang kom uventet på hans kolleger og venner ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo; bare noen dager tidligere var han i arbeid på instituttet.

Ivar Espe var en usedvanlig dyktig forsker og vitenskapsmann. Hans talent viste seg allerede i studietiden. Etter studiet dro han som stipendiat til Niels Bohr Instituttet i København, som var et av verdens ledende sentre i kjernefysikk og bl.a. huset den teoretiske avdelingen til CERN i noen år. Også her hevdet han seg med glans. Hjemme fortsatte han i mange år med kjernefysikk og var en ressursperson for både kolleger og studenter. Men han slo seg aldri til ro med det han kunne, han hadde evne til å lære nytt og ta opp nye utfordrende fagfelt. Ikke minst gikk han inn på elektronikkens og datamaskinenes område og tok også opp studiet av nevrale nettverk.

Ivar Espe var en fantastisk lærer og pedagog. Utrolig flink til å forklare var han, fordi han kunne sitt fag. Ikke bare standardstoffet, men også nye ting som kom opp, var han i stand til å forklare for oss andre. Det gikk an å spørre ham, både studenter og kolleger, uten å tape ansikt. Han lagde nye kurs, ikke bare i kjernefysikk, men også i elektronikk. Hans kurs om bruk av datamaskiner i instrumenteringen av fysikkeksperimenter er et mønstereksempel. Det kurset er instituttet stolt over å kunne tilby sine studenter. For denne innsatsen ble han hedret med Fysisk institutts undervisningspris i 1992. Sammen med en yngre kollega, Ørjan Martinsen, skrev han en lærebok for

kurset med tittelen "PC-basert instrumentering". Den kommer ut i disse dager.

Om vi satte stor pris på Espe som forsker og pedagog, satte vi enda større pris på ham som medmenneske. Han var alltid hjelpsom og vennlig, sympatisk og beskjeden. Han fremhevet heller andre enn seg selv. Det er utrolig at en så dyktig fagmann kunne vise så stor ydmykhet.

I Ivar Espe har vi ikke bare mistet en kollega, men en god medarbeider og venn. Derfor føler vi også med hans nærmeste familie, hustruen Gudrun og sønnene Erik og Stein og deres familier. Vi hadde unt Ivar Espe mange gode år som aktiv forsker etter nådd pensjonsalder. Vi hadde sett frem til å hedre ham på hans 70-års dag i begynnelsen av juli. I stedet står vi tilbake med minnene. Men de er gode! I takknemlighet og respekt vil vi ære hans minne.

Torgeir Engeland og Eivind Osnes

∞

Søren H. H. Larsen (1920 – 1997)

Søren Hagerup Holck Larsen, vår ubestridte nestor i ozonforskning, døde 30. august i år. Han bragte Norge tidlig med i ozonforskningen. Da han startet med sine målinger like etter krigen var det bare noen få atmosfæreforskere som interesserte seg for ozonet høyt oppe i atmosfæren. I dag er dette et globalt miljøemne som alle har et forhold til.

Søren H.H. Larsen ble født i Oslo 9. juni 1920. Han begynte sine realfagstudier i 1941, men måtte flykte til Sverige i 1943. Der fikk han militær politiutdannelse, og deltok i slutten av krigen i en operasjon på Finnmarksvidda som radiotelegrafist. Etter krigen fortsatte han studiet ved Universitetet i Oslo, og ble cand.real. med hovedfag i fysikk i 1950. Hovedoppgaven var å måle atmosfærisk ozon gjennom polarnatten ved hjelp av stjernelys. Samme året ble Søren NAVF-stipendiat, og dro med sin trofaste kone Asgerd som assistent, til Longyearbyen for å gjøre ozonmålinger gjennom et helt år i Arktis. Disse målingene var de første i sitt slag og var av stor vitenskapelig interesse. Søren fant at ozonmengden økte raskt gjennom vinter og tidlig vår, for så å minke mot et minimum i oktober–november.

I 1954 ble Søren Larsen ansatt som amanuensis ved Nordlysobservatoriet i Tromsø. Året etter dro han med British Council stipendium til Oxford for å studere atmosfærefysikk og måleteknikk hos den store ozonpionéren, professor G.M.B. Dobson. Der ble han i to år og tok sin Ph.D.-grad på *A study of atmospheric ozone.* I 1959 ble han ansatt som universitetslektor i fysikk i Oslo, en arbeidsplass han kom til å ha resten av livet, og hvor han også ble en skattet pedagog.

I 1957 startet Dobson ozonmålinger i Antarktis. Resultatene av disse var overraskende. Den forventede økingen i ozonmengden gjennom vinter og tidlig vår lot vente på seg. Den kom omtrent to måneder senere enn forventet ut fra Sørens målinger i nord. Disse forskjellene måtte skyldes ulike meteorologiske forhold i de to regionene.

Allerede i 1950-årene hørte Søren H.H. Larsen med blant de fremste i verden på sitt fagfelt, og i 1962 fikk han tilbud fra den kjente meteorologen, professor Sverre Pettersen, om å arbeide som research associate ved University of Chicago. Der ble han med i et prosjekt for å måle temperaturer på jordoverflaten ved hjelp av satellitter. Året etter ble han invitert til National Center for Atmospheric Research i Boulder i Colorado, for å arbeide med ozon både teoretisk og måleteknisk.

I 1964 kom Søren tilbake til UiO, der han fortsatte med ozonforskning ved siden av undervisning i fysikk, og han var i mange år ansvarlig for alle norske ozonmålinger. Her gjennomførte han også, sammen med Finn Tønnessen, de aller første målinger i Norden av ozonets vertikalfordeling ved hjelp av ballonger i årene 1968–69.

For sin store innsats i ozonforskningen ble Søren H.H. Larsen i 1988 tildelt den meget høythengende æresprisen fra International Association of Meteorology and Atmospheric Research med følgende begrunnelse: "Han er en av de få vitenskapsmenn som kontinuerlig har gitt vektige bidrag til studiet av

atmosfærisk ozon de tre siste dekader." Året etter ble han tildelt Framkomiteens Nansen-belønning av Det akademiske kollegium, UiO, og i 1993 fikk han Kongens fortjenestemedalje i gull.

Som pensjonist har Søren også trofast vært på Blindern flere ganger i uken for å måle ozon og publisere resultater. De aller siste ozonmålingene foretok han i mai i år. Han holdt oss stadig à jour med ozonlagets utvikling og pleide å slå opp resultatene flere steder på instituttet. Mange la sin daglige rute forbi disse stedene for å se hvordan det sto til med ozonlaget.

Det vi lærte av Søren Larsen var i første rekke faglig redelighet. Da ozonproblematikken kom opp for alvor, ble Søren en meget etterspurt kommentator og foredragsholder, og han hadde evnen til å forklare problemene også for "vanlige folk". Men han lot seg aldri friste til å dra "populære" slutninger eller komme med spådommer for å tekkes sensasjonshungrige mediefolk. Derimot var Søren opptatt av å forbedre måleteknikken og finne fram til feilkilder og usikkerheter som alle målinger er beheftet med. Han hadde store kunnskaper som han villig delte med sine yngre medarbeidere og andre interesserte, og vi føler nå at det nesten er som en "vegg" på Blindern er blitt borte.

Søren H.H. Larsen hadde også mange interesser utenfor ozonforskningen. Han var en naturelsker som gjerne tok turer i skog og mark sammen med familie og venner. Dertil var han en glimrende tegner som også stadig hadde skisseblokken med i sekken for å gi liv til mektig natur og "perler" som han ofte fant på sine reiser og turer. Men fremfor alt var Søren en entusiastisk og dyktig musiker som gledet mange, også på Blindern, med sitt eminente cellospill. Han var et trofast medlem av Bærum Symfoniorkester helt fra starten av og var æresmedlem i orkesteret.

Våre tanker går nå til Sørens familie og spesielt til hans kjære Asgerd som i alle år har vært en verdifull medarbeider for ham, også på ozonforskningens område. Vi vil minnes Søren Larsen med takknemlighet for hans eksemplariske innsats som forsker og kollega – og for det fine mennesket han var.

Thormod Henriksen

∞

FFV Gratulerer

Bjørn Landmark 70 år

Professor Bjørn Landmark fylte 70 år den 26. juni og kan se tilbake på en lang og aktiv karriere innen romforskning og romvirksomhet. Han tok cand.real.-eksamen i fysikk ved Universitetet i Oslo i 1952 og allerede tre år etter disputerte han for den filosofiske doktorgrad. Avhandlingens tema var ionosfærefysikk, et felt som senere ble en viktig del av det vi i dag kaller romfysikk. Landmark begynte sin karriere som stipendiat ved Nordlysobservatoriet i Tromsø, men ble i 1956 ansatt som forsker ved Forsvarets forskningsinstitutt på Kjeller. I 1967 ble han forskningssjef ved Avdeling for elektronikk og senere avdelingssjef samme sted. Da Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd i 1977 søkte etter en ny sjef for Avdeling for Romvirksomhet, overtok Landmark denne stillingen. I 1987 ble Norge medlem i ESA (European Space Agency), og i denne forbindelse ble norsk romvirksomhet omorganisert. NTNFs Avdeling for Romvirksomhet ble kjernen i Norsk Romsenter (NRS) som ble opprettet som en selvstendig stiftelse under Næringsdepartementet. En av hovedoppgavene for NRS er å sørge for at norsk industri og norske forskere får fullt utbytte av ESA-medlemskapet. I en direktørstilling ved NRS ivaretok Landmark kontakten med ESAs hovedkvarter som ambassaderåd i Paris. I de senere år var han også tilknyttet Universitetet i Oslo som professor II.

Innenfor den ytre ramme for den lange yrkeskarriere som er skissert ovenfor, har Bjørn Land-

mark gjort en enestående innsats for norsk forskning og norsk romvirksomhet generelt. Han har bidratt til ionosfærefysikken med originale arbeid; men det er som forskningsadministrator og en av grunnleggerne av norsk eksperimentell romforskning, han først og fremst vil bli husket. Under den annen verdenskrig knyttet Finn Lied i England kontakter med verdens fremste ionosfæreforskere, Sir Edward Appleton som senere fikk Nobelprisen, og J.A. Ratcliffe. Etter krigen ledet Ratcliffe en gruppe forskere ved Universitetet i Cambridge. Gruppen ble et internasjonalt sentrum innen ionosfærefysikk og tiltrakk seg unge forskere fra hele verden. Bjørn Landmark var en av disse. Mange av Ratcliffes disipler startet egne grupper i sine hjemland og slik ble ledende sentra i ionosfærefysikk skapt i New Zealand, Australia, India, Sri Lanka, Sør-Afrika, USA og Norge. Vitenskapelig og teknologisk var feltet i en rivende utvikling i femtiårene, noe som gjenspeilte seg i en nesten eksponentiell økning av antall publikasjoner på verdensbasis.

Her hjemme arbeidet gruppen ved FFI, først under Finn Lieds og senere under Bjørn Landmarks ledelse, med vitenskapelige undersøkelser av radiobølgeutbredelse i ionosfæren. Innsatsen var også begrunnet med forsvarets behov for radiokommunikasjon og navigasjon. Så kom romalderen med Sputnik i 1957. Norske forskere var faglig godt rustet til å ta utfordringen. Landmark var blant initiativtakerne som fikk de første norske instrumenter ut i rommet. Andøya Rakettskytefelt ble opprettet, og den 18. august 1962 ble forskningsraketten Ferdinand I skutt opp i ionosfæren. Denne begivenheten åpnet nye muligheter. Ved hjelp av ny teknologi kunne forskerne nå utnytte Norges fordelaktige beliggenhet til studier av det nære verdensrom ved høye bredder. Selv om Norge i første omgang ikke gikk med i det europeiske romsamarbeidet, gikk utviklingen raskt her hjemme. Bjørn Landmark var pionér og pådriver i dette arbeidet med sin aldri sviktende entusiasme, sitt vide internasjonale kontaktnett og sin evne til å motivere medarbeidere. I dag er Norge aktivt med i internasjonal romvirksomhet på mange plan, først og fremst som fullverdig medlem av ESA, og vår romrelaterte industri gir et betydelig bidrag til nasjonalproduktet. Bjørn Landmark har sin del av æren for dagens status. Han har nå gått inn i en aktiv pensjonisttilværelse med bl.a. styrelederverv i Nansensentret. Vi, hans kolleger er takknemlige for hans innsats og ønsker ham lykke til videre!

Eivind Thrane

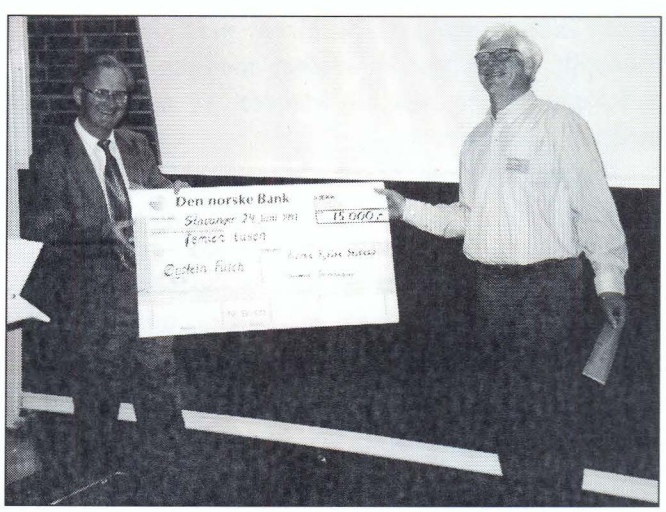
∞

Humboldtprisen til Laszlo P. Csernai

Professor Laszlo P. Csernai ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen (h), er nylig blitt hedret med den prestisjetunge Humboldtprisen. Csernai fikk prisen for sitt arbeid *Dynamics of the formation and decay of Quark gluon plasma in heavy ion collisions.*

Forskning på kvark-gluon plasma er et av de mest spennende felt innen høgenergifysikken i dag, der både kjernefysikere og partikkelfysikere arbeider, og Csernais forskning har gitt meget viktige bidrag innen feltet. Han er den tredje fra et norsk universitet som vinner denne prisen.

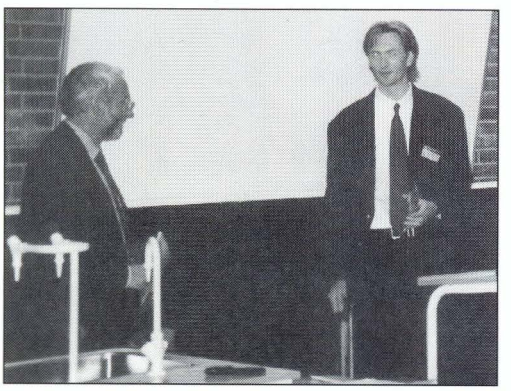
NFSs undervisningspris til Øystein Falch



Lektor Øystein Falch ved Bergen Katedralskole (h) fikk årets undervisningspris. Falch er en usedvanlig entusiastisk og kreativ fysikklærer, og en pådriver

for fysikkfagets posisjon og innhold i norsk skole. Han har laget både lærebøker og elevhefter, og har lenge vært en sentral person og aktiv medarbeider ved Skolelaboratoriets Fysikkforum i Bergen. Falch fikk prisen for sin samlede innsats for norsk fysikkundervisning.

Simrad-prisen til Dag Roar Hjelme



Professor Dag Roar Hjelme, forsker ved SINTEF og professor II ved Institutt for fysikalsk elektronikk ved NTNU (h), fikk årets Simrad Optronics pris for sitt arbeid innen fiberoptiske kommunikasjons- og sensorsystemer. Hjelme har vist uvanlige evner til å benytte omfattende teoretiske kunnskaper til praktisk anvendelse med faglige emner fra elektrooptikk, mikrobølgeteknikk og telematikk. Han samarbeider med flere ledende europeiske forskningsmiljøer.

FFV gratulerer alle prisvinnerne!

∞

EISCAT Svalbard Radar

Asgeir Brekke *

Den 22. august i fjor ble første byggetrinn for EISCAT Svalbard Radar (ESR) åpnet på Gruve 7-fjellet i Longyearbyen av statsråd Reidar Sandal (se forsidebilde). Dermed ble et foreløpig høydepunkt nådd i en planleggings- prosjekteringsprosess som startet allerede i 1989 og har kostet 125 millioner kroner.

EISCAT (The European Incoherent Scatter Association) er en europeisk organisasjon for studier av den øvre polare atmosfære ved hjelp av avansert radarteknologi. Organisasjonen ble etablert i 1975 av de seks deltakerlandene Finland, Frankrike, Norge, Storbritannia, Sverige og Tyskland.

Fra 1. april 1996 er også Japan blitt medlem. Hovedsetet for organisasjonen er i Kiruna, men de betydeligste radarinstallasjonene finnes på Ramfjordmoen ved Tromsø og nå på Gruve 7-fjellet på Svalbard.

*Universitetet i Tromsø/Universitetsstudiene på Svalbard.

Tidlige planer for Svalbard-radar

Ideen om en inkoherent spredningsradar for utforskning av den polare atmosfære og nordlyset på Svalbard, er ikke ny. Allerede tidlig på 1970-tallet da planene for en slik radar i Nord-Europa skjøt fart, var det røster i miljøet som tok til orde for å bygge den på Svalbard. Siden USA allerede hadde et tilsvarende anlegg (Chatanika-radaren) i nordlyssonen ved Fairbanks i Alaska, var det ønskelig å plassere en radar ved høyere breddegrader hvor jordas magnetfelt er mer åpent mot det interplanetariske rom og solvinden. Den kalde krigen satte imidlertid en stopper for en realisering av slike planer. EISCAT valgte i stedet å bygge anleggene i Nord-Skandinavia med hovedinstallasjonene, sendere og mottakere, på Ramfjordmoen ved Tromsø og mottakeranlegg ved Kiruna i Sverige og Sodankylä i Finland.

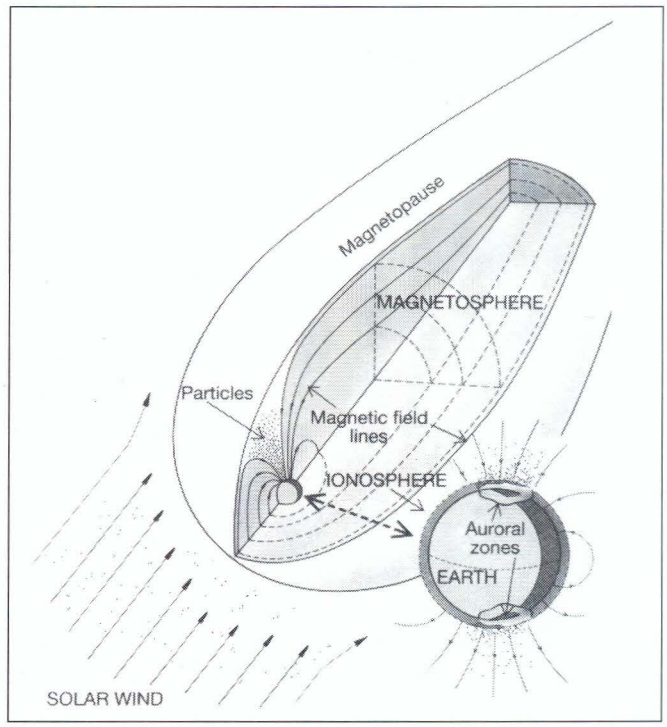
Fra å være en organisasjon med begrenset erfaring med inkoherent spredningsradar i 1975, har

EISCAT bidratt til videreutvikling av teknologien og behersker nå de mest avanserte radaranlegg av sitt slag. Etter omlag 10 års erfaring med anleggene på fastlandet ble det klart at rekkevidden var i knappeste laget for å kunne "se" inn i de sentrale deler av polarkalotten hvor samspillet mellom solvinden, det interplanetariske magnetfeltet og jordas eget magnetfelt og øvre atmosfærelag er mer direkte enn ved noe annet område på kloden. De optiske studier av nordlys fra Svalbard som romfysikkgruppen ved Universitetet i Oslo har drevet sammenhengende i snart 20 år, underbygger også denne konklusjonen.

Nordlys om dagen på Svalbard

Solvinden består i hovedsak av elektroner og protoner som strømmer fra sola og ut i det interplanetariske rom og omfavner også jorda. Jordas magnetfelt påvirker imidlertid banene til de elektriske partiklene (elektroner og protoner) i solvinden, og det oppstår strømmer utenfor jorda i en avstand av ca. 10 jordradier ($\sim$ 64 000 km) på den siden som vender mot sola (dagsiden). Strømmene deformerer magnetfeltet. Dipolformen som karakteriserer magnetfeltet i nærheten av jorda, blir presset sammen på dagsiden og dradd ut i en lang hale på nattsiden; magnetfeltet inntar en paraboloideform som kalles magnetosfæren (Fig. 1). Magnetosfæren skjermer jorda for direkte inntrenging av solvindpartiklene ned i atmosfæren. Bare ved polene blir det en svekkelse i magnetfeltet som vi kaller den polare trakten, og her kan solvindpartiklene trenge seg ganske uhindret ned mot atmosfæren og lage nordlys og sørlys i høyder over ca. 100 km.

Om en følger vandringen av denne polare trakten rundt polarområdet pga. jordrotasjonen i løpet av et døgn, vil den følge et ringformet belte som omslutter både den geomagnetiske og den geografiske nordpolen. Beltet krysser Grønland og Hudsonbukta i Canada og dekker Nysibirøyene, Frans Josef land og Svalbard. I mørketida vil en kunne observere nordlys ved middagstider under dette beltet. Svalbard utgjør et av de få stedene i Arktis hvor dette er mulig, og ingen av de andre stedene er så lett tilgjengelige og kan by på en så velutbygd og moderne infrastruktur, som Longyearbyen. Av denne grunn er det at EISCAT-miljøet har utvidet sin aktivitet til å omfatte Svalbard. Det at en i de polare strøk kan forvente de klareste signaler om eventuelle forandringer i det globale klima, gjør øygruppen interessant også for mange andre



Figur 1. En skjematisk framstilling av jordas nære verdensrom, magnetosfæren. Solvinden deformerer det jordmagnetiske dipolfeltet til å innta en dråpeform som strekker seg ut i en lang hale på nattsiden av jorda. På dagsiden blir magnetfeltet sammenpresset slik at det magnetiske trykket balanserer det dynamiske trykket i solvinden i en avstand som tilsvarer 10 jordradier fra jordas sentrum. To traktformede områder dannes over polarområdene hvor partikler fra solvinden kan trenge ganske direkte ned i atmosfæren og lage nordlys og sørlys midt på dagen (Copyright: EISCAT Scientific Association, 1990).

forskermiljø, noe som har forårsaket en enorm internasjonal interesse for forskning fra Svalbard de siste 10 årene. Som et element i atmosfæreforskningen vil også nordlysforskningen bidra til en mer komplett forståelse av atmosfæren og forandringene i denne. Hele atmosfæren er et filter rundt jorda for påvirkninger utenfra, som UV- og partikkelstråling, kosmisk stråling og meteorinnslag. Endres karakteristikken i dette filtret, endres også effekten av strålingen som når jorda fra sola og universet.

Den polare atmosfæren er spesiell

Ved å studere fargesammensetningen i nordlyset, kan en hente opplysninger om gasstettheter og temperaturer mer enn 100 km over bakken. Ved å observere bevegelsene av nordlyset, kan en avlede kunnskaper om vinder i den øvre atmosfæren og elektromagnetiske koplingsmekanismer mellom

solvinden, det interplanetariske og jordas eget magnetfelt. Studiene av nordlyset i seg selv gir imidlertid begrenset informasjon om disse koplingsprosessene, idet de optiske formene er sluttproduktet av en lang og komplisert rekke av plasmafysiske prosesser og et synlig bevis for at den polare atmosfæren er spesiell. For å komme nærmere forståelsen av disse prosessene, er det nødvendig med observasjoner både i og omkring nordlysformene av slike parametre som elektriske felter, nøytrale vinder, temperaturer av ioner og elektroner så vel som av den nøytrale gassen, elektrontettheter, ionemasser osv. Det er nettopp informasjon om slike parametre i den øvre atmosfæren som en inkoherent spredningsradar kan gi.

Tekniske spesifikasjoner

Radaranlegget på Svalbard befinner seg i en høyde av 450 meter over havet på Gruve 7-fjellet innerst i Adventdalen ved Longyearbyen. Her danner jordas magnetfelt en vinkel på 82° med horisontalplanet, og vinkelavstanden til den geomagnetiske polen er 14°42′, eller vel 1600 km.

Antennen er en parabolsk skålantenne med en diameter på 32 m. Den er fullt styrbar i alle retninger og kan rotere med en hastighet på 3 grader pr. sekund under vindstyrker på opptil 27 m/s. Den skal i hvilestilling kunne tåle stormkast på opptil 50 m/s. Senderfrekvensen er 500 MHz og utstrålt effekt er 500 kW. Senderen er satt sammen av 8 kommersielle TV-sendere med en effekt på 64 kW hver. Det er mulig å utføre komplekse pulsmodulasjoner for å lage kodemønstre i den hensikt å oppnå optimal signalstyrke og høydeoppløsning.

På grunn av tilskuddet fra Japan på 42 millioner norske kroner, vil senderen blir utvidet i løpet av dette året med en fordobling av effekten til 1 MW, og i løpet av 1999 regner en med at antenne nummer to er på plass. Denne vil trolig få en diameter på 50 m og bli montert med fast siktelinje, opp langs magnetfeltretningen på stedet. Dette vil øke radarens evne til å observere i avstander av opptil 1500–2000 km mot omlag halvparten i sin nåværende form. Framfor alt vil to antenner gjøre det mulig å observere langs to ulike retninger samtidig, en viktig forutsetning for å kunne studere romlige variasjoner i den øvre atmosfæren.

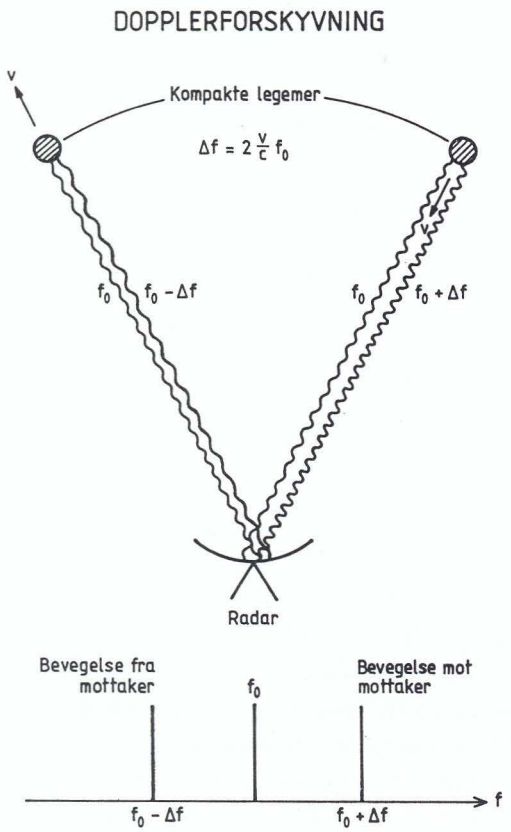
Inkoherent spredning

En radar bygger på dopplereffekten som vi nesten daglig erfarer når vi hører at takten på rotorslagene avtar idet helikoptre passerer over hodene på oss, mens andre vil kanskje heller forbinde den med variasjonene i tonehøyden fra sirenene på utrykningsbiler. Effekten oppstår som en følge av at lydkilden, enten rotorbladene på helikoptret eller sirenene på utrykningsbilene, beveger seg i forhold til mottakeren som er våre ører. I tilfellet med en radar, så sender den ut en elektromagnetisk bølge med en fast frekvens f_0; for Svalbardradaren (ESR) er denne 500 MHz. Dersom bølgen treffer en gjenstand som er i ro i forhold til mottakeren og blir reflektert, vil det mottatte signalet ha samme frekvens som den utsendte bølgen, altså f_0. Om gjenstanden beveger seg fra mottakeren, vil det mottatte signalet ha en lavere frekvens eller lengre bølgelengde, enn den utsendte bølgen. I motsatt tilfelle, når gjenstanden beveger seg mot mottakeren, blir det reflekterte signalet forskjøvet mot kortere bølgelengder, og det får en høyere frekvens enn det utsendte signalet. Frekvensforskyvningen $\Delta\nu$ kan uttrykkes ved

$$\Delta\nu = \frac{2v}{\lambda_0}$$

hvor v er hastigheten til gjenstanden og λ_0 er bølgelengden til den utsendte radiobølgen. Dette forholdet er illustrert i Fig. 2.

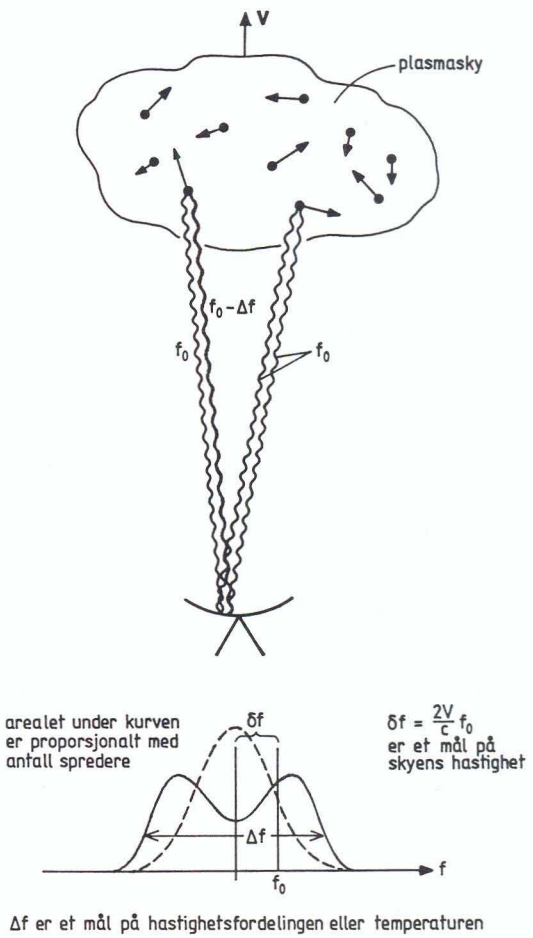
Signalene som sendes ut fra radaren på Svalbard, møter sjelden eller aldri en enkel gjenstand, det kan være en satellitt eller kanskje en meteor i ny og ne. I så tilfelle oppstår et kraftig ekko som observeres som en speilrefleksjon slik det er beskrevet ovenfor. Radarsignalet fra ESR påvirkes av elektronene og ionene i plasmaet i høyder over 80–90 km hvor tettheten av disse partiklene er tilstrekkelig stor. En ladet partikkel som treffes av en elektromagnetisk bølge, settes i svingninger av det oscillerende elektriske feltet i bølgen og trekker dermed litt energi ut av bølgen. Den oscillerende ladningen vil imidlertid stråle ut denne energien igjen som en elektromagnetisk bølge, spredt i alle retninger. Beveger ladningen seg i forhold til mottakeren, vil det tilbakespredte signalet ta "farge" av denne bevegelsen. I og med at ionene og elektronene beveger seg nesten tilfeldig i atmosfæren, vil de enkelte ladningene gi bidrag til tilbakespredte signaler med varierende frekvensforskyvning. Det mottatte signalet vil derfor ikke ha en fast frekvens, men være fordelt over et frekvensbånd. Bredden på



Figur 2. En forenklet framstilling av dopplereffekten. Et radiosignal med frekvens f_0 sendes ut fra en radar og treffer et legeme i bevegelse. Det reflekterte signalet vil ha en frekvens som er lavere, $f_0 - \Delta f$, om legemet beveger seg fra mottakeren, og en høyere frekvens, $f_0 + \Delta f$, om legemet kommer mot mottakeren. Frekvensforskyvningen Δf er et mål for hastigheten til legemet.

dette båndet vil være bestemt av de termiske bevegelsene til de ladede partiklene som sprer signalet tilbake. En slik spredningsprosess hvor alle partiklene bidrar uavhengig av hverandre, kalles inkoherent. Om hastighetsfordelingene av disse ladningene var gaussisk, ville signalet fordele seg rundt senderfrekvensen i en bjelleform (Fig. 3) dersom plasmaet i den delen av atmosfæren hvor spredningen kom fra, var i ro i forhold til mottakeren. En vind eller bakgrunnsbevegelse i plasmaet vil forårsake en forskyvning av hele frekvensbåndet i forhold til senderfrekvensen. Denne forskyvningen kan en følgelig bruke til å avlede bevegelsen i atmosfæren langs radarens siktelinje.

Bredden av frekvensbåndet er avhengig av temperaturen til de ladede partiklene som gir opphav til spredningene, men også til massen av disse. Ved å måle bredden på det frekvensbåndet hvor det reflekterte signalet forekommer, kan en få informasjon om temperaturen og partikkelmassene i plasmaet i de øvre deler av atmosfæren.



Δf er et mål på hastighetsfordelingen eller temperaturen

Figur 3. Ved en inkoherent spredningsradar blir signalet spredt fra en mengde ladede partikler, ioner og elektroner i ionosfæren. Hver partikkel gir et bidrag til det reflekterte signalet som oppfanges av radiomottakeren, og signalet fordeler seg over et større frekvensområde Δf. Bredden av båndet bestemmes av de termiske bevegelsene til partiklene. Om alle partiklene beveget seg uavhengig av hverandre, ville spektret til signalet framstå med en bjelleform. Fordi de ladede partiklene gjensidig påvirker hverandre, blir formen på spektret modifisert og opptrer med to skuldre. Dersom mediet som refleksjonene kommer fra, beveger seg som en helhet, vil symmetriaksen i spektret bli forskjøvet en frekvens δf som er et mål på mediets hastighet langs radarens siktelinje.

Elektriske ladninger beveger seg ikke helt individuelt – de påvirkes av andre tilsvarende og motsatte ladninger i nærheten. Ionene har en sterk innflytelse på elektronenes bevegelse, spesielt fordi ionene har så mye større masse. Spredningsprosessen er derfor ikke helt inkoherent. Det reflekterte signalet har ikke alltid den typiske bjelleformen, men oftere oppstår det med to skuldre (Fig. 3). Bredden av spektret er som nevnt bestemt av temperaturen og massene til ionene, og forholdet mellom toppene av skuldrene og bunnen mellom

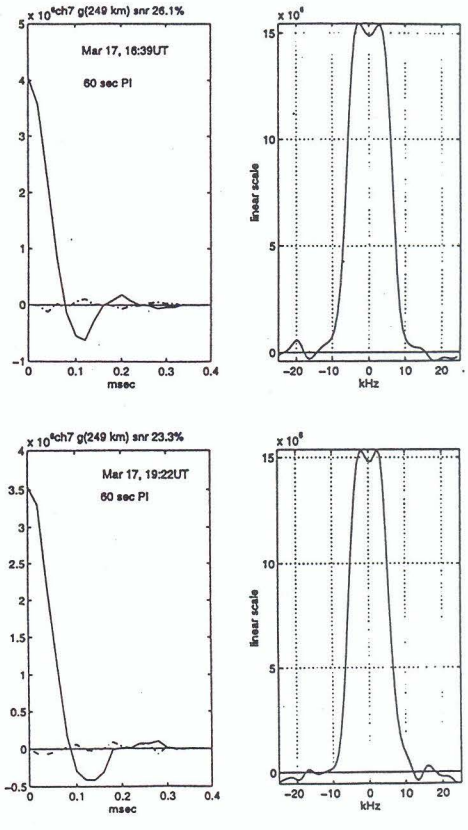
dem er bestemt av forholdet mellom elektron- og ionetemperaturene. Disse behøver ikke være like fordi den termiske ledningsevnen for ioner og elektroner er meget forskjellig, og ionene vekselvirker mye sterkere med den kjøligere nøytrale atmosfæren enn elektronene. Steilheten i vangene på spektrene er i noen grad bestemt av kollisjonsfrekvensen mellom ionene og de nøytrale partiklene i atmosfæren. Arealet under hele spektralkurven er et mål for antall elektroner eller ioner som har gitt bidrag til spredningen. I og med at plasmaet i atmosfæren er nøytralt, og at ionene i hovedsak er positive med én ladning hver, er antall ioner likt med antall elektroner pr. volumenhet.

Selv om det kan være 10^{12} elektroner (og ioner) pr. m^3 i atmosfæren i høyder over 100 km, vil ikke det tilbakespredte signalet representere mer enn omlag 10^{-17} W og ofte ikke mer enn 10^{-19} W. Idet det utsendte signalet er omlag 500 kW, er det en forsvinnende liten brøkdel av signalet som kommer tilbake; det meste forsvinner ut i det store univers. For å kunne observere dette svake signalet, kreves det mottakerantenner med store areal, 5–600 m^2 eller mer, og mottakerne må være meget følsomme og ha minst mulig egenstøy.

Idet radarbølgen ved slike høye frekvenser som 500 MHz forplanter seg med lysets hastighet i atmosfæren, nyttes tiden det tar fra signalpulsen forlater senderen til refleksjonen kommer tilbake til mottakeren, til å bestemme høyden, eller rettere, avstanden til spredningsvolumet. Med et sinnrikt pulskodesystem kan en bestemme avstands- eller høydeoppløsningen for radarobservasjonene. For EISCAT-anlegget på Ramfjordmoen kan en nå gjennomføre eksperimenter med en høydeoppløsning på noen få hundre meter i avstander av flere hundre kilometer. Det samme er målet for radaren på Svalbard. Tidsoppløsningen for slike målinger kan være helt ned mot noen få sekunder, avhengig av signal-til-støy forholdet.

De første målinger med ESR

Den 17. mars 1996 ble radaren på Svalbard satt på sin første prøve, og et par av de aller første spektra som ble observert er vist i Fig. 4. Formen på spektrene til høyre i figuren har de karakteristiske skuldrene og viser at elektronene og ionene har ulike temperaturer i denne høyden av atmosfæren. Det meste av signalet faller innenfor ±10 kHz fra senderfrekvensen. Diagrammene til venstre i figuren representerer både den reelle og den imaginære

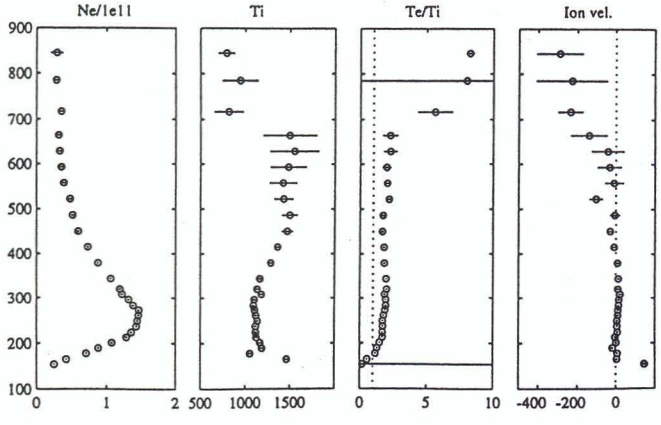


Figur 4. Eksempler på de første resultater som er oppnådd med den nye radaren på Svalbard. Eksperimentet ble utført 17. mars 1996, og figuren viser to eksempler på autokorrelasjonsfunksjoner i rammene til venstre, med tilhørende spektra i rammene til høyre. De stiplede linjene i rammene til venstre representerer imaginærdelen, mens de heltrukne linjene representerer realdelen av autokorrelasjonsfunksjonen. Observasjonene som er utført i en høyde av 249 km, viser spektra med skulderstruktur som er typisk for dette høydeområdet (Copyright: EISCAT Scientific Association, 1996).

delen av autokorrelasjonsfunksjonen til spektrene. Siden spektrene er nesten helt symmetriske rundt senderfrekvensen (her angitt ved 0 kHz), er imaginærdelen nær null. Med bakgrunn i plasmafysiske teorier basert på en maxwellsk hastighetsfordeling, kan en beregne spektra og forsøke å tilpasse disse til de målte ved å variere ulike parametre inntil forskjellene blir minst mulig. En anvender gjerne minste kvadraters metode og foretar en rekke gjentagende regneoperasjoner til en oppnår konvergens mellom teori og observasjoner. Hvor mange parametre en vil beregne ut fra et målt spektrum, er et spørsmål om hvor stor nøyaktighet en søker. En tilnærmelse med flere parametre gir selvsagt større usikkerhet i hver enkelt. Vanligvis tilpasser en de målte resultatene til teoretiske spektra hvor elektrontettheten N_e, ionetemperaturen

T_i, temperaturforholdet T_e/T_i (hvor T_e er elektrontemperaturen) og komponenten av ionehastigheten V_i langs siktelinjen til radaren, inngår. Det er ofte vanlig å anta modeller for ionemassene og ionekollisjonsfrekvensene.

I Fig. 5 er resultatene for disse parametrene fra eksperimentet utført den 17. mars 1996, vist som funksjon av høyden. Elektrontettheten har et maksimum rundt $1,5 \times 10^{11}$ m^{-3} mellom 200 og 300 km. Elektrontettheten avtar langsomt over dette maksimum, men faller raskt nedenfor. Mellom 150 km og 400 km faller tettheten av de nøytrale partiklene fra 10^{16} m^{-3} til 10^{14} m^{-3} slik at ionisasjonsgraden er omlag 10^{-5} på det meste, altså 10 elektroner (ioner) pr. million nøytrale partikler. Ionetemperaturen er omlag 1100 K mellom 150 og 300 km og øker ved større høyder til omlag 1500 K ved 600 km. Forholdet mellom elektrontemperaturen og ionetemperaturen er nesten 2 over 200 km. Ionehastigheten er omlag null helt opp til 500 km, men i større høyder blir den mer og mer negativ og er nesten −300 m/s ved 800 km. Det er imidlertid et drastisk sprang i temperaturene ved 700 km, noe som kan tyde på at modellen for ionemassene er feilaktig i dette høydeområdet.

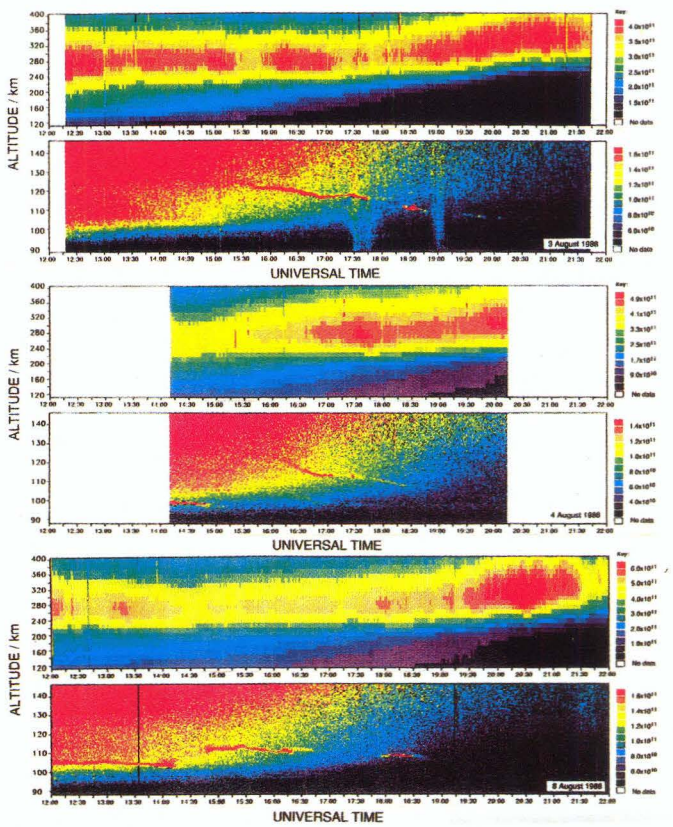


Figur 5. Høydeprofiler av elektrontettheten (n_e), ionetemperaturen (T_i), temperaturforholdet (T_e/T_i) og ionehastigheten slik de ble observert ved det første eksperimentet med Svalbard-radaren 17. mars 1996 (Copyright: EISCAT Scientific Association, 1996).

Fenomener som vil bli studert

En konsekvens av at jorda roterer inne i magnetosfæren, er at magnetfeltlinjene ved høye breddegrader vil gjennomløpe en kontinuerlig døgnlig forandring fra å være forbundet med begge de magnetiske polene på jorda til å åpne seg mot det interplanetariske magnetfeltet med tilknytninger til magnetiske poler på sola. En ovalformet sone rundt polen som kalles nordlysovalen, representerer overgangssonen mellom de magnetiske feltlinjene som er lukkede rundt jorda og de som er åpne mot det interplanetariske rom. Når magnetfeltlinjene åpner seg på denne måten, vil trykket i plasmaet avta utover langs magnetfeltet, og plasmaet kan strømme opp og ut av atmosfæren og inn i magnetosfæren. Fordi elektronene beveger seg langt raskere enn ionene, vil det oppstå et elektrisk felt oppover langs magnetfeltlinjen for å opprettholde nøytraliteten. Dermed kan noen av de lette ionene forsvinne ut av atmosfæren. Slike ioner er H^+, He^+ og O^+. Denne partikkelutstrømmingen kalles polvinden.

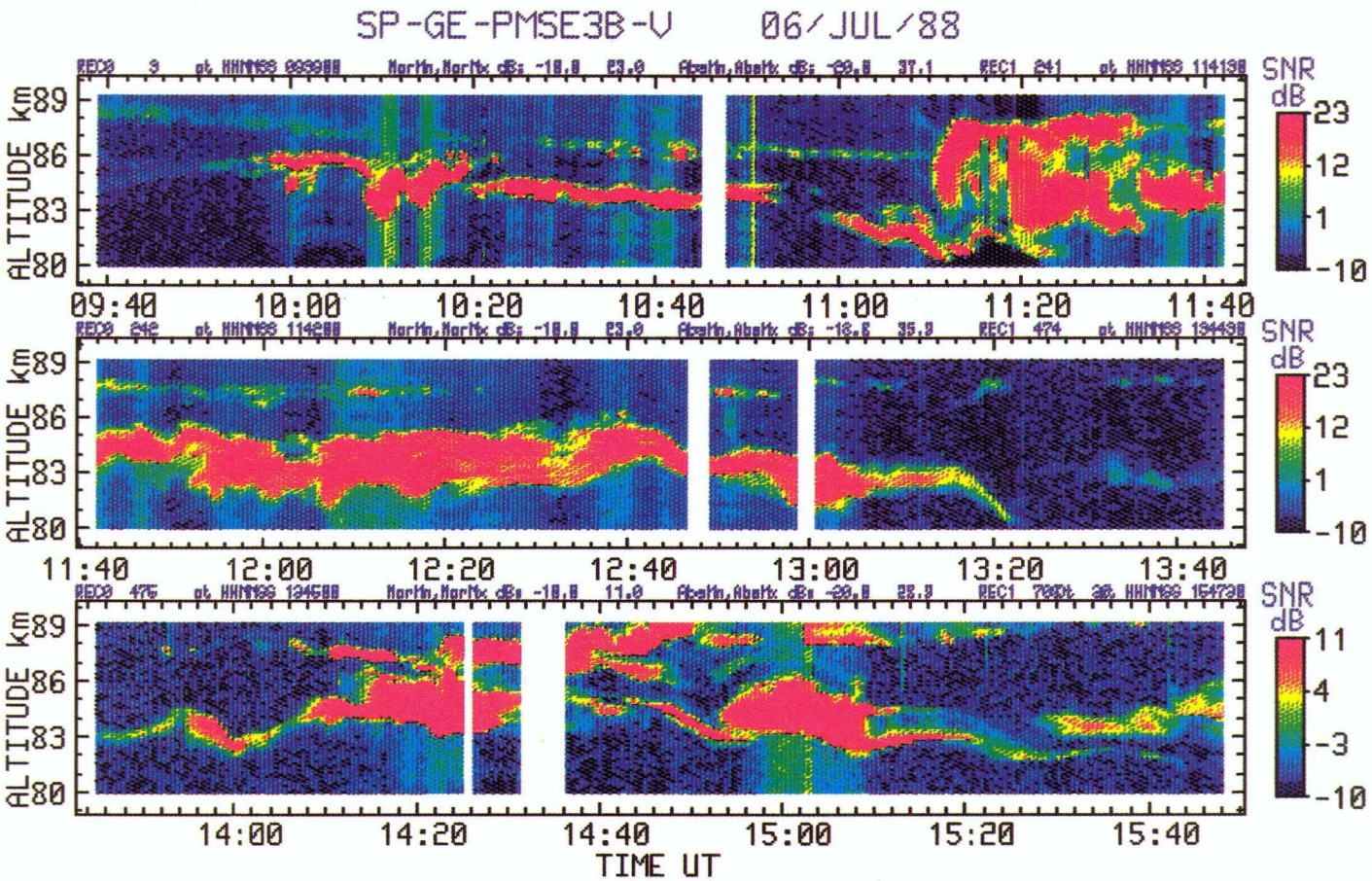
For EISCAT-miljøet er polvinden et av de viktigste fenomener en ønsker å studere fra Svalbard. Ifølge teorien for polvinden vil den gå over fra å være subsonisk til å bli supersonisk i høydeområdet mellom 1500 og 2000 km, og nettopp derfor er det ønskelig med en utbygging av anlegget på Svalbard slik at en kan observere plasmahastigheter med god nøyaktighet i dette høydeområdet.



Figur 6. Sporadiske E-lagsekko observert med EISCAT på fastlandet. Ekkoene som oppstår over et smalt høydeområde (~ 5 km) mellom 100 og 120 km, kan vare i flere timer og viser av og til karakteristiske bølgebevegelser.

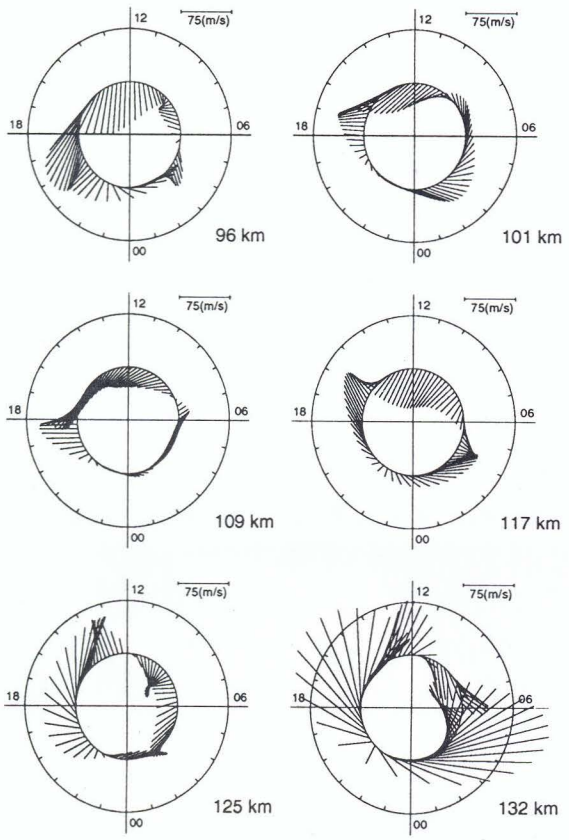
Med den gode høydeoppløsningen ($\sim$ 400 m) det er mulig å oppnå ved hjelp av pulskodeteknikken, observeres av og til tynne lag av ioner rundt 100 km som gir sterke ekko på EISCAT-radaren som vist i Fig. 6. Disse lagene er kjent fra lang tid tilbake for å gi sterke refleksjoner på radiobølger og kalles "sporadiske E-lag". De har imidlertid aldri vært observert over lengre tid med tilsvarende oppløsning som EISCAT-anlegget har. Lagene er en følge av meteorinnslag i atmosfæren, og de består av metallioner som for eksempel Fe^+ og Si^+. De kan observeres over flere timer idet de beveger seg opp og ned i høyden som en følge av bølger i den nøytrale delen av atmosfæren. Ionene i det sporadiske E-laget følger med i bevegelsen som sporgasser som kan observeres ved hjelp av radaranlegg. Dermed kan radarobservasjonene bidra til økt kunnskap om bølgenes karakter og forplantning i atmosfæren.

Det er i det hele tatt vanskelig å måle bevegelser av den nøytrale polare atmosfæren i disse høydeområdene, men det kan blant annet gjøres ved optiske observasjoner av nordlys. Nordlyset opptrer imidlertid sporadisk og blendes i dagslys, derfor lar det seg ikke gjøre å få sammenhengende observasjonsserier over hele døgnet ved slike målinger. Den ioniserte delen av atmosfæren, ionosfæren, kan en alltid observere med en inkoherent spredningsradar. Om en kjenner koplingsmekanismene mellom ionene og de nøytrale partiklene i atmosfæren, kan en benytte ionosfæreplasmaet som en sporgass for å studere den nøytrale atmosfæren. En kan på bakgrunn av radarmålinger av ionenes bevegelse avlede bevegelsene til de nøytrale partiklene og bestemme vindene i de øvre luftlag. For å bestemme vindvektorene i en gitt høyde av ionosfæren med en monostatisk radar som den på Svalbard, må en utføre målinger av dopplerforskyvningen til plasmaet i samme høyde langs minst tre ulike siktelinjer. Videre må en anta at forholdene i ionosfæren ikke har endret seg i den tiden, vanligvis 5 til 10 minutter, en slik måleserie varer. Ut fra disse målingene av ionenes hastighetsvektor, kan en så avlede vindene i den nøytrale atmosfære i samme høyde. Vindhastigheter på et par hundre meter



Figur 8. Uvanlig sterke ekko forekommer ofte på sensommeren i høydeområdet rundt 85 km, i mesopausen, hvor temperaturen i atmosfæren har sitt absolutte minimum, ofte ned mot -150 °C.

pr. sekund eller mer i den nøytrale atmosfæren vel 100 km over bakken, er ikke uvanlig i de polare strøk. I forhold til vindene på bakken med langt mindre hastigheter, blir styrken av vindene i de øvre luftlag likevel ubetydelig siden tettheten av gassene er minst en faktor på en million lavere. En vet ennå lite om disse vindene og hvordan de påvirkes av bevegelsene i ionosfæren. Spesielt gjelder dette ved høye breddegrader, så her forventer en at ESR vil kunne gi verdifulle bidrag (Fig. 7).



Figur 7. Diagrammene viser midlere vindvektorer i den nøytrale atmosfæren i seks ulike høyder mellom 96 og 132 km over Tromsø et høstdøgn uten nordlysforstyrrelser. Sentret i sirklene representerer Nordpolen, og de indre sirklene er breddegraden for Tromsø. Ved de ytre sirklene er tiden på døgnet avmerket. En pil som peker inn mot sentrum, indikerer en vind rettet mot nord, mens en pil som er rettet tangentielt med klokka, indikerer en vind mot vest. Lengden på en pil som tilsvarer en vindstyrke på 75 m/s er vist ved hver figur. Diagrammene gir en klar indikasjon på at vinden kan varierer sterkt både i tid og høyde i denne delen av atmosfæren.

Et av de mest sentrale problemene forbundet med studiet av vekselvirkningen mellom plasmaet i solvinden og i magnetosfæren, er den rollen som sammenkoplingen av det interplanetariske magnetfeltet med jordas eget magnetfelt på dagsiden av jorda spiller. Fra Svalbard kan en følge bevegelsene av dagnordlysene, som er et resultat av denne sammenkoplingen, med moderne TV-kamera. Sammenholdt med satellittobservasjoner i rommet hvor magnetfeltenes sammenkopling skjer, og radarobservasjoner av de mest sentrale plasmaparametre som temperatur, tetthet og bevegelse i og omkring nordlysformene, vil en kunne nå en dypere forståelse av koplingsprosessene. Her forventer en at den største forskningsinnsatsen ved Svalbardradaren vil finne sted de nærmeste årene.

Mellom 70 og 90 km over bakken finnes *mesopausen*, det kaldeste høydeområdet i atmosfæren, hvor temperaturen kan komme godt under 170 K, eller lavere enn −100 °C. I motsetning til andre områder i atmosfæren er mesopausen kaldere om sommeren enn om vinteren, og spesielt kaldt er det i polarområdene. Ulike studier gir indikasjoner på at den årlige middeltemperaturen i mesopausen på den nordlige halvkule har avtatt fra 220 til 180 K i løpet av de siste 30 år.

Et av de mest spennende fenomen som er oppdaget ved EISCAT-eksperimentene på fastlandet, er de såkalte "polare mesosfæriske sommerekko" (PMSE) som observeres ved 85 km, spesielt på sensommeren (Fig. 8). Ekkoene er gjenstand for stor internasjonal oppmerksomhet, og det spekuleres nå på om de reflekterende lagene skyldes ispartikler og støv med et stort antall elementærladninger. Hvordan forekomsten av disse ekkoene vil være i de mer sentrale deler av polarområdet, vet en lite om, og her forventer en at radaren på Svalbard vil kunne gi betydelige bidrag. Spesielt gjelder dette i tilknytning til de planlagte rakettutskytningene fra Ny-Ålesund hvor en ønsker å studere partiklene som gir opphav til disse ekkoene.

I høydeområdet mellom ca. 15 og 50 km finner vi stratosfæren, og i dette området forekommer det meste av ozonet i atmosfæren. Ved høye breddegrader som i nordlyssonen og innenfor polarkalotten, kan energirike protoner fra sola komme inn langs magnetfeltlinjene og trenge helt ned i stratosfæren. Her kan protonene kollidere med N_2O-molekyler og produsere NO som bryter ned ozon. I tilknytning til noen av de sterkeste tilfeller av protoninnslag fra solvinden, de såkalte "polar cap absorption", er det funnet antydninger om at en svekkelse av ozoninnholdet har funnet sted. Med ESR kan en observere protoninnslagene og bestemme energiene til partiklene som kommer inn og dermed undersøke hvorvidt de kan ha innflytelse på ozonlaget eller ikke. Med den sterke innsat-

sen det er i ozonforskningen for tiden, vil et samarbeid mellom EISCAT-miljøet og gruppene engasjert i Ny-Ålesund kunne by på interessante felles oppgaver.

Det er ikke rimelig å tro at ESR alene vil kunne løse disse noe subtile problemene som er nevnt, men den betydelige interessen som knytter seg til anlegget fra den internasjonale forskningsverden, vil trekke andre miljøer med supplerende utstyr til Svalbard, som til sammen vil gjøre øygruppen til et senter i internasjonal atmosfæreforskning.

Avslutning

Som et sentralt vertsland for EISCAT-prosjektet har Norge spilt en viktig rolle for etableringen av EISCAT Svalbard Radar (ESR). Anlegget som ennå er i innkjøringsfasen, bærer bud om en optimistisk framtid for et fortsatt sterkt norsk engasjement i den tradisjonsrike nordlysforskningen og studiene av den øvre polare atmosfæren. Som ofte ellers når anlegg av denne dimensjon tas i bruk innen forskning, har en forventninger til nye resultater som ofte må vike for uventede og overraskende observasjoner. Det er umulig å forutsi hva ESR vil gi av overraskelser, men forhåpentligvis vil dette anlegget være med og bidra til ny innsikt i noen av de fenomener som har fanget så sterk internasjonal oppmerksomhet i den senere tid som koplingsprosessene mellom jordas øvre atmosfære og det nære verdensrom eller solvinden. Det er flere i miljøet som håper at det skal være mulig med ESR å bidra til en bedre forståelse av de klimatiske forhold. Om nordlysforskningen har vært det drivende element i byggingen av ESR, vil en utvidelse av anvendelsesområdet gi anlegget en tryggere framtid.

∞

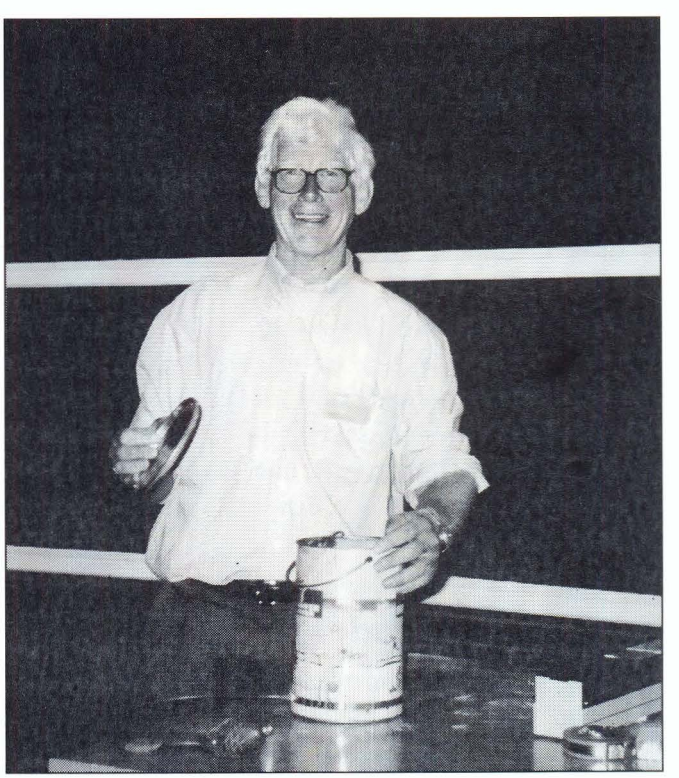
37 år som fysikklærer

Øystein Falch *

Prisforedrag ved Fysikermøtet

Gode venner!
Da jeg for mange, mange år tilbake gikk på gymnas i Bergen, ville det vært helt utenkelig for meg at jeg skulle komme til å motta en pris for mitt arbeid som fysikklærer. For det første var jeg den gangen i sterk tvil om det fremtidige fagvalg, og for det andre stilte jeg meg selv ofte spørsmålet om en akademisk løpebane var det riktige for meg. Men når jeg endelig valgte å satse på faget fysikk, skyldtes det i stor grad den positive opplevelsen jeg hadde av faget i gymnastiden.

I de dager var ikke skolene utstyrt med så mye apparatur som i dag. Vi var vel fornøyde med å trille kuler nedover et skråplan og trekker klosser bortover en bordflate, måle strømmer og spenninger i enkle el-kretser, utføre enkel kalorimetri i



*Lektor, Bergen Katedralskole

varmelæren og leke oss gjennom eksperimentene i lyd- og lyslæren. Atomfysikken var vi heller lite opptatt av. Storheter som Planck og Einstein hørte vi bare læreren fortelle perifert om. For den gang var emner som kvantefysikk og relativitetsteori alt for vanskelig for de beste 15 % av ungdomskullet. Og emnet astrofysikk var ikke oppfunnet som skolefag.

Når jeg tenker tilbake på denne tiden, er det også med minner om store og tungvinte utregninger med logaritmetabell og regnestav. Noe slikt hadde det ikke nyttet å tilby dagens elever.

Det som likevel tente oss, var våre entusiastiske lærere. De formidlet realfagene på en slik måte at vi ble stolte av fagene våre, og vi riktig nøt å bli ført inn i naturfagenes vidunderlige verden. Det er ingen tvil om at det er i ung alder gnisten blir tent, og hvis den først er tent, så går alt så mye lettere når de faglige problemene melder seg senere i livet.

Når jeg skal si noe fornuftig om fysikkfaget og det å undervise i fysikk for unge mennesker, har jeg valgt å gå litt tilbake i tiden for på den måten å få tak i en såkalt "rød tråd" og forhåpentlig få frem den utrolige utviklingen som har funnet sted i fysikkfaget i løpet av de siste 50 årene. Og for å se det hele i et riktig perspektiv, legger jeg opp til en liten kavalkade over min befatning med fysikkens utvikling fra kjuagutten i Bergen i 40-årene til fysikklæreren anno 1997.

Jeg vil understreke at det har vært en stor glede og inspirasjon å undervise unge mennesker over en periode på snart 40 år. Elevene har stort sett vært lydhøre til det som er blitt presentert i fysikktimene, og i hvert fall der jeg har undervist, har en ikke kunnet klage på elevaktiviteten. Elevene har spurt og gravd om alt mulig, og har ofte kommet med forslag til andre måter å ta stoffet på enn det som læreren la opp til. Elevene har dessuten hatt et åpent øye for alt som har levd i tiden, og kommet med forslag til hva vi kunne gjøre litt ekstra for å ligge helt i fremste linje av utviklingen. Slik er jeg som lærer blitt tvunget til å tenke nytt. Og mange av de sprøe og noen ganger ville prosjekter som er blitt satt i verk, har bygget mer på entusiasme enn nøktern faglig vurdering. Men nettopp det har vært sjarmen med det hele.

En fysikkavalkade

Jeg velger å starte med tiden rett etter krigen. Det var ikke vanlig med radioapparater i hjemmene, men vi unger bygget våre egne krystallapparater. Konstruksjonen var enkel, med en spole viklet på en dorull, en liten krystall med føler og høretelefon. Lyden ble ganske bra når vi la høretelefonen ned i en suppeterrin, slik at vi fikk resonans. Nøden lærte oss til å finne våre egne løsninger på problemene. Det fantes ingen superbutikk for elektronisk utstyr. Vi bygget vår enkle elektronikk selv. Den første fysikkgnisten var tent.

En dag i 1950 spør vår fysikklærer i siste gymnasklasse om noen av elevene kan tenke seg å bygge en radio til undervisningsbruk. To av elevene er ubetenksomme nok til å melde seg. Vi må selv finne frem til et passende koplingsskjema. Så fikser vi litt på skjemaet, og bygger deretter en enkel amatørradio med en masse radiorør. Og vi fikk den til å virke som et skudd. Radioen ble demonstrert for hele klassen, og vi fikk mye skryt av læreren vår. Etter demonstrasjonen for elevene i klassen ble radioen innlemmet i skolens apparatsamling. Enda en ny fysikkgnist var tent i et søkende ungdomssinn.

Årene går, jeg har valgt fysikk som fag og går på laboratoriekurs på Fysisk institutt ved Universitetet i Bergen. Vår glimrende foreleser i elektrisitetslære forteller oss en dag at vi nå skal få stifte bekjentskap med et meget avansert apparat. Vi venter i spenning til det store øyeblikk, og får demonstrert et apparat der ulike kurver danser over en skjerm. Vi har opplevd vårt første oscilloskopbilde. Vi studenter er stumme av beundring: Tenk å se en svingning. Dette må jo være kronen på verket av all elektronikk! Tenkte vi, den gang.

Så kom arbeidet med hovedfagsoppgaven; en praktisk oppgave på Van der Graaff-generatoren. Kjernereaksjonen var $^{25}Mg(d,n)^{26}Al$. Nøytronene fra reaksjonen ble registrert ved hjelp av fotografiske plater. Eksponeringen tok to døgn. Deretter ble i alt ca. 6000 spor målt i mikroskop. Det tok 1 år! Her var det grunnforskning i ordets rette forstand. Den gang visste vi lite om hvilke eminente registreringssystemer som ville dukke opp 30 år senere, slik som for eksempel på LEP i CERN.

I 1958 ble jeg ferdig med fysikk hovedfag og begynte som vitenskapelig assistent med måling av kosmisk stråling. Det er mange ulike observasjonsretninger, og ufattelig mange observasjoner i hver retning. Her trenger vi en regnemaskin. Som vitenskapelig assistent får jeg utlevert en elektrisk bordmaskin av typen *Monroe*. Jeg er i den syvende himmel, og behandler maskinen nesten som en ekte Marilyn. Dette må jo være toppen av all elektronisk databehandling!

Men så plutselig dukker det opp et nytt vidun-

der, nemlig *Emma*. Også det en dame med de rette dimensjoner. En elektronisk regnemaskin drevet med radiorør. Maskinen står i et kjempestort rom, og fyller hele rommet. Den utvikler hele 12 kW, og kan på varme sommerdager bare kjøres noen timer i slengen. Det er nemlig vanskelig å skaffe god nok avkjøling. Men vi greier å kjøre en måneds observasjoner på vel en time, og er henrykte. Nå må vel noe av det beste innen regnemaskiner være skapt? Men det vi ikke visste den gang, var at dette bare var starten på regnemaskinens eventyrlige tidsalder.

Vi er nå kommet til året 1960, og jeg er lektor ved Bergen Katedralskole. Elevene i en realskoleklasse er meget interesserte i fysikk, og vil gjerne vite litt mer om det nye som presser på og som ikke står i pensum. To elever har gode forbindelser, og kan smugle inn noen transistorer. Kunne dette ha interesse for den unge fysikklæreren? Vi kunne for eksempel bygge en transistorradio? Helt OK, svarer læreren, men han må innrømme at dette er noe som heter halvlederfysikk, og det har han ikke hatt noe av på universitetet. Den gang var halvlederfysikk et nokså nytt område innen fysikken, og sikkert veldig vanskelig for vanlige studenter. Men la gå. Vi bestemmer oss for å kjøpe det antall transistorer vi trenger for å bygge en transistorradio. Ulempen er bare at transistorer som smuglervare koster 15 kr pr. stk., og vi må jo ha en del. Men på det åpne markedet er de mer enn dobbelt så dyre og meget vanskelig å få tak i. Transistorene blir kjøpt som smuglergods, og tross dette virker radioen som et skudd. Vi ligger nok en gang helt i fronten av utviklingen. Nå er det tent en del fysikkgnister hos elevene. Helt klart: Dette var gøy!

Tre år senere leser de samme elevene fysikk i siste realgymnasklasse. Da stifter elevene og læreren en fysikklubb. Disse eksklusive medlemmene møtes en kveld i måneden, og aktuelle temaer blir tatt opp på en helt uformell måte. En kveld kommer en kjent radioforhandler i byen på besøk, for å fortelle hvordan et fjernsyn virker. Vi får vite at det er 625 elektronstriper som feier over skjermen. Bildet blir laget ved at intensiteten i elektronstrålen varierer i takt med lysstyrken på objektet. Og forhandleren forteller oss at vi trolig er de første elevene i byen som har sett inn i et fjernsynsapparat. Den kvelden går vi alle hjem med hevet brystkasse av pur stolthet. Vi ligger enda en gang i fronten av utviklingen. Dette var ikke bare gøy, men kjempegøy!

I 1969 kommer det nye leseplaner for fysikk i realgymnaset. Nå får atomteori med kvantefysikk, bølgemekanikk og relativitetsteori en bred plass i undervisningen. De yngre lærerne jubler, men noen eldre synes dette er alt for vanskelig stoff for elevene. Særlig nå når hele 30 % av ungdomskullet kommer inn på gymnaset.

En datamaskin dukket opp på skolen i 1974. En eneste maskin til hele elevskokken. Elevene som leser data, blir en ny supergjeng på skolen. Tenk: de kan programmere en datamaskin! De må jo være genier. Den unge lektoren, som nå etter elevenes mening ikke er så helt ung lenger, lar interesserte elever drive med tipping i siderommet til fysikken. De lager et program helt på egen hånd, legger inn kamper med sannsynlighetsbetraktninger og lar maskinen jobbe. Etter 45 minutter kommer rekkene ut. Vi romler sammen de kronene vi trenger, og leverer inn kupongen. Søndagen etter vinner vi hele 2000 kroner. BINGO!

På slutten av 1970-årene dukket lommeregneren opp som troll av eske. Noen elever spør om ikke vi kan bygge hver vår egen lommeregner. Selvsagt kan vi det! Vi bestiller byggesett fra England, og får faglig assistanse fra elektronikkbedriften Nera til de mest krevende loddeoperasjonene. Alle loddeboltene blir jordet, for å hindre at kontaktspenninger mellom klær og stolseter blir overført til de ømfintlige komponentene vi arbeider med. Etter en ukes tid har alle elevene sin egen lommeregner, som virker. Elevene er elleville!

Et siste glimt er fra slutten av 1980-årene. En gruppe 2Fy-elever vil lage superledere. Vi har latt oss imponere av de to forskerne Bednorz og Müller, og vil etterprøve den $YBaCuO_x$-krystallen som de med meget strev er kommet frem til. En av elevene i klassen har en onkel som jobber ved universitetet i Genève. Denne onkelen er spesialist på superledere og kjenner de to forskerheltene våre. Vi får tilsendt en masse gode tips og går i gang. Etter en måneds iherdig innsats, og med god hjelp fra verkstedet på Fysisk institutt, har vi krystallen klar. Den blir plassert i et sterkt magnetfelt, og blir deretter nedkjølt med flytende nitrogen. Krystallen blir støtt ut av magnetfeltet, slik den skal i følge Meissnereffekten. Vi får superlederen til å sveve fritt i luften. For en opplevelse! Alle jubler. Vi har lykkes i å lage en superleder. BINGO nok en gang! Onkelen i Genève blir underrettet, og han gratulerer oss med det flotte resultatet. Nesten hele gjengen med elever bestemmer seg for å lese fysikk videre etter gymnaset.

De eksemplene på egenaktivitet som er nevnt til nå, kan på mange måter være med å gi et

bilde av hvordan mange lærere har drevet sin fysikkundervisning lenge før begrepet "prosjektarbeid" dukket opp i læreplanene. Og slik kunne vi fortsette å gi eksempler på hvordan elever og lærere sammen har vært med på å utvikle fysikkfaget i skolen. Derfor vil jeg benytte anledningen til å takke alle mine elever gjennom årene for den positive innstillingen de har hatt til fysikkfaget og den inspirasjon de har gitt meg. De har mye av æren for den faglige utvikling jeg har hatt som underviser, og at jeg har vært lysten på nye utfordringer. Takk til de alle sammen!

Mange av de ideene som ble unnfanget i klasserommene på skolene rundt om i landet, ble senere annammet av planmakerne. Hele tiden var det en utviklingsprosess i gang i skolefysikken, styrt av entusiastiske elever og lærere. Og hver gang det skulle bli laget en ny læreplan i fysikk, satt det aktive lærere plassert på sentrale steder i systemet og var med på å lede utviklingen inn i rett spor.

Det moderne fysikkfaget

Jeg vet at fysikklærerne i skolen jevnt over har vært flinke til å følge med i den rivende utviklingen i faget gjennom de siste tiår. Og hvis vi ser litt tilbake på vår kavalkade, er det jo en helt fantastisk utvikling som har funnet sted. Logaritmetabell og regnestav er erstattet av avanserte lommeregnere med grafisk vindu. Vanlige regneoppgaver med kompliserte tallkombinasjoner blir en lek med taster. Når elevene har gjort sine forsøk, legger de sine observasjonsresultater inn i lister på lommeregneren, og fremstiller observasjonsdataene i form av grafer på noe sekunder. Lommeregneren finner rask den beste tilnærmingskurven til observasjonsdataene, og regner ut regresjonskoeffisienter på et øyeblikk. Og ikke nok med det, nå kan elevene legge inn nær sagt alle slags observasjonsdata på dertil egnede loggere. Senere kan dataene bli overført til elevenes egne lommeregnere, og bearbeides der. Og hvis elevene ønsker det, kan dataene overføres videre til egen PC.

Data som logges direkte inn på PC, er nå det mest hete utviklingstema i fysikkfaget. Her er vi kommet inn i en helt ny fase av faget. Og elevene synes dette er gøy! Hvis en lærer skulle vegre seg for å gjøre eksperimenter med bruk av PC av frykt for ikke å få PC-en til å fungere, kan læreren bare slappe av. For med den kjennskap elevene i dag har til elektroniske hjelpemidler, løser de som oftest de fleste vanskeligheter læreren står overfor. På noen skoler er elevene allerede blitt gode støttespillere i fysikkundervisningen. Trolig vil skolefysikken møte store utfordringer og gjennomgå vesentlige forandringer i årene som kommer. Jeg er overbevist om at skolens lærere fortsatt vil sørge for at fysikkfaget følger med i utviklingskarusellen, og at vi går fremtiden lyst i møte.

Hvordan kan vi styrke fysikkfaget?

Så over til noen helt andre aspekter ved fysikkundervisningen. Det sentrale spørsmål er: Hva kan vi lærere gjøre for å styrke fysikkfaget? Søkningen til fysikkfaget er jo gått sterkt tilbake de siste årene, og denne utviklingstendensen må vi snu. Norge trenger nemlig ungdom med gode kunnskaper i fysikk. Her vil jeg nevne et par tiltak som jeg er opptatt av.

For det første: Vi lærere må gjøre fysikkfaget mer attraktivt for våre elever. Vi må i sterkere grad enn nå få frem de myke verdiene i faget, slik at elevene ikke bare ser på fysikk som et tøft, matematisk betont fag. Et relevant spørsmål i denne forbindelse bør være: Hva skal vi med fysikk? For å svare på dette spørsmålet velger jeg å ta med litt fra den nye 2FY-boken som jeg har vært med på å skrive:

"Du trenger ikke å kunne fysikk for å overleve. For eksempel trenger du ikke å kunne gasslovene for å puste. Alle mennesker bruker fysikk ubevisst, på samme måte som de bruker luften. Noen hevder at de ikke trenger fysikk, mens andre ønsker å vite mer om verden. I det moderne samfunnet er vi alle avhengige av tekniske apparater: biler, klokker, mikrobølgeovner, datamaskiner og fly. Derfor er det en spennende utfordring for ingeniører og fysikere å være med på å skape nye ting som omformer vår hverdag. Hver dag blir menneskeliv reddet i sykehusene våre ved hjelp av fysikk og teknikk. Biologisk og medisinsk forskning er helt avhengig av fysikk og teknikk. Det kan være den radaren som følger en flokk tundrasniper på vei mot Syden og dermed gir oss nye kunnskaper om fugletrekket, eller det PET-scan-apparatet som gjør det mulig å studere hva som skjer i hjernen, for eksempel når vi leser." Og videre: "Hvis vi mennesker skal lykkes i kampen for et godt miljø og en bærekaftig utvikling, må blant annet fysikere og ingeniører arbeide i fremste rekke. De må hjelpe oss fra ord til handling. Det er derfor helt nødvendig at vitenskapsfolk i større grad begynner å engasjere seg i samfunnsspørsmål. Miljøorganisasjonene har også fått opp øynene for at det er godt å ha med folk som er skolert i naturviten-

skap. Miljøorganisasjonene får dermed en ny profil og større faglig tyngde."

For det andre: Vi kan styrke kontakten med våre universitet og høyskoler. Her vil jeg spesielt nevne skolelaboratoriene for realfag ved noen av våre universiteter. De har gjort en glimrende jobb ved å gi fysikklærere påfyll av ny kunnskap. Disse laboratoriene har også tatt i mot skoleklasser på omvisning og vist hvilke muligheter fysikken har i vårt samfunn. Her vil jeg spesielt nevne et tiltak som vi startet opp med i 1992. Da arrangerte vi for første gang en "Fysikk-Dag" ved Universitetet i Bergen for 3Fy-elever fra alle de videregående skolene i Rogaland, Hordaland samt Sogn og Fjordane. Emnene var elementærpartikkelfysikk, kvantefysikk og astrofysikk. Disse fysikksamlingene er siden blitt årvisse og er blitt svært godt mottatt av både elever og lærere. Tanken er blant annet å motivere elevene til å velge fysikk som fag i sine videregående studier. Tilbakemeldingene fra alle elevkullene til nå har vært meget positive, og den vårlige samlingen er nå også blitt et fast innslag for 3Fy-elever i andre deler av landet. Jeg tror slike samlinger har en meget stor motiveringseffekt på våre elever.

For det tredje: Vi kan gjøre noe med karakterstatistikken for fysikkfaget. Vi vet at de presumptivt beste elevene velger realfag. Hvorfor skal det da være slik at disse elevene statistisk sett går ut med de dårligste karakterene? Her er det jo noe fullstendig galt! De elevene som er opptatt av å få gode karakterer for å komme inn på de ønskede videregående studiene, velger ofte minst mulig av realfaglige emner. Det er mye mer regningssvarende å velge helt andre fag enn for eksempel matematikk og fysikk. Etter min mening bør vi nå sette oss ned å tenke grundig gjennom denne uheldige situasjonen. La oss påvirke eksamensoppgavenemnden til å gi enklere oppgaver, og til å redusere arbeidsmengden vesentlig. Hvorfor skal det alltid være noen oppgaver som det store flertall av elevene ikke har en mulighet for å løse? Jeg kan nevne eksempler i massevis. Og hvorfor må det på død og liv være så mye å gjøre at selv en toppelev så vidt kommer ut med tiden? Her må oppgavenenemnden skjerpe seg og være sitt ansvar bevisst.

Så var det sensorene. Hvorfor skal det være så mange kjepphester å ri? Vi har hørt det mange ganger: "Denne kandidaten kan ikke få den karakteren, fordi akkurat den bestemte delen av oppgaven er mangelfull." La oss bli litt mer romslige, og se litt gjennom fingrene her og der.

Om lærerne og deres evaluering av egne elever: Hvorfor være så beinharde med fysikkarakterene når lærere i andre fag er mye mer romslige? Mitt forslag er at vi hever standpunktkarakterene i fysikk til et anstendig nivå, noe som gjør dem sammenlignbare med karakterer i andre fag. Dette er ikke noe hokuspokus. Det er bare en enkel justering av et til nå alt for strengt innarbeidet karakternivå i fysikk. Husk på at i dag går hele 65 % av ungdomskullet på allmennfaglig studieretning i videregående skole.

Også Stortinget har sett problemet med den sviktende tilgangen på realfagskandidater. Det er nylig fattet vedtak som går ut på å gi tilleggspoeng for elever som leser fagene matematikk, biologi, fysikk eller kjemi i den videregående skolen. Dette skal være med på å sikre rekrutteringen til realfagene. Etter min mening er dette et meget klokt tiltak. Mange hevder at vi går mot en ingeniørmangel i Norge. Det er overveiende sannsynlig at de elevene som leser matematikk, fysikk og informasjonsteknologi blir ettertraktede kandidater i fremtidens Norge.

For det fjerde: Vi må styrke Norsk Fysikklærerforening. NFL en av de mest positive nyskapninger innen fysikkundervisningen i skole, høyskole og universitet. Jeg tror denne foreningen spesielt kommer til å bli til stor glede for lærerne i den videregående skolen. I dag har vi gjennom foreningen kanaler inn mot dem som lager oppgaver til eksamen. La oss bruke disse mulighetene til å påvirke oppgavegiverne. La dem forstå at vi sammen kan øke interessen for fysikkfaget ved å lage bedre, lettere og mer varierte oppgaver til eksamen. Og gjennom foreningen vår kan vi også påvirke lærerne ute i skolen til å bli litt lettere på hånden når de gir sine standpunktkarakterer.

For det femte: Vi må satse på informasjonsteknologi i fysikkundervisningen. En slik satsing vil styrke fremtiden for fysikkfaget i norsk skole. Jeg for min del er meget optimistisk. Den nye læreplanen gir mulighet til å satse på informasjonsteknologi ved bruk av PC, CD-ROM og Internett. Her ligger store pedagogiske utfordringer. Videre vil prosjektoppgaver kunne tilføre faget en ny dimensjon. Nå kan elevene få tid til å drive "forskning" på egen hånd, uten alt for sterk styring fra sine lærere. Mulighetene er mange. Det er bare å håpe at lærerne slipper elevene løs, og lar dem få bruke disse nye elementene aktivt i undervisningen. Den tradisjonelle, sterkt lærerstyrte skolen er forhåpentlig ved å bli avløst av en skole der elevene blir tatt mer på alvor. Med et sterkere engasjement fra elevenes side tror jeg interessen for fysikkfaget

også vil øke, slik at stadig flere elever finner glede av å lese fysikk i sine videregående studier.

NFS og fysikken i skolen

Så noe ord om den rollen NFS kan spille i den fremtidige utviklingen av fysikkfaget i skolen. NFR og NFS har tidligere stått for to arrangement omkring fysikkundervisning, første gang med "Ustaoset-seminaret" i 1990 og andre gang med "Hafjell-konferansen" i 1994. Begge disse arrangementene var meget vellykkete. Nye konferanser på Hafjell planlegges. Her vil interesserte lærere få en faglig vitamininnsprøytning som motiverer til fortsatt innsats. La oss håpe at mange stiller på disse konferansene. For her lærer vi mye nytt, og vi har det moro på toppen av det hele.

Norsk Fysikklærerforening er et ekteført barn av NFS. I løpet av det siste året har flere hundre fysikklærere i den videregående skolen meldt seg inn i NFL og dermed også i NFS. Denne utviklingen tegner riktig bra for fysikkfaget. Gjennom NFSs glimrende fagblad Fra Fysikkens Verden kan forskere og lærere møtes til en fruktbringende diskusjon om fysikkens fremtidige stilling. Gjennom disse diskusjonene kan vi sammen styre utviklingen slik at fysikkfaget blir stadig mer attraktivt for de unge. *La det bli gøy å lese fysikk i norsk skole!*

∞

Meningsytring

Forskningsrådet og fysikken: dialog eller konfrontasjon?

For vel et år siden foreslo NFR (Norges forskningsråd) en evaluering av norsk fysikk. Tiltaket møtte motstand fra fagmiljøene og ble derfor droppet. I stedet startet FEM-komiteen (fysikk, elektrofag og materialteknologi) under Rådet for naturvitenskap og teknologi (NT), arbeid med en "langsiktig plan" for rådets støtte til de tre feltene. Et utkast eller "råd" om en slik plan har vært ute på høring; komiteen kalte det et "innspill" – altså oppfordring til debatt. Og debatt er det blitt, jf. den nokså aggressive lederartikkelen i FFV nr 2. Innspillets form og de reaksjoner det ble møtt med, reiser imidlertid spørsmål om arbeidsmåte og diskusjonsform i forskningspolitikk: Skal man ta sikte på dialog og samarbeid eller søke konfrontasjon? Bør det satses på strategier for nye felt og miljøer eller på å konservere de områder og forskningsgrupper man har?

Bakgrunn for FEM-komiteens arbeid er den strategiplan for norsk forskning som Forskningsrådet la fram i fjor. Et sentralt moment var en advarsel om at Norge "er i ferd med å sakke akterut på viktige områder" innen forskning og utvikling. Rådet pekte på at bevilgningene til forskning er lavere enn i mange andre land, særlig til naturvitenskapelig og teknologisk forskning. En vanskelig utstyrssituasjon i eksperimentelle fag som fysikk nevnes spesielt. Kunnskapsbehov knyttet til næringsutvikling ble fremhevet som argument for en betydelig økning av bevilgningene til forskning.

FEM-komiteen føyer til sine egne, for så vidt nokså enkle, observasjoner innen de tre områdene. I fysikk peker den på at en står overfor et generasjonsskifte i lærerstaben, og at sammensetningen mht. fagfelt i norsk fysikk skiller seg ut fra det man finner i de fleste andre land, og er preget av forsknings- og universitetspolitiske prioriteringer som ble foretatt for tretti–førti år siden. Dette ser komiteen som en utfordring og anledning for forskningsråd og universiteter til nytenkning og en mer offensiv planlegging. Det er grunnlag for "innspillet" som til dels er formet som spørsmål, men er klart og kontroversielt nok. Det skisseres en dreining fra partikkel- og kjernefysikk mot fysikk på det atomære nivå: faststoffysikk, atom- og molekylfysikk, biofysikk, atmosfærefysikk(?) – med økt vekt på eksperimentell virksomhet her hjemme, om nødvendig på bekostning av vår deltakelse ved store internasjonale installasjoner. Begrunnelsen er dels det man ser som en internasjonal faglig utvikling, dels nasjonale behov. En merker også ønsket om en ny giv, om forandring.

Vel så kritisk er komiteen overfor de to andre feltene. Den peker bl.a. på at brukerstyrt materialforskning under IE (industri og energi) har bidratt til at et kortsiktig perspektiv preger oppdragsinstituttenes materialforskning. Komiteen kritiserer også bruk av doktorstipendiater i industristyrte prosjekt; den vil ha stipendiatene tilbake til universitetene. Her kommer også de klareste og mest interessante anbefalingene: Det foreslås en ny type finansiering av grunnforskning i grenseområdet mellom IE og NT, akademisk styrt, men med en viss industrifinansiering som markering av industriell interesse. Man ønsker også at oppdragsinstituttene må få tilbake mer av den

rolle de hadde i 1960-årene da langsiktig forskning bl.a. ved daværende SI, innen fysikalsk metallurgi og mikroelektronikk la grunnlag for ny industriutvikling innen legeringsutvikling og videreforedling av aluminium og silisiumbasert sensorteknologi.

For fysikkfeltet er komiteen mer løs i sine konkrete forslag som har fått et visst preg av lett blanding: vurdering/evaluering av ulike virksomheter med jevne mellomrom, satsing av midler og/eller planer på en rekke felt, satsing på "enere", på unge veiledere og på å trekke utenlandske forskere til Norge, samt på tiltak for å øke kontakten mellom grunnforskning og industri. Sett i sammenheng er komiteens forslag uten tvil kontroversielle og til dels lettvinte; men de inneholder synspunkter som bør tas alvorlig – og som slett ikke er enestående for vårt land. Når de fører til sterkere reaksjoner hos oss, kan grunnen være at vi har hatt mindre forandringer i fagets sammensetning, og kanskje mindre faglig debatt enn i andre land. I så fall blir "rådet" fra komiteen et uunngåelig og kanskje nødvendig innspill for å få i gang en slik debatt om faglige og forskningspolitiske spørsmål. De faglige spørsmålene er interessante nok: Hvor finner vi i dag fysikkens viktigste og mest spennende utfordringer? Er det i de høyeste partikkelenergier og de fjerneste galakser, eller er det i de kompliserte prosessene i faste stoff, i biologisk materiale eller i den atmosfære som omgir oss? Det er en diskusjon vi ikke bør avvise, men delta i, og akseptere at det her finnes ulike syn og meninger – i og utenfor den akademiske fysikken.

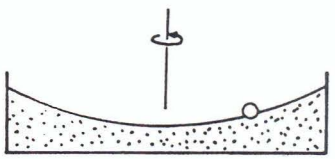
Til slutt: FEM-komiteens "råd" kritiseres for å være overflatisk. Det er imidlertid en kritikk man dessverre kan rette mot svært mye av utrednings-, planleggings- og evalueringsarbeid i og om norsk forskning enten det kommer fra forskningsråd eller fra universitetshold. Det er opplagt behov for å legge mer arbeid og innsikt i den strategiske planlegging som vekst i norsk forskning vil være avhengig av. Den videre debatt bør ha det som ett av sine mål.

Jon Gjønnes

∞

Trim i FFV

FFVT 3/97



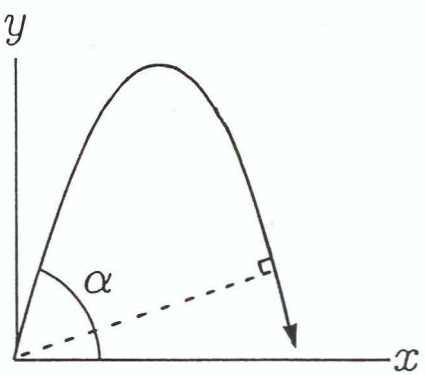
I et sylindrisk kar med vann flyter en bordtennisball. Karet settes i rotasjon om sylinderaksen, og får konstant vinkelhastighet. Hva skjer? Vil ballens likevektsposisjon være der den ligger, ved kanten av karet, i sentrum, eller i en viss annen avstand fra sentrum?

Løsning FFVT 2/97

a) En handgranat kastes under en vinkel α med horisontalen, og spørsmålet var: For hvilke α vil den hele tiden fjerne seg fra kasteren?

Dersom handgranaten kastes under tilstrekkelig stor vinkel vil den først fjerne seg og så nærme seg. I det øyeblikket den på nedtur er nærmest kasteren står hastigheten vinkelrett på avstandsvektoren:

$$\vec{r} \cdot \vec{v} = xv_x + yv_y = 0.$$



Dersom vi her (i selvforklarende notasjon) setter inn hastighetene $v_x = v_0 \cos\alpha$; $v_y = v_0 \sin\alpha - gt$ og koordinatene $x = v_0 t \cos\alpha$; $y = v_0 t \sin\alpha - \frac{1}{2}gt^2$ får vi likningen for tidspunktet t der dette skjer:

$$\tfrac{1}{2}g^2t^2 - \tfrac{3}{2}gv_0 t \sin\alpha + v_0^2 = 0,$$

eller

$$\tfrac{1}{2}(gt - \tfrac{3}{2}v_0 \sin\alpha)^2 = v_0^2(\tfrac{9}{8}\sin^2\alpha - 1).$$

For at avstanden skal øke hele tida må denne likningen *ikke* ha en reell løsning for t, og vi ser at dette er tilfelle når

$$\sin^2 \alpha \leq \tfrac{8}{9}, \text{ dvs } \underline{\underline{\alpha \leq 70,5°}}.$$

b) Spørsmålet var om en kunne plassere tallene 0,1,2,..., 9 i en sirkel slik at differansen mellom nabotall er 3, 4 eller 5.

Blant tallene 0,1,2,8 og 9 finnes ikke to tall med differans 3, 4 eller 5, så ingen av disse kan være naboer. Hvert av de resterende fem tallene, eksempelvis 7, må derfor fylle mellomrommene mellom ovennevnte fem tall, ett i hvert mellomrom. Men tallet 7 har ikke to lovlige naboer blant de nevnte fem tallene, bare ett (nemlig tallet 2). Altså finnes det *ingen* plassering av tallene som oppfyller betingelsen.

∞

Nye Doktorer

Jens O. Andersen

Cand.scient. Jens O. Andersen forsvarte 18. juni 1997, avhandlinga *On Effective Field Theories at Finite Temperature* for dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo.

I imaginærtidsformalismen får dei ulike fourierkomponentane til eit kvantefelt ein termisk masse lik $2\pi nT$ for bosefelt og lik $2(n+1)\pi T$ for fermifelt, der n er eit heiltal og T er temperaturen. Den bosonske moden med $n = 0$ kallast lett, medan dei andre bosonske modane og alle dei fermionske, kallast tunge. Ein kan sjå på kvantefeltteoriar ved endeleg temperatur som ein tredimensjonal feltteori med uendeleg mange felt (fourierkomponentane) der ein har eit massehierarki. Ein kan såleis nytte metodar frå effektiv feltteori som ein kjenner frå andre delar av høgenergifysikken, t.d. effekten av ein tung Higgspartikkel, på lågenergifysikken.

Andersen har sett spesielt på ulike måtar å konstruere ein effektiv tredimensjonal feltteori på for den lette moden. Denne feltteorien er generelt ikkjerenormaliserbar, men den moderne forståinga av effektive feltteoriar og renormalisering gjer at slike kvantefeltteoriar er fullgode feltteoriar. Desse effektive feltteoriane er relevante i studiet av faseovergangar i det tidlege univers, og i studiet av kvark–gluon plasmaet, som ein håpar å produsere i tungionekollisjonar ved CERN.

Doktorgradsarbeidet er utført ved Fysisk institutt, Universitet i Oslo, med professor Finn Ravndal som rettleiar. Jens O. Andersen er nå post.doc. ved Ohio State University, USA.

∞

Helle Anholt

Sivilingeniør Helle Anholt disputerte 4. juni 1997 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo. Tittelen på avhandlingen er: *The use of phthalocyanines and 5-aminolaevulinic acid in photochemotherapy of cancer.*

Fotokjemoterapi er en relativ ny behandlingsform hvor en kombinerer bruk av visse fargestoffer og lys. Den er hovedsakelig rettet mot behandling av kreft, men blir også vurdert brukt til behandling av andre lidelser som f.eks. psoriasis. Behandlingen er basert på at fargestoffet akkumuleres i kreftvevet som deretter utsettes for synlig lys med en gitt bølgelengde, som oftest fra en laser. Fargestoffet vil absorbere det innkommende lyset og bli eksitert.

De eksiterte molekylene kan overføre overskuddsenergien til oksygen i grunntilstanden, og det kan blant annet dannes singlett oksygen ($^1O_2$) som er meget reaktivt og kan skade en rekke biomolekyler. Tumoren kan således helt eller delvis ødelegges enten ved at tumorcellene drepes direkte, eller ved at blodårene i tumoren skades.

Arbeidet har foregått både *in vivo* og *in vitro*. Forskjellige parametre som kan påvirke behandlingsresultatet er undersøkt, som f.eks. fraksjonert mot ikke-fraksjonert bestråling, påvirkning av trykk under behandlingen, tidspunkt for bestråling etter injeksjon av fargestoffet, samt metoder for å kunne øke produksjonen av det lysfølsomme fargestoffet i kreftcellene.

Arbeidet er utført ved Institutt for kreftforskning, Det Norske Radiumhospital, under veiledning av professor Johan Moan og dr.philos. Kristian Berg. Helle Anholt er nå ansatt der.

∞

Tore Heggem

Cand.real. Tore Heggem har tatt dr.scient.-graden ved Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet. Avhandlinga har tittelen *Målingar av vind og temperatur på kysten av Trøndelag. Sensorvurdering, datakvalitet og vindstruktur*, og er utført ved Institutt for fysikk med førsteamanuensis Jørgen Løvseth som hovudrettleiar.

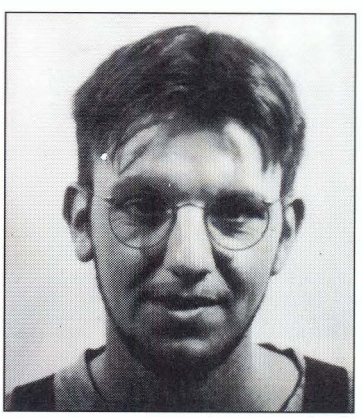
Doktorgradsarbeidet bestod m.a. av oppbygging og drift av ein automatisert målestasjon for vind- og temperaturmålingar på Frøya. Heggem har lagt vekt på å samle høgkvalitets måledata kontinuerleg frå eit titals sensorar. Til det trengst driftsikre og nøyaktige målarar, og eit robust målesystem. Særleg interessant er det å få registrert ekstreme situasjonar som orkanar. Under slike forhold er målestasjonen særleg utsett for driftsstans på grunn av uversskadar eller brot i straumforsyninga.

Heggem har utvikla metodar for å kvalitetskontrollere store datamengder (5–10 Megabyte pr. døgn), og har analysert tidsseriar på opptil 14 år av vind- og temperaturmålingar for å få betre kjennskap til variasjonsmønstret til vinden. Han har fått erfaring i bruk av ulike målesensorar under ekstreme verforhold, og har bygd opp ein verdifull database med vind- og temperaturmålingar over lang tid som kan brukast til kartlegging av vindkraftressursar, utrekningar av vindlaster og til studiar av klimaendringar. I tillegg har han gjort analyser som kan brukast til å få betre kunnskap om vindlaster på bruer, bygningar og vindmøller.

Tore Heggem vart utdanna cand.real. ved Det matematisk naturvitskaplege fakultet, AVH, Universitetet i Trondheim, i 1986.

∞

Helge Bøvik Larsen



Sivilingeniør Helge Bøvik Larsen har tatt graden doktor ingeniør ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) med avhandlingen *Dynamiske effekter i spredning av røntgenstråler fra perfekte og imperfekte endelige krystaller.*

Dette arbeidet utvider bruksområdet for eksisterende modeller som omhandler hvordan krystallfeil på mikroskopisk nivå påvirker intensiteten av røntgen- strålingen. Resultatene vil kunne bidra til en mer korrekt behandling av eksperimentelle data som brukes til å fastlegge den atomære oppbygningen av faste stoffer.

Spredning av røntgenstråler i krystaller er en viktig kilde til informasjon om strukturen av faste stoffer. I doktorgradsarbeidet gir Larsen en matematisk beskrivelse av spredningsprosesser i krys-

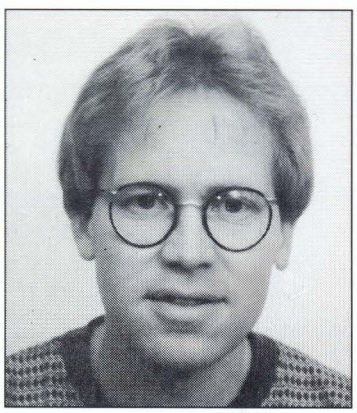
taller med endelige dimensjoner. Han har utviklet en løsningsmetodikk som er velegnet for analyse ved bruk av moderne matematisk programvare. Modellene som benyttes inkluderer situasjoner der to og tre røntgenstråler spres gjentatte ganger i krystallen. Innflytelsen av feil i krystallstrukturen behandles med statistiske metoder. I analysen er det også tatt hensyn til spesielle effekter som oppstår på grunn av resonansfenomener.

Prosjektet er utført ved Institutt for matematikk og naturvitenskap ved høgskolen i Stavanger med førsteamanuensis Gunnar Thorkildsen som hovedveileder og professor Frode Mo, NTNU, som medveileder.

Helge Bøvik Larsen ble utdannet sivilingeniør ved Høgskolen i Stavanger i 1993.

∞

Gunnar Pettersen



Sivilingeniør Gunnar Pettersen har tatt graden doktor ingeniør ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet med avhandlingen *Utviklingen av mikrostruktur ved sintring og aluminiumeksponering av titandiboridkeramer.*

Produksjon av aluminium ved elektrolyse er energikrevende, men energiforbruket kan reduseres betydelig hvis man erstatter dagens karbonkatoder med inerte katoder som fuktes av flytende aluminium. Titandiborid er et lovende materiale. Utgangspunktet for Pettersens doktorgradsarbeid var spørsmål knyttet til sinteringsprosessen for produksjon av titandiboridkatoder og problemer med oppsprekking av katodene. En bedre forståelse av disse forholdene vil være med på å bane vei for bruk av fuktende katodematerialer.

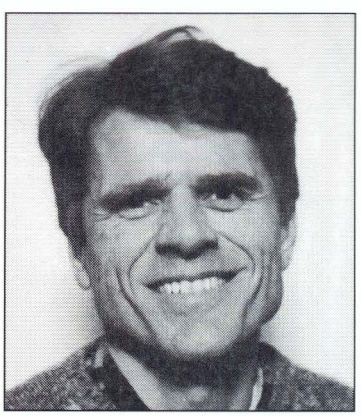
Pettersen har undersøkt katodematerialenes mikrostruktur før og etter eksponering mot aluminium ved hjelp av transmisjonselektronmikroskopi. Han har særlig lagt vekt på å forklare utviklingen av sekundærfaser i sintringsprosessen og å forstå hvordan disse reagerer med aluminium ved elektrolyse. Han har også lagt vekt på å bestemme struktur og kjemi for korngrensene i materialene og å forklare hvordan aluminium kan trenge inn ved elektrolyse. Dessuten har han studert effekten av tilsatser av bor eller titan på katodens egenskaper.

Avhandlingen er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Ragnvald Høier som hovedveileder. Pettersen har utført deler av arbeidet under et forskningsopphold ved Max-Planck-Institutt für Metallforschung i Stuttgart.

Gunnar Pettersen ble utdannet sivilingeniør ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1992. Han er nå ansatt som forsker ved SINTEF Materialteknologi.

∞

Terje Tjelta



Terje Tjelta forsvarte 18. mars avhandlinga *Prediction and measurement of multipath fading and enhancement on terrestrial line-of-sight radio links* for graden dr.philos. ved Universitetet i Tromsø.

Avhandlinga handlar om design av radiolinjer for å sikra høg kvalitet på radiosamband under skiftande meteorologiske tilhøve. Det hender at fenomen som opptrer i klarver gir sterkare eller svakare signal enn normalt slik at ein t.d. kan få inn fjernsyn frå stasjonar lenger unna enn det som er vanleg. Det kjem av at brytinga i luft "formar linser" som forsterkar eller svekkar radiobølgjene. Spesielt når signala vert svekka, vil refleksjonar frå jorda få ein uheldig verknad på radiosamband.

Radiolinjer er dimensjonerte slik at det mest alltid er godt samband. Berre for ein svært liten del

av tida er det akseptert at sambandet vert dårlegare eller blir borte pga. atmosfæriske tilhøve. Difor må ein ta omsyn til klimatiske tilhøve ved dimensjoneringa. Avhandlinga dreier seg om utvikling og testing av metodar for sikrare radiosamband basert på ein stor mengde målingar av signalstyrke og meteorologiske parametre. Metodane som er utvikla er blitt tilrådd av *International Telecommunication Union* og blir i dag brukte verda over. Men dei er framleis under utvikling, og særleg den delen som tek omsyn til geografiske og klimatiske tilhøve kan verta betre. Tjelta har vist at karakteristiske trekk i atmosfæren er korrelert med hendingar observert på radiolinjer, og det er god von om å få endå betre prediksjonsmetodar ved å kombinera klimadata med bølgjeutbreiingsdata.

Tjelta tok matematisk naturvitskapleg embetseksamen ved Universitetet i Bergen i 1980 og har sidan vore tilsett ved Telenor Forskning og Utvikling på Kjeller. Doktorarbeidet er gjort som ein del av eit prosjekt for Telenor, og dels i samarbeid med andre forskningsinstitusjonar som Det norske meteorologiske institutt.

∞

Dag Thorstein Wang

Sivilingeniør Dag Thorstein Wang har tatt graden doktor ingeniør ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Avhandlingen har tittelen *Isotopiske alfa tinnlegeringer: Groing, karakterisering og tolking.*

Forståelsen av den uorden som oppstår når man gror krystaller av nesten like materialer, som f.eks. gallium-arsenid og aluminium-arsenid, er viktig for å kunne forutsi blandingens egenskaper. I doktorgradsarbeidet har Wang grodd krystaller av grått tinn, og graden av uorden ble regulert ved å blande tinnatomer med forskjellig masse (isotoper) da krystallene ble grodd. Effekten på gittersvingningene i krystallene ble studert ved Raman-spredning og sammenlignet med teoretiske beregninger. Det var god overensstemmelse mellom observasjoner og beregninger. Å gro krystallene var også en del av prosjektet. Tynne sjikt av tinn ble dampet på perfekte indium-antimonidkrystaller, og overflaten ble studert med et "scanning tunneling"-mikroskop. Andre halvlederoverflater, som f.eks. galliumarsenid, ble også studert.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Ola Hunderi som hovedveileder og professor Manuel Carona, Max Planck institutt for faststoff-fysikk, som medveileder. Det eksperimentelle arbeidet ble utført ved Max Planck Institutt for faststoff-fysikk i Stuttgart.

Dag Thorstein Wang ble utdannet sivilingeniør ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1992. Han er nå ansatt som forsker ved SINTEF Materialteknologi.

∞

Husk å betale kontingenten!

Nytt fra NFS

ÅRSMØTET 1997

Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap ble holdt på Høgskolen i Stavanger 24. juni 1997. Møtet ble ledet av presidenten. 45 medlemmer var til stede.

Sakliste:

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Årsmelding
3. Regnskap for NFS og FFV
4. Budsjett for NFS og FFV
5. Valg
6. Norsk Fysikkråd
7. Fysikermøtet 1998
8. Eventuelt
9. Prisutdeling

Pkt. 1
Ingen kommentarer til innkalling eller sakliste.

Pkt. 2
Thormod Henriksen orienterte om Årsmeldingen 1996–1997. Det ble redegjort for alle sentrale prosjekter NFS har vært involvert i dette året (se årsmeldingen på internettadresse http://www.fys.uio.no/~tovesv/aarsmeld/aarsmeld.htm). NFS har hatt en sterk økning i medlemstallet siste året, primært på grunn av den nyetablerte fysikklærerforeningen.

Eimund Aamot holdt en kort orientering om Norsk Fysikklærerforening. Med sine ca. 350 medlemmer er dette den største og raskest voksende gruppen innen NFS. Svært mange av medlemmene er lektorer i den videregående skole som betrakter foreningen som et viktig redskap overfor departementet. I august skal Norsk Fysikklærerforening avholde sin landskonferanse på Hafjell. Foreløpig var ca. 120 påmeldt.

Thormod Henriksen understreket at hovedaktiviteten i NFS er knyttet til møtevirksomhet i de ulike faggruppene. Fra salen ble det uttrykt misnøye med at såvidt få gruppeledere var med på Fysikermøtet. Det ble framlagt forslag om at møtet burde være obligatorisk for lederne i faggruppene.

Henriksen orienterte også om Fysikk-OL som ble arrangert i Oslo siste sommer. For tiden forhandles det med Norges forskningsråd om et felles finansieringsprogram for OL i fysikk, kjemi og matematikk. Når det gjelder det norske uttaket og deltagelsen i Fysikk-OL, er det ønskelig at Norsk Fysikklærerforening oppretter en komité med hovedansvar for å administrere konkurransen. Det ble ellers poengtert at det nasjonale OL-uttaket er meget viktig for rekrutteringen til norsk fysikk, og at det derfor bør legges stor vekt på den nasjonale OL-aktiviteten.

Henriksen gjorde oppmerksom på en rettelse i Årsmeldingen: Anne Grete Frodesen har overtatt vervet som styrerepresentant i Norsk Fysikkråd (Henriksen har ifølge statuttene sittet for lenge) og Anders Isnes har gått inn som vararepresentant.

Pkt. 3
NFSs totale inntekter var på ca. 258 600 kr i 1996. På inntektssiden har medlemskontingenter utgjort det viktigste bidraget med ca. 167 000 kr. Bidrag fra våre kollektive medlemmer utgjorde ca. 15 000 kr. Reisestøtte og stipend til NFS-medlemmer, samt EPS-kontingent, utgjorde selskapets største utgifter. Norsk Fysisk Selskap har etter hvert opparbeidet en anseelig beholdning, og fra salen ble det foreslått at selskapet burde vurdere en alternativ pengeplassering for å øke renteinntektene.

Pkt. 4
Budsjetter for 1997 (revidert) og 1998 ble presentert. Det tas sikte på at både årets og neste års budsjett skal balansere på ca. 250 000 kr. Det ble bemerket at vår støtte til Latvia og Litauen (EPS-medlemsskap) var utelatt fra budsjettet. Denne utgiftsposten utgjør ca. 5000 kr.

Pkt. 5
Valgkomiteen har bestått av Tore Amundsen, Ove Havnes og Johannes M. Hansteen. Tore Amundsen presenterte valgkomiteens innstilling til NFSs styre og revisjon:

Visepresident:	Kristian Fossheim (ny)
Styremedlem:	Jan Petter Hansen (ny)
	Leni Grant (gjenvalg)
	Anders Isnes (gjenvalg)
Varamedlem:	Jakob Stamnes (gjenvalg)
	Hallstein Høgåsen (gjenvalg)
Revisor (NFS):	Finn Tønnessen (gjenvalg)
Revisor (FFV):	Bjørn Slagsvold (gjenvalg)
Vararevisor:	Bjørn Berre (gjenvalg)

Innstillingen fikk enstemmig tilslutning.

Fra salen ble det bemerket at en svært stor andel av styret var på valg, og at dette "problemet" vil inntreffe annethvert år. Det ble foreslått å endre valgrutinene, slik at et likt antall styrerepresentanter stiller til valg hvert år.

Valgkomiteen minnet om presidentvalget som finner sted ved neste årsmøte. Arne Grimnes foreslo at alle gruppeledere burde kontaktes, primært for innspill til presidentkandidater, men også for ideer til NFSs satsningsområder og utforming av framtidige fysikermøter.

Valgkomiteen, Tore Amundsen, Ove Havnes og Johannes M. Hansteen, ble gjenvalgt.

Pkt. 6

Torgeir Engeland orienterte om Norsk Fysikkråd (NF^YR). Dette fagrådet danner en felles plattform for alle fagmiljøer innen fysikk og presenterer et samlet syn på hva norsk fysikk står for. Rådet arbeider bl.a. for å fremskaffe norske representanter til internasjonalt samarbeid. NF^YR har foreslått Gunnar Løvhøiden som arvtaker etter Eivind Osnes i NUPEC. Osnes er oppnevnt som ny norsk vitenskapelig delegat til CERN Council (etter Arnfinn Graue). NF^YR er forøvrig sterkt engasjert i undervisningsspørsmål, fysikkrekruttering og fagmiljøets innflytelse (eller mangel på innflytelse) overfor Norges forskningsråd.

Pkt. 7

Neste års fysikermøte vil bli holdt i Oslo. Eivind Osnes (UiO) ønsket alle fysikkinteresserte velkommen til neste års arrangement.

Pkt. 8

Finn Ingebretsen (redaktør i FFV) føler at Fra Fysikkens Verden er blitt en smule stereotypt og etterlyste konstruktiv kritikk fra abonnenter/medlemmer. Artikkelstoff fra hele Fysiker-Norge tas imot med takk.

Pkt. 9

Simrad Optronics Fysikkpris 1997 ble tildelt Dag Roar Hjelme (SINTEF) for hans arbeid med fotonikk innen fiberoptiske kommunikasjons- og sensorsystemer. Prisen er på 15 000 kr.

NFSs Undervisningspris 1997 ble tildelt Øystein Falch (Bergen katedralskole). Falch har gjort en betydelig innsats som miljøbygger i fysikkundervisningen og er en aktiv pådriver for fysikkfagets innhold og posisjon i norsk skole. Han har laget lærerbøker, elevhefter og programbeskrivelser ved fysikkarrangementer. Undervisningsprisen deles ut annet hvert år og er på 15 000 kr.

Tove Svendby

∞

FYSIKKLÆRERFORENINGEN

Fysikklærerforeningen, som er faggruppe for undervisning i Norsk Fysisk Selskap, er nå blitt litt over ett år. I løpet av det første året har vi fått ca. 350 medlemmer. I august avholdt vi "Landskonferanse om fysikkundervisning" på Hafjell med omtrent 140 deltakere. Fysikklærerforeningen gir også ut et medlemsblad fire ganger i året. Forløpig er bladet nokså upretensiøst når det gjelder layout, men innholdet er desto bedre! Kanskje det er noen i andre faggrupper som er interessert i bladet? Da er det bare å melde seg inn i Fysikklærerforeningen v/Carl Angell, Fysisk institutt, UiO.

Carl Angell

∞

Nye medlemmer tatt opp 22. juni 1997:

Jan Abrahamsen
Sandsli vgs., 5049 Sandsli

Bjørn Kjelsaas Anderson
Christianslund vgs. Pb. 523 V.Glemmen, 1612 Fredrikstad

Dag Andreassen
Dønski vgs., Rudsvn. 73, 1351 Rud

Inger-Lise Anfinsen
Foss vgs., Steenstrupsgt. 20, 0554 Oslo

Arne Apeland
Hetland vgs. Stavanger, Steinkobbev. 10, 4085 Hundvåg

Svein Arneson
Dalane vgs. Egersund, Kringsjå 11 A, 4340 Bryne

Lars Bernhardsen
Strand vgs. Tau, 4120 Tau

Lars Berrum
Kvadraturen vgs., Bordalen 11 A, 4639 Kristiansand

Erik Brekkeflat
Sandsli vgs., 5049 Sandsli

Marianne Bruheim
Bamble vgs., 3960 Stathelle

Jostein Bønes
Bergen katedralskole, 5000 Bergen

Mette Børsleth
Ås vgs., Pb. 10, 1430 Ås

Live Callin
Bjertnes vgs., Postliveien 9, 1482 Nittedal

Helge Dahle
Kvinnherad vgs., 5460 Husnes

Asle Dessarud
Gol vgs., 3550 Gol

Oddvar Egset
Eid vgs., 6771 Nordfjordeid

Helge Eilifsen
Sygna vgs., 5850 Balestrand

Øystein Elgarøy
Fysisk inst. UiO, Pb. 1048 Blindern, 0316 Oslo

Torkel Engeness
434 Massachusetts Ave. Apt. 6, Cambridge, MA 02139, USA

Bjørn Ervik
Ringve vgs., Pb. 3053, 7002 Trondheim

Tor Evensen
Greåker vgs., Pb. 130, 1720 Greåker

Roy Fjellanger
Bømlo vgs., 5430 Bremnes

Hans Foosnes
Steinkjer vgs., 7700 Steinkjer

Nils Futseter
Atlanten vgs., 6500 Kristiansund

Rolf A. Gabrielsen
Christianslund vgs., Merkurvn. 2, 1613 Fredrikstad

Oddvin Gaudestad
Kristiansand katedralskole, Gullv. 4 E, 4629 Kristiansand

Ivar Gaupseth
Fagerlia vgs. - AF, 6009 Ålesund

Odd Gimse
Øvrebyen vgs., Vestre Solørv. 3, 2200 Kongsvinger

Ingemund Golden
Foss vgs., Steenstrups gt. 20, 0554 Oslo

Lars Grosvold
Skarnes vgs., 2120 Sagstua

Nils Hamre
Måløy vgs., Gata 5-29 B, 6700 Måløy

Jan Petter Hansen
Fysisk inst. UiB, Allégt. 55, 5007 Bergen

Hallvard Harstveit
SRV, Pb. 343 Økern, 0513 Oslo

Svein Haugerudbråten
Vennesla vgs., Høigilt, 4760 Birkeland

Svein Hoff
Høyskolen i Bergen, Landåssving. 15, 5030 Landås

Arne Åge Holbek
Vennesla vgs., Egstien 16 A, 4615 Kristiansand

Jørgen Hole
Eiker vgs., 3300 Hokksund

Sverre Holm
Inst. for informatikk, UiO, Pb. 1080 Blindern, 0316 Oslo

Ivar Horjen
Orkdal vgs., Follo, 7300 Orkanger

Arne Hovland
Bø vgs., Lisleheradv. 95, 3670 Notodden

Jens Olaf Hvalgård
Greåker vgs., Pb. 130, 1720 Greåker

Kavian Iravan
Sotra vgs., 5353 Bildøy

Tore Juul
Lørenskog vgs., Sykehusvn. 11, 1474 Nordbyhagen

Steinar Johnsen
Melhus vgs., 7084 Melhus

Svein N. Jørgensen
Mjølan vgs., Høgåsv. 43, 8616 Mo i Rana

Kristen Kvenseth
Strinda vgs., Harald Bothnersv. 21, 7017 Trondheim

Per Audun Larsen
Bryne vgs., Skråvegen 3, 4060 Kleppe

Einar Lindblom
Bodin vgs., 8026 Mørkved

Erling Lunnan
Moheia vgs., Pb. 143, 8601 Mo i Rana

Knut Løvseth
Hamar katedralskole, Ridderhaugen, 2323 Ingeberg

Knut Myhre
Bjertnes vgs., 1482 Nittedal

Svein Arne Myklebust
Arna gymnas, 5234 Garnes

Henrik Meland
St. Olav Stavanger, Pb. 590, 4008 Stavanger

Einar O. Natvig
Skeisvang vgs., Verdølav. 4, 5500 Haugesund

Tore B. Natvig
Skeisvang vgs., Skeisvannsvn. 9, 5500 Haugesund

Jens Tore Nielsen
Lillehammer vgs., Storgt. 25, 2600 Lillehammer

Solveig Ness
SRV, Pb. 343 Økern, 0513 Oslo

Magnar Jarle Olsen
Verdal vgs., 7650 Verdal

Rolf V. Olsen
Eidsvoll vgs., Sundgt. 16, 2080 Eidsvoll

Tore Karl Olsen
Harev. 3, 4070 Randaberg

Rolf I. Ommundsen
Vågsbygd vgs., Ågerøya, 4780 Brekkestø

Terje Pedersen
Mysen vgs., 1850 Mysen

Inge H. A. Pettersen
St. Olav, Stavanger, Kampensgt. 68, 4024 Stavanger

Theivendron Rahulan
Sandsli vgs., 5049 Sandsli

Oddbjørn Ramnefjell
Røyken vgs., Haugenbakken 16, 3475 Setre

Knut Rasmussen
St. Hallvard vgs., Maurrudløkka 50, 3408 Tranby

Arne Ree
HIST, AIN/IAF, 7090 Støren

Gro Reiseter
Strinda vgs., Harald Bothnersv. 21, 7017 Trondheim

Ole Relling
Foss vgs., Steenstrups gt. 20, 0554 Oslo

Reidun Renstrøm
Kristiansand katedralskole, Fåmyråsen 56, 4640 Søgne

Kristin Rudjord
Sandaker vgs., H. N. Haugesgt. 1, 0481 Oslo

Hedvig Ryeng
Nes vgs., 2150 Årnes

Moritz Røyr
Konglefaret 47, 1343 Eiksmarka

Finn Salkjelsvik
Fagerlia vgs. - AF, 6009 Ålesund

Gunnar Sandvik
Kvinnherad vgs., 5460 Husnes

Kari Sjølshagen
Sofienberg tekn. fagsk., Trondheimsveien 48, 0560 Oslo

Jakob Skaland
Nordreisa vgs., 9080 Storslett

Gabriel Slørdahl
Sygna vgs., 5850 Balestrand

Bård Sommerstad
Lørenskog vgs., Sykehusvn. 11, 1474 Nordbyhagen

Esther Karin Standnes
Laksevåg gymnas, Pb. 34, 5034 Ytre Laksevåg

Martin Steiro
SRV, Pb. 343 Økern, 0513 Oslo

Egil Stekleiv
St. Olav, Sarpsborg, Stenhuggerv. 1, 1718 Greåker

Odd Strand
Elverum vgs., Martnsveien 62, 2400 Elverum

Aagot Løkengard Strand
Bamble vgs., 3960 Stathelle

Asle Sudbø
Inst. for fysikk, NTNU, Sem Selandsv. 9, 7034 Trondheim

Kåre Sundal
Eid vgs., 6771 Nordfjordeid

Lennart Svenn
Hellerud vgs., Pb. 15 Tveita, 0617 Oslo

Per Sørvoll
Brandbu vgs., 2750 Gran

Arne Tafjord
Vardafjell vgs., Asalvikv. 20, 5500 Haugesund

Øyvin Ulvedal
Dønski vgs., Pb. 33, 1351 Rud

Arne Vetleseter
Fagenborg vgs., Pilestredet 109, 0358 Oslo

Bård Wedø
Melhus vgs., 7084 Melhus

Henry Wikanes
Fagerlia vgs. - AF, 6009 Ålesund

Aanen Ødegård
Nesodden vgs., K. Veldesv. 1450, 1450 Nesoddtangen

Kjell Arnfinn Ørm
Moheia vgs., Pb. 143, 8601 Mo i Rana

Kåre Aasen
Verdal vgs., Frydenlundgt. 10, 7650 Verdal

∞

STUDÉR
FYSIKK!

C-BLAD

Returadresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo

11.

De ſkulle ej giøre deris Prædikener alt for vitløftige, og ej dem over en Time forlænge den gemeene Mand til Kiedſommelighed og dis mindre Opbyggelſe, ſom alt for meget paa een gang ikke fatte og beholde kand.

F 3

Fra Christian 5's Norske Lov av 1687

GRAFISK PRODUSKJON OG TRYKK: OSLO SATS. REPRO & MONTASJE A/S

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Thormod Henriksen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.
E-post: thormod @fys.uio.no

Visepresident:
Professor Erlend Østgaard,
Fysisk inst., NTNU (AVH), Trondheim.

Styremedlemmer:
Stipendiat Leni Grant,
Nordlysobs., Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Førsteamanuensis Anders Isnes,
ILS, Univ. Oslo.

Selskapets sekretær:
Stipendiat Tove Svendby,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 56 41, Fax.: 22 85 56 71
E-mail: tove.svendby@fys.uio.no
Postgiro: 0802 5883889
Bankgiro: 5102.05.42806

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Professor Øivin Holter,
Professor Finn Ingebretsen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonssekretær:
Overingeniør Karl Måseide,
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonskomité:
Professor Noralv Bjørnå,
Inst. f. mat. realfag, Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Inst. f. fys., NTHU (NTH), Trondheim.
Professor Egil Leer,
Inst. f. teor. astrofys., Univ. Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-post:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0807 5104724
Bankgiro: 6094.05.40227

Fra Fysikkens Verden kommer ut 4 g. årlig.
Abonnement kan tegnes fra ekspedisjonen.
Årsabonnement 100 kr. (Studenter 50 kr.)
Løssalg 30 kr. pr. nummer.