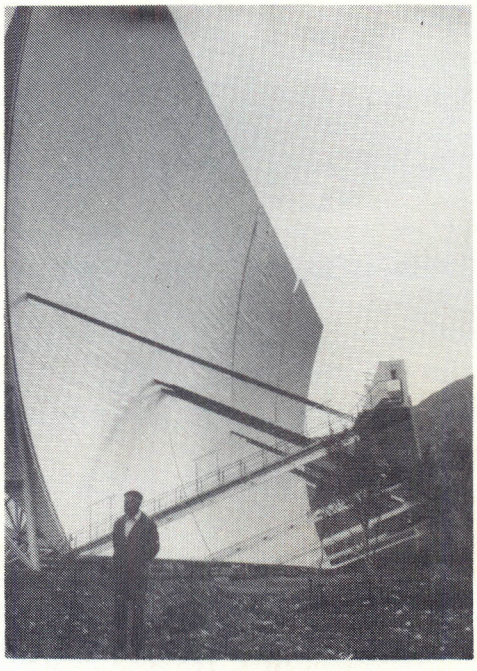
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Fra redaktøren	73
Årsmøtereferat	74
Utdannelse av teknologisk kvalifisert arbeidskraft	76
Bøker innkommet	79
Rettelser	79
Geomagnetiske forstyrrelser og teknologiske systemer	80
Havbølger og fysikk	84
Centauro-prosesser, II	88
Kvantefenomener i molekylarbiologien	90
Konf. om teknologi for energiøkonomisering	94
Bøker	89, 93, 95, 96



Fra EISCAT-prosjektet i Tromsø. Se referat fra fysikermøtet 1980.

Nr. 4 - 1980
42. årgang
ISBN-0015-9247

KURSSENTERET Institutt for energiteknikk

(TIDLIGERE DEN NEDERLANDSK-NORSKE REAKTORSKOLEN)

KURS VÅREN 1981

DATABEHANDLING

26/1-13/2	COBOL I
16/2-27/2	COBOL II
9/3- 2/4	Innføring i EDB og COBOL-programmering. (Lukket kurs for Rasjonaliseringsdirektoratet)
23/3-10/4	FORTRAN
27/4-29/4	Bruk av NORD 10/100
11/5-15/5	PASCAL
18/5-22/5	Videregående FORTRAN
1/6- 2/6	INTERCOM
3/6- 4/6	NOS/BE, operasjonssystem for Control Data CYBER 74

ANDRE KURS

8/3-11/3	Nordisk Forening for Strålingsforskning og strålingsteknologi. 7. nordiske konferanse. (Pers Hotell, Gol).
29/3- 9/4	NATO Advanced Study Institute on Nonlinear Phenomena at Phase Transitions and Instabilities. (Bardøla Høyfjellshotell, Geilo).

Nærmere opplysninger og søknadsskjema fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Kurssenteret
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller **Tlf. (02) 712560**

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

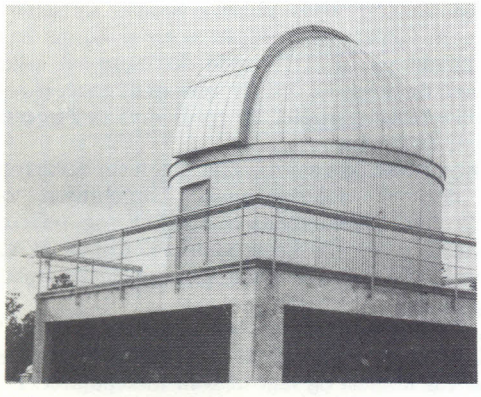
Nr. 4 - 1980

Redaktør: OLAV STEINSVOLL
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

42. årgang
ISSN-0015-9247

Fra redaktøren.

Fysikermøtet 1980 i Tromsø ble et meget vellykket arrangement med oversiktsforedrag, diskusjoner, ekskursjoner, jubileumsfest og fisketur. Været



viste seg fra den allerbeste side med varme og midnattssol hver dag. Over 100 norske fysikere hadde funnet veien til Tromsø i anledning møtet. Høydepunktet under årets møte var feiringen av Nordlysobservatoriets 50-års jubileum, og en hel dag var avsatt til foredrag om kosmisk geofysikk.

I tillegg til foredragene av de norske ekspertene var det inviterte gjesteforelesere fra Alaska i USA, fra Sibir i Sovjet og fra de andre nordiske nordlysstasjonene i Kiruna, Sudankylä og på Grønland. Et spesielt nummer av tidsskriftet «Ottar» vil bli viet jubileet og inneholde artikler om kosmisk geofysikk. I tillegg håper vi å kunne trykke de fleste oversiktsforedragene i FFV i det kommende året.

Møtet ble holdt i de flotte nye universitetsbygningene i Breivika, på nordenden av Tromsøya. Et stort auditorium og flere seminarrom var stilt til disposisjon. Like bortenfor var byggetrinn II under arbeid. Utsikten sørover var storslagen med Tromsøysundet like nedenfor og Tromsdalstind i det fjerne.

Ekskursjonen til Ramfjordmoen syd for Tromsø var det som imponerte mest. Utover høsten vil det her stå ferdig et anlegg som trolig savner sin like. Her er plassert ett av verdens største anlegg for radioundersøkelser av ionosfæren med kraftige sendere og følsomme mottakere. Antennearealet alene utgjør over 500 dekar. Investeringene er på atskillige titall millioner kroner, men pengene er kommet inn fra seks europeiske land som vil samarbeide om å utnytte alle installasjonene i sin forskning.

Her finnes en stor rotérbar antenne bygd som hulspeil, «antennematter» som kan sende en kraftig stråle rett opp fra bakken og en langstrakt antenne med reflektor oppstilt langs den magnetiske breddesirkel slik at strålen kan vippes langs den magnetiske meridian. Alt utstyret har format og utseende som får en til å føle seg som statisk i kulissene til en romfilm. - Ramfjordmoen vil sikkert bli et verdenssentrum for utforsking av ionosfæren i åra framover.

En annen ekskursjon gikk til Skibotn der universitetets nye teleskop er oppstilt inne i et observatorium med mange tekniske finesser. Observatorievirksomheten er kombinert med universitetets feltstasjon for biologiske undersøkelser og har felles sovebrakke med kjøkken og oppholdsrom.

I dette nummer av FFV har vi fått med ett av oversiktsforedragene fra fysikermøtet og et referat av diskusjonen om utdannelse av teknologisk kvalifisert arbeidskraft. Pappas tar oss med inn i et spennende område av biologien, submolekylær biologi. Her er det kvantefysikkens lover som gjelder, særlig gjelder dette elektronets rolle for energiomsetning, informasjonsoverføring og regulering av biologiske fenomener.

Vi ønsker våre lesere en riktig god jul.

O.St.

HUSK FYSIKERMØTET 1981

holdes i Trondheim

22.-24. juni

ÅRSMØTE I NORSK FYSISK SELSKAP 1980

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte i Tromsø 24. juni kl. 13.15. Formannen, E. Osnes ønsket velkommen til møtet. Det var ingen bemerkninger til innkallelsen eller til saklisten. Referent G. Jarrett.

Sakliste:

1. Referat fra årsmøtet 1979 (se FFV nr. 3, 1979)
2. Årsmelding
3. Rapporter fra de faglige utvalg
4. Rapport fra Norsk Fysikkråd
5. European Physical Society
6. International Union of Pure and Applied Physics
7. Fra Fysikkens Verden
8. Regnskap for 1979 for NFS og FFV
9. Budsjett for 1980 og 1981 for NFS og FFV
10. Valg:
    a) viseformann og 1 styremedlem
    b) revisorer og valgkomite
    c) Norsk Fysikkråd
11. Fysikermøtet 1981
12. Eventuelt

Etter forslag fra formannen ble det bestemt at punktene 5, 6 og 7 skulle tas med under pkt. 2. Videre fortalte formannen at man ville ha et par seremonier etter kaffepausen, bl.a. utdelingen av Norsk Datas Fysikkpris for 1980. Det var ikke kommet inn noen saker til pkt. 12, eventuelt, men lektor Falch vil da legge frem en foreløpig rapport fra Fysikkrådet om undersøkelsen «Fysikken og skolen».

pkt. 1. Referatet fra forrige årsmøte ble godkjent uten bemerkninger.

Pkt. 2. Årsmeldingen, som var inndelt i avsnitt, var lagt ut som møtepapir, og vil bli gjengitt i FFV. Under avsnittet Fra Fysikkens Verden, fortalte redaktøren, O. Steinsvoll at økonomien nå var bedret og at artikkelinngangen var god. Professor Tangen er knyttet til redaksjonen med ansvar for bokmeldingene. Osnes beklaget at Steinsvoll ønsket å slutte som redaktør fra neste årsskifte, styret arbeider med å finne en ny redaktør.

Når det gjaldt European Physical Society (EPS), uttalte formannen at EPS er hva medlemslandene gjør det til, men at økonomiske forhold gjør det vanskelig å delta. Engeland deltok på det siste rådsmøtet som ble holdt i Budapest. Her ble Mackintosh fra Danmark valgt til ny president, og Kapitza fra Sovjetunionen til visepresident. Her ble også planene for General-konferansen i Istanbul drøftet. Riste er med i programkomiteen for denne konferansen, han fortalte at bl.a. Prof. Olav Holt var invitert som foreleser. Både Riste og Engeland oppfordret medlemmene av NFS til å bli personlige medlemmer av EPS, både medlemskap og betaling av kontingent kan ordnes gjennom selskapets sekretariat. Det er nå 58 av NFS medlemmer som er personlige medlemmer av EPS. - Osnes opplyste at styret har bevilget kr. 3000,- til reisestipend til Istanbul-konferansen. Han anbefalte også EPS' nye tidsskrift «Journal of Physics» som kommer med det første nr. i disse dager.

Administrasjonssjef i NORDITA, N.R. Nilsson bekreftet formannens uttalelse om at de 2,8 mill. kr. som hvert år bevilges til forskerkurs gjennom det nordiske kultursamarbeidet utnyttes dårlig av fysikerne. Ellers oppfordret han fysikerne til å publisere i Physica Scripta, som nå har fordoblet sidetallet på 3 år, har et opplag på ca. 1100 og dekker all fysikk. Omslagssidene kan brukes til å annonsere rapportserier og nordiske møter. Physica Scripta utgir også Physica Scripta Information i et opplag på 4000, som bl.a. sendes til østblokklandene i ca. 700 eks. mot Journal of Physics i bare 50-60 eks. Physica Scripta utgir også Topical Issues som kan kjøpes til halv pris av medlemmene i de nordiske fysiske selskap. Hvis Physica Scripta fortsetter å øke som ventet, vil man om noen år kunne ha et overskudd på ca. 1-1,5 mill. kr. som vil kunne komme de nordiske fysiske selskap til gode, bl.a. til å dekke reiser til møter for medlemmene i internasjonale komiteer.

Osnes leste opp støtteerklæringen for Sakharov, for den 4. internasjonale konferansen om «Collective Phenomena» i Moskva, og refererte brevet til støtte for Prof. Meiman. Kopier av alle støtteerklæringene er sendt den sovjetiske ambassade i Oslo.

Pkt. 3. Rapporter fra de faglige utvalg. 6 av de 10 faglige utvalg hadde sendt inn skriftlige rapporter, disse var kopiert og lagt ut som møtepapirer. Formannen oppfordret de som ikke hadde sendt skriftlige rapporter om å gjøre det under møtet:

Biofysikk: Styre: T.B. Melø, formann, K. Eik-Nes, A. Dahler, E. Sagstuen, E. Boye. Ingen rapport.

Generell teoretisk fysikk. Styre: H. Olsen, formann, M. Kolsrud, S. Skavlem. H. Olsen fortalte at gruppen hadde hatt sitt første møte dagen før. Man var da blitt enig om å foreta en undersøkelse blant dem som står oppført som medlemmer i gruppen, om det er behov for en slik gruppe.

Optikk, atom- og molekylærfysikk m/spektroskopi. Styre: T. Jæger, formann, K. Bløtekjær, A. Lofthus, O. Harang. Ingen rapport.

Undervisning: Styre: G. André, formann, A. Halsteinslid, T. Alstadheim. André fortalte at gruppen ikke hadde arbeidet med noen bestemte saker det siste året, og at man kanskje følge at Fysikkrådet nå hadde overtatt gruppens funksjon.

Osnes mente at det absolutt var behov for gruppen for undervisning, og oppfordret til samarbeid med Fysikkrådet i saker som begge var interessert i.

Pkt. 4. Formannen i Norsk Fysikkråd, J. Løvseth, rapporterte. Årsmeldingen vil bli gjengitt i FFV. Løvseth sa at Fysikkrådet var et barn av NFS, og at det ble startet som en prøveordning. Kanskje det er

på tide å ta berettigelsen av rådet og dets vedtekter opp til ny vurdering? Bl.a. er oppnevnelsen av medlemmer til rådet meget tungrodd. Kontakten mellom styrene i Fysikkrådet og selskapet bør styrkes.

Pkt. 8. Regnskapene for NFS og FFV ble godkjent.

Pkt. 9. Budsjettene for NFS og FFV ble godkjent.

Pkt. 10. Etter innstilling fra valgkomiteen ble R.S. Sigmond gjenvalgt som viseformann og T. Engeland som styremedlem. Som varamenn ble J. Løvseth gjenvalgt, A. Egeland ble ny. Samtlige revisorer og valgkomite ble gjenvalgt.

Følgende ble valgt som selskapets medlemmer/varamenn til Norsk Fysikkråd for perioden 1981/82: O. Holt, O. Kaalhus, O.J. Løkberg, G. Løvhøiden, T. Riste og A. Sandås.

Pkt. 11. Norges Lærerhøgskole, Trondheim, v/ Haakon Olsen ønsket velkommen til Fysikermøtet 1981.

Pkt. 12. Her la lektor Ø. Falch frem resultatet av en meget interessant undersøkelse om fysikkens stilling i den videregående skole. Denne utredning vil komme på forlaget Tapir med det første.

SKRIFTLIGE RAPPORTER INNKOMMET FØR 15.6 1980

Akustikk

Utvalgets medlemmer:
Førstelektor Wilhelm Løchstøer, formann
Fysisk institutt, Blindern
Audiofysiker Gordon Flottorp
Rikshospitalet, Oslo
Sivilingeniør Magne Kringlebotn
NTH, Trondheim

Som vanlig har det vært arrangert et faglig møte i samarbeid med Norsk Akustisk Selskap. Møtet ble holdt i Oslo 30. nov. og 1. des. 1979, med 47 deltakere og 14 foredrag.

Wilh. Løchstøer (sign.)

Faste stoffers fysikk

Styre: Jan S. Johannessen, formann, O. Hunderi.

Det har ikke vært holdt nasjonale møter i 1979-80. - Fra Danmark har det kommet forslag om revitalisering av Nordisk Faststoff fysikk konferanse (sist avholdt i Gausdal i 1972). Styret for faststoffutvalget har via brev og telefon foretatt en opinionsundersøkelse som bifaller det danske forslag om faststoff konferanse hvert tredje år. Dansk Fysisk Selskap vil stå som arrangør for den første nye faststoff konferanse ved Københavns Universitet i august 1981.

Styret for faststoffutvalget har tatt initiativ til en oversiktsliste over den faglige aktivitet blant medlemmene i Norsk Fysisk Selskap som arbeider innen faststoff fysikk.

Vi håper denne oversikten er klar til årsmøtet i Tromsø i år.*)

Jan Johannessen (sign.)

*) *Oversikten er ikke innkommet, men vil bli gjengitt i FFV senere.*

Kjernefysikk

Det faglige utvalg i kjernefysikk har i rapportperioden bestått av Gunnar Løvhøiden, John Rekstad og Torgeir Engeland (formann).

På det nasjonale plan har det for annet år på rad vært arrangert «Bergen Workshop in Nuclear Physics» i dagene 29.-30. nov. 1979. Kjernefysikkgruppen i Bergen, under entusiastisk ledelse av Jan Vaagen, samlet stor oppslutning om møtet både fra inn- og utland. Det er å håpe at arrangementet blir en årviss foreteelse.

Det faglige utvalg har under arbeid en vinterskole i kjernefysikk. Vi har søkt «Nordiska Forskerkurser», opprettet under den nordiske kulturavtale om midler til arrangementet. Hvis søknaden blir innvilget, er det meningen å arrangere vinterskolen i løpet av februar-mars neste år med deltakere fra alle de nordiske land. Antallet vil måtte begrenses til 30-40 deltakere.

I august 1981 vil det bli arrangert det fjerde i rekken av «Nordic Symposium in Nuclear Physics», denne gangen i København. Ett av utvalgets medlemmer deltar i den faglige rådgivende komite for møtet.

T. Engeland (sign.)

Geofysikk, ionosfærefysikk, romforskning

I 1979 har NTNF's Utvalg for romforskning bestått av følgende medlemmer:
Bernt Mæhlum, formann
Odd Dahl
Alv Egeland
Finn Søraas
Asgeir Brekke
Arne Gundersen har vært utvalgets sekretær.

Utvalget har hatt ialt 7 møter og behandlet en rekke saker av betydning for aktiviteten innen faget og spesielt innen romforskning. Gruppene i Oslo, Bergen og Kjeller har deltatt i flere rakett- og satelittprosjekter, og gruppen i Tromsø har fortsatt vært engasjert i oppbyggingen av EISCAT og de store anleggene på Ramfjordmoen og i Skibotn.

Tilsammen har alle gruppene publisert ca. 30 rapporter i 1980. Rapporten «Space Activity in Norway 1979» kan fåes ved henvendelse til NTNF.

Asgeir Brekke (sign.)

Partikkelfysikk

Styre: E. Lillestøl, formann, V. Bakken, K. Mork.

Gruppen har ikke hatt regulære møter i 1979-80. Formannen har hatt hovedansvaret for arrangementet av Det nordiske møtet i partikkelfysikk på Spåtind i januar 1980.

Egil Lillestøl (sign.)

Plasma- og gassutladningsfysikk

Det faglige utvalg har bestått av: Gerhard Berge, Bjørn Grandal, Svein Sigmond, Jan Trulsen. Som vanlige har arrangøren av periodens symposium, denne gang Sigmond, fungert som formann.

Den organiserte virksomhet innen gruppen har begrenset seg til arrangementet av det 15. Nordiske Plasma/Gassutladningsfysikk-symposiet, på Oppdal 18.-20. februar 1980. Symposiet ble støttet av NFS, NAVF og svenske forskningsråd, og samlet 35 deltakere, derav 14 utenfor Norge.

Gruppens årsmøte ble avholdt under symposiet, og nytt utvalg valgt: M. Espedal, A. Kildal, H. Skullerud, J. Trulsen. Tromsø står for arrangementet av symposiet i 1981, og Trulsen er dermed utvalgets formann.

Årsmøtets viktigste post var imidlertid en orienterende diskusjon om i hvilken grad Norge bør drive kompetanseoppbyggende fusjonsforskning og i tilfelle hvordan og hvor. Foranledningene var forslaget fra Berge og Lillethun ved Universitetet i Bergen om bygging av en mindre apparatur der for magnetisk plasmainnesperring, og det møtet som NAVF's energikomité hadde innkalt til i denne sak umiddelbart etter symposiet.

Svein Sigmond (sign.)

Osnes refererte til årsmeldingen og styrets syn på de faglige grupper, og opprettelsen av flere slike, først og fremst en gruppe for astrofysikk, ellers oppfordret han de faglige utvalg til å tilby arrangementskomiteene for fysikermøtene hjelp med tilretteleggingen av de faglige seksjonene under møtene.

Æresmedlemskap og Fysikkpris: Etter kaffepausen ble Professor Tormod Riste utnevnt til æresmedlem i Norsk Fysisk Selskap og Dosent Hallstein Høgåsen ble tildelt Norsk Datas Fysikkpris for 1980. Omtale av disse to begivenhetene vil bli gitt annen steds i FFV.

Utdannelse av teknologisk kvalifisert arbeidskraft

Diskusjon på Fysikermøtet 1980, Tromsø

Under Fysikermøtet var en ettermiddag avsatt til en paneldebatt med den ovennevnte tittel. Som paneldeltakere møtte direktør T. Hernes (NTNF), rektor, professor I. Johansen (NTH), professor T. Olsen (UiO) og underdirektør P. Nyborg (KUD).

Hernes innledet med å referere forhistorien til diskusjonen om dette emnet. Det hadde vært mange utredninger og en rekke behovsvurderinger er gjennomført. Den mest omfattende vurdering av behovet for teknisk/naturvitenskapelig personell ble utført i forbindelse med S. P. Andersen komiteens innstilling. NTNF's komite for vitenskapelig personell gjennomførte en ny behovsanalyse i 1976 og Abrahamsenkomiteen la denne analyse til grunn for sitt arbeid da den utarbeidet en handlingsplan for utbygging av den tekniske utdanning. Diskusjonen har foreløpig kulminert i Stortingsmelding nr. 89 (1979-80). Gradstrukturen ved de høgre læreanstalter og fordelingen av distriktshøgskoler rundt i landet er også blitt behandlet. I de siste årene har behovene for folk med høyere teknisk utdannelse innenfor oljeindustrien stadig øket. Dette kan føre til vanskeligheter for å få kvalifisert arbeidskraft i andre industrigrener og har ført til et press for å øke utdanningskapasiteten.

Nyborg fortalte litt om arbeidet med St.meld. nr. 89. Omfattende høringer med ulike grupper, industri og institusjoner har dannet grunnlaget for meldingen. En har funnet så mange usikkerhetsfaktorer, bl.a. i den økonomiske utvikling og i vår industripolitikk, at en ikke har kunnet sette noe eksakt mål for landets utdanningsbehov på dette området, men Regjeringen går inn for at utdanningskapasiteten økes, bl.a. på grunn av virksomheten i tilknytning til kontinentalsokkelen. Departementet har derfor lagt opp til supplementsmuligheter for ulike utdanningsgrupper og også sett på substitusjonsmulighetene ute i industrien. En usikkerhetsfaktor er tilgangen av studenter og interessen for å ta forskjellige utdanningsveier. Dette kan komme til å begrense tilgangen på teknisk utdannet personell. Tilgangen på 18-20 åringer kulminerer også i midten av 1980-årene. Fremimot år 2000 kan vi vente en nedgang i antall ungdommer. Utviklingen i den videregående skolen vil også være viktig for tilgangen til tekniske studier.

NTH er en sentral komponent i bildet. Regjeringen forutsetter en videre utbygging av NTH's kapasitet til 1000 sivilingeniører pr. år. Derimot har en ikke fulgt Abrahamsen-komiteens forslag om bygging av en ny teknisk høgskole.

Universitetene er også sentrale komponenter i den utbyggingen som foreslås i meldingen. En har antydet en kapasitetsøkning til 200 kandidater pr. år fra universitetene i tekniske retninger, og har foreslått at sivilingeniørtittelen kan tas i bruk av de ferdige kandidatene. En sikter også på å styrke studiene ved *ingeniørhøgskolene* ved å øke utdanningstiden fra to til tre år. Kapasiteten er nå 2000 pr. år ved disse skoler, og foreslås økt til 2400.

Meldingen legger også opp til muligheter for å kjede ulike studieformer sammen. Fra en teknisk fagskole kan en gå videre på en ingeniørhøgskole. Fra ingeniørhøgskolen kan en gå inn på en linje ved NTH eller et universitet og bli sivilingeniør. I Porsgrunn og Stavanger planlegges det påbygging fra

ingeniør til sivilingeniør. Ved skolen i Porsgrunn har en tatt sikte på prosesskjemi og i Stavanger satses det på petroleumsteknologi.

Regjeringen foreslår at de nye utdanningene på sivilingeniørnivå skal godkjennes av et eget utvalg. En kan her sammenligne med godkjennelsen av folk med sivilingeniørutdannelse fra utlandet.

Departementet tar også sikte på å trekke *andre lands utdanningsinstitusjoner* inn ved å utvirke avtaler om studiemuligheter for norske studenter. Det har vist seg fordelaktig å ha folk med kjennskap til forholdene i andre land idet norsk industri må utenlands for å finne markeder for sine produkter.

En slik utbygging og kapasitetsøkning som foreslått i stortingsmeldingen vil ta tid og ekstra ressurser må settes inn, kanskje totalt opp til en milliard kroner over en tiårsperiode. Men statsråd Førde har sagt at regjeringen er beredt til å satse mye på høyere teknisk utdanning i tiden fremover.

I. Johansen tok for seg hvordan NTH ser seg selv i dette bildet. Stortingsmeldingen følger stort sett NTH's egne planer for sin egen utbygging, selv om det er avsatt mindre ressurser til den angitte utdanningskapasitet enn det NTH selv har regnet med. En grov skisse av hvordan en vil øke utdanningskapasiteten ved NTH ser slik ut:

	1979	Utbygd
Sivilingeniører	4100	5050
Arkitekter	320	300
Dr. ing.	270	500
Etterutdanning	260	350
Sum	4950	6200
Fordelt på ulike linjer:		
Bergavdelingen	352	480
Bygningsavdelingen	968	1190
El.tekn.	844	1020
Kjemi	580	620
Maskin	695	870
Alm. teknisk fysikk	241	280
Data	119	220
Skipsavdelingen	298	370
Sum	4100	5050

NTH tenker seg altså økningen konsentrert innenfor «tung teknologi» (Kjemi, Maskin) i tillegg til en betydelig økning innenfor datateknikk, innenfor fagområder representert ved skipsteknologi (havteknologi) og fremfor alt petroleumsteknologi. NTH har foreslått ingen eller liten ekspansjon der universitetene naturlig kan komme med undervisningstilbud.

Johansen mente at Stortingsmeldingen er for passiv når det gjelder rekruttering til høyere teknologiske studier. Han nevnte flere ting som kunne forbedre dette, særlig var det mye ugjort i den videregående skolen:

1. En bør hurtigst mulig få de tekniske fagskoler inn som en skikkelig del av det videregående systemet.
2. Fagprofilen blant lærerne i den videregående skolen burde komme mer i samsvar med behovet for undervisningsretninger. Lærere med en annen utdanningsbakgrunn enn den tradisjonelle (siv.ing. f.eks.) burde bli mer vanlig og akseptert. Lærerkompetansen i den videregående skolen burde derfor utredes.
3. En bør oppfordre kvinner til å velge tekniske studier.

Videre understreket Johansen følgende forhold:

1. Forskerutdanningen er svært viktig og må forsterkes slik at en får fram flere med dr.ing. og dr.scient.-utdanning. Stortingsmeldingen har ikke foreslått en finansiering av denne utdanning.
2. Stortingsmeldingen legger opp til en sivilingeniørutdanning mange steder. Sivilingeniørutdanning krever et visst minimum av ressurser. Det er fare for at en siv.ing.-utdanning på for mange steder vil gi for sterk uttynning av tilgjengelige ressurser til dette formål.

T. Olsen påpekte at storgingsmeldingen var ganske konkret når det gjaldt universitetenes rolle og fant dette gledelig. Han påpekte at det var et kunstig skille mellom sivilingeniører og de med cand.real. utdannelse. En oversikt over hvilke jobber realistene har gått inn i de siste åra viser også at fagfolkdelen stadig øker mens lærerandelen relativt skrumper inn. Antallet som går inn i forskningsvirksomhet har holdt seg stabil. Målet for kapasitetsøkningen ved universitetene kan formuleres slik: En vil øke antall ferdige kandidater med realistutdannelse til 500 pr. år og oppnå at 200 av dem ansettes i industri og teknisk forskning.

En ny teknisk studievei kan karakteriseres ved følgende hovedtrekk:

- Spesialstudiet må være teknisk orientert
- Grunnlaget må inneholde minst 30 vekttall av grunnleggende realfagsemner (matematikk, fysikk, kjemi, databehandling)
- Studieveien må inneholde samfunnsvitenskap og andre ikke realfagsemner. Det er entydet 10 vekttall.

Det vil komme forslag til konkrete nye studieretninger i nærmeste fremtid (høsten 1980). For å kunne gi undervisning i flere tekniske fag ser universitetene seg som entreprenører som også kan sette bort entrepriser til forskningsinstitusjoner i nærheten. Det legges derfor stor vekt på samarbeide med andre institusjoner og ingeniørhøgskolene.

Arbeidsgrupper har sett på en del spesialiteter, først for å finne ut hvilke fagressurser som foreligger, dernest for å komme med konkrete opplegg og forslag til nye studieveier. Dette gjelder fagområdene geoteknikk, sedimentologi og anvendt geofysikk, hydrologi, pålitelighetsteori og matematisk es-

timering, hydrodynamikk, databehandling og kybernetikk, instrumentering og datateknikk, materialkunnskap, miljøkjemi, petrokjemi og polymerkjemi.

Olsen mente det er bygd inn to dynamiske faktorer i opplegget som vil ha positive virkninger på litt lengre sikt:

- Det er lagt opp til et fastere samarbeid mellom forskningsinstitusjonene og universitetene. Norge er lite og fagdekningen er mager, men en trenger ikke gjøre landet mindre ved at fagmiljøene isolerer seg.
- Etterhvert vil de institusjonene som tradisjonelt har utdannet lærere for den videregående skolen få inn folk med teknisk bakgrunn i sin lærerstab. Dette kan igjen bevirke at en får litt bedre profil på lærernes bakgrunn.

Etter panelrunden var ordet fritt. *Ingebretsen* mente en måtte finne måter å markedsføre de nye planene på fordi en ikke kunne presse folk gjennom de nye utdanningsveiene. En har erfaring for at forplantningshastigheten av nye opplegg nedover i studentmassen er svært langsom. *Falch* mente også at en måtte stimulere elevene i den videregående skolen til å velge mer naturfag og tekniske fag. Det eksisterer tilbud innenfor teknologi i skolen i dag, men få lærere er interessert i å gå inn for disse fagene. KUD bør derfor sette i gang etterutdanningskurs for lærere, og flere sivilingeniører må komme inn i skoleverket. Mange grupper og institusjoner er likevel lite interessert i dette. Pedagogisk Seminar må åpne seg mer for sivilingeniører og stille alle med utdannelse på høyskolenivå likt. Dessuten bør ansettelsesmyndighetene, dvs. fylkesskolestyrene, motiveres til å ansette folk med teknisk bakgrunn i skoleverket.

Sigmond var enig i *Falchs* uttalelser. Det savnes rekrutteringsopplegg for elever i tekniske retninger. Sivilingeniører er pariaer i den videregående skolen slik tilstanden er nå.

Omholt (NAVF) mente at kjønnslikestillingen er viktig når det gjelder forskerrekrutteringen. Tilgangen av kvinner til basisrealfagene har vært liten og en måtte finne metoder til å motivere kvinner til å gå den veien. Det er egentlig et veldig viktig problem fordi industri og forskning er samfunnsomformende, og en får en skjev utvikling når disse områdene domineres av menn. Selv med en innsats nå vil en ikke få noen virkning før rundt år 2000 så det haster med å komme i gang med å snu utviklingen.

Bløtekjær mente at det var greit å motivere folk for tekniske studier, men ville ikke dette gå ut over andre deler av samfunnslivet hvis for mange velger realfag og teknikk?

Skard betonte at en måtte øke totalrekrutteringen for å unngå slike problemer fordi en ellers bare stjeler fra andre studieretninger. Det var økonomiske grunner til dårlig rektuttering til videregående og langvarige studier. Liten lønn og store lån i etableringsfasen fikk ungdommen til å velge andre veier.

Hernes tok for seg statistikken over valg av studieretninger og viste at antall studenter innen humanistiske og sosialvitenskapelige fag hadde økt langt sterkere enn innen de teknologiske og naturvitenskapelige fagområder. Han mente derfor at det ikke var spørsmål om å stjele fra andre studieretninger, men å komme tilbake til en rimelig balanse.

Nyborg opplyste at NTH gjennom 1970-årene hadde fått tildelt betydelige ressurser uten at utdanningskapasiteten for sivilingeniører var økt noe særlig. Derimot når det gjelder ingeniørantallet har det gått opp fra 1400 pr. år i 1970 til 2250 i år, og for teknikere var antallet 300 i 1970 og ca. 1000 i år. Nyborg sa også at en måtte få en større flyt i utdanningssystemet. Ingeniør og teknikerutdannelsen tar sikte på å dekke bestemte behov i industri og teknikk, men er også dynamiske ledd i et større system. En må legge opp til større fleksibilitet slik at en ungdom kan velge sin videreutdannelse underveis i systemet og ha muligheter til å få topputdannelse samme hvilken retning han/hun har valgt til å begynne med. En må drive reklame for de nye oppleggene, og gå ut til yrkesveiledere og studieveiledere med opplysninger. Særlig viktig er det å få kvinnene med: «teknologi er for viktig til å overlates menn alene».

T. Olsen mente fagforeningene tildels var skyld i kompetansestriden mellom lektorer og sivilingeniører i den videregående skolen. En bør få større likhet mellom disse gruppene også overfor skoleverket. Nå for tida er det populært blant ungdommen å velge en kort utdanning og heller bruke den som springbrett til mer utdanning senere.

«Departementet vil legge vekt på alt, amen», var *Skaalis* hoveinntrykk av stortingsmeldingen. Det måtte være noe galt ved undervisningen i realfag ved universitetene siden søkningen dit har avtatt. Han mente at universitetet har klart å holde seg totalt utenfor strukturendringene i samfunnet. Det er statisk, og det har vært liten tilgang på nye folk inn i systemet. For over 6 år siden ble det f.eks. foreslått å opprette et dosentur i måleteknikk, men dette er enda ikke skjedd. Når en nå skal ta opp teknisk utdannelse ved universitetene må en passe på at en ikke slavisk kopierer opplegget ved NTH. Disse nye retninger bør få sin egenart og bør supplere NTH's opplegg for tekniske studier.

Høier trodde NTH også var for statisk og merkelig nok for basispreget. For å kunne undervise teknologer bør lærerne drive forskning rettet mot å løse industri- og samfunnsproblemer. På samme måte bør lærerne ved universitetene orientere seg om anvendt forskning,

Osnes var glad for at det er bruk for fysikere både ved NTH og universitetene. De må ha tilførsel av

nye folk for å komme fremover, men forgubbingsproblemene er allerede merkbare.

Høgåsen betonte at forskningen bør ligge på et så høyt nivå som mulig, og de mest moderne metoder bør bli brukt. Bare da møter en utfordringer som fører til fremgang og utvikling. Norsk Data har vært nødt til å strekke seg på tå og lage et høyteknologiprodukt for å få innpass hos CERN.

Andre innlegg tok frem økonomien som et viktig moment. Hvis ikke de nye studieoppleggene følges av økonomiske ressurser vil hele greia minne om innføringen av nytt system i den videregående skoler. Planer er bra, men en kan ikke komme utenom at det også vil koste noe. Skal oljepenger nyttes til å investere i høyteknologi og utdannelse? Kanskje kan oljeselskapene bindes til å sette ut forskningsoppdrag til universitetene?

I sitt sluttinnlegg sa *T. Olsen* at en tar sikte på å få opprettet nye stillinger ved universitetene og gjerne fylle dem med folk som har en annen bakgrunn. Det er i arbeidet med de nye studieveiene lagt stor vekt på at mangfoldet ved universitetene skal økes og kontaktflatene utad styrkes. Universitetsbudsjettene stagnerte for 10-15 år siden, men med de nye planene er det blitt en lysning.

Det har vært sagt mye om forskjellen på sivilingeniører og realister, men forskjellen er mindre enn mange tror og vi må få bukt med alle gjensidige fordommer.

I. Johansen mente også at forskjellen mellom realister og sivilingeniører noen ganger ble overdrevet. Han mante til forsiktighet mot å ta opp for mange nye områder og ville heller redusere antallet og satse på skikkelig bredde på visse områder. NTH's studieopplegg burde heller ikke kopieres, men NTH's eksamensreglement kunne en kanskje lære en del av. Her spiller tidsfaktoren en klar rolle. De beste krefter innen forskningsinstitusjonene burde velges til undervisningsoppdrag. En må arbeide mer med de økonomiske forhold, budsjetter og arbeidsmiljøforhold. Det kunne videre være nyttig å samarbeide om opptaksregler og andre forhold.

Nyborg pekte på at universitetene allerede i mange år hadde dradd nytte av samarbeid med nærliggende forskningsinstitusjoner ved utdannelsen av hovedfagstudenter, og utbyttet har vært gjensidig. Departementet er innforstått med at økt virksomhet på dette feltet fører til økte utgifter, som det må skaffes dekning for. Han bemerket ellers at Finansdepartementet ikke ønsker å bruke oljepenger som motpost bl.a. fordi oljepenger brukt innenlands er inflasjonsdrivende. Regjeringen vil i de årlige budsjettforslag til Stortinget vurdere utbyggingstempo og økonomisk innsats i høyere teknisk utdanning.

Hernes mente at stortingsmeldingen var det mest positive som har skjedd på dette området på lang tid. Mange ting kan sies om tallene i meldingen, men det er bedre med enkle behovsanalyser enn ikke noen analyse i det hele tatt. I tiden fremover må en stimulere ungdom til tekniske studier, og en må forsøke å få sivilingeniører inn i lærerværelsene. Han trodde det var mangel på positiv informasjon til ungdommen. Han var redd for at det ble gitt for mange advarsler underveis fra studieveiledere og foreldre.

O.St.

BØKER INNKOMMET TIL REDAKSJONEN

Lista nedenfor inneholder bøker som er blitt sendt til melding i FFV fra *Springer Verlag*. Lesere som vil ta på seg å melde noen av bøkene for FFV kan få dem tilsendt ved henvendelse til redaktøren.

P. Collett og J.P. Eckman: A Renormalization Group Analysis of the Hierarchical Model. Lecture Notes in Physics, Vol. 74. Berlin 1978, 199 s. Pris DM 21.-.

I.I. Sobelmann: Atomic Spectra and Radiative Transitions. Springer Series in Chemical Physics 1. Berlin 1979. 306 s.

F. Durst, B.E. Launder, F.W. Schmidt and J.H. Whitelaw (eds.): Turbulent Shear Flows I. Berlin 1979, 415 s.

G. Casati and J. Ford: Stochastic Behaviour in Classical and Quantum Hamiltonian Systems. Lecture Notes in Physics Vol. 93. Berlin 1979. 375 s.

K. Chadan and P.C. Sabatier: Inverse Problems in Quantum Scattering Theory. Berlin 1977. 344 s.

Jean Cea: Optimization - Theory and Algorithms. Berlin 1978, 246 s.

A.F. Rañada: Nonlinear Problems in Theoretical Physics. Berlin 1979. 216 s.

W. Schumann and M. Dubas: Holographic Interferometry. Springer Series in Optical Sciences Vol 16. Berlin 1979. 194 s.

R. Müller: Rauschen. Halbleiter - Elektronik Vol. 15. Berlin 1979. 247 s.

S. Haykin (ed): Nonlinear Methods of Spectral Analysis. Topics in Applied Phusics. Vol. 34. Berlin 1979. 247 s.

B.M. Fraeijs de Veubeke: A Course in Elasticity. Appl. Math. Sci., Vol. 29. Berlin 1979. 330 s.

A. Albeverio, Ph. Combe, R. Hóegh-Krohn, G. Rideau, M. Siruque-Collen, M. Siruque and R. Stora (eds.): Feynman Path Integrals. Lecture Notes in Physics. Vol. 106. Berlin 1979. 451 s.

F. Winckel (ed.): Technik der Magnetspeicher. 2. Auflage. Berlin 1977. 402 s.

Rettelser:

J. O. Eeg: «Nobelprisen i fysikk....» i forrige hefte.

1) side 69, 1.sp., 6. linje under likn (3) skal stå: k = 0, 1, 2, 3
2) side 69, i likn (6), skal stå $(k/c)^2$
3) side 70, 2.sp., øverst skal stå ...fermioner *eller* bosoner....
4) side 72, 2.sp., øverst skal stå $\sin^2\theta_w$

Geomagnetiske forstyrrelser og teknologiske systemer*)

*L. J. Lanzerotti***)

1. Jordens omgivelser

Betraktes solen ved hjelp av et teleskop finner en at solen ofte har mørke flekker på overflaten. Diameteren til disse flekkene kan variere fra noen få mil opp til flere ganger jordens diameter (~ 6400 km). Antall slike flekker varierer noenlunde regelmessig med en periode på mellom 10 og 12 år. Under solflekkmaksimum kan en observere mer enn 100 slike flekker på overflaten. For øyeblikket befinner vi oss nær maksimum av en solflekkperiode.

Årsaken til solflekkvariasjonen er foreløpig ukjent. Utforskningen av solaktiviteten er viktig for å forstå hvordan energi som blir utviklet i sentrum av solen når opp til overflaten. Dessuten har det stor betydning å kunne forutsi eller varsle om fenomener på solen som vil kunne ha betydning for forhold og kommunikasjoner på jorden.

Solflekkene har temperaturer lavere enn resten av soloverflaten. Den har en temperatur på 6000K. Flekkene er likevel utgangspunkt for store forstyrrelser og utbrudd der meget varme gass-skyer (over en million grader) blir blåst bort fra solen. Disse utbruddene kalles «solar Flares» og vanligvis foregår de fra områdene mellom naboflekker. Under et solutbrudd endrer ikke sollysets styrke seg merkbart, men mange andre forhold på jorden påvirkes av utbruddet.

For å forstå hvordan et utbrudd på solen påvirker jordiske forhold er det viktig å forstå jordens omgivelser. Målinger fra satelitter og romstasjoner i begynnelsen av romalderen viste at jordens magnetiske felt ikke har uendelig utstrekning. Den ytre grense på solsiden av jorden viste seg å være bestemt av virkningen på magnetfeltet av solvinden som danner jordens magnetosfære. Solvinden er en kontinuerlig strøm av lav-energetiske ladde partikler (~ 1000 eV) fra solen ut i alle retninger i rommet. Det tar omtrent tre dager for disse partiklene (vesentlig elektroner og protoner) å nå jorden.

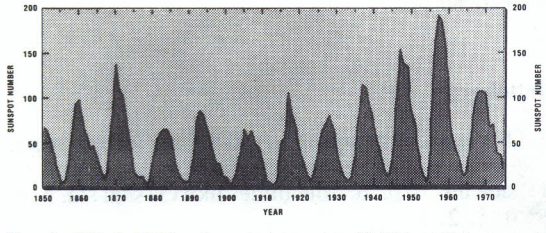


Fig. 1. Tilbakeblikk på variasjoner i solflekktantallet over de siste tolv solflekkperioder.

*) Oversatt av Olav Steinsvoll

**)Bell Labs., Murray Hill, N. J., USA

Magnetosfæren spiller en tilsvarende rolle som jordens atmosfære idet de begge forhindrer skadelig stråling å nå jordens overflate. Den øvre atmosfære skjermer jorden for ultrafiolett lys og røntgenstråling fra solen. Magnetosfæren skjermer atmosfæren og jorden fra å bli direkte utsatt for solvinden.

Ved et solutbrudd blir det et øket antall partikler i solvinden (fig. 2). Et utbrudd kan også frigjøre protoner og elektroner med svært høye energier og disse har en vandringstid på ti minutter til noen timer før de når jorden. Disse høy-energetiske partiklene kan trenge inn i magnetosfæren ved polområdene og forårsake forstyrrelser, bl.a. utløse nord- (og sør-) lys (aurora) høyt oppe (~ 100 km) i atmosfæren, i det vi kaller jonosfæren.

Når den kraftige solvinden når jorden forstyrrer den magnetosfæren og det jordmagnetiske felt. Disse forstyrrelsene kalles magnetiske stormer og opptrer særlig ved høye breddegrader og i polområdene. En slik storm kan vare i flere timer eller lenger. Den totale energi som blir forbrukt i en magnetisk storm kan beløpe seg til nesten en milliard kilowatttimer (omtrent lik det totale energiforbruk i USA i en time).

2. Problemene

De fysiske fenomener som finner sted i den øvre atmosfæren og som mest praktfullt viser seg i nordlyset, har vært gjenstand for menneskelig undring siden de tidligste tider. De ble årsak til virkelig bekymring etter at menneskene begynte å nytte innretninger bygd på elektromagnetisme i sine praktiske daglige gjøremål.

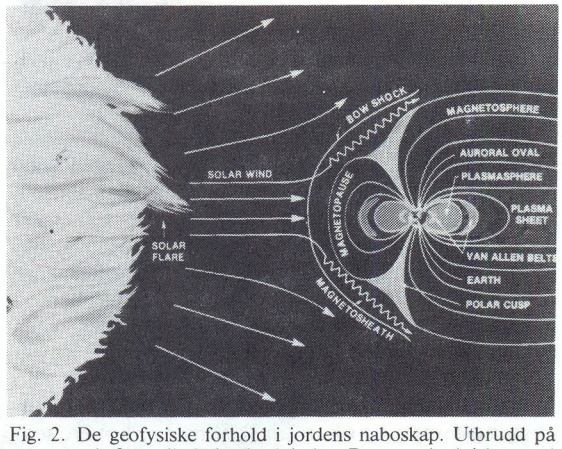


Fig. 2. De geofysiske forhold i jordens naboskap. Utbrudd på sola fører til økning i solvinden. Denne vekselvirker med jordens magnetosfære og forårsaker geomagnetiske forstyrrelser, såkalte magnetiske stormer som kan observeres både i magnetosfæren, jonosfæren og på jordens overflate.

De første teknologiske virkninger av geomagnetiske fenomener kom i de tidlige telegrafkabler i Nord-Amerika og Europa. Kraftige magnetiske stormer avbrøt forbindelser stadig vekk i midten av det forrige århundre. Elektromagnetisk induksjon i lange ledere har vært et problem opp til våre dager: Ved konstruksjonen av hver ny lang leder, det være seg en telefonkabel eller en oljerørledning, må en gjennomføre beregninger over hvordan den vil oppføre seg overfor geomagnetiske prosesser.

Ettersom vårt teknologiske nivå stadig utvikles og nytt moderne utstyr stadig tas i bruk til alle slags formål også ute i rommet, må vi følge opp med en stadig bedre kunnskap om hvordan jordens omgivelser påvirker dette utstyret. For eksempel, den økende bruk av integrerte halvlederkomponenter i romfartsutstyr krever stadig bedre forståelse av hvordan partikler fanges inn og joniserer halvledere.

Jordens omgivelser har heldigvis ikke vært en begrensende faktor for bruk av høyt utviklet teknologi i rommet. En har stadig funnet tekniske løsninger som har omgått problemene. På denne måten har jordens krevende omgivelser vært en viktig drivende faktor under utviklingen av teknisk utstyr, nye materialer og systemer som også har hatt viktige anvendelsesmuligheter under andre forhold.

Geofysiske prosesser påvirker altså aktive inretninger bygd av mennesker på jordoverflaten, og de kan også påvirke mer passive menneskelige aktiviteter slik som magnetisk kartlegging og arkeologiske målinger. Ettersom følsomheten i det tekniske utstyret stadig er blitt bedre, vil også geofysiske forhold få stadig mer forstyrrende innvirkning på målingene som blir utført.

3. Eksempler fra vår egen tid

De forstyrrende virkningene av geomagnetiske prosesser på teknisk utstyr og aktiviteter er blitt beskrevet i nylig utkomne oversikter (3 - 5). Noen historiske forhold blir beskrevet i (3). Flere eksempler skal omtales nedenfor for å gi en smak på hvordan de moderne problemene arter seg.

A. Radiokommunikasjon

For lang tid siden utviklet kommersiell telekommunikasjon seg fra underjordiske og undersjøiske kabler, til mikrobølgelinker og staelittstasjoner for å unngå de varierende forhold som opptrer ved langdistanseforbindelser via refleksjoner i jonosfæren. Jonosfærisk forbindelse er fremdeles av stor betydning for noen utviklingsland, for aktiviteter i polområdene (utilgjengelige for stasjonære satelitter) og for militære forbindelser og navigasjon til sjøs og i luften. For de sistnevnte anvendelser er jonisasjonsgraden i den øvre atmosfære og de fysiske forhold som bestemmer dens variasjon av stor betydning.

Selv om den kommersielle virkning av jonosfærens variasjon ser ut til å være liten, er ulempene og besværet ved disse fenomenene likevel noe å ta hensyn til. Nær solflekkmaksimum vil jonisasjonsgraden være høy, og dette fører til at radiosignaler kan forplante seg over veldig store avstander, selv om de var ment å bli brukt bare til lokale forbindelser. Et lite fly som krasjet i Vest-Virginia i 1979 sendte ut nødsignaler som ble hørt i California, og dette førte til stor forvirring hos politi og hjelpemannskaper der borte. Liknende eksempler er ikke få, og er et virkelig problem for dem som avhenger av radiosignaler.

B. Variasjoner i satellittsignaler

Kommunikasjon via satellitter utenfor jordens

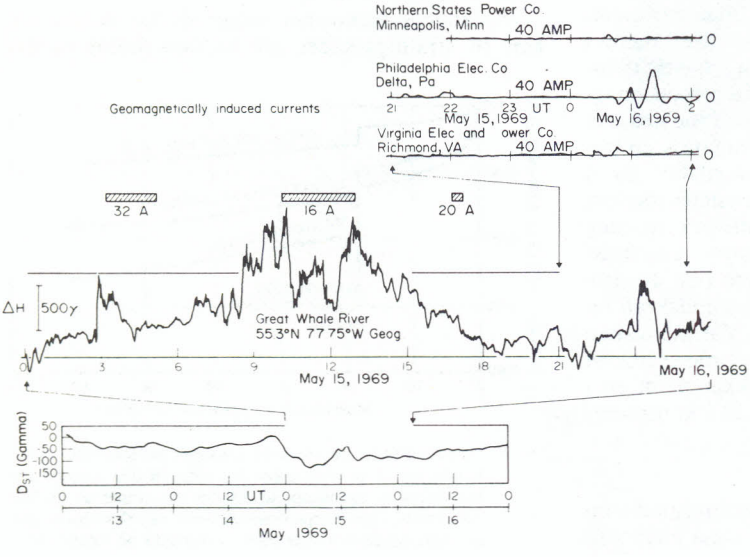


Fig. 3. Den geomagnetiske aktivitetsindeks D_{st} for hele jorden er vist i den nedre del av figuren. Midtdelen av figuren viser et magnetogramplot opptegnet ved Great Whale River i løpet av en geomagnetiske storm som ses på midten av den nedre delen. Tidsskalaen er forøket. Enhetene er gamma ($\gamma = 10^{-9}$ tesla). Tid og størrelse av strømmer indusert i transformatorvindinger er anført. På toppen av figuren vises tre andre plot av induserte strømmer fra andre kraftforsyningsselskap.

jonosfære eliminerte vanskelighetene ved langdistanse radioforbindelser som er avhengig av jonosfærens skiftende refleksjonsforhold. Jonosfærens tilstand over små områder har likevel blitt av betydning pga. den påvirkning den kan ha på satellittsignalene. Virkningen av jonosfæren kan merkes helt opp til GHz området, en frekvens som var antatt fri for alle virkninger av jonosfærens tilstand. Variasjonene i INTELSAT systemet ved 4 og 6 GHz er blitt observert å ha amplituder opp til 1 - 10 dB, og synes hovedsakelig å forekomme i ekvatorial egnene på jorden. Ved 4 GHz varierer spektret av støy som f^{-3} for frekvenser større enn 0.125 Hz.

Satellitt og rakettdata synes å tyde på at det er en Rayleigh-Taylor ustabilitet som opptrer i strømmen langs ekvatorområdet (den ekvatorielle elektrojet) som forårsaker uregelmessighetene i signalene. En må nå finne ut om slike variasjoner også forekommer i polområdene.

C. Kabelforbindelser

Sammenhengen mellom geomagnetiske stormer og forstyrrelser i trafikk langs telefon- og telegrafkabler er blitt observert gjennom lang tid (14 - 16). Det variable (både i amplitude og tid) geomagnetiske felt under magnetiske stormer induserer jordstrømmer og dermed ulike overflatepotensialer på jorden. Dette virker naturligvis inn på kablene. De induserte spenningene langs en lang leder som er jordet med lange mellomrom kan forårsake brudd i strømforsyningen til kabelens reléstasjoner. Dette er vel dokumentert for en krafig magnetisk storm i 1972 (18, 19).

Før i tiden ble de geomagnetiske forstyrrelsene som førte til brudd i elektisk kraftforsyning antatt å være en økning og variasjon i elektrojeten ved polområdene. En detaljert undersøkelse av årsakene til brudd i en telefonkabel i Illinois i 1972 viste at det var forårsaket av en kraftig sammentrykning og usymmetrisk forstyrrelse av jordens magnetosfære. En fikk dermed en krafig økning av strømmene i magnetopausen, og dette førte i neste omgang til induserte jordstrømmer (16). Endringene i det magnetiske feltet observert i nærheten av kabelbruddet ble brukt i en modellberegning der en antok en trelags ledningsevnemodell for jordoverflaten for å anslå størrelsen av de elektriske potensialer mellom to relestasjoner. En fant da at spenningen oversteg grenseverdien for hva kabelen kunne tåle med 10%. Slike store brudd er blitt færre i de de siste årene fordi en har øket kablenes motstandskraft og satt jordingskablene ut av funkjson. Vår kjennskap til hvilke spenninger som kan forekomme er likevel mangelfull og en kan ikke være sikker på at en i fremtiden helt kan unngå slike brudd i kommunikasjonskablene.

D. Kraftforsyningsnett

Forstyrrelser og brudd i kraftforsyningsnett som skyldes geomagnetiske forhold er også veldokumenterte (19-21). Under en magnetisk storm i 1957 ble Toronto helt mørklagt på grunn av utfall av en kretsbryter i en transformator i Ontario (22).

De geomagnetiske strømmer som induseres i et elektrisk nett kan forårsake ulike problemer. På den ene siden kan det opptre falske signaler om stilling og virkemåte av reléer og brytere og dette kan forårsake avgjørelsesproblemer hos operatørene av systemet: Er det bare en indusert effekt eller en virkelig feil på en transformator? På andre siden kan virkelig induserte strømmer i en transformator forårsake at kjernen går i metning. Denne magnetiske metningen kan atter føre til spenningsvariasjoner på fordelingsnettet og intens oppvarming av transformatoren. En slik lokal oppvarming kan drastisk korte ned levetida for en transformator.

Et eksempel på en magnetisk forstyrrelse og de resulterende geomagnetiske strømmer i transformatorviklingene ved tre ulike selskapper er vist i fig. 3 (23).

E. Romfart og stråling i rommet.

Da kommunikasjonssatellitter ble foreslått trodde en at strålingen i rommet var mild og ville være uten virkning på disse innretningene. Det viste seg tvertimot at partikkelstrålingen var såpass sterk at den har vært til alvorlig bekymring for konstruktørene helt siden Van Allen beltene ble oppdaget.

Fluksen av lavenergetiske (20 keV) protoner og elektroner ved de geostasjonære baner er tilstrekkelig sterk til å forårsake en langsom ødeleggelse av satelittenes termiske kontrollflater og maling på overflaten. Partiklene i dette energiområdet avgjør også om romfartøyet blir oppladd på et gitt tidspunkt (24).

Solceller er fullstendig tildekket for å forhindre den sterke spesifikke jonisasjon av innfangede protoner med MeV-energi.

Innfangede elektroner utgjør derfor hovedårsaken til strålingsskader på halvlederkomponenter

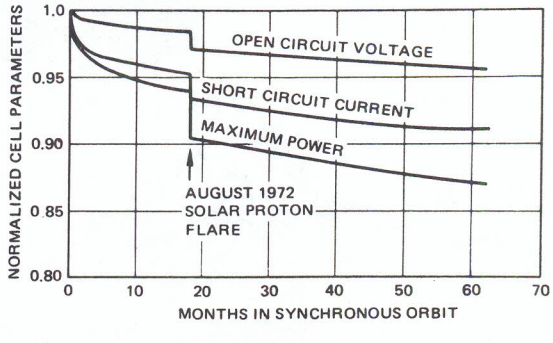


Fig. 4. Yteevnen til en solcelle som funksjon av tiden etter oppskytningen av et romfartøy. En antar at den langsomme forverring av egenskapene skyldes virkningen av hurtige elektroner. Den trappeformede delen skyldes virkningen av innfangede protoner etter et utbrudd på solen (26).

som befinner seg i det indre av satellittene. Som vist i figur 4 mister en typisk solcelle en viss prosentdel av sin utgangseffekt pr. år når den blir utsatt for stråling i rommet (25,26). Den trappeformede nedsettelsen av bruksegenskapene i figur 4 skyldes en økning av protonfluksen etter et solutbrudd i august 1972.

Selv om konstruktørene av romfartøyer gjerne vil vite strålefluksen med nøyaktighet på 10% er det nå bare mulig å beregne strålingsstyrken med en usikkerhet på en faktor to. Variasjoner i elektron- og protonfluksene med en faktor ti er vanlig, men umulig å forutsi.

Etterhvert har en økt satellittenes kapasitet ved å ta i bruk CMOS-komponenter som har mindre strømforbruk. Dette har ført til et virkelig vanskelig strålingsproblem siden disse nye komponentene ikke har vært så motstandsdyktige mot stråling som de gamle TTL logiske kretsene som de erstatter. Som nevnt i den første delen krever den tiltakende bruk av massive integrerte kretser i romfartøyer at en må foreta nøyaktige beregninger av virkningen av innfangede partikler. En trenger også å ta hensyn til virkelig kosmisk stråling som har sin opprinnelse utenfor solsystemet. En mener nå at en må ta hensyn til virkningen av tunge kjerner i den kosmiske stråling på miniatyriserte halvlederkomponenter (27).

4. Sammenfatning

De få eksemplene som er nevnt ovenfor er bare en smakebit på alle de problemer som jonosfærisk stråling forårsaker i komplisert elektrisk og elektronisk utstyr. Det er vanskelig å spå hvordan geofysiske prosesser vil innvirke på fremtidig teknologi, men det er i hvert fall sikkert at ettersom mer og mer komplisert utstyr blir tatt i bruk innenfor områder som kommunikasjon og elektrisitetsforsyning desto bedre kjennskap bør en ha om de geofysiske forhold i jordens umiddelbare naboskap.

References

[1] G. B. Prescott, "The great auroral exhibition of August 28th to September 4th, 1859; 1. Observations made at Boston, Mass., and its vicinity", *Am. J. Sci. Arts,* vol. 29, p. 92, 1860.

[2] G. B. Prescott, *History, Theory, and Practice of the Electric Telegraph,* Tichnor and Fields, Boston, 1866

[3] L. J. Lanzerotti, ed., "Impacts of ionospheric/magnetospheric processes on terrestrial science and technology", in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N. Parker, vol. 3, p. 319, 1979.

[4] L. J. Lanzerotti, "Geomagnetic influences on man-made systems", *J. Atmos. Terr. Phys., 41,* 1979.

[5] G. A. Paulikas, "The impacts of solar-terrestrial physics on society and technology", working paper, NAS/NRC study on Solar-Terrestrial Physics, 1980.

[6] S. Emmons, "Sunspots playing tricks with radios", *Los Angeles Times,* p. CC-1, February 13, 1979.

[7] R. R. Taur, "Ionospheric scintillations at 4 and 6 GHz", *COMSAT Technical Review,* vol. 3, p. 145, 1973.

[8] R. R. Taur, "Gigahertz ionospheric scintillation", *COMSAT Technical Review,* vol. 4, 1974.

[9] R. R. Taur, "Simultaneous 1.5 and 4 GHz ionospheric scintillation", *Radio Science,* 1976.

[10] R. R. Taur, "Scintillation of communication satellite signals at GHz frequencies", in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N., Parker, North-Holland Pub. Co., vol. 3, p. 320, 1979.

[11] M. C. Kelley, G. Haerendel, H. Kappler, A. Valenzuela, B. B. Balsley, P. A. Carter, W. Eckland, C. W. Carlson, B. Hausler, and R. Torbert, "Evidence for a Rayleigh-Taylor type instability and upwelling of depleted density regions during equatorial spread-F" *Geophys. Res. Letters,* vol. 3, p. 448, 1976.

[12] A. J. Scannapieco and S. L. Ossakow, "Nonlinear equatorial spread F", *Geophys. Res. Letter,* vol. 3, p. 451, 1976.

[13] Y. T. Chiu and J. M. Straus, "Rayleigh-Taylor and wind-driven instabilities of the nighttime equatorial ionosphere", *J. Geophys. Res.,* vol. 84, p. 3283, 1979.

[14] L. W. Germaine, "Magnetic storm of March 24, 1940 - effects in communications systems", *Edison Electric Institute Bulletin,* May 7, 1940.

[15] J. R. Winckler, L. Peterson, R. Hoffman, and R. Arnoldy, "Auroral X-rays, cosmic rays, and related phenomena during the storm of February 10, 1958", *J. Geophys. Res.,* vol. 64, p. 597, 1959.

[16] C. W. Anderson, III, L. J. Lanzerotti, and C. G. Maclennan, "Outage of the L-4 system and the geomagnetic disturbances of August 4, 1972", *Bell System Technical Journal,* vol. 53, p. 1817, 1974.

[17] C. W. Anderson, III, "Magnetic storms and cable communications", in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N. Parker, North-Holland Publ. Co., vol. 3, p. 323, 1979.

[18] P. J. Kellogg, "Terrestrial effects of solar activity", *Proc. Minn. Power Systems Conf.,* Oct. 1966.

[19] V. D. Albertson, J. M. Thorson Jr., R. E. Clayton, and S. C. Tripathy, "Solar-induced currents in power systems: cause and effects", *IEEE Trans. Power Apparatus and Systems,* vol. PAS-92, p. 471, 1973.

[20] W. F. Davidson, "The magnetic storm of March 24, 1940 - effects in the power system", *Edison Electric Institute Bulletin 365,* July, 1940.

[21] J. C. Slothower and V. D. Albertson, "The effects of solar magnetic activity on electric power systems", *J. Minn. Acad. Sci.,* vol. 34, p. 94, 1967.

[22] J. Brooks, "The subtle storm", *New Yorker Magazine,* p. 39, Feb. 19, 1959.

[23] D. J. Williams, "Magnetospheric impacts on ground-based power systems", in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N. Parker, North-Holland Pub. Co., vol. 3, p. 327, 1979.

[24] S. DeForest, "Electrostatic charging on spacecraft" in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N. Parker, North-Holland Pub. Co., vol. 3, p. 336, 1979.

[25] L. J. Goldhammer and S. W. Gelb, "Synchronous orbit performance of Hughes Aircraft Company solar arrays", paper presented at 11th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, September 1976.

[26] G. A. Paulikas, "The space radiation environment: effects on space systems", in *Solar System Plasma Physics,* ed. L. J. Lanzerotti, C. F. Kennel, and E. N. Parker, North-Holland Pub. Co., vol. 3, p. 330, 1979.

[27] W. A. Kolasinski, J. B. Blake, J. K. Anthony, W. E. Price, and E. C. Smith, "Simulation of cosmic-ray induced soft errors and latchup in integrated-circuit computer memories", *Proc. IEEE Trans. Nucl. Sci.,* 1979.

Havbølger og fysikk

Foredrag på Fysikermøtet 1980 i Tromsø

Kristian Barstad Dysthe

Overflatebølger på vann er av de naturfenomen som sikkert har blitt iakttatt med interesse fra tidenes morgen. Betrakter man det opprørte hav kan en kanskje spørre om det overhode kan gis en brukbar teori for et så komplisert og tilsynelatende kaotisk fenomen. Som ellers i fysikkens historie søkte en å forenkle: finne frem til den fundamentale byggesten for beskrivelsen av en urolig havoverflate. Som forsøkt illustrert i figur 1 er en «plan bølge» en slik byggestein

$$a \exp i(\omega t - \underline{k} \cdot \underline{r}) \qquad (1)$$

hvor a er amplituden, $\underline{k}$ en horisontal bølgevektor, og ω (vinkel-) frekvensen til bølgetoget.

Et historisk tilbakeblikk

En vitenskapelig beskrivelse av overflatebølger kom først i det nittende århundre. I 1802 publiserte tyskeren Franz Gerstner den første enkle teori. Han hadde funnet «dispersjonsrelasjonen», det vil si sammenhengen mellom bølgeperiode og bølgelengde, eller mellom frekvens og bølgetall. For bølger på dypt vann (i praksis når dybden er større enn halve bølgelengden) er denne dispersjonsrelasjonen (utledning gitt i Appendiks)

$$\omega^2 = gk\,, \qquad (2)$$

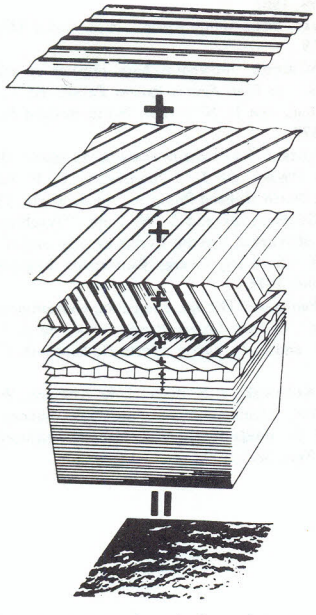


Fig. 1 Summen av mange plane bølger danner en forstyrret havoverflate (Pierson et al., 1955).

hvor $k = |\underline{k}|$ og g er tyngdens akselerasjon.

Framover på 18-hundretallet ble det gitt viktige bidrag til teorien. I 1816 besvarte Poisson og Cauchy en prisoppgave som var oppstilt samme år av det franske vitenskapsakademi, om utbredelse av bølger fra en endelig kilde. Deres løsning er selv i dag et møstergyldig eksempel på anvendt matematikk.

Videre fremskritt ble gjort av menn som Airy, Scott-Russel og lord Kelvin. Spesielt bør Stokes nevnes, som med et omfattende studium av overflatebølger fra 1849 la grunnlaget for mange av de matematiske teknikker som senere har stått sentralt i forskningen på dette området helt opp til vår egen tid. Spesielt bemerkelsesverdig er det at Stokes også gjorde en banebrytende innsats for forståelsen av bølger med stor amplitude, et felt som er blitt gjenstand for en stor forskningsaktivitet de siste 15 år.

På det eksperimentelle området har utviklingen gått noenlunde parallelt, fra det første bidrag ble gitt av brødrene Ernst og Wilhelm Weber da de i et arbeid fra 1825 verifiserte dispersjonsligningen (2). For å vise at sammenhengen mellom ω og k er uavhengig av hvilken væske overflatebølgene forplanter seg i (som formelen (2) innebærer), benyttet de vann, kvikksølv og brandy!

Grunnleggende egenskaper

Væskebevegelsen som skyldes en plan overflatebølge på dypt vann er illustrert i figur 2. Væskepartiklene beveger seg i sirkulære baner. Ved overflaten er radien i sirkelen lik amplituden a, mens den avtar som exp kz nedover i dybden (z-aksen peker vertikalt oppover).

Et grunnleggende trekk ved overflatebølger er dispersjon. Det vil si at fasefarten ω/k varierer med bølgetall (eller frekvens).

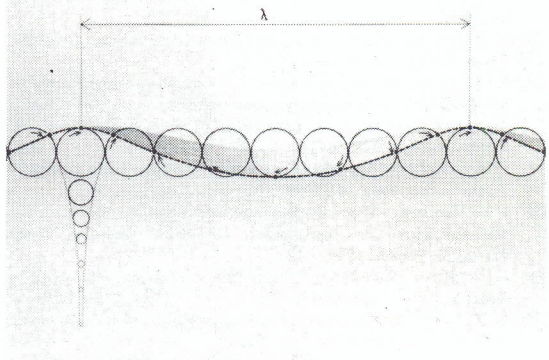


Fig. 2 Væskebevegelsen i en plan bølge på dypt vann.

Elementær bølgeteori forteller oss da at bølgemønsteret beveger seg med en fart - fasefarten - som er forskjellig fra den farten en bølgegruppe vil forflytte seg med, nemlig gruppefarten. Den sistnevnte er gitt ved $d\omega/dk$. Benyttes (2) ser en lett at

$$v_g \equiv \frac{d\omega}{dk} = \tfrac{1}{2}\sqrt{g/k} = \tfrac{1}{2}\frac{\omega}{k}, \qquad (3)$$

som viser at gruppefarten er halvparten av fasefarten. Når en iakttar en bølgegruppe eller bølgepakke av overflatebølger, vil det fortone seg som om bølgemønsteret skapes i gruppens bakende, og forsvinner i dens forende.

For å representere en vilkårlig forstyrrelse, kan en benytte seg av at de ligninger og randbetingelser som bestemmelser bevegelsen for en overflatebølge med liten amplitude, er lineære. En vilkårlig forstyrrelse eller signal kan derfor representeres som en lineær sammensetning av plane bølger,

$$\eta(x,t) = \int a(k) \cdot \exp i(\omega(k)t - kx)\, dk \qquad (4)$$

(integrert fra $-\infty$ til ∞),
hvor $\eta(x,t)$ er hevningen av overflaten i forhold til likevektsnivået, og hvor vi for enkelhets skyld ser på endimensjonal forplantning. Her er $\omega(k)$ gitt ved dispersjonsligningen. For ikke-dispersiv bølgeforplantning hvor $\omega = ck$ (f.eks. akustisk bølgeforplantning hvor c er lydfarten, eller overflatebølger på grunt vann hvor $c = \sqrt{gH}$ (H er dybden, se Appendiks)) får en fra (4), integrert fra $-\infty$ til ∞:

$$\eta(x,t) = \int a(k) \cdot \exp ik(ct - x)\, dk = \eta(x - xt, 0) \qquad (5)$$

Dette sier oss at signalet beveger seg uten å skifte form (se figur 3a) med farten c.

Ved dispersiv bølgeforplantning som f.eks. overflatebølger på dypt vann (hvor $\omega(k) = \sqrt{gk}$) har en ingen enkel sammenheng slik som (5). Langt borte fra den opprinnelige forstyrrelse (som vi antar kompakt) har vi imidlertid at

$$\eta(x,t) \approx A(x,t) \cdot \exp i(gt^2/4x) \equiv A \exp i\theta \qquad (6)$$

hvor A(x,t) varierer svært langsomt sammenlignet med «fasefaktoren» $\exp i\theta$, og er bestemt av formen på den opprinnelige forstyrrelse. Fra (6) ser vi lett at

$$\left.\begin{aligned} k &\equiv -\partial\theta/\partial x = gt^2/4x^2 \\ \omega &\equiv \partial\theta/\partial t = gt/2x \end{aligned}\right\} \Rightarrow \omega^2 = gk \qquad (7)$$

hvor $\omega(t)$ og k(t) nå er «momentanverdien» av frekvens og bølgetall. Som vi ser varierer de sakte med x og t (for store x) over en bølgelengde eller periode*.

Vi ser altså at en (begrenset) forstyrrelse som opprinnelig har en vilkårlig form, etter forplantning gjennom et dispersivt medium vil fortone seg (lokalt) som en plan bølge (se figur 3b). For en observatør som befinner seg langt borte fra det området hvor forstyrrelsen fant sted, vil altså det signalet han iakttar være en plan bølge, med en frekvens (og et bølgetall) som varierer sakte med tiden**.

For havbølger følger det fra (7) at variasjonen av ω med t er lineær. Dette kan også enkelt sees på følgende måte:

Dersom avstanden fra det område bølgene skapes, f.eks. et stormsentrum (se figur 4a) er D, vil det ta en tid $D/v_g(\omega)$ før frekvenskomponenten ω har rukket frem til observatøren

* f.eks. er $(1/k)\,\partial k/\partial x$: $k = 2/kx << 1$

** Dette stemmer godt overens med den vanlige erfaring med bølger som brer seg fra et steinkast på vann.

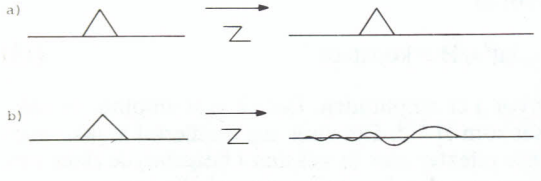


Fig. 3 Utvikling av et signal; a) i et ikke-dispersivt system, b) i et dispersivt system.

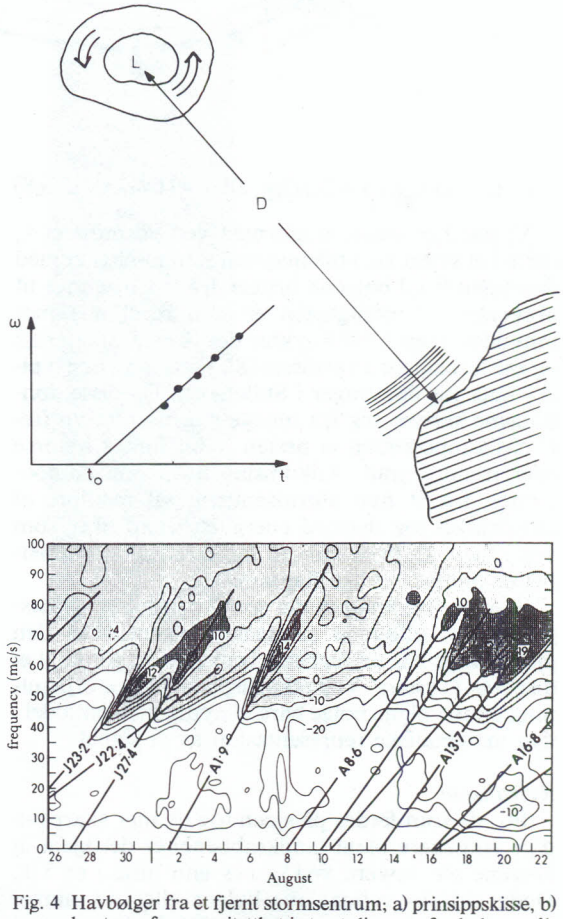


Fig. 4 Havbølger fra et fjernt stormsentrum; a) prinsippskisse, b) konturer for energitetthet i et ω-t-diagram for bølger målt i Honolulu. Ryggene angir ankomsten av bølgegrupper fra stormer i Stillehavet. Merkingen av de tilsvarende linjene refererer til tiden, t_o, for stormen (f.eks. J 27.4 betyr 27. juli, 9.6 GMT) (Snodgrass et al., 1966).

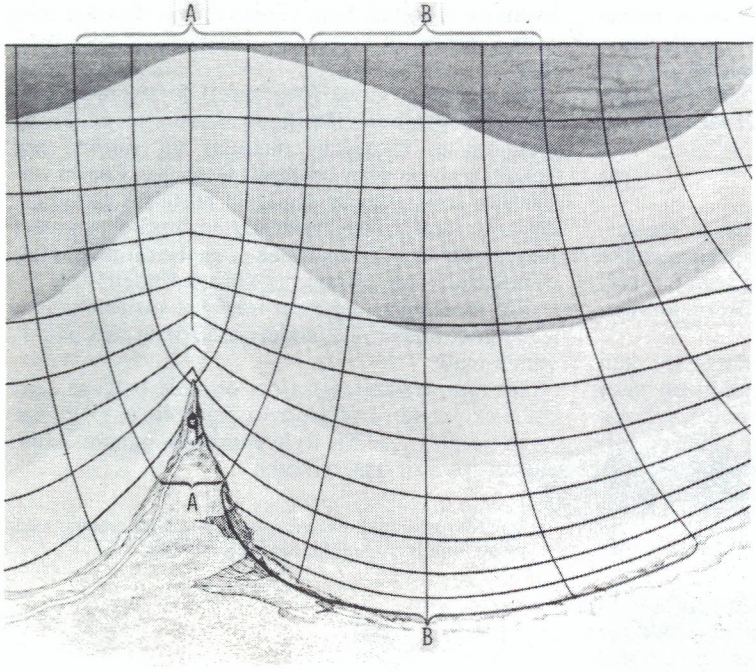


Fig. 5 Refraksjonsmønster (linjer for «strålegang» og linjer for konstant fase (bølgerygger)) ved jevnt skrånende bunnforhold.

$$t - t_0 = D/v_g(\omega) = 2\omega D/g, \text{ eller} = (t - t_0)/2D \quad (8)$$

Vi har her antatt at stormen ved tidspunktet t_0 varte i et svært kort tidsintervall sammenlignet med den tiden ($t-t_0$) bølgene bruker fra stormsentret til observatør. Virkeligheten er som regel noe mer innviklet, men i 1966 lyktes det likevel Snodgrass og medarbeidere å verifisere (8). Figur 4b viser typiske data for dønninger i Stillehavet. Da disse dønningene skriver seg fra mange stormsentre vil frekvenskomponenten ω nesten alltid finnes i større eller mindre grad. Ankomsten av denne komponenten fra et nytt stormsentrum vil medføre at amplituden (og dermed energitettheten) øker som vist i figur 4b hvor kurven for konstant energitetthet er plottet i et ω-t diagram.

Som en merknad til det som er sagt om dispersjon kan vi tilføye at elementærbølgene, eller den plane bølge har en markert fysikalsk betydning i et dispersivt system. Ved ikke dispersiv bølgeforplantning er den plane bølge bare et nyttig hjelpemiddel i den matematiske representasjon av et signal.

Refraksjon

For de som ferdes på sjøen (og de mer skarpsindige iakttagere blant landkrabbene) er det kjent at bølgene går høyere ved et nes enn inne i en vik. Dette skyldes refraksjon. Bølger eller dønninger som kommer inn mot kysten vil begynne å «merke» bunnen når dybden blir mindre enn ca. halve bølgelengden. For bølger på endelig dybde er dispersjonsligningen

$$\omega^2 = gk \tanh kH \quad (9)$$

hvor H er dybden (se Appendiks). Fra (9) følger det at fasefarten ω/k avtar monotont når dybden avtar. Konstantfaseflatene for et innfallende bølgetog og den tilsvarende «strålegang» for energifluksen er vist i figur 5. Det skulle heller ikke være vanskelig å overbevise seg om at en fiskebank kan virke som en linse for de bølger som har lang nok bølgelengde i forhold til dybden på banken.

Et annet velkjent fenomen kan iakttas når bølger kommer inn mot en svakt skrånende strand: bølgelengdene avtar, og amplituden øker (se figur 6). Som vist allerede av Rayleigh er dette simplethen en følge av at energifluksen bevares (ved en svakt skrånende strand er refleksjonen neglisjerbar); for små amplituder har en

$$v_g \cdot E = \text{konstant} \quad (10)$$

Hvor $E = \overline{\rho v^2}/k$ er energi pr. overflateenhet (v er væskehastigheten ved overflaten og —— betegner midling over en periode). På grunt vann forenkles (10) til

$$|a|^2\sqrt{H} = \text{konstant} \quad (11)$$

hvor a er amplituden. Det vil si at amplituden vokser som $H^{-1/4}$. Det viser seg imidlertid at ikke-lineære effekter gjør at veksten i bølgehøyde skjer raskere enn den lineære teorien skulle tilsi.

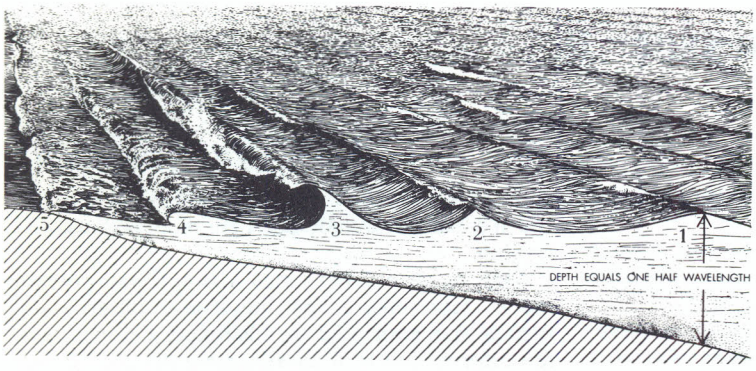


Fig. 6 Forkortning av bølgelengde og brytning av bølger mot strand.

Skipsbølger

Et velkjent fenomen er skipsbølger som i forhold til skipet danner et stasjonært mønster innenfor et V-formet område av overflaten. Mindre kjent er det at åpningsvinkelen for dette området er $\approx 39°$, og er avhengig av skipets hastighet og form (såfremt hastigheten er stor nok til å danne vesentlige bølger). Dette ble påvist teoretisk allerede i 1883 av Lord Kelvin. Resonnementet bak utledningen er enkelt og gjør bare bruk av følgende helt grunnleggende kjennsgjerninger:

(A) I skipets referansesystem er bølgemønsteret stasjonært,): bølgenes frekvens er null.

(B) Skipet er den eneste bølgekilde. Derfor må bølgeenergien (sett i skipets referansesystem) stråle ut fra skipet.

I skipets referansesystem har havet en strømhastighet $-\underline{u}$, og frekvensen av en overflatebølge, $\bar{\omega}$, blir på grunn av Dopplerforskyvningen, $-\underline{k} \cdot \underline{u}$

$$\bar{\omega} = \sqrt{gk} - \underline{k} \cdot \underline{u} \ .$$

For skipsbølgene blir $\bar{\omega} = 0$, og derfor $\sqrt{gk} = \underline{k} \cdot \underline{u}$, som gir oss

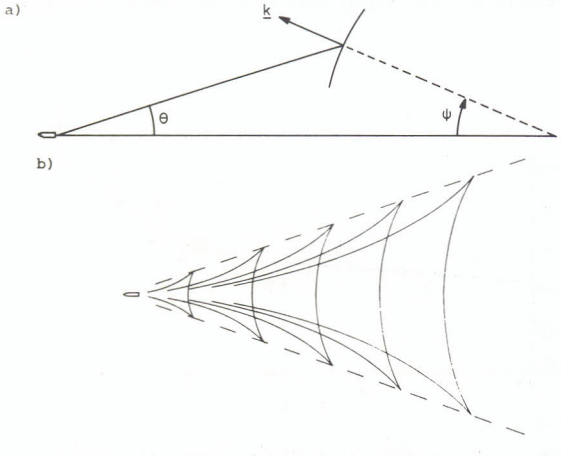


Fig. 7 Skipsbølgemønster konstruert fra ligning (14).

$$v_g = \tfrac{1}{2} u \cos \psi \ , \qquad (12)$$

hvor ψ er vinkelen mellom $\underline{k}$ og skipets bevegelsesretning (merk at $v_g = (g/k)^{1/2}/2$). Energitransporthastigheten $\underline{v}_E$, hvor

$$\underline{v}_E \equiv \partial\bar{\omega}/\partial\underline{k} = \underline{v}_g - \underline{u} \qquad (13)$$

stråler ut fra skipet (som asymptotisk sees på som en punktkilde). Ved hjelp av (13) og figur 7a, finner en lett

$$\tan\theta = v_g \sin\Psi / (u - v_g \cos\Psi)$$

$$= \sin\Psi \cos\Psi / (1 + \sin^2\Psi) \qquad (14)$$

hvor den siste likheten følger fra (12), og hvor θ er vinkelen mellom en vilkårlig linje som stråler ut fra skipet, og skipets bevegelsesretning. Fra (14) følger det at funksjonen til høyre antar sin maksimale verdi for $\psi \simeq 35°$, slik at

$$\theta_{max} = 19{,}5°$$

Herav følger Lord Kelvins resultat at åpningsvinkelen i det V-formede skipsbølgeområde blir $2\theta_{max} = 39°$. Det følger også at de bølgene som grenser opp til denne ytre begrensning har en bølgevektor som danner 35° med skipets bevegelsesretning. Alternativt kan en si at bølgeryggene (konstant-faselinjene) danner 90° - 35° = 55° med fartsretningen. Som en ser av figur 8 er det en utmerket overensstemmelse med observasjoner.

Endelig kan formelen (14) benyttes til å konstruere bølgemønsteret; det vil si bølgeryggene eller konstant-faselinjene. Dette er antydet på figurene 7a og 7b.

Forts. neste nr.

REFERANSER

O.M. Phillips: The dynamics of the upper ocean, Cambridge University Press, 1977.

J. Lighthill: Waves in fluids, Cambridge University Press, 1978.

Centauro - prosesser II.

*Sven Oluf Sørensen**

Innvendinger mot tolkningen av Centauro-prosesser.

Vi skal nevne noen av de innvendinger som er fremsatt mot tolkningen av Centaurofenomenene som en helt ny type fysikalske prosesser:

Den første, og kanskje mest nærliggende tanke, er at det hele dreier seg om en fluktuasjon. I et stort sample av jets i dette energiområdet vil selvfølgelig antall produserte nøytrale π mesoner variere statistisk, og Centauro-prosessene kan representere en «hale» karakterisert ved et ekstremt lavt antall π^0. I jets i energiområdet ~ 10 TeV har man funnet at $\sim 80\,\%$ av antall ladede sekundærpartikler er π mesoner og at $\sim 25\,\%$ av alle produserte partikler er nøytrale π mesoner. På basis av disse forhold kan man regne ut at sannsynligheten for å få 3 eller mindre nøytrale π mesoner fra et totalt antall på 74 er av størrelsesorden $\sim 10^{-6}$, dvs. forsvinnende liten.

En annen tolkning av Centauro-prosessene er at de skyldes kollisjoner mellom tunge primærpartikler, eventuelt tyngre anto-atomkjerner, og atmosfærens atomer. Mt. Chacaltaya ligger imidlertid så dypt ned i atmosfæren, 550 g/cm^2, ca. 33 interaksjonslengder for en relativistisk jernkjerne, at sannsynligheten for at denne stråling skal kunne trenge ned til de høyder hvor Centauro-prosessene er observert, er helt forsvinnende liten.

En tredje innvending mot at Centauro-prosessene representerer et nytt fysikalsk fenomen er at ingen andre laboratorier for studier av ultra-høyenergetiske prosesser har funnet lignende reaksjoner. I prinsippet skulle eksperimentene som utføres på Mt. Fuji (3800 m) og Mt. Pamir (4500 m) ha observert Centauro-objekter, da de har eksponert emulsjonskammere over like mange m^2 år som den Brasil-Japanske kollaborasjonen, men med negativt resultat.

Man må konkludere med å si at Centaurofenomenet representerer en interessant observasjon, men at man ennå ikke har tilstrekkelig eksperimentell informasjon til å karakterisere det som er helt ny fysikalsk prosess.

Forsøk på forklaring ved Bjorken og McLerran.

En rekke teoretiske modeller er fremsatt, mer eller mindre fantasifulle, for å beskrive Centauro-prosessene. Vi kan f.eks. antyde en hypotese som nylig er fremsatt av Bjorken og McLerran (5):

Idéen går ut på at det kan eksistere «dråper» av kjernematerie med en tetthet av størrelsesorden 30-100 ganger tettheten av vanlige atomkjerner. Bjorken og McLerran utvikler en dråpemodell for disse objekter. De tenker seg systemet som et metastabilt system av kvarker, med meget stor bindingsenergi, komprimert slik at radien er 3-5 ganger mindre enn en korresponderende kjerne. Hvis denne form for materie inneholdes i den primære kosmiske stråling, vil dråpen, på grunn av sitt reduserte geometriske tverrsnitt og sin store bindingsenergi, kunne trenge dypt ned i atmosfæren. Ved suksessive kollisjoner med atmosfærens atomkjerner vil dråpen bli eksitert og tilslutt eksplodere i et meget stort antall hadroner, vesentlig baryoner. I en variant av sin modell fremsetter Bjorken og McLerran en annå mer spekulativ idé - at dråpen kan inneholde en «fri» kvark med meget stor masse og meget høyt baryontall, som kan binde kvarkmaterien til så høy tetthet, og videre desintegrere til et stort antall baryoner. Den mest dramati-

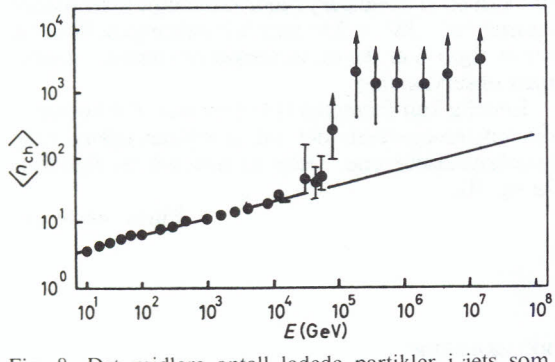


Fig. 8. Det midlere antall ladede partikler i jets som funksjon av primærpartikkelens energi.

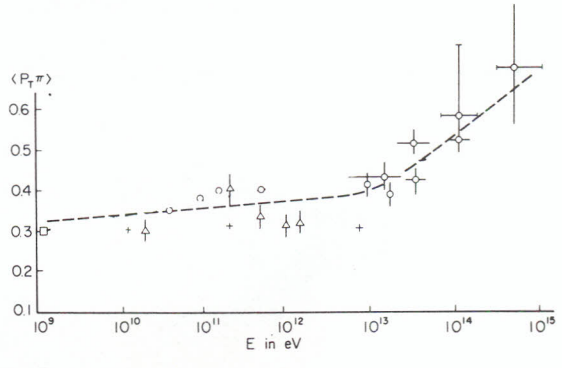


Fig. 9. Den midlere transverselle impuls av partikler i jets som funksjon av primærpartikkelens energi.

* Fysisk Institutt. Universitetet i Oslo.

ske konsekvens av en slik teori ville være observasjoner av spesielle, eksplosive prosesser i store høyder, samt eksistensen av sterkt joniserende partikler med evne til å trenge helt ned til jordoverflaten. Det er ikke klart om de eksperimenter som hittil er utført med kosmisk stråling, eller de apparaturoppstillinger som for tiden eksisterer, er tilstrekkelige for å verifisere, eventuelt falsifisere, den ovennevnte teori. Bjorken og McLerran lar spørsmålet om dråpens opprinnelse være åpen, men antyder en mulig forbindelse med prosesser som fulgte umiddelbart etter «the Big Bang».

100 TeV er en terskelverdi.

Om Centauro-fenomenet inneholder mange usikkerhetsmomenter, så er på den annen side tegnene på at ~100 TeV representerer en terskelverdi for nye hadroniske prosesser betydelig sikrere. Vi kan illustrere dette ved to eksempler:

Hvis man fremstiller det midlere antall ladede partikler i en jet som funksjon av primærpartikkelens energi, får man et bilde som vist i fig. 8. Punktene under ~1 TeV refererer seg til akseleratorproduserte jets. De øvrige er hentet fra eksperimenter med kosmisk stråling. Man ser en jevn økning av multiplisiteten, tilnærmet proporsjonal med log s, opp til ~100 TeV. Ved denne energi skjer det plutselig et sprang opp til vesentlig høyere verdier, et forhold som synes å peke på at nye prosesser begynner å finne sted.

Et lignende forløp har data som viser den midlere transverselle impuls P_T av sekundærpartiklene i en jet som funksjon av primærpartikkelens energi. Fig. 9 illustrerer hvorledes denne størrelse er bemerkelsesverdig konstant, ~0,3-0,4 GeV/c, opp til ca. 100 TeV for så plutselig å anta høyere verdier, hvorav det er nædliggende å konkludere som ovenfor at nye fenomen starter opp.

En rekke andre eksperimenter med kosmisk stråling synes å peke i samme retning, at partikkelenergier på ~100 TeV representerer en terskelverdi for nye typer av fysikalske prosesser. Om denne overgang vil vise seg å være like dramatisk og revolusjonerende som overgangen fra elektronskyenes fysikk til kjernefysikken, eller fra kjernefysikken til elementærpartikkelfysikken, det vil fremtiden vise. Et definitivt svar på dette spørsmål vil vel først kunne gis når disse energiområder blir tilgjengelige med akseleratorproduserte partikler.

I alle tilfelle synes det ennå å være langt igjen til «asymptopias» ørkener.

Gruppen for eksperimentell elementærpartikkelfysikk på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo har for tiden under eksponering en rekke emulsjonskamre i transatlantiske SAS-fly og på Gaustadtoppen i Telemark. Hensikten er å studere ultrahøyenergetiske prosesser i TeV området.

Litteraturliste.

1. Chacaltaya Emulsion Chamber Experiment, Supplement of the Progress of Theoretical Physics, No 47, (1971).
2. *J. Nishimura,* Supplement of the Progress of Theoretical Physics, No 32, (1964).
3. Brasil-Japan Collaboration, Proceeding of the Plovdiv International Conference on Cosmic Rays, Vol 7, s 208, (1977).
4. *N.M. Duller og W.D. Walker,* Phys. Rev. vol 93, s 215 (1954).
5. *J.D. Bjorken og L.D. McLerran,* Phys. Rev. D, vol 20, s 2353, (1979).

Bøker

A. J. Meadows: Stellar Evolution, 2nd editon. Pergamon Press 171 s.

Utviklingen av de store elektroniske regnemaskinene har hatt en enorm betydning for forskningen innenfor stjernestruktur og stjerneutvikling. Regninger som før var vanskelige og meget tidkrevende gjør maskinene unna på noen små timer. Derfor har vi i dag detaljert kunnskap om hvordan de fysiske forhold er på ethvert sted innover i ei stjerne. Vi vet også hvordan disse forholdene forandrer seg med tiden.

Meadows gir i boka si en meget klar framstilling av hovedresultatene innenfor dette området av astrofysikken. Han fortaper seg ikke i bagateller og flisespikkeri, men makter å konsentrere seg om de viktige hovedlinjene. Dette er virkelig ei av de pedagogisk sett beste bøker jeg har vært borti. Boka er fullstendig fri for matematikk, men forfatteren greier likevel å argumentere på en overbevisende måte ved fysisk resonnement.

Meadows starter med å gi en oversikt over de fysiske størrelser som astronomene kan skaffe seg kjennskap til ved å observere stjerner. Derved har en i dag rede på overflatetemperatur, lysstyrke og kjemisk sammensetning av mange stjerner.

Deretter forklarer Meadows hvordan man teoretisk får fram en modell for en stjerne. Man antar da en viss utgangsverdi for den kjemiske sammensetningen og massen til stjernen. Ved hjelp av noen få fysiske likninger kan så teoretikerne regne seg fram til hvordan forholdene er i stjernen på ethvert sted og til enhver tid. Disse resultatene blir så sammenlignet med fasitten. Man ser etter om de stemmer med resultatene fra observasjoner av virkelige stjerner.

En stjerne dannes ved gravitasjonskollaps av en interstellar sky av materie. Meadows antar så at en stjerne har et magnetfelt. På en meget instruktiv og lettfattelig måte greier så Meadows å forklare hvordan stjernen ved hjelp av magnetfeltet kvitter seg med angulært moment. Dette angulære momentet ville ellers fått stjernen til å rotere så hurtig at den ville bli revet i filler.

Når temperaturen i senteret av stjernen er blitt høy nok, vil hydrogenkjerner her smelte sammen til helium, og stjernen lever et rolig liv i ufattelig lang tid. Men en dag er hydrogenet oppbrukt, og stjernen må da ta i bruk tyngre brensel. Samtidig svulmer stjernen voldsomt opp. Men det tunge brennselet tar også slutt. Da ender det med fysisk katastrofe, stjernen eksploderer eller faller fullstendig sammen. Det som blir resultatet avhenger av hvor mye masse som er igjen etter katastrofen. Er massen mindre enn 1,26 solmasser, forvandler stjernen seg til det astrofysikerne kaller en hvit dverg. En fyrstikkeske av materialet i disse stjernene veier flere tonn. Er stjernemassen mindre enn ca. 2 solmasser (denne verdien er noe usikker), får vi en såkalt nøytronstjerne. Ta hele jordens befolkning og trykk den inn i en vanndråpe. Da har du tettheten i en nøytronstjerne. Det tredje alternativet er så det såkalte svarte hull. Dette har da så sterkt tyngdefelt at ikke en gang lys slipper vekk. Materien forsvinner da inn i senteret av stjernen, og fysikerne forstår i dag ikke hva som skjer i dette senteret.

Jeg har bare en innvending mot boka. Det gjelder dessverre prisen. Skal den anmeldes, vil det bli til politiet.

Henning Knutsen

Kvantefenomener i molekylarbiologien

Jan A. Pappas)*

Biologien har kanskje mer enn noen annen naturvitenskap blitt utviklet i spenningsfeltet mellom kollektive og individuelle fenomener. Gjennom å studere både individuelle fenomener, det være seg knyttet til mennesker og dyr, organer, celler eller molekyler, og hva som skjer når disse settes sammen til kollektive systemer, strekker biologiens interesseområde seg helt fra de sosiologiske fag på makronivå til kjemien og atomfysikken på mikronivå. Sett på denne måten kan det hele minne mye om en kinesiske eske - et individuelt fenomen på ett nivå har i seg kollektive fenomener på lavere nivå.

Det er en utbredt oppfatning at den innerste boksen i biologiens kinesiske eske er molekylet - den minste del som det fremdeles er meningsfylt å trekke inn i biologiens verden. Dette er biokjemiens og mylekylar-biologiens domene hvor molekylene er aktørene underlagt kjemiens lover.

I denne artikkelen skal vi forsøke å gå ennå et trinn lengre ned på stigen til det som av noen har fått navnet submolekylær biologi. Dette er det sjiktet av fenomener som finner sted innenfor molekylene, og her er det kvantefysikken som råder. Mange vil kanskje innvende at dette er for fjernt og spesielt og egentlig en unødvendig komplisering sett fra biologiens synspunkt. Imidlertid skal vi i denne arikkelen diskutere flere sentrale biologiske prosesser som foregår på denne skalaen og som synes å være spesifikt kvantefysiske fenomener i den forstand at de ikke kan forstås ut fra den klassiske fysikkens og kjemiens lover.

Dette betyr overhodet ikke at vi skal forsøke å forklare liv som et kvantefysisk fenomen - vi skal snarere forsøke å vise at liv sett fra mikronivå også har en kvantefysisk fasett. I denne artikkelen skal vi derfor ikke ta opp noen diskusjon om kvantemekanikkens prinsipielle rolle i beskrivelse av biologiske fenomener, men isteden diskutere en del eksempler på sentrale biologiske prosesser hvor kvantefysikken spiller en dominerende rolle.

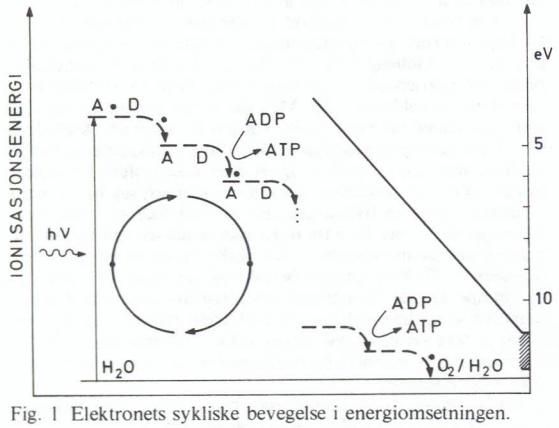


Fig. 1 Elektronets sykliske bevegelse i energiomsetningen.

*) Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Det finnes et vidt spektrum av prosesser å velge mellom, men vi skal innskrenke oss til det som kanskje er mest naturlig - nemlig prosesser som belyser elektronets rolle i molekylarbiologien. Og historien om elektronets vandring i molekylarbiologiske systemer er historien om energiomsetning, informasjonsoverføring og reguleringsprosesser. La oss derfor se litt nærmere på energiomsetningen i biologiske systemer.

Energiomsetning

Sett fra molekylært nivå er energiomsetningen i biologiske systemer en syklisk prosess med elektronet som energibærer. Prinsippet er skjematisk illustrert i Fig. 1. Energi pumpes inn i prosessen fra sollyset via fotosyntesen og lagres i form av bindingsenergi til elektroner. «Oppladingen» av elektronene foregår ved at lysenergien brukes til å overføre elektronene fra molekyler hvor de er sterkt bundet (med høy ionisasjonsenergi) som f.eks. H_2O til molekyler hvor de er svakere bundet som f.eks. carbohydrater. Energispranget det dreier seg om er ca. 1 eV per elektron eller ca. 30 eV per sukkermolkyl, som er større enn energiforandringene i de vanlige biokjemiske reaksjonene som senere skal drives av den opptatte solenergien. Når den opplagrede energi skal benyttes i cellene, skjer dette derfor gjennom en lang serie av reaksjoner hvor elektronene under frigjøring av litt energi av gangen stadig overføres til molekyler hvor de er sterkere og sterkere bundet helt til de kommer til O_2 og H_2O dannes. Lengre ned i potensialet kommer de ikke - det er en av de mange forunderlige egenskaper ved H_2O at det har den høyeste ionisasjonsenergien (binder elektronene sterkest) av alle molekyler i biologiske systemer. I forhold til ionisasjonsenergiene til biomolekyler, som er ca. 10-12 eV, er forskjellen på ca. 1 eV mellom de høyeste og laveste ionisasjonsenergiene liten. Ikke desto mindre utgjør dette lille «vinduet» hele spennvidden for energiomsetningen i alt liv.

Molekyler, eller deler av molekyler, som er sentrale i disse og alle andre prosesser hvor elektronoverføringer spiller en rolle, klassifiseres gjerne etter deres evne til å motta eller avgi elektroner i forhold til hverandre. Et donormolekyl, eller eventuelt en donorgruppe i et molekyl, har gjerne en lav ionisa-

sjonsenergi og vil lett gi fra seg elektroner til akseptormolekyler som binder elektronene sterkere (høyelektronaffinitet). På sin vei gjennom forbrenningen vandrer derfor elektronene fra donorer til akseptorer for tilslutt å overføres tilbake til donorene ved hjelp av solenergi.

Energien direkte fra fotosyntesen eller indirekte fra forbrenningen av carbohydrater brukes sjelden direkte, men overføres til bindingsenergi i en kjemisk energibærer - ATP. Dette molekylet fungerer som en form for enhetsbatteri, som kan transporteres rundt i celler. Den tilgjengelige fri energi per ATP molekyl er ca. 0.3 eV (7 kcal/mol). Omsetningen (som er syklisk) av dette molekylet tilsvarer for et voksent menneske 55-50 kg pr. døgn. Det spesielle ved ATP-molekylet er at det i den ene enden har tre fosfatgrupper, eller med andre ord en serie bindinger mellom fosfor og oksygen. Denne konstellasjon av fosfor-oksygenbindinger har både lav bindingsenergi (slik at mye energi frigjøres ved avspaltning av en fosfatgruppe) og er samtidig godt beskyttet mot tilfeldige brudd (høy aktiveringsenergi). Ut fra kvantekjemiske betraktninger kan det vises at disse egenskapene skyldes en ganske spesiell elektronfordeling som opptrer i akkurat denne konstellasjonen av fosfor-oksygenbindinger. Modellen for dette var faktisk en av de tidligste vellykkede anvendelser av kvantekjemiens beregningsmetoder på biokjemiske problemer i dens barndom i 50-årene.

Fotosyntesen

Sterkt forenklet kan fotosyntesen deles inn i to hovedtrinn. I den første, fotofysiske del, absorberes lysenergi og overføres til elektronenergi ved at elektroner bindes til en spesiell bærer (NADP). Dette er prosessen hvor elektronene flyttes opp i potentialet, eller «lades» opp. I den andre delen, den fotokjemiske, som i og for seg ikke er avhengig av lys, føres elektronet inn i en lang serie komplekse kjemiske reaksjoner hvor H_2O og CO_2 tilslutt forvandles til

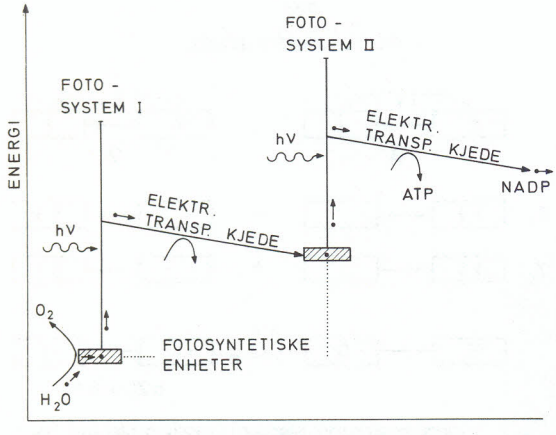


Fig. 2 Den fotofysiske fase av fotosyntesen.

carbohydrater og oksygen. Denne delen sørger for å få elektronenergien fra første del over på en hensiktsmessig form i form av bindingsenergi i carbohydrater og ATP. I denne omgang skal vi konsentrere oss om en del interessante og helt essentielle kvantefysiske prosesser i den første delen, m.a.o. selve lysabsorbsjonen og overføringen av lysenergi til elektronenergi.

Man mener nå at selve lysabsorbsjonen foregår i to trinn, slik at det går med to fotoner per aktivert elektron, som vist i Fig. 2. Absorbsjonene foregår også i to ulike fotosystemer, som hver for seg er mest følsomme for ulike bølgelengder. Ikke all fotoenergi utnyttes - til å danne 1 molekyl sukker, $C_6H_{12}O_6$, trengs 48 fotoner, som gir 1900 kcal/mol, mens $C_6H_{12}O_6$ bare har 686 kcal/mol i forbrenningsentalpi. Av dette vil cellen senere bare utnytte ca. 40-60%, som gir en total virkningsgrad på ca. 15-20%.

De lysfølsomme systemene består av enheter på minst 200-300 klorofyllmolekyler. Dette er store, flate og symmetriske molekyler med et magnesiumatom i sentrum og ligger stablet nesten som i en krystall og virker som antenner eller energifangere. Et av de store problemene var lenge hvordan energien til et foton, som treffer et tilfeldig sted innenfor denne fotosyntetiske enheten, kan overføres til energirike elektroner som kommer ut av systemet på et helt bestemt sted (så de lett kan føres videre inn i den fotokjemiske delen av fotosyntesen).

Når lys absorberes av et enkelt fritt molekyl, f.eks. et fritt klorofyllmolekyl, vil et elektron overføres til en veldefinert eksitert tilstand i molekylet. Om man på den annen side nå eksiterer en tilsvarende enhet i en krystall, vil de eksiterte nivåene nå hverken være strengt lokalisert til den enheten som opprinnelig ble eksitert eller ha en veldefinert energi - de vil være spredd over hele krystallen (delokalisert) og de skarpe energinivåene smelter sammen til brede bånd. Man snakker ikke lenger om eksitasjoner, men om eksitoner som beveger seg gjennom krystallen omtrent som en partikkel bestående av et elektron e og et hull h. Dette har følgende analoger til molekylære og atomære eksitasjoner:

Frie molekyler
Lavenergetiske eksitasjoner, sterkt lokaliserte.
Høyenergetiske Rydbergeksitasjoner, lite lokaliserte.
Ionisasjon, fritt elektron.

Krystaller
Frenkel eksiton, sterkt lokalisert elektron-hull par (e-h par).
Wannier eksiton, delokalisert e-h par.
Eksitasjon til ledningsbånd, fri ledning med ukoplet e-h par, dvs. netto ladningstransport.

Eksitoner kan både deles opp og dø hen, van-

ligvis slik at de høyenergetiske Wannier eksitonene går over til gittervibrasjoner. Fra fotosyntesens synspunkt er dette en uønsket prosess, da gittervibrasjoner er en energiform som har høy entropi og er lite anvendelig. De lavenergetiske Frenkeleksitonene omformes ved at elektronet oppfanges av en akseptor mens hullet oppfanges av en donor, og er følgelig mer anvendelig sett fra fotosyntesens synspunkt. Nå vil eksitoner fra synlig lys normalt være ganske høyenergetiske og derfor kan dens energi ikke uten videre overføres til elektronenergi. Imidlertid har man observert at Wanniereksitoner i klorofyllaggregater kan gå over til Frenkeleksitoner, som gir lokaliserte e-h par. I tillegg vil det ofte være tilstrekkelig med en liten termisk eller elektromagnetisk perturbasjon for at et eksiton skal spaltes (eksitert til ledningsbåndet), slik at e-h koples fra hverandre og elektronet blir ledende (fritt innenfor krystallen). I tillegg er det observert at p.g.a. klorofyllaggregatens spesielle geometriske form, virker det som om eksitonene ledes i en bestemt retning ut av hele enheten. Så ved å utnytte helt typiske kollektive fenomener som vi kjenner fra før i fast-stoff-kvantefysikken, har naturen konstruert en «antenne» som fanger opp lysenergi og omformer det i en ønsket form uansett hvor fotonet måtte treffe den lysfølsomme enheten.

INFORMASJON

Et annet område hvor kvantefysiske fenomener kan spille en stor rolle er ved informasjonsoverføring i biologiske systemer. Vi skal her innskrenke oss til to eksempler, ett på generering av nerveimpulser ved synsprosessen, dvs. elektrisk informasjon, og ett med generering av informasjon som overføres som geometriske forandringer i et molokyl, nærmere bestemt i hemoglobin.

Synsprosessen

Den første del av synsprosessen består i at et foton absorberes i et pigment og at det derved oppstår en sterk elektrisk puls som sendes videre over cellemembranen som en nerveimpuls. Den videre behandlingen av disse nerveimpulsene i sentralnervesystemet er selvfølgelig det mest fascinerende og kompliserte ved synsprosessen, her skal vi imidlertid se litt på hvorledes selve det elektriske signalet genereres ved absorbsjon av lys.

Man vet at når lys absorberes av et spesielt pigmentmolekyl, undergår dette en geometrisk forandring som på en eller annen måte gir opphav til en sterk elektrisk puls i omgivelsene. Man var lenge forundret over hvorledes dette kunne foregå, inntil man på grunnlag av noen spesielle kvatefenomen i pigmentmolekylet kunne foreslå en enkel og direkte mekanisme.

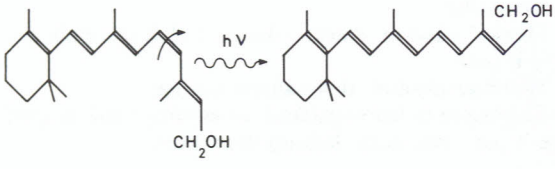


Fig. 3 Reaksjonen i synspigmentet når lys absorberes.

Det aktive pigmentmolekylet er vist i fig. 3, og det ytre som skjer når lyset absorberes, er at det roterer 90° rundt en dobbeltbinding. vi legger merke til at rotasjonen medfører at en dobbeltbinding må brytes. Dette betyr at et elektronpar må brytes opp, hvilket jo kan gi flere resultater. Det som krever minst energi er å overføre ett elektron til hver halvdel av molekylet, slik at ders spinn enten er antiparallelle (singlettkoplet) eller parallelle (triplett koplet) som vist i fig. 4. Dette medfører imidlertid ingen netto ladningsforandring i de to halvdelene - molekylets dipolmoment forblir nesten uforandret og ingen merkbar puls genereres.

Litt mer energi kreves til å lage to helt andre tilstander som kan kalles for «Zwitteriontilstanden» (Z_1 og Z_2 i fig. 4), og som kan beskrives som superposisjon av to tilstander hvor elektronparet er på henholdsvis den ene eller den andre halvdelen av molekylet.

Hvis de to molekyldeler er symmetriske, vil også Z_1 og Z_2 forbli upolariserte (ingen forandring i dipolmoment) og ligge nær hverandre i energi.

Hvis nå derimot molekylet er usymmetrisk slik at de to halvdelene er forskjellige, som f.eks. i retinol, vil Z_1 og Z_2 tilstandene blandes med den følge at elektronparet som opprinnelig dannet dobbelt-

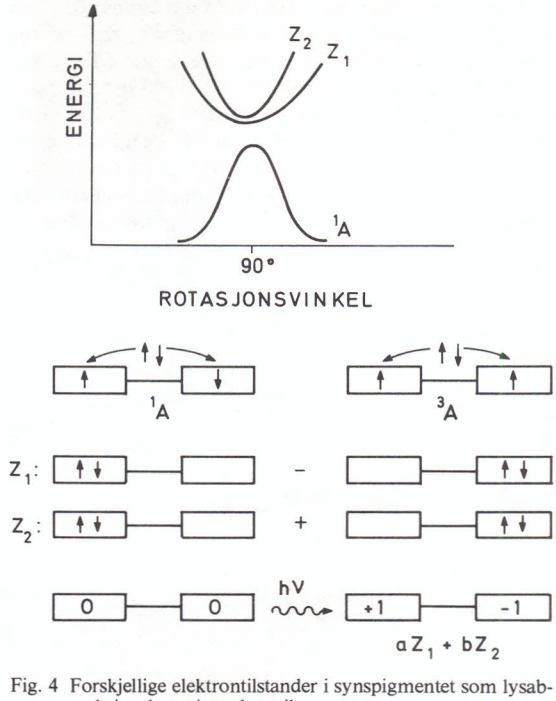


Fig. 4 Forskjellige elektrontilstander i synspigmentet som lysabsorbsjon kan gi opphav til.

bindingen forskyves til den ene siden, samtidig med at den ene halvdelen av molekylet dreies 90° når lyset absorberes. Beregninger viser at dipolmomentet ved en slik reaksjon i retinol vil kunne forandre seg med 30-40 Debye i løpet av størrelsesorden 10 ps. Dette vil sette opp en kraftig elektisk puls i omgivelsene til molekylet, hvilket er akkurat det som skal til for å initiere nervesignalene. Her har man m.a.o. en rent elektronisk mekanisme til å generere elektromagnetiske pulser direkte ved absorbsjon av lys uten å måtte trekke inn geometriske deformasjoner av membraner o.l.

Konformasjonsendringer og Jahn-Teller effekt

Et molekyls geometri eller konformasjon er et viktig begrep innenfor molekylarbiologien - ofte forklares informasjonsoverføring fra ett sted til et annet ved forplantninger av små konformasjonsendringer, nærmest som en elastisk bølge. Som vi senere skal se, kan fysikken by på en rekke andre kraftige mekanismer for effektiv overføring av informasjon over avstander som er lange i forhold til en kjemisk binding. Først skal vi imidlertid se litt på en situasjon hvor man er temmelig sikker på at informasjonsoverføringen går via konformasjonsendringer, men hvor opphavet til forandringene neppe er et geometrisk behov for plass, men muligens en dypere kvantemekanisk sammenheng - nemlig den mellom degenerasjoner og symmetribrudd.

Systemet er hemoglobin som frakter O_2 vi puster fra lungene gjennom blodet til cellene. Skjematisk består hemoglobin av fire nesten like deler som hver har et plant molekyl med et jernatom i midten. Det hele har omtrent form som en kule med diameter 50-60 Å - og avstanden mellom de fire Fe atomer er 25-40 Å - (sml. en bindingsavstand ca. 1.5 Å).

Til hvert jernsenter kan det bindes ett O_2-molekyl. Poenget er nå at hvis først ett O_2 er bundet, har naturen innrettet det så viselig at denne informasjonen overføres til de andre bindingssentra så sannsynligheten for at disse skal binde O_2 øker. M.a.o. - hvis ett O_2 er bundet, kan like godt de tre andre posisjonene for O_2 fylles raskt før hemoglobin sendes ut i blodet.

Den sentrale plane delen av hver enhet i hemoglobin er meget lik den i klorofyll bortsett fra at magnesiumatomet er byttet ut med jern. Nå vet man at jernatomet ligger ca. 0.7 A° utenfor det planet som resten av molekylet definerer, men når O_2 bindes flyttes Fe atomet inn i planet. Videre vet man at denne bevegelsen vil kunne forplante seg gjennom molekylet til de 3 andre jernsentra og øke sannsynligheten for at O_2 også skal bindes til disse sentra. Problemet er imidlertid hvorfor Fe-atomet i det hele tatt flytter seg så mye når O_2 bindes til hemoglobinet, eller m.a.o. hvordan selve informasjonsoverføringen initieres.

Dette er et problem som foreløpig ikke er endelig avklart, men vi skal se på en mulig enkel og direkte mekanisme ved å stille spørsmålet hvorfor jernatomet ikke ligger i molekylplanet hele tiden uansett om O_2 er bundet eller ikke.

Fe^{2+}-atomet i hemoglobin med O_2 har 6 valenselektroner som er koplet med antiparallelle spinn til en singlett når komplekset er i grunntilstanden (^1A). Når O_2 fjernes, er grunntilstanden fremdels en Fe^{2+} singlett. Imidlertid er det en annen spinntilstand.(^5T) av elektronene som er nær i energi, hvor 4 av de 6 elektronene har parallelle spinn. Energien som trengs for å eksitere systemet til denne tilstanden er så liten at det er stor sannsynlighet for at dette skal skje.

Kjernen i problemet er nå at ^5T er trefold degenerert, dvs. at det finnes tre ulike måter å ordne elektronene på som gir samme energi. Fra gruppeteorien vet vi at bak enhver form for degenerasjon ligger det en eller annen form for symmetri. Denne kan være mer eller mindre abstrakt, men i dette tilfelle er det ganske enkelt den store romlige symmetrien i de nærmeste omgivelsene til Fe^{2+}-atomet - en molekylær symmetri som er usedvanlig høy til å være i biologiske systemer. Videre vil en slik elektronisk degenerert tilstand prøve å ødelegge degenerasjonen ved å redusere symmetrien (den såkalte Jahn-Teller effekten). I tilfellet med hemoglobin kan det enklest skje ved at Fe^{2+}-atomet beveger seg bort fra sin sentrale plass i hemoglobinet, fortrinnsvis ut av molekylplanet. Derved ødelegges plansymmetrien.

Konformasjonsendringer, eller forandringer av et molekyls geometri, spiller en stor rolle ved koding og overføring av informasjon i molekylarbiologien. Tradisjonelt antar man at geometriforandringene skyldes deformasjoner fordi spesielle grupper tar plass eller at de elektriske krefter fra omgivelsene forandres. Jahn-Teller og andre lignende effekter er eksempler på at geometriforandringer også kan opstå direkte ut fra kvantemekaniske forhold.

(Fortsettes i neste hefte.)

Bøker

J.T. Fraser, N. Lawrence and D. Park (Eds.): The Study of Time III. (Proceedings of the Third Conference of the International Society for the Study of Time. Alpbach - Austria). Springer-Verlag 1978, New York, Heidelberg, Berlin. 727 sider.

«Det internasjonale selskap for studium av tiden» holdt sin tredje konferanse i Østerrike i juli 1976. Selskapets første konferanse fant sted i Tyskland i 1969 og den andre i Japan i 1973. Den virksomhet som Selskapet bedriver er i høyeste grad tverrfaglig. Det dreier seg ikke bare om det *fysikalske* tidsbegrep, men også om begrepet tid, slik som det oppfattes av filosofer, biologer, historikere, samfunnsforskere, litteratere etc.

I forordet til «the Proceedings» fra denne tredje av Selskapets konferanser står det at virkningen av foredragene på tilhørerne var kaleidoskopisk, spesielt på de entusiaster som hadde tålmodighet tiAnmelderen av boken må innrømme at den samme virkning nok har gjort seg gjeldende også for hans vedkommende, til tross for at han ikke har hatt den fornødne tålmodighet til å gjennomlese alle avhandlingene.

Jeg vil innskrenke meg til å gi en kort omtale av de foredrag som ble gitt av fysikere. Som motto for disse foredrag kan stå åpningsordene i D. Finkelsteins foredrag om «Beneath Time: Explorations in Quantum Topology». De lød: «For the physicist the study of time is the study of the laws underlying the creation and evolution of the universe». En meget stor del av foredragets innhold dreiet seg om kosmologi, like fra den gamle greske naturfilosofi og frem til våre dagers sorte hull og «space-time singulartities». Disse singulariteters egenskaper er av avgjørende betydning når det gjelder å forklare den kosmiske tids asymmetri.

Utgangspunktet for Finkelsteins foredrag var kvantemekanikkens superposisjonsprinsipp og relativitetsteorien. Særdeles interessant var O. Costa de Beauregards foredrag, hvis tittel var: «The Third Storm of the Twentieth Century: The Einstein Paradox». Det siktes her til det såkalte Einstein - Podolsky - Rosen paradokset som han hevder tvinger oss til en dramatisk revisjon av vår tradisjonelle tenkning omkring begrepet tid. Jeg vil også nevne som særdeles interessante foredragene til P.C.W. Davies om «Space-Time Singularities in Cosmology and Black Hole Evaporation» og P.T. Landsberg om «Thermodynamics, Cosmology, and the Physical Constants».

Hver artikkel i boken er forsynt med et innledende resymé. Diskusjonsinnlegg er også referert. Boken er ikke lettlest, tvert imot vil jeg heller si. Men den er, for å bruke et noe forslitt uttrykk, meget tankevekkende i all sin tverrfaglighet.

S. Skavlem

Dr. Dieter Smidt: Reaktor Sicherheitstechnik. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979. (291 sider - 148 figurer. Tysk. Pris DM 148.-).

Forfatteren: Professor Dr. Dieter Smidt er født i 1927. Han er direktør for avdelingen Nuclear Engineering, Institut für Reaktorenwicklung des Kernforschungszentrum, Karlsruhe.

Boken inneholder en meget klar beskrivelse av de forskjellige sikkerhetssystemene som lettvanns- og breeder reaktorene er utstyrt med. Den gir også en god oversikt over de problemene som kan oppstå i et kjernekraftverk i forbindelse med uhell som skyldes interne eller eksterne årsaker. En del av informasjonen bl.a. den som gjelder sannsynligheten for at en bestemt hendelse skal forekomme, er hentet fra den amerikanske Rasmussen rapporten. Boken dekker ikke områder som utslipp til omgivelsene og konsekvensene av disse utslippene.

Forfatteren har klart å lage en meget oversiktlig bok, som sannsynligvis er den mest tilfredsstillende som er tilgjengelig pr. i dag. Boken bør leses av alle de som arbeider innenfor reaktorsikkerhet eller av de som er alminnelig interessert i kjernekraftverkenes sikkerhetsaspekter. Den kan med fordel benyttes som oppslagsverk i spørsmål som angår reaktorsikkerhet. Boken inneholder i slutt-kapitlet et avsnitt hvor forfatteren kortfattet diskuterer uhellet i Three Mile Island reaktoren ved Harrisburg.

Boken er inndelt i følgende 11 kapitler: *innledning, kjernekraftverket som et system, viktige delsystemer i trykkvannsreaktorer (PWR), delsystemer i kokvannsreaktorer (BWR), sikkerhetstekniske egenskaper ved den natrium kjølte reaktoren, transiente hendelser med og uten fungerende hurtigstopp, tap av kjølevann, ytre uhellsårsaker, kjernesmelting og betydningen av sikkerheten ved drift av kjernekraftverk.*

Etter innledningsvis å ha nevnt i en kort oversikt de viktigste årsakene for uhell ved et kjernekraftverk og påpekt betydning av de havariforebyggende tiltakene og de konsekvensreduserende systemene, gir forfatteren leseren en god innføring i hva en feiltreanalyse består i med definisjon av de forskjellige feiltyper som uavhengig feil, fellesfeil osv. Sannsynligheten for at en feil kan oppstå i et system eller en komponent er illustrert ved hjelp av eksempler hentet fra Rasmussen-rapporten.

Etter denne innføringen beskriver forfatteren alle de viktigste delsystemene i en trykkvannsreaktor (PWR) med hovedvekten på KWU-konstruksjon. Det gis også en god sammenligning mellom KWU og Westingshouse raktor konstruksjon, spesielt i forbindelse med nødkjølevanntilførselen, høy og lav trykk-injeksjon-systemene, nødstrømforsyningen og reaktorinneslutningen. Kokvannsreaktoren (BWR) er behandlet litt mindre omfattende med hovedvekten på skilnadene som eksisterer mellom BWR og PWR. Boken inneholder også meget interessante opplysninger om natriumkjølte breeder raktorer, spesielt den tysk/nederlandske/belgiske SNR-300.

Transienter eller driftsforstyrrelser som kan føre til ubalanse mellom varmeproduksjon og kjøling av brenselet har vært viet stor oppmerksomhet de siste årene fra sikkerhetsmyndighetenes side både i USA og Tyskland. Forfatteren gir dette emne stor plass i sin bok ved å gjennomgå de viktigste transientene som er av sikkerhetsmessig betydning. En detaljert analyse av et uhell med tap av kjølevann etter et rørbrudd er naturligvis også et av hovedtemaene i boken. I tillegg til selve beskrivelsen av uhellsforløpet opplyses det om den vanlige fremgangsmåten som anvendes for å analysere slike uhell, hvilke hjelpemidler (regnemaskin-programmer) som benyttes osv. Blant de eksterne årsakene som kan føre til tap av kjølevann nevnes: tornados, flystyrt, kjemiske eksplosjoner og jordskjelv. I nest siste kapittel analyserer forfatteren hendelsesforløp som kan føre til kjernesmelting både i lettvannsreaktorer og natriumkjølte breeder reaktorer. Endelig presenterer Dr. Smidt driftserfaringer som har betydning i sikkerhetsmessig sammenheng, hentet bl.a. fra Würgassen, Dresden, Browns Ferry osv., og Three Mile Island. Boken gikk nemlig i trykk i mars 1979 samtidig som TMI-uhellet inntraff.

Jan Bosio

Første internasjonale konferanse om teknologi for energiøkonomisering planlagt i Berlin i 1981.

Det internasjonale energibyrået (IEA) planlegger en internasjonal konferanse om teknologi for energiøkonomisering ved det internasjonale kongressenteret i Berlin 6.-10. april 1981. På møtet ønsker en å bringe sammen folk med forskningsbakgrunn, folk fra forretningsliv, industri, statsadministrasjon og almenhet.

Møtet vil særlig ta for seg hvordan resultatene av nyere forskning kan utnyttes på en forretningsmessig måte. Det er bare når en teknologi kan produseres og selges i store mengder at den vil føre til energispåring og rettferdiggjøre de store utgiftene industri og stat har til forskning innenfor felter knyttet til bedre utnyttelse av energiressursene.

På 20 spesielle seminarer vil en få presentert resultater av forskningsprogrammer fra de ulike land, industrier og IEA's egne resultater. En vil diskutere det framtidige opplegg og samarbeid for å overføre forskningsresultater til salgbar teknologi på det internasjonale marked.

Planene for konferansen legges opp etter samråd mellom representanter fra IEA's 21 medlemsland.

O.St.

R.H. Kingston: Detection of Optical and Infrared Radiation. Springer-Verlag, Berling 1978, 140 s. DM 43, innbundet.

Denne boken tar for seg fundamentale prosesser i forbindelse med deteksjon av optisk og infrarød stråling. De fysiske egenskaper til en rekke forskjellige detektortyper og de statistiske egenskapene til utgangssignalet blir utførlig behandlet. Boken er basert på et kurs som opprinnelig er blitt holdt ved M.I.T., og den gir en logisk og systematisk fremstilling av stoffet, noe som gjør den velegnet som lærebok ved kurser på hovedfagsnivå hvor eksperimentelle metoder tas opp.

Boken vil også være nyttig for den praktiske arbeidende fysiker og andre som er opptatt av deteksjon av lyssignaler.

Det første kapitlet gir en svært kort oversikt over egenskapene til strålingsfeltet ved likevekt med hulrommet. De tre fordelingsfunksjoner for fotostatistikk blir omtalt. De neste to kapitlene tar for seg den ideelle fotondetektor og koherent deteksjon eller hetrodyndeteksjon, som det også kalles. Videre blir støyproblemer i forbindelse med dette omtalt. Kapittel 4 omhandler praktiske problemer i forbindelse med forsterkerstøy ved inkoherent og koherent deteksjon. Koherent deteksjon er en målemetode som har fått øket betydning på en lang rekke felter i den senere tid, for eksempel ved laserfjernmåling er dette en stadig mer aktuell måleteknikk.

I de neste to kapitler blir så vakuumfotodioden, fotomulitpliktoren og halvlederdetektorer gjennomgått. Viktige sider ved støyproblematikken blir forholdsvis grundig behandlet. Disse avsnittene er kanskje de beste og mest nyttige i hele boken. Deretter følger diskusjoner om deteksjon av optisk og infrarød stråling ved hjelp av temperaturforandringer i detektoren, i motsetning til fotoeksitasjons-prosesser, så som bolometre og pyrodetektorer. Muligheten til å bruke laser som for-forsterker for å øke følsomheten ved deteksjonen, blir også nevnt. Detter er særlig gunstig i det infrarøde området hvor forsterkerstøy setter en grense for følsomheten ved inkoherent deteksjonsprosesser. De to avsluttende kapitler er viet radar og kommunikasjonssystemer. Også radiometri og spektroskopi er her kort omtalt. Hvert kapittel avsluttes med problemer, riktignok uten fasitsvar.

Boken er lettlest, og stoffet er fremlagt med en fin fysisk forståelse. En del trykkfeil skjemmer den noe. Jeg kan nevne at på 35 sider, omlag midt i boken, fant jeg 20 trykkfeil i formler og figurer. Jeg savner en omtale av frekvensresponsen i fotodiodene, som for eksempel evnen til å reagere på strålingsintensiteter ved en høyfrekvent modulasjon. Dette er jo aktuell problematikk i dag. Videre mangler en omtale av tidsforløpet til utgangssignaler ved deteksjon av raske lyssignal, som lasersignaler.

Dette er imidlertid en nyttig bok, og jeg vil gjerne anbefale den.

Ingar Singstad

G. Alefeld and J. Völkl: Hydrogen in Metals II. (Vol. 29 av Topics in Applied Physics). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1978, 387 sider. DM 86,-.

Det foregående bind i denne serien (anmeldt i fra Fysikkens Veden nr. 2, 1979) omhandlet de endringer som kan observeres i de fysikalske egenskapene til metallene når hydrogen tas opp i metallgitteret. I dette bindet er det stort sett de praktiske konsekvensene av dette og anvendelsen av metallhydrider som behandles. Derfor har det forrige bindet fått undertittelen «Basic properties», og dette bindet «Application-oriented properties». Det har imidlertid ikke vært mulig å trekke noe skarpt skille her og flere av kapitlene i denne siste boken handler likevel om «basic properties».

Således tar T. Schober og H. Wenzl for seg fasediagrammer og termodynamiske egenskaper hos systemene NbH, TaH og VH, og E. Wicke og H. Brodowski gjør det samme for PdH og hydrider av Pd-legeringer. Disse systemene viser en rekke interessante egenskaper og er da også blitt meget inngående studert, vel mer enn alle de andre hydridssystemer tilsammen. De fyldige litteraturlister inneholder mer enn 300 referanser.

B. Baranowski behandler de fenomener som oppstår ved ekstremt høye hydrogen trykk. Det dannes da helt nye faser og de fysiske egenskaper påvirkes drastisk. For eksempel vil overgangstemperaturen for supraledning forskyves. Dette viser seg særlig tydelig for Pd hvor overgangstemperaturen ved opptak av hydrogen endrer seg fra 0.1 til 8.8 K. Man finner her også en tydelig isotopeffekt, idet opptak av deuterium gir en overgangstemperatur på hele 10.7 K. Virkningen er tydelig forbundet med den endring i gittersvingningene som finner sted når hydrogen eller deuterium tas opp i interstitielle posisjoner. De interessante muligheter som dette åpner når det gjelder fremstilling av supraledre blir behandlet i et eget kapittel av B. Strizker og H. Wühl.

Hydrogen blir ansett som en mulig alternativ energibærer når petroleumsprodukter ikke lenger er lett tilgjengelige. Den brenner uten å forårsake forurensning, kan lagres som gass eller væske og overføres nærmest tapsfritt over lange avstander. De vanlige metoder å lagre hydrogen på, nemlig som komprimert gass eller som nedkjølt væske i vakuumbeholdere er imidlertid kostbare og tungvinte og medfører betydelige sikkerhetsproblemer. En annen metode som nå er under utvikling er å lagre hydrogen i form av metallhydrider. Enkelte metaller kan ta opp over dobbelt så meget hydrogen som det finnes i flytende hydrogen, og opptak og avgivelse kan skje raskt ved lave trykk. De muligheter og problemer som her melder seg er behandlet i et eget kapittel av R. Wiswall. Forsøk er blitt utført både når det gjelder lagring av overskuddskraft og hydrogendrift av biler.

De to bøkene som her er omtalt gir en nyttig oversikt over den forskning som nå pågår når det gjelder virkningen av hydrogen i metaller. Bøkene inneholder et veld av informasjon og i tillegg fyldige lister med litteraturhenvisninger. De vil derfor være til stor nytte for alle som arbeider i dette felt.

A.F. Andresen

E. A. Spiegel og J. P. Zahn (eds.): Problems of Stellar convection. Proceedings IAU Colloqquium No. 38, Nice 1976. I serien: «Lecture notes in Physics». Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1977, 363 sider, DM 31.-.

Konvektiv energi-transport er av fundamental betydning i teorien for stjernenes indre oppbygging og dermed for et av de mest frodige forskningsfelt i astrofysikken -teorien for stjernenes utvikling.

I store trekk kan vi følge en stjerne fra fødselen som en kondensasjon i en interstellar støv-sky som faller sammen under egne tyngde, til de siste stadier som mørk dverg-stjerne eller som et svart hull. Livsløpet for en stjerne omfatter mange stadier og i teorien finnes det en rekke svake punkter. Et av dem er teorien for konveksjon. Er resultatene fra «mixing-length» - teorien uholdbar vil det få store konsekvenser. I dette referat fra et kollokvium arrangert av Den Internasjonale Astronomiske Union, er en rekke problemer både innen selve teorien og i anvendelsene tatt opp til diskusjon av de fremste forskere på feltet.

Innledningen er i beste Spiegel-stil. Flere av bidragene stammer fra hans «skole» - «the New York convective collective».

Det første av bokens kapitler har rimelig nok tittel: «The Mixing-Length Theory». D. Gough har her en utmerket oversiktsartikkel og ekteparet Böhm-Vitense behandler med stor grundighet hva stellarspektrografien sier oss om konveksjon i stjerneatmosfærer.

To artikler i kapitel 3 er om solens granulasjon. Her har også forvillet seg inn en oversikt over konveksjon i meteorologi. Numerisk simulering av konveksjon er temaet i 4. kapittel. Modeller av konveksjonssonen på solen er her behandlet av N.O. Weiss, mens E. Graham i et kort innlegg omtaler resultater for kompressible medier. I femte kapittel behandles konveksjon i roterende stjerner og forbindelsen med differensiell rotasjon, et aktuelt men lite utviklet felt. Konveksjon i magnetiske plasma med

en omtale av dynamoteorier for jorden og solen er emner for en artikkel av S. Childress.

Et vanskelig problem opptrer når grensen mellom et konvektivt stabilt og et ustabilt lag skal fastsettes. J.P. Zahn gir en utmerket oversikt over de metoder som brukes for å beregne «overshoot» i kapittel 6. Mere eksotiske fenomener er behandlet under overskriften «Special Topics» i kapittel 7. Den såkalte URCA konveksjon, som kan opptre når nøytron-stjerner dannes er emnet for en artikkel av G. Shaviv. I artiklen «Photoconvection» beskriver E.A. Spiegel hvordan et kraftig strålingsfelt påvirker konveksjon. Kapittel 8 handler om bølger og W. Unno skriver om generering av bølger i konveksjonssonen i en pulserende stjerne.

Det nest siste kapittel er om turbulens, der U. Frisch omtaler resultater for turbulens med «intermittency» effekt og hvor også virkningen av magnetfelter er kort omtalt.

Boken gir et godt innblikk i et viktig forskningsfelt hvor det for tiden er stor aktivitet.

Det er få trykkfeil.

Eberhart Jensen

Richard L. Carlin og A. J. Duyneveldt: Magnetic Properties of Transition Metal Compunds. Vol. 2 i serien: Inorganic Chemistry Concepts. (Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin 1977).

Denne boken tar spesielt for seg de magnetiske egenskapene til forbindelser som inneholder komplekser av overgangsmetallene, og tittelen kan derfor synes noe vid. Hovedvekten er lagt på å redegjøre for de resultater som er oppnådd ved enkelte eksperimentelle metoder, særlig måling av susceptibilitet og spesifikk varme, og å interpretere disse i lys av vår nyere forståelse av magnetiske fenomen.

De første kapitlene gir en utførlig innføring i teorien for de elektroniske energinivåer i overgangsmetallene og i teorien for elektronisk relaksasjon. De termodynamiske forhold blir også gitt en grundig behandling. De neste kapitlene tar for seg de magnetiske vekselvirkningskreftene og viser hvordan disse kan forklare de kooperative magnetiske effektene som observeres ved lave temperaturer.

Til slutt er det gitt en rekke eksempler på magnetiske forbindelser som er undersøkt, og hvor resultatene i store trekk lar seg forklare utfra de teorier som er beskrevet.

Boken er skrevet spesielt for kjemikere og det er vel grunn til at den gir en så detaljert og fullstendig innføring i teorien. Den kan derfor trygt anbefales som en introduksjon til emnet. Det ville imidlertid være ønskelig med en mer utførlig omtale også av andre eksperimentelle metoder enn måling av susceptibilitet og spesifikk varme. Således må forfatterne til stadighet støtte seg til resultater oppnådd ved neutrondiffraksjon, men disse målingene vies liten omtale. Endog henvisningen til originallitteraturen er her mangelfull. Flere steder nøyer man seg med henvisninger til lærebøker og samleverk.

A.F. Andresen.

KOSMOS 1979. Materia och Material. Svenska Fysikersamfundet. Liber Forlag/Almänna Förlaget, 200s uinnbundet sv.kr.?

Menneskenes evne til å behandle og gjøre seg nytte av ulike materialer fra naturen har stadig vist framgang gjennom tidene, og de framherskende materialteknikker har gitt navn til de store historiske epoker slik som steinalder, bronsealder og jernalder. I eldre tid ble smeden som kunne smi både plog og sverd tillagt nesten overnaturlige evner. Kunsten å lage og utnytte materialer med ønskede egenskaper er i våre dager blitt mer og mer forfinet og avansert, og bygger nå på en godt fundert grun av vitenskapen - den kondenserte materies fysikk. I stedet for de empiriske kunnskaper som smeden støttet seg på, har vi i større grad fått innsikt i og forståelse for de mikroskopiske egenskaper. Den siste boka i Kosmos serien utgitt av Svenska Fysikersamfundet gir et tverrsnitt av den kondenserte materies fysikk. Faststoffysikk utgjør hovedemnet, men dynamikken og strukturen av væsker og flytende krystaller er også behandlet. Nye teknikker har gjort det mulig å undersøke og forstå overflatefenomener, noe som er av stor viktighet ved produksjon og bruk av de integrerte elektroniske kretser. Det karakteristiske for vår tid er den avanserte bruk av halvledermaterialet silisium, noe som er i ferd med å revolusjonere samfunnet vårt på samme måte som ved gjennombruddet av den industrielle revolusjon. Kalkulatorer, datamaskiner, kommunikasjonsmidler, roboter, solceller osv. er eksempler på bruk av silicium i meget ren form som énkrystaller tilsatt kontrollerte små mengder bor eller fosforatomer. For å unngå de høye framstillingskostnadene for krystallinske materialer har en også gjort framstøt i retning av amorfe materialer, både i teori og i praksis. Mott-Anderson modellen for amorfe stoffer ble belønnet med Nobelprisen for et par år sida og har gjort mye for å øke forståelsen på dette området. Ved hurtig nedkjøling av smelter kan en lage bånd av amorft materiale og en håper en gang å kunne framstille kvadratkilometer store solpaneler på en billig måte av disse amorfe stoffene.

Boka gir altså et godt tverrsnitt av den kondenserte materies fysikk framstilt på den lettleste og populære formen som vi etterhvert er blitt vant til for Kosmos-serien.

Olav Steinsvoll

Fløttre, Lunde, Ormestad, Øgrim: Rom, stoff, tid 1. Naturfag - Fysikk og kjemi for den videregående skole, Cappelen 1979, 208 s., pris ikke oppgitt.

Fløttre, Lunde, Ormestad, Øgrim: Rom, stoff, tid 1. Lærerveiledning. Cappelen 1979, 57 s., pris ikke oppgitt.

For den som har fulgt med litt når det gjelder lærebøker i fysikk og kjemi for ungdomsskole, videregående skole, høyskole og universitetet er det lett å se at bøkene i løpet av de siste 20 årene stort sett (i forhold til timetallet) bare er blitt større og større og omfatter vanskeligere og vanskeligere emner. (Om kunnskapsnivået av den grunn er blitt høyere, er en helt annen sak).

Det er klart at dette ikke bare har vært heldig, og spesielt uheldig har det nok vært for ungdomsskolen som jo er en obligatorisk skole og for første klasse i den videregående skolen hvor nå som bekjent alle elevene får fysikk- og kjemi-undervisning. Det er derfor meget prisverdig at forfatterne av ovenfor nevnte bøker forsøker å se realitetene i øynene og gjør noe for at fagene skal gli lettere ned. Forfatterne skriver: «Vi har prøvd å gjøre fremstilligen så lite abstrakt som mulig, men med stigning i vanskegraden i de kapitlene der det passer. Vi har ofte konklusjoner som antyder hva man kan vente seg i fordypningsfagene seinere. I fysikken faller mekanikken ofte vanskelig, og vi har lagt den til slutten av kurset». Ellers inneholder boka kryssord og griser på langs.

Jeg tror forfatterne har lykkes ganske godt i å gjøre stoffet forståelig, men jeg tror det med fordel kunne ha vært mere «praktisk arbeid» og matnyttig stoff for de teoretisk svakeste elevene. Det er lite å sette fingeren på faglig og formelt. En av de tingene jeg liker minst, står på s. 83: «mens In står for resten av indikatormolekylet». In her har neppe noe med grunnstoff nr. 49 å gjøre.

Bøkenes såkalte lay-out er det ikke noe å utsette på.

Knut Jostein Knutsen

NORD

gir kraft til
det distribuerte
datasystemet

Norsk Data A.S
Jerikoveien 20,
Postboks 4 Lindeberg Gård
Oslo 10
Tlf.: (02) 30 90 30

NORD datamaskiner —
grunnstenen for effektiv databehandling

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Forsker Olav Steinsvoll
Institutt for energiteknikk,
Boks 40, 2007 Kjeller

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Tryggve Grotdal, Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Førstelektor Øivin Holter, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern, Oslo 3.
Lektor K. Jostein Knutsen, Luftkrigsskolen, 7000 Trondheim.
1. amanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Professor R. Tangen, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 40.00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 20.00.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

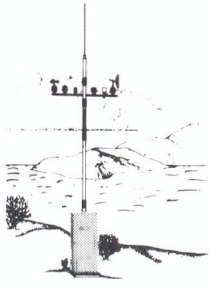
Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

Data Collection.....

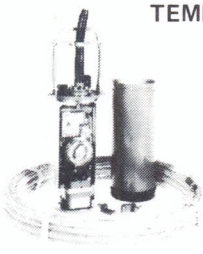
AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.



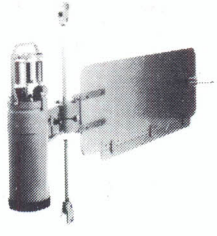
WEATHER STATION

This solar powered station is designed for automatic recording/telemetering of data. A total of 10 different sensors can be employed.



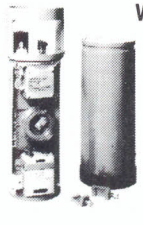
TEMPERATURE PROFILER

for recording of temperature profiles in the sea or lakes, consisting of a recording unit and an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 100 meters.



CURRENT METER

for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Provided with sensors for pressure and conductivity when required.



WATER LEVEL RECORDER

for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL. (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H.-Trykk
Trondheim