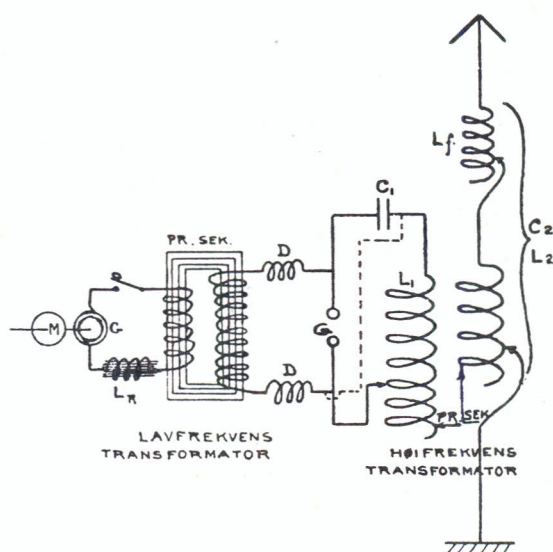


Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHold

Pugwash konferansen	25
Nynorsk i teknisk terminologi	26
Verdens energisituasjon Del 2	27
Nytt fra IUPAP	30
Energikrise og kjerneenergi	31
G. Marconi, 1874—1937	39
Optimalisering i biologiske systemer	40
Nye medlemmer	41
Rettelse, figurer	42
T. Young, 1773—1829	44
Bøker	41, 43, 45

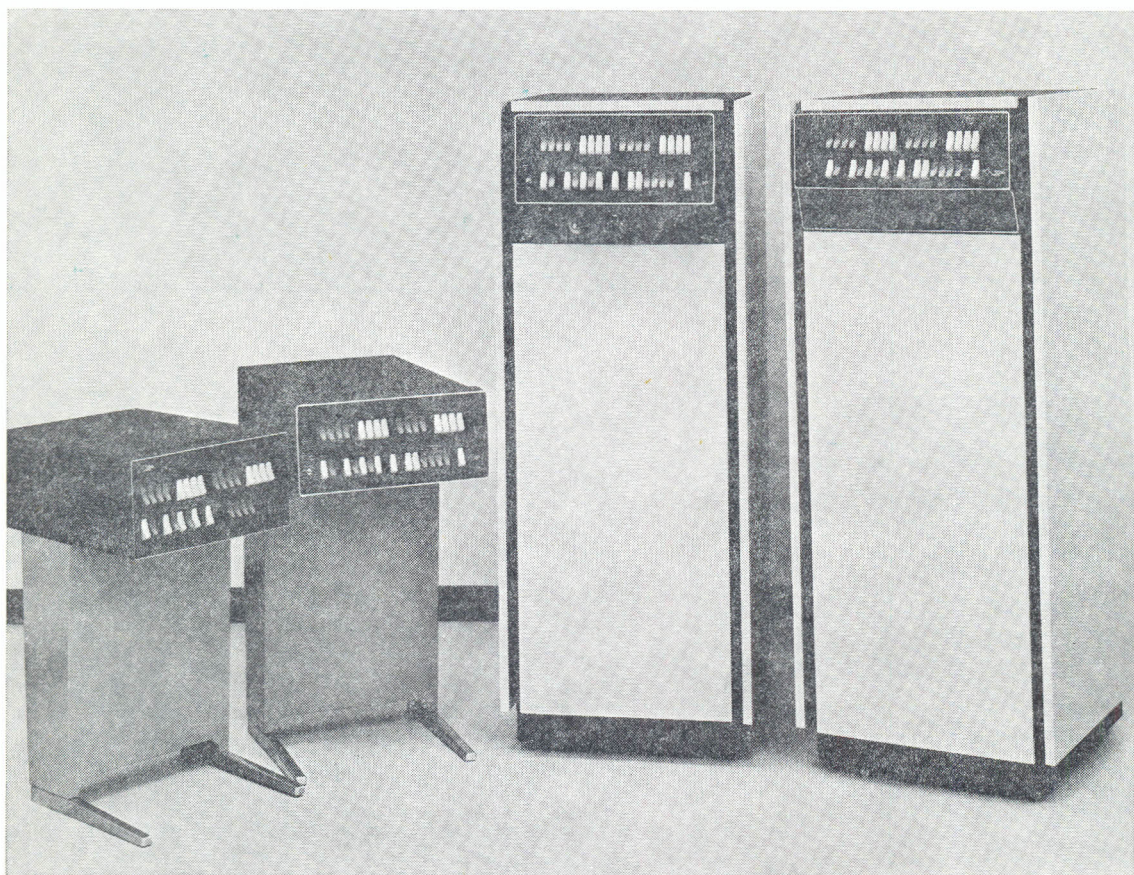


Den 25. april i år var det 100 år sidan Guglielmo Marconi vart fødd. – Skjema av ein gnistsendar frå den «trådlause telegrafens» barndom. (Sjå side 39.)

MODCOMP DATAMASKINER

- maksimal fleksibilitet
- multiprogrammering

- samløp av flere prosessorer mulig
- sann tid systemer



- største programvare bl. a.:
Fortran IV kompilator
Basic »
Kryssassembler IBM 360/370
» » CDC 6600
Assembler 175 statements
Makro assembler
Matematikkbibliotek
m. m.

- også tiddeling
- meget rimelige systemer
- hurtigste programeksekvierung på markedet
blant 16 bits maskiner
- alle vanlige adresseringsmetoder (7 stk.)
- førsteklasses service
- kurs i Florida (nær Disneyland og Cape Kennedy) — reise og kursavgift på kjøpet for større systemer



Rødland & Rellsmo A.S.

FORSKNINGSINSTRUMENTER

Gladengvn. 3 A, Oslo 6 — Telefon: (02) 674590

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Redaktør: HAAKON OLSEN

Nr. 2 - 1974

36. årgang

Pugwash konferansen september 1973.

I september 1973 var det ein Pugwash konferanse i Finland som tok opp følgende emne: «Radioactive Pollution of the Environment in the Context of the Energy Problem». Som kjent startet Pugwash konferansene i 1957 etter initiativ av A. Einstein, Bertrand Russel og ni andre verdenskjente vitenskapsmenn. Disse møtene tar sikte på å bringe sammen vitenskapsmenn fra mange land med ulike samfunnssystem og ideologier for å diskutere og kanskje antyde løsninger på de vanskeligste problemer menneskeheten står overfor. Til møtet hadde arbeidsutvalget utarbeidet en rapport som ble diskutert. Vi skal bringe et kort resymé av konklusjonen på denne rapporten.

Sammendrag:

1. På grunn av de potensielt alvorlige og enda uløste problemer vedrørende behandling og oppbevaring av radioaktivt avfall, faren for at fissilt materiale kan komme på avveie og faren for store utslipp av radioaktivitet ved reaktoruhell, naturkatastrofer, sabotasje eller krigshandlinger, må en sette et stort spørsmålsteget ved klokskapen i å satse på fisjonsreaktorer som hovedenergikilde for menneskeheten på det nåværende tidspunkt.
2. Derfor må forskning og utvikling av alternative energikilder intensiveres. En tenker da på sol-, geotermisk- og fusjons-energi. Samtidig bør en finne fram til ny og renere teknologi ved utnyttelsen av fossilt brensel.
3. Det er nødvendig med et bredt studium og anslag av de virkelige energibehovene i verden i motsetning til prognoser basert på framskriving av nåværende utviklingstendenser.
4. I mellomtida må farene ved bruk av fisjonsenergi bli redusert med alle tilgjengelige midler.
 - a) De største tekniske og administrative forholdsregler må bli satt inn for å redusere radioaktivt utslipp på alle stadier av brenselcyklusen hvor som helst i verden. Et internasjonalt nettverk av overvåkningsstasjoner for radioaktivitet må komme i gang.
 - b) Intensivert forskning må bli satt inn for å finne tekniske løsninger på behandling og oppbevaring av høyaktivt, langlivet radioaktivt avfall.
 - c) En bør undersøke mulighetene for å plassere kjernekraftverk i fjell for å redusere sannsynligheten og omfanget av uhell. En bør også undersøke muligheten av å plassere kjernekraftverk og gjenvinningsanlegg tett ved hverandre for å redusere farene ved lange transporter av fissilt materiale.
 - d) En må finne fram til gjennomgripende og sikre kontroll- og overvåkingstiltak av kjernekraftverk.
 - e) Kjernekraftverk og gjenvinningsanlegg må ikke plasseres i områder med høy seismisk aktivitet.
 - f) En bør ikke plassere kjernekraftverk i eller nær områder med høy befolknings-tetthet.
 - g) Overvåkingsfunksjonene til IAEA (Det Internasjonale Atomenergibyrået) må bli skjerpet og utvidet innenfor rammen av

Ikke-spredningsavtalen for kjernefysiske våpen.

- h) En bør finne fram til tekniske metoder slik at fissilt materiale fra kjernekraftverk kan bli tilsatt stoffer (Nøytrongifter) slik at det blir ubrukbart til atom-bomber.
 - i) En oppfordrer alle nasjoner til å under-skrive Ikke-spredningsavtalen.
- 5. Idet en tar i betraktning at mange problemer vedrørende formeringsreaktorer langt fra er løst, bør en storstilt satsing på en slik reaktortype avhenge av at en finner tilfredsstillende løsninger på disse problemene.
 - 6. Pugwash organisasjonen bør undersøke om det er nødvendig med et Internasjonalt Energi Institutt. Alternativt bør en undersøke om det er nødvendig med endringer i eksisterende internasjonale organisasjoner for å kunne mestre de store anstrengelser som blir gjort på energiområdet.

25. 4. -74 (Oversatt fra Europhysics News)

Nynorsk i teknisk terminologi

Norsk Språkråd har nyleg utnemnt ein komité for å arbeide med spørsmål kring teknisk terminologi på nynorsk. Komitéen har desse medlemane:

Ordbokredaktør Magne Rommetveit, Oslo, formann

Professor i nordisk språk Kjell Venås, Oslo
Sekretær i Norsk Språkråd Arnulv Sudmann, Oslo

Forskar, sivilingeniør Emil J. Samuelsen, Kjeller

Nynorsk er ungt som teknisk språk, og av teknisk litteratur på norsk er nynorsk-delen heller liten, mindre enn 5 %. I fagtidsskrifta «Forskningsnytt», «Fra Fysikkens Verden», «Kjemi» og «Teknisk Ukeblad» er prosenttalet kanskje noko større.

Sjølvsagt har nynorsk dei same problema med engelske fagtermar som dei andre nordiske språka har. Kva skal t.d. «target» heite på norsk, eller kva er «beta decay». Men i tillegg er det særskilde problem knytt til det at nynorsk har røter in andre miljø enn dei som var med i framvokster av teknikk og teknisk viskap her i landet. Nynorsken har også hatt sin eigen tradisjonelle purisme å stri med. Sjølvsagt er teknis-

ke ord ført opp i nynorske ordbøker, t.d. i Studentmållaget i Trondheim sine tekniske ordlister. Men ikkje alle av orda der har makta slå igjennom, og desse ordlistene er no i mangt blitt avlegse.

Eit problem for nynorsk i teknisk samanheng er at det er eit verbalt språk, med ein stil som ikkje tillet for mykje av substantivistiske konstruksjonar. Men teknisk språk, med teknisk engelsk som mønster, er langt fra verbalt. Der ein i dagleg tale kan nytte kvalitative verbaluttrykk, krev teknisk språk gjerne presise kvantitative begrep og namn på målbare storleikar. Electric polarizability, elektrisk polariserbarhet, blir målt i Cm^2/V , og det kan snaut skrivast om til eit verbaluttrykk. I mineralogien talar dei om liten eller stor cleavage, spaltbarhet. Men ord som endar på -het skal tradisjonelt ikkje nyttast i nynorsk. Skal ein halde på det prinsippet, må ein laga nye ord: polariseringsevne og spaltevne. Og mot slike ord kan ein innvende at dei ikkje nyanserer mellom evna til å polarisere/spalte og evna til å bli polarisert/spalta.

Dette er eit veikt punkt for ein del av dei tekniske nynorske orda, og det kjem sjølvsagt av at orda ikkje har fått sjansen til å bli retteleg innarbeidde. Meiningsinnhaldet har ikkje rekt å stabilisere seg, fordi det skortar på nynorskdominerte fagmiljø. På grunn av skort på lærebøker og nynorske lærarar i fagskolane og på universiteta lærer vi fysikk og kjemi på bokmålet, og vi vert hengande ved bokmålet sine spesielle nyanseringar. I artiklar i fagtidsskrifta kan ein sjå at mange nynorsk-skribentar låner nokså fritt i bokmålet sitt tekniske ordtilfang. Men det er kanskje viktig å understreke at for den store massen av tekniske ord fell bokmål og nynorsk saman.

Emil J. Samuelsen

RETTING AV TRYKKFEIL

I artikkelen «Energibegrepet i historisk perspektiv» FFV nr. 1, 1974, var det blitt noen trykkfeil. I andre spalte s. 3, øverst står: statiske. Det skal være statiske. Side 4, annen spalte, annet avsnitt, skal det stå: – går varme fra et varmt til et kaldt legeme. I artikkelen «Dynamikk i faste stoffer undersøkt ved termiske nøytroner» er alle fire figurene uteglemt. De er derfor trykt i dette nummer. I samme artikkel, side 22, første spalte, nederst, skal det stå $3 \cdot 10^5$ cm/s. Samme side, neste spalte, likning (3) skal det stå $\hbar \kappa$.

Verdens energisituasjon

Del 2.

Per Thoresen

De kontinuerlige kilder Solen

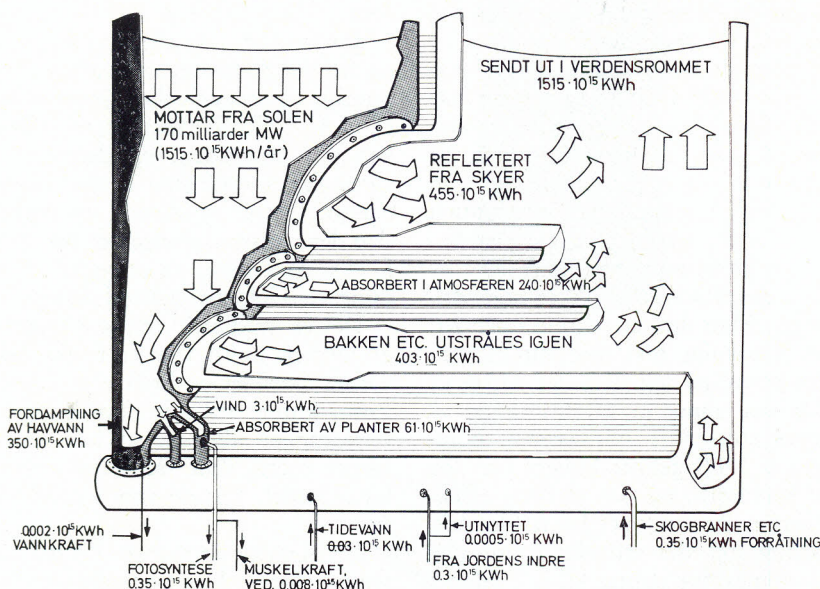
Den energimengde vi iflg. fig. 3 benytter er bare en brøkdel av en prosent av den energi som solen sender inn mot jorden. Den strålingsenergi som sendes mot jorden sees fra figur 6 å være $1515 \cdot 10^{15}$ kWh/år. Selv om nesten halvparten stoppes av atmosfæren og reemitteres er det resterende langt tilstrekkelig for oss. Bare en brøkdel av dette har vi utnyttet. Vårt fysiologiske forbruk av energi er basert på fotosyntesens opptak av solenergi. Men det går langsomt og ineffektivt. Hver av oss forbruker ca. 3,5 kWh pr. dag. For at vi skal konsumere denne energimengde fra kjøtt forbrukes 35 kWh i kjøttproduksjon, som igjen krever 350 kWh mais/gressproduksjon og som tilsist trenger 35 000 kWh solenergi. I gode solskinsområder svarer dette til at ca. 6000 m² åker er nødvendig for å fø en person. Selv om dette areal med bedre produksjon kan reduseres med 30 % er det en dårlig utnyttelse av solenergien. En mer effektiv måte

er å utnytte gressartene (mais/korn/ris) eller soyabønner direkte som føde. Menneskelig aktivitet, så som bruk av muskelkraft, er altså avhengig av store jordbruksarealer og har derfor sin begrensning.

Av den solenergi som omdannes ved fotosyntesen utnyttes kun en liten del (2 %) til menneskelig muskelkraft via mat og til oppvarming, koking etc. fra ved. I tillegg utnyttes en forsvinnende liten del av det fordampede vann i vannkraftverk. Stort sett kan vi si at all den energi som jorden mottar fra solen, blir reemittert uutnyttet.

Utnyttelsen av denne enorme energikilde gir derfor et interessant perspektiv. Men foreløpig har vi forhåpninger kun i begrenset omfang.

Videre utbygging av vannkraften er mulig, men den øvre grense for energimengde er likevel lav sammenlignet med vårt behov. Her i Norge har vi bygget ut omtrent halvparten av det som idag er økonomisk forsvarlig. Selv om vi uansett pris velger å utnytte denne energiform vil vi maksimalt kunne øke energiproduksjon



Figur 6 Balansen av strålingsvarme på jorden. Pr. år mottar vi $1515 \cdot 10^{15}$ kWh strålingsenergi fra solen, og hvert år sendes den samme mengde ut igjen. En ubetydelig liten del «låner» vi

og utnytter for en stund før de sendes ut igjen (vannkraft, fotosyntese). Tidevann og geotermisk energi gir også sine om enn små, bidrag til energibalansen.

med ca. en faktor 10. For oss er jo dette et stort tall, men ser en i verdensmålestokk, vil en økning av den hydroelektriske del selv med en faktor 10 ikke monne (se figur 3 og 6).

Vindmøller har vært kjent i århundrer, og er en morsom turistattraksjon i en rekke land. Det å utbygge et vindmøllesystem slik at det dekket en betydelig del av vår strømproduksjon ville imidlertid gi et antall som ville være det omvendte av turistattraksjon. En vindmølle vil gi 20 000 kWh pr. år pr. kvadratmeter vindfang. Dvs. at et 150 m høyt tårn med 60 m propeller driver en generator som gir gjennomsnittlig ca. 5 MW. Men vinden er så ujamn at reservekraft trenges, eventuelt lagring, og en har i Sverige funnet at en trenger et tusentall vindmøller for å erstatte et eneste stort kraftverk. Disse må stå med minst 500 m avstand og dekker således et stort område. Vindmøller vil nok være brukbare i en del områder på jorden, og for en rekke formål, men som hovedenergikilde er de foreløpig uønsket, og de vil heller ikke engang kunne dekke 10 % av vårt estimerte behov år 2100.

Det som kanskje utpeker seg som det mest lovende er den direkte utnyttelse av solstrålene for å generere elektrisk kraft. Som det fremgår av figur 6 sender solen ca. $1515 \cdot 10^{15}$ kWh/år strålingsenergi mot jordoverflaten. Dette gir i den tempererte sone gjennomsnittlig ca. 3000 kWh/år pr. kvadratmeter. Bortsett fra at døgnvariasjonen skaper problemer, er dette et betydelig tall, og menneskene kunne fint klare seg med denne energikilde i fremtiden.

Arbeider med utnyttelse av denne energiform er i gang, kanskje særlig i USA. Løsninger har vært kjent lenge. Allerede i 1901 var det en sol-drevet dampmaskin som utviklet ca. 4 kW, og fram til 1920 ble det bygget dampmaskiner som leverte opp til 50 kW. For spesielle formål innen vitenskap har det vært utviklet store solstråle-konsentratorer for høytemperaturforsøk. Det er dessuten utallige destillasjonsfabrikker som drives med solenergi. Men den attraktive form for energiproduksjon, nemlig noe mer direkte fra solstrålingen lar vente på seg. For det første er det dyrt og for det annet er effektiviteten så lav at det kreves store innsamlingsareal. Foreløpig er prisen ca. 1000 ganger høyere enn for konvensjonelle kraftverk, og har så liten effektivitet at storparten av landoverflaten ble dekket med de såkalte solceller om vårt fremtidige behov skulle forsynes fra denne kilden. Men i den stadig tiltagende bekymring for fremtidens energiproduksjon har man nå begynt å investere noe i forskning innen sektoren, og det rår en del optimisme. Generatorer som skal kunne ha

ca. 30 % effektivitet og kanskje koste 3000 kr. pr. kW er antydnet.

I USA er hus der oppvarming og kjøling er drevet med solenergi samlet inn gjennom taket et faktum.

Energiproduksjonen fra det oppvarmede sjøvann er en aktuell mulighet. 70 % av sollyset faller på sjøen, og i havområdene omkring ekvator har havvannet nesten konstant en temperatur av 25°C. På 1000 m dyp renner koldt-vannsstrømmen fra ismelting som har temperaturer av 5°C. Ved å utnytte denne temperaturdifferansen i en varmekraftmaskin kan energi genereres i et forhold som tilsvarer vannkraftverk med fallhøyde ca. 30 m. Bare fra Golfstrømmen er det beregnet at en på denne måte kan trekke ca. $0,2 \cdot 10^{15}$ kWh pr. år, som tilsvarer 10 ganger USA's energibehov i dag. En annen sak er om vi i Norge ble glad over å få senket temperaturen i Golfstrømmen.

4.2 Geotermisk energi og tidevann

En rekke steder i verden er det stor forskjell mellom flo og fjære. Denne forskjellen kan utnyttes til å lage en hydroelektrisk kraftstasjon. Slike stasjoner har hittil ikke vært konkurransedyktige med de vanlige vannkraftverk. En utstrakt utnyttelse av tidevannsbølgens energi ville gi oss omtrent like meget elektrisk kraft som vi kan få fra de vanlige vannkraftverkene.

Jorden har som kjent en høytemperaturkjerne og fra denne lekker det varme. Det er en kontinuerlig varmeavgivelse gjennom jordskorpen på ca. $0,3 \cdot 10^{15}$ kWh/år. Dette er mindre enn vårt behov i fremtiden, og dessuten er det meget vanskelig å omforme denne varme til brukbar energi. Det er imidlertid en rekke steder i verden der varmeangivelsen er noe mer konsentrert, f. eks. på Island, og utnyttet i form av oppvarming og elektrisitetsproduksjon.

Det er imidlertid mulig å tappe mer energi ut av jordens indre. Om en f. eks. boret seg inn til varme områder og brukte jordvarmen til å koke vann, kunne slike kraftverk lages flere steder. Beregninger viser at vi kan tappe omtrent så meget energi som vårt totalforbruk idag uten å kjøle jorden fortere enn 1 grad på 40 millioner år.

Problemene er mange. En må nå frem til høytemperaturpunkter samtidig som en ikke vil bore for dypt. Bruk av atombomber for å frembringe kanaler til varmekilder er antydnet, men vanskeligheten er at de mest lovende steder samtidig er jordskjelvfarlige.

Både når det gjelder den geotermiske energi og tidevannsenergien er det ikke å vente at disse skal løse våre energiproblemer, men enkelte steder på jorden vil de kunne utbygges til å gi verdifulle tilskudd til våre forsynninger. I tilfelle geotermisk energi er det mange som mener at vi forholdsvis hurtig skal løse problemene.

4.3 Fusjon

Fusjon blir fremkastet som vår hovedkilde til energi i nesten alle prognoser som ser frem til neste århundre. Energikilden er ikke egentlig kontinuerlig, men det er så enorme mengder vi har tilgjengelig at den må regnes som kontinuerlig.

I fusjon smeltes tunge hydrogenkjerne sammen, og vårt forråd av slike, som finnes i alt vann, er av en størrelsesorden som gir en million ganger så meget energi som det økonomisk tilgjengelige lageret av uran på jorden (fig. 2b). Dessuten har vi omtrent like meget lagret i form av litium som lett kan spaltes opp i tunge hydrogenkjerne, eller direkte gi fusjon.

Frembringelsen av det tunge hydrogen (deuterium) er heller ikke kostbart. Idag vil 1 kg koste ca. 1500—2000, og for å drive en 3000 MW reaktor ville det ikke forbrukes mer enn ca. 3 kg deuterium pr. dag. Energifrisen for en slik reaktor er estimert til å bli vesentlig lavere enn for en konvensjonell kraftstasjon.

Hva er så grunnen til at vi ikke har slike kraftstasjoner? Simpelthen fordi en enda ikke teknologisk klarer å lage en slik reaktor. Hittil har energiproduksjon ved fusjonsreaksjoner kun vært frembrakt i atombomber og i uhyre korte tidsrom i laboratorier.

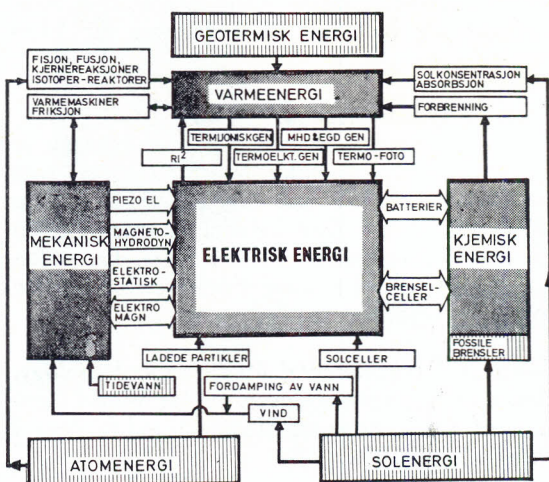
Det foregår noe mer forskning i denne sektoren enn for solenergi og geotermisk energiproduksjon, men det er likevel lite i betraktning av den betydning energikilden tillegges. Hittil har ingen forsøk ført frem til en metode for kontrollert å frembringe fusjoner, og deretter overføre den frigivne energien til brukbar energiform. Vanskeligheten er at fusjonen inntreffer ved temperaturer på 50—100 millioner grader. Gasser med slik temperatur kan ikke lukkes inne i en vanlig beholder. Forsøkene hittil har konsentrert seg om enten å holde gassen innesluttet med et magnetfelt, en såkalt magnetisk flaske, eller å utvikle energien i små eksplosjoner med raskt påfølgende energiavtapping. Til det siste knyttes nå en del håp om utnyttelse av elektron- og laserstråler.

Hvis disse problem kan løses vil fusjonsreaktoren gi billig kraft i overskuelig framtid. Når

det gjelder miljøpåvirkning representerer denne reaktoren kanskje et mindre problem enn noen annen kraftstasjonstype. Den gir mindre radioaktiv stråling under drift enn en fisjonsreaktor, den produserer lite langlivede radioaktive avfallsprodukter og selve brenselet er ikke radioaktivt. Forøvrig avgir den ingen generende avfallsprodukter slik som generatorer basert på fossile brensler gjør. Optimismen er for tiden stor når det gjelder løsninger, og prognosene sier at mot slutten av dette århundre vil slike reaktorer være en realitet.

5 Sluttord

Vår verden, vi og all materie som omgir oss beskrives av vitenskapen som en form for energi. Når kjernefysikere spalter opp atomkjernene i mindre og mindre enheter, ender de opp med små energipartikler som byggeklosser for materien. I denne verden av energi har vi våre problemer med å omsette noe av dette til en energiform som vi kan utnytte til å leve på den måte vi ønsker. Hadde vi kunnet mestre det umulige, nemlig å omsette masse fullstendig til energi ville årsforbruket år 2000 kunne bli dekket med konvertering av ca. 10 tonn masse. I stedet vil vi forbrenne omtrent 2 milliarder ganger så meget kull eller olje, og har problemer med å skaffe til veie slike mengder. Vår energiproduksjon er nemlig bygd på det lille massetapet som oppstår når kjemiske eller nukleære bindinger forandres.



Figur 7 Fra våre energikilder (skravert) kan vi med forskjellige generatorer omforme energien til en for oss nyttig form. Elektrisk energi er, som den kanskje mest anvendelige, plassert i sentrum. Men vi benytter også i stor grad varme, mekanisk og kjemisk energiform.

Dagens problem er som det fremgår av de foregående kapitler, likevel ikke så meget mangel på energikilder. Hovedproblemene er de teknologiske løsninger for å utnytte dem. I figur 7 er antydning våre energikilder og de muligheter vi har, eller har under utvikling, for å omforme den i naturen gitte, til en for oss nyttig energiform.

Flesteparten av de antydning generatorer er i bruk og vil fortsatt være i bruk i fremtiden. Noen av de antydning generatorer eksisterer imidlertid kun i teorien, og dette er de generatorer vi venter skal ha størst betydning i fremtiden.

Dette gjelder fisjons- og fusjonsreaktorer med høy effektivitet i utnyttelse av brenselet. Likeledes er utvikling av billige og effektive solceller av primær viktighet.

Idag skjer omforming av varmeenergi til elektrisk energi via mekanisk energi. I fremtiden håper vi å kunne gå en mer direkte veg, og det er to typer generatorer som kan komme på tale

ved store kraftstasjoner, nemlig den såkalte magnetohydrodynamiske generator MHD og den elektrogassdynamiske generator EGD.

Det er klart fra figur 3 at vi i nær fremtid trenger å utvikle ny teknologi enten for å utnytte våre lagrede ressurser bedre, eller for å kunne omforme energien i de kontinuerlige kilder. Jeg er ikke i tvil om at vi i fremtiden løser disse teknologiske problem, men det ser ut til at vi idag ikke investerer tilstrekkelig i forskning til å frembringe løsninger så hurtig som det er ønskelig.

Dette er nødvendig selv om avflatningen av vekstøkningen av forskjellige grunner, så som f. eks. frykt for klimaendringer o.l., kan ønskes lagt på et lavere nivå enn vist i figur 3.

Alternativet er kraftig nedbremsing av vekst i nærmeste fremtid, noe som er vanskelig å gjennomføre uten krisetiltak.

Nytt fra IUPAP.

Conference Plasma Physics.

International Conf. on Theor. Plasma Physics som holdes i slutten av oktober i Kiev, vil bli støttet.

Commission on Magnetism.

Professor Dr. C. J. Gorter, Nederland, har trukket seg tilbake. Hans virksomhet i IUPAP strekker seg helt fra 1947 da han var Vice-President.

Cosmic Ray Commission.

På møte i august i Denver, Col., ble bestemt at konferanser vil bli holdt hvert annet år, som for. Den 14. konferanse blir holdt i München 1975, antakelig i siste halvdel av august. Den 15. konferanse holdes 1977 i Sofia. En Bulletin vil bli sendt ut to ganger om året for å bedre kontakten mellom medlemmene.

Congress Environmental Medicine and Biology.

Man deltar i organiseringen av 1st World Congress of Environmental Medicine and Biology i Paris 1-5 juli 1974.

COSPAR.

Committee on Space Research er en inter-union gruppe som bl. a. fortsetter rakett- og satelitt-programmer som ble påbegynt i 1957/58 i forbindelse med IGY. I juni 1973 ble i Konstanz

holdt XVIth Plenary Meeting hvor bl.a. ble vedtatt en resolusjon «strongly urging that data acquired in international programs be released to the scientific community at the earliest possible opportunity and not retained within the organization for several years after the end of the observing period». En rekke resolusjoner angående solaktivitet varslingssentre, studier av ionosfæren under 90 km, osv., ble vedtatt. Det planlegges en rekke symposier o.l. i løpet av 1974. (Informasjon: Mr. Z. Niemirowicz, Cospar, 55 Boul. Malesherbes, 75008 - Paris.)

EUROPHYSICS NEWS.

Siden bladet nå bare sendes til direkte EPS-medlemmer, bringes her innholdsfortegnelse for heftene som er kommet i Januar-mars 1974: Titel (forfatter), side:

Januar 1974 - The EPS in 1974 (H. B. G. Casimir) ... 1 / Society News ... 4 / Status of Thermonuclear Research ... 6 / Meetings ... 8.

Februar 1974 - Sources of Cosmic X-rays (A. C. Fabian) ... 1 / Radioactive Pollution of the Environment in the Context of the Energy Problem ... 4 / Society News ... 7 / Meetings ... 7

Mars 1974 - The Discovery of Tunnelling Supercurrents (B. D. Josephson) ... 1 / The University of Zambia ... 5 / Letter to the Editor ... 6 / Society News ... 7 / Meetings ... 8

Energikrise og kjerneenergi

O. G. W. Øye

INNLEDNING

I stigende grad øker forståelsen av det faktum at jorden er endelig, og at det menneskelige virke har fått et slikt omfang at det sterkt innvirker på det miljø vi lever i. En ukontrollert utvikling vil kunne endre miljøet så sterkt at livsgrunnlaget for en vesentlig del av jordens befolkning blir truet.

Den teknologiske utvikling i de siste 100–200 år har medført en rovdrift på jordens ressurser. Tilsynelatende står vi i dag overfor et dilemma. Fortsatt velstandsvekst synes uvegerlig å føre til energikrise. På denne bakgrunn må vi spørre, legges det i dag et grunnlag for en teknologi som har bærekraft til å sikre hele jordens befolkning og en høy levestandard for en overskuelig fremtid? Og er vi villige til å ta en slik teknologi i bruk? Bare investering i utvikling av en slik teknologi kan rettferdiggjøre det store forbruk av jordens ressurser som nu finner sted.

Det må være en del av oppgaven for dagens teknologer og vitenskapsmenn at de søker å klarlegge fremtidige muligheter og de faremomenter som fremkommer. En ureflektert tro på fremtidige muligheter er mennesket lite tjent med. Heler ikke med en ubegrunnet fordømmelse av nye muligheter.

Kjerneenergi er i en årrekke blitt fremholdt som kommende tiders energikilde. Vi ser også at i stigende grad blir kjerneenergi tatt i bruk. Kritiske røster fremhever imidlertid faremomentene ved kjerneenergi. Det blir også hevdet at råstoffgrunnlaget for denne energikilde er overvurdert.

I denne artikkelen vil faremomenter ved kjerneenergi, og spesielt ved de mest aktuelle kjernekraftverk, bli omtalt. Innledningsvis vil energibehov, energiproduksjon, kjernekraftverk og ressurser kort bli kommentert. En mer generell behandling av energiressurser og energibehov ble gitt av P. Thoresen i forrige nummer av FFV.

Energiforbruk og forventet vekst.

I de siste 100 år har det funnet sted en stor og vedvarende vekst i energiforbruket. Og det er ikke bare det totale energiforbruk som øker, men også energiforbruket per capita. For tiden vokser det med mellom 1 % og 1.5 % per år. Dersom energiforbruket per person i verden som helhet skal bli like stort som energiforbruket per person i USA, må verdens energiproduksjon økes med en faktor 5–6. Blir det tatt hensyn til at jordens befolkning ventes å doble seg et par ganger til før den stabiliseres, så virker det rimelig å planlegge for et fremtidig energiforbruk på bortimot 20 ganger dagens.

Det kan være grunn til å nevne noen underliggende årsaker til den ventede vekst i energiforbruket. Noen av disse er:

- Verdens befolkning fortsetter å vokse, noe som medfører økte transportbehov, økte behov for klimaanlegg og belysning, større industriproduksjon.
- Fortsatt intensivering av jordbruket medfører større anvendelse av kunstgjødsel, kunstig vanning og energikrevende maskinelt utstyr.
- Avfallsproblemer og forurensning medfører at mye av dagens utslipp og avfall må filteres bedre og omformes slik at det hverken på kort eller lengre sikt medfører forgiftningsfare.
- Mer energikrevende prosesser må bli tatt i bruk for å utnytte mindre gunstige råvareforekomster.
- Det må ventes at befolkningen i utviklingsland vil søke å oppnå en levestandard som er på høyde med eller høyere enn den de industrialiserte land har i dag.

Argumenter som kan bli satt opp og som taler mot fortsatt vekst i energiforbruket er:

- Energiproduksjonens avfallsprodukter: støv, gasser og radioaktivitet forgifter vårt miljø.
- Det må satses på en mer effektiv utnyttelse av energien.

Cand.real. O. G. W. Øye er forsker ved Institutt for Atomenergi, Kjeller.

- Sentral energiproduksjon medfører en lokal termisk forurensning som er uønsket.
- All energiproduksjon ved utnyttning av fossilt eller fissilt råstoff bidrar til en global termisk forurensning som kan forstyrre jordens varmebalanse.
- De lagrede energiresurser på jorden vil snart ta slutt, det er derfor nødvendig at vi innstiller oss på balanse mellom forbruk av energi og naturens årlige produksjon.
- Utnytting av energiresurser ødelegger verneverdige landområder.

Omforming og anvendelse av energi.

Med utgangspunkt i de store forurensningsproblemer som allerede i dag vekker bekymring, er det naturlig at spådommer om 20 gangers økning av det totale energiforbruk må mane til ettertanke. Mulighetene for en mer effektiv utnyttelse av energi synes å kunne bli et sentralt problem i årene som kommer. Problemstillingen er imidlertid ikke ny. Veksten i energiforbruket i de siste 100 år kommer i riktig perspektiv dersom det blir tatt hensyn til den stadig bedre utnyttelse av energikildene som har funnet sted i det samme tidsrom. I figur 1 er det antydning hvordan den termiske virkningsgrad til noen typer energiomformere har endret seg. Fra ca. 1850 til 1950 fant det sted en dramatisk forbedring av den termiske virkningsgrad for en del viktige energiomformere. En tilsvarende endring kan knapt ventes i årene som kommer. Økonomisering med energiresursene vil i fremtiden ventelig fremkomme mer ved utvikling av

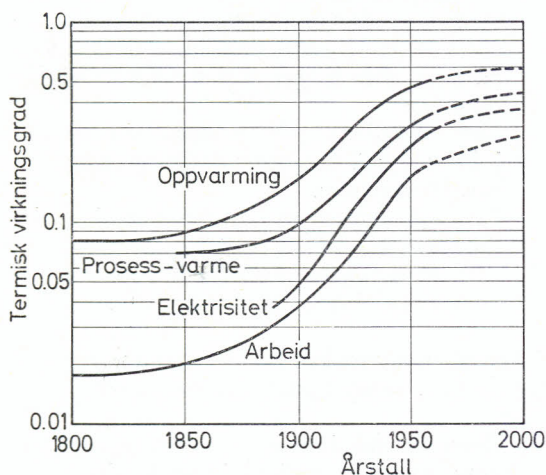


Fig. 1 Den termiske virkningsgrad til noen betydningsfulle energiomformere er angitt som funksjon av årstall.

rasjonelle bolig- og transportsystemer enn ved økning av den termiske virkningsgrad til de primære energiomformere.

Ulemper ved energiproduksjon

All produksjon av energi synes å medføre visse ulemper. Med tanke på den store energiproduksjon som kan ventes, er det all grunn til systematisk å minimalisere disse ulempene. Siden det vil bli en avveining av ulemper ved energiproduksjon, skal de viktigste ulempene ved konvensjonell energiproduksjon bli nevnt.

Vannkraft kan utvilsomt fremheves som en av de energiproduksjonsmåter som er minst forurensende. Men en utbygging av vannkraft medfører lokale endringer som ikke alltid er ønskelige. Og utbygd vannkraft spiller liten rolle i verdens totale energiproduksjon, (mindre enn 2 %). Et stadig viktigere argument mot utbygging av vannkraft er at urørt natur blir mangelfull i en overbefolket verden.

De store bærere av verdens energiforbruk i dag, er de fossile brensler. Ulempene ved disse er i stor grad avhengig av utgangs råstoffet, kull, olje eller gass. Ulempene er røyk som spesielt for kull og olje, men også for gass, har et ikke ubetydelig innhold av sporstoffer som bly, fluor, kobolt, nikkel, kadmium og radium, for å nevne noen. I tillegg kommer avgassene SO_2 , NO_x og CO_2 for kull og olje, NO_x og CO_2 for gass. SO_2 har hittil vært den avgass som først nådde kritiske konsentrasjoner. NO_x kan i kombinasjon med industrirøyk fremkalle fotokjemisk smog. På lengre sikt er det en mulighet for at NO_x kan virke forstyrrende på et ozonbelte i stratosfæren som skjermer jorden for en intens ultrafiolett stråling. CO_2 har den egenskap at gassen slipper igjennom lys i det synlige spektrum, mens den absorberer varmestråling. Økt CO_2 innhold i luften vil derfor gi en temperaturstigning på jorden, siden det innkommende sollys slippes igjennom og ned på jorden som før, mens en større del av varmestrålingen ut fra jorden vil bli absorbert i atmosfæren. Selv om det jevnt økende utslipp av CO_2 ikke samsvarer med svingningene i jordens middeltemperatur, må det ikke bli oversett at økende CO_2 utslipp bringer inn et uromoment i atmosfæren. Andre faktorer kan ha overskygget effekten av CO_2 utslippet så lenge dette var lite. Figur 2 viser hvordan CO_2 utslippet kan ventes å øke dersom energiproduksjonen baseres på fossile brensler. En økning i jordens middeltemperatur på noen tiendedels grader Celsius på grunn av utslippet opp til 1950, blir ansett som et rimelig estimat.

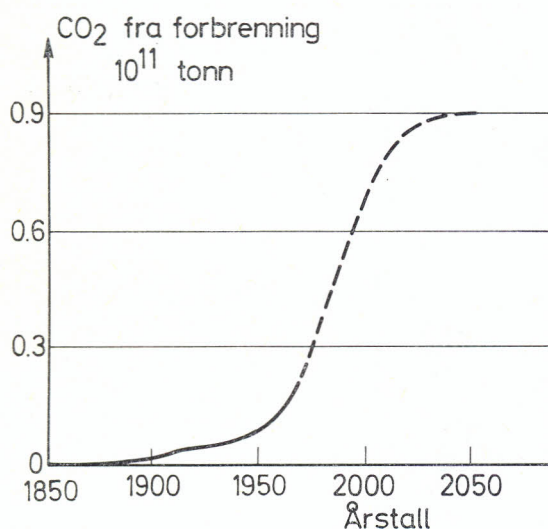


Fig. 2 Årlig mengde frigitt CO₂ fra forbrenning.

Mange ser på kjernekraft som løsenet på fremtidens store energibehov. Men også kjernekraften har sine ulemper. Hele prosessen fra utvinning av uran og thorium, anrikning, produksjon av brensel, kraftgenerering, gjenvinning av brukt brensel og lagring av avfallsproduktene må vurderes. Utslipp ved normal drift av kjernekraftverk og gjenvinningsanlegg bekymrer mange. Men det virker som om det først og fremst er de store potensielle faremomenter ved uhell, samt problemet med å sikre en permanent lagring av de meget langlivede radioaktive avfallsproduktene, som volder mest bekymring. Disse problemene vil danne hovedtyngden av innholdet i de kommende kapitler. Men først en kort beskrivelse av de mest aktuelle kjernekraftverk.

Kjernekraftverk

Det kan være grunn til å feste oppmerksomheten ved en 4–5 forskjellige kjernekraftverk som kan ventes å bli av betydning i de nærmeste år. Dette er i første rekke den kokende vannkjølte reaktor (BWR), trykkvannsreaktoren (PWR), den gasskjølte reaktor (HTGR), og den natriumkjølte hurtige breeder reaktor (LMFBR). Skisser av disse fire reaktor-systemer er vist i figurene 3–6. I tillegg til disse fire reaktor typer, fortjener den canadiske tungtvannsreaktoren oppmerksomhet.

Den hurtige breeder reaktoren er enda ikke bygget i den størrelse som ventes å bli standard for kjernekraftverk, nemlig ca. 1000 MWe.

Men både Frankrike, England, USA og Sovjetunionen er i ferd med å utprøve eller fullføre breeder reaktorer på 200–300 MWe. Planene for neste utviklingsskritt, prototypen på den kommersielle hurtige breeder reaktor på 1000 MWe, er allerede grundig gjennomarbeidet.

Økonomisk sett virker den hurtige breeder reaktoren lovende. Anleggskostnadene vil bli større enn for de termiske reaktorene, men utgiftene til brensel, og dermed driftsutgiftene, vil bli vesentlig mindre. Det virker i dag realistisk å regne med den hurtige breeder reaktor når energiresursene vurderes.

De 4–5 forskjellige kjernekraftverk som er nevnt, reflekterer den innsats som er gjort for å få frem en sikker og god utnyttelse av uran. Dersom en utviklingslinje skulle møte tekniske problemer som ikke lar seg løse tilfredsstillende, er alternative utviklingslinjer allerede langt utforsket. Det som i dag virker mest lovende er kombinasjonen lettvannsreaktorer, senere også gasskjølte reaktorer, og hurtige breeder reaktorer. Denne utviklingslinje gjør det mulig å utnytte 60–70 % av energiresursene i det uran og thorium som blir utvunnet. Uran- og thorium forekomster med lav konsentrasjon vil kunne bli tatt i bruk. Det kan antydes at energiresursene i nyttbart uran og thorium under disse forutsetninger er ca. 100 ganger større enn de anslåtte, og med dagens teknologi nyttbare ressurser av fossilt brensel.

Skulle denne utviklingslinje tross alt vise seg å være umulig, så er det flere klare alternativ. Ved gjenvinning av plutonium fra brukt BWR og PWR brensel og resirkulering av dette plutonium i BWR og PWR reaktorer, vil det være mulig å få en utnyttelse av uran på bortimot 2 %. Den gasskjølte reaktoren og den canadiske tungtvannsreaktoren er imidlertid langt mer lovende. Ved resirkulering av plutonium i disse reaktorene, og ved litt optimalisering med tanke på høy utnyttelse, virker det mulig å utnytte ca. 7 % av energipotensialet i det uran som er utvunnet.

Kvantitative mål for sikkerhet.

Faremomenter ved utnyttelse av kjerneenergi er allerede nevnt. For å få et fornuftig inntrykk av hvilke faremomenter som er størst ved kjernekraftverk, samt hvor store disse faremomentene er sammenlignet med faremomenter fra annen energiproduksjon og andre aktiviteter i samfunnet, er det nødvendig å definere noen kvantitative mål for sikkerhet og risiko.

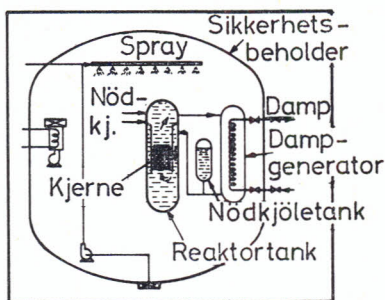
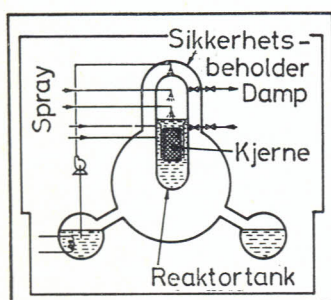


Fig. 3 (BWR).

Fig. 4 (PWR).

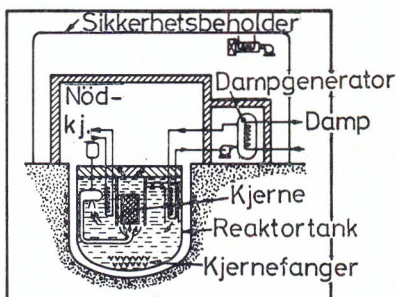
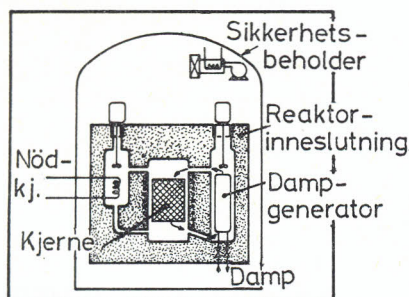


Fig. 5 (HTGR).

Fig. 6 (LMFBR).

For kjernekraftverk er Farmers kriterium blitt en standard ved vurdering av forskjellige typer uhell. Dette kriteriet tar hensyn til at det er produktet av sannsynligheten for et uhell og konsekvensene av uhellet som danner et fornuftig sammenligningsgrunnlag.

Konsekvensene av uhellet kan for kjernekraftverk for eks. angis i mengde radioaktivitet som slipper ut. Ved å sette opp i et diagram aktivitetsutslippet i for eks. Jod-131 ekvivalenter, mot sannsynligheten for utslippet, kan Farmers kriterium tegnes inn som en rett linje, figur 7. Slik kurven i figur 7 er tegnet, bør Farmers kriterium leses: Den totale frekvens av uhell som medfører utslipp på fra $0.5 \cdot 10^x$ til $5 \cdot 10^x$ Curie*, må ikke overstige 10^{-x} uhell/reaktor-år.

Grovt regnet er sannsynligheten for at mennesker skal dø på grunn av radioaktivitet fra kjernekraftverk direkte proporsjonalt med den mengde radioaktivitet som slippes ut. I arbeidet med å utvikle sikre kjernekraftverk er det derfor riktig å konsentrere oppmerksomheten på den type uhell der produktet av uhellsfrekvens og forventet utslipp er størst.

I tillegg til sannsynligheten for uhell og konsekvensene det medfører, er det av interesse å vite hvilken personlig risiko et kjernekraftverk representerer for mennesker i kraftverkets nær-

het. For en bestemt type uhell fremkommer den personlige risikofaktor som produktet av sannsynligheten for uhellet, sannsynligheten for at vinden skal føre radioaktivitet til det sted der vedkommende bor, og sannsynligheten for at den ekstra strålingsdose skal fremkalle en dødelig sykdom. Risikofaktoren på grunn av et kjernekraftverk som nabo fremkommer ved summering av risikofaktorene fra alle typer uhell, samt normal drift.

Tabell I gjengir noen personlige risikofaktorer fremkommet ved at antall døde i en bestemt

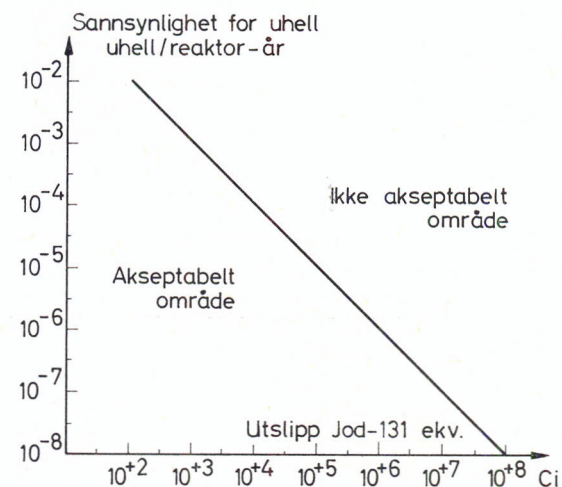


Fig. 7. Diagram der sannsynligheten for et uhell kan tegnes inn som funksjon av den ventede mengde radioaktivt utslipp ved uhellet.

* Curie (Ci) er et mål for radioaktivitet. 1 Ci er aktiviteten til ett gram Radium, og svarer til $3,7 \cdot 10^{10}$ disintegrasjoner per sekund.

type uhell i en befolkningsgruppe er blitt dividert med størrelsen på befolkningsgruppen (USA, 1966). Disse verdiene må kunne tjene som et referansegrunnlag ved vurdering av risikofaktorer.

Tabell I.

trafikkuhell	$2.7 \cdot 10^{-4}$	dødsfall/person · år
drukning	$2.8 \cdot 10^{-5}$	»
lufttransport	$7.5 \cdot 10^{-6}$	»
jernbaneuhell	$5.1 \cdot 10^{-6}$	»
lynneslag	$5.5 \cdot 10^{-7}$	»

Ved sammenligning av ulemper som følger med kjernekraftverk og konvensjonelle varmekraftverk, nyttes begrepet skadestoffbelastning. Dette begrepet er definert for et bestemt skadestoff.

$$\text{Skadestoffbelastning} = \frac{\text{(midlere konsentrasjon av stoffet)}}{\text{(maksimal tillatt konsentrasjon av stoffet)}}$$

Normal drift av kjernekraftverk.

Ved normal drift av et kjernekraftverk oppstår det en lang rekke radioaktive avfallsprodukter. Største delen av disse er kortlivede, slik at radioaktiviteten til reaktorkjernen avtar raskt i de første minuttene etter at kjernereaksjonene er stanset. Enkelte av de isotopene som dannes er imidlertid meget langlivede, slik at det gradvis bygges opp en sterk og langlivet radioaktiv kilde i reaktorkjernen.

At et kjernekraftverk i drift representerer en potensiell fare som er større og mer skremmende enn andre aktiviteter i samfunnet, synes å være klart. Kravene til sikkerhet er derfor store. Det er vanskelig å forestille seg en type uhell der hele kjernekraftverkets farepotensial blir utløst.

Av den store mengde radioaktive stoffer som dannes ved normal drift av et kjernekraftverk, er det bare en liten del som unnslipper til omgivelsene. Små sprekker i kapslingen rundt brenselet medfører imidlertid at lettflyktige fisjonsprodukter kommer ut i primærkretsen og gradvis videre ut i atmosfæren. Ved vurdering av faremomentene fra disse stoffene, blir det tatt hensyn til om de har en tendens til å oppsamles i levende organismer, slik at de via anrikingsveier kan bli overført til mennesker. Det foreligger i dag målinger av radioaktive utslipp ved en rekke kjernekraftverk. Disse målingene viser at de radioaktive stoffer som på grunn av sin aktivitet, sin tendens til å kunne unnslippe fra reaktorkjernen og sin tendens til å anri-

kes i levende organismer representerer det største faremoment ved normal drift av kjernekraftverk, er Xenon-133, Jod-131, Tritium og Krypton-85.

Ved å nytte målte verdier for utslipp fra de to kjernekraftverkene Dresden (BWR) og Yankee (PWR), og gjøre en direkte oppskalering til et 1000 MWe kjernekraftverk, fremkommer strålebelastninger som gjengitt i tabell II.

Tabell II.

Avstand fra skorstenen 100 m høy (m)		
Årsdose fra Xe 133 1000 Ci/s (mrem/år)		
Årsdose fra Kr 85 20 Ci/s (mrem/år)		
500	0.4	0.009
1000	0.2	0.005
5000	0.09	0.002
10000	0.05	0.001

Den samme fremgangsmåte viser at en stråledose fra edelgassutslipp maksimalt kan komme opp i 1 mrem/år, at tilsvarende verdier for tritium er 0.002 mrem/år, og for jod 0.1 mrem/år. For jod, som kan anrikes via beitemark og melk, kan en lokal (skjoldbruskkjertel) stråledose unntaksvis komme opp i 30 mrem/år. Det må understrekes at dette er anslåtte maksimumsverdier, og at den reelle verdi vil ligge langt lavere. Disse overslag må sammenlignes med en naturlig bakgrunnsstråling som gir fra 70–120 mrem/år, avhengig av bolig- og livsvaner.

Mange hevder at de tillatte maksimumskonsentrasjonene i luft av avgasser fra konvensjonelle kraftverk og industri er urimelig høye, sammenlignet med de strenge krav som påligger nukleære utslipp. Men legges de aktuelle grenser til grunn, og baserer en seg på målinger fra eksisterende kraftverk, så forurensner kull- og gassfyrte anlegg henholdsvis 1000 og 100 ganger mer enn tilsvarende kjernekraftverk. Disse tallene er fremkommet ved å se på den skadestoffbelastning som vil oppstå i Vest-Tyskland ved alternative utbygginger av energiproduksjonssystemet. SO₂, støv, NO_x og fluor ble tatt med ved beregning av skadestoffbelastningen fra kull- og gassfyrte kraftanlegg, mens de farligste edelgassene, Xe og Kr, er tatt med ved beregning av skadestoffbelastningen fra kjernekraftverk. Studier fra andre land gir et tilsvarende resultat.

Selvfølgelig kan det hevdes at konvensjonelle kraftverk etter hvert vil få bedre renseanlegg for avgasser. I fremtidige kraftverk vil kanskje 99 % av støvutslippet kunne bli filtrert bort, og flere metoder er foreslått for å redusere SO₂ utslippet. En ytterligere forbedring av filteringsanleggene ved kjernekraftverk er imidlertid også mulig. Metoder som vil kunne ta bort mellom 99 og 99,9 % av edelgassutslippet er under utprøving. Nedkjøling av avgasser, eventuelt kombinert med absorpsjon på aktivt kull, er blant de aktuelle metoder. Mye av jod- og tritium-utslippet vil utvilsomt også kunne bli fjernet i et slikt filtersystem.

For vurdering av den globale forurensning må selvfølgelig hele syklusen fra bryting av malm til endelig lagring av avfallsprodukter tas med. Den lokale forurensning som med sikkerhet kan ventes i nærheten av et gass-, olje- eller kjernekraftverk, er imidlertid først og fremst bestemt ved den normale drift av anlegget.

Uhell ved kjernekraftverk.

Ved vurdering av et kjernekraftverk blir alle uhell som kan tenkes å være av betydning analysert. Det blir lagt vekt på at hele kjernekraftverkets konstruksjon skal være slik at disse tenkelige uhell skal kunne mestres uten at store mengder radioaktivitet unnslipper fra reaktorbygningen. For å kunne si hva som er tenkelige uhell, eventuelt hvilken sannsynlighet et bestemt uhell har, må fysisk forståelse og erfaring fra industri legges til grunn.

For BWR og PWR regnes et brudd på en av primærkjølekretsene som det største tenkelige uhell. Øvre anslag av sannsynligheten for et slikt brudd synes å være 10^{-3} per reaktor-år. Et slikt tall har fremkommet fra statistikk over tilsvarende konvensjonelle trykk-krets konstruksjoner. Det blir antatt at med nyere teknologi og omsorgsfull kvalitetsovervåkning skulle ikke sannsynligheten for primærkretsbrudd være større enn 10^{-4} brudd per reaktor-år.

Et brudd på selve reaktortanken er så lite sannsynlig at det ikke blir klassifisert som et tenkelig uhell. Basert på statistikk fra konvensjonelle trykk-kar, fremkommer et estimat av sannsynligheten for et slikt brudd som 10^{-6} brudd per reaktor-år.

Etter et brudd på primærkjølekretsen vil kjølevannet koke eller renne bort, trykket i primærkretsen vil synke, og kjølingen av brenselet vil bli ufullstendig. Selv om kjernereaksjonene umiddelbart stanser, både fordi kontrollstaver blir kjørt inn i kjernen, og fordi moderatoren blir borte, må brenselelementene fortsatt kjø-

les med vann for ikke å smelte. Både i BWR og PWR er det derfor installert nødkjølesystemer. I BWR er nødkjølesystemet flere uavhengige sprinkelsystemer som skal sprøyte vann inn i kjernen. I PWR er nødkjølesystemet basert på at vann med høyt trykk skal bli presset inn i reaktortanken og fylle denne til over brenselelementene.

Det er blitt reist tvil om effektiviteten til nødkjølesystemene i BWR og PWR. I en omfangsrik rapport fra Union of Concerned Scientists blir en serie forsøk som skulle vise at nødkjølesystemene virker, sterkt kritisert. Det arbeides intenst i flere land med å komme til avklaring om nødkjølesystemenes effektivitet. Studier som er fremkommet underbygger den opprinnelige konklusjon om at nødkjølesystemene vil virke som tilsiktet. Full sikkerhet er det imidlertid ikke på dette området.

For HTGR er det ikke fremkommet noen tilsvarende underbygget tvil om nødkjølesystemets effektivitet. Et brudd på det sekundære kjølesystem har den største sannsynlighet, og det er derfor bygd inn helt uavhengige sekundære nødkjølekretser. Også for LMFBR, der nedkjøling fra første stund har vært et sentralt problem, virker det som om en god løsning er funnet.

Det er vanskelig å danne seg et detaljert bilde av hendelsesforløpet dersom nødkjølesystemet ikke virker etter et primærkretsbrudd. Full eller delvis nedsmeltning av reaktorkjernen kan ventes. En eksoterm reaksjon mellom materialet i brenselkapslingen og vann kan også komme i gang. På grunn av sin store egenvekt vil reaktorkjernen smelte seg nedover gjennom reaktortanken og ned i betongen, muligens helt ned i grunnen under anlegget. En større del av de lettflyktige radioaktive fissionsproduktene vil spre seg i sikkerhetsbeholderen, og de vil komme ut i reaktorbygget og atmosfæren dersom sikkerhetsbeholderen blir punktert. Hvor mye som kommer ut i atmosfæren vil være avhengig av hvor omfattende uhellet er, og om kjernekraftverket har et filteringsanlegg dimensjonert for denne type uhell.

Studier som er gjort over det videre hendelsesforløp og hvilke skader som oppstår, er basert på tenkte situasjoner, gitte værforhold og antagelser om mengde utslipp, av om utslippet er kaldt eller varmt, om befolkningstetthet og om evakuering. For å kunne knytte betraktningene til noe konkret, vil noen resultater fra rapporten WASH 740 bli omtalt. Beregningene i den rapporten forutsetter en reaktor med en effekt på 500 MW th, og en sikkerhetssone på

650 m. Dagens kjernekraftverk har enheter på opp til ca. 3000 MW th. På den annen side har erfaringer vist at det ikke kan ventes så store prosentuelle utslipp som det WASH 740 antar i det ekstreme tilfellet.

Tre situasjoner ble vurdert:

1. At all aktiviteten i kjernen slipper fri, men blir isolert inne i reaktorbygningen.
2. At alle lettflyktige fisjonsprodukter kommer ut i atmosfæren.
3. At 50 % av alle fisjonsprodukter kommer ut i atmosfæren.

Tilfelle 1 medfører ingen dødsfall eller stråleskader dersom reaktorpersonell og andre som er innenfor sikkerhetssonen evakueres raskt.

Tilfelle 2 er sterkt avhengig av værforholdene. Ved normale værforhold vil noen av reaktorpersonalet kunne bli skadet. Lite eller ingen skadelige følger kan ventes for personer utenfor sikkerhetssonen. Ved spesielt ugunstige værforhold, dvs. lite vind og temperaturinversjon, kan dødsfall forekomme i opp til 1,5 km fra reaktoren i vindretningen, og skader p.g.a. stråling i opp til 40 km fra reaktoren i vindretningen. Det ble da antatt at utslippet ville holde seg langs bakken.

Tilfelle 3 blir i dag ikke ansett som realistisk. Resultatene i WASH 740 viser at konsekvensene ved uhellet er avhengige av værforholdene og temperaturen på utslippet. Et varmt utslipp (ca. 1600 °C) vil stige til værs så raskt at ingen umiddelbare dødsfall eller stråleskader ventes. Kaldt utslipp ved normale værforhold skulle medføre dødelige stråledoser i opp til 1,5 km fra reaktoren i vindretningen, og skadelige doser i ca. 4 km fra reaktoren i vindretningen. Spesielt ugunstige værforhold og et utslipp som sprer seg langs bakken, medfører dødelige stråledoser i opp til 40 km fra reaktoren i vindretningen, og skadelige konsentrasjoner i opp til 130 km fra reaktoren i vindretningen.

Det er grunn til å nevne at for store radioaktive konsentrasjoner i luft, tilfelle 2 og 3, så viser beregninger at luften vil bli så sterkt oppvarmet fra absorpsjon av stråling at et kaldt utslipp vil bli ført oppover i atmosfæren, selv ved ugunstige værforhold.

I tillegg til direkte skade på personer som følge av et reaktoruhell, kommer skader på landbruksområder. Jod-131, med en halveringstid på ca. 10 dager, vil sette begrensninger på bruk av et jordbruksområde i en kortere periode. Kommer det ut større mengder Strontium-90 eller Cesium-137, med halveringstider på 28 og 30 år, så vil landbruksarealer kunne bli ødelagt for opp til flere hundre år.

Usikkerheten som tanken på de helt store uhell har skapt, burde tilsi at det blir gjort mer for å dempe skadevirkningene dersom uhellet tross alt skulle komme. Effektive og tilstrekkelige store filtreringsanlegg er et alternativ.

Det er lett å innse at den personlige risikofaktor på grunn av de store uhell ikke synes å være særlig høy for personer i kjernekraftverkets nærhet. En sannsynlighet for uhell på 10^{-4} per reaktor år, sannsynlighet for spesielt ugunstig værtype på 10^{-2} per år, sannsynlighet for at vinden skal komme i en bestemt retning på 10^{-1} til 10^{-2} . En personlig risikofaktor på 10^{-7} til 10^{-8} fremkommer selv om nødkjølesystemet ikke tilkjennes noen virkning og mulig evakuering ikke er tatt med.

At risikofaktoren er så liten at faremomentet ikke skulle behøve å bekymre den enkelte noe særlig, fritar imidlertid ikke samfunnet for ansvar. På litt sikt må målet være enda sikrere kjernekraftverk. Det kan imidlertid være grunn til å spørre om ikke uhellene har fått for stor oppmerksomhet på bekostning av normal drift. Effektiv evakuering kan langt på vei eliminere personskader ved store uhell. En slik løsning kan ikke brukes ved normal drift.

Gjenvinning og lagring.

Brukt brensel fra kjernekraftverk blir sendt til gjenvinningsanlegg der ubrukt plutonium og uran-235 blir skilt ut for senere anvendelse i nytt brensel. For å skille ut de verdifulle stoffene i det brukte brenselet, blir brenselkapslingen åpnet og brenselet oppløst i et løsningsmiddel. Etter å ha lest om uhellene, der edelgassutslipp var et av de største faremomenter, kan det komme som litt av en overraskelse at ved gjenvinningsanleggene blir alle edelgassene sluppet ut i atmosfæren. Foreløpig blir ikke dette betraktet som noen stor kilde til forurensning, men dersom den ventede ekspansjonen innen kjerneenergi kommer, er det ventet at edelgassutslippet vil vekke bekymring etter år 2000. Mulighetene er imidlertid til stede for oppsamling og lagring av edelgassene. Figur 8 viser hvordan dosen til hud og lunger fra Kr-85 kan ventes å øke dersom isotopen blir sluppet ut i atmosfæren. Kroppsdosen fra Kr-85 er ca. 1/70 av de verdier som er angitt i figur 8.

Etter at verdifulle stoffer er skilt ut fra det brukte brensel, er det igjen en rekke fisjonsprodukter, noen radioaktive isotoper av uran og thorium, samt transuraner, deriblant rester av plutonium. Dette meget radioaktive avfallsprodukt må lagres på en betryggende måte. Hitil har praksis vært å oppbevare dette avfallet i

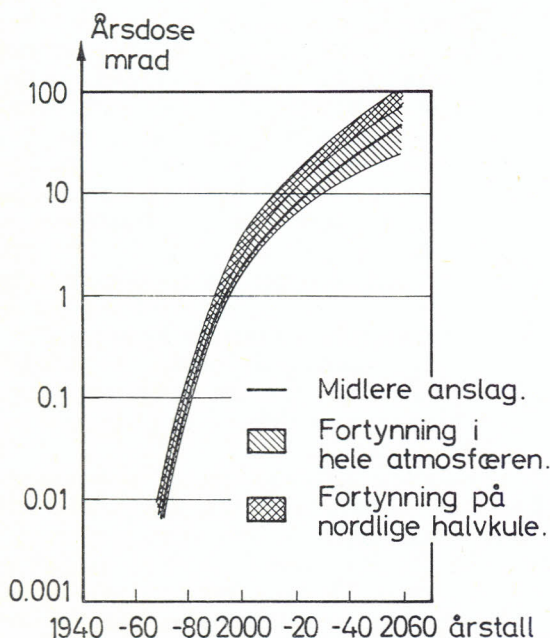


Fig. 8 Beregnet årsdose til lunger og hud fra Krypton-85, angitt som funksjon av tid fra 1970—2060.

flytende form i stålbeholdere. Langsiktige oppbevaringsmåter er uteksperimentert, men enda ikke tatt i bruk. En slik oppbevaringsmåte er å omforme avfallet til pyrexglass og lagre dette i gamle saltgruver, eller i stålbeholdere nedsenket i stabile geologiske formasjoner. En teknologisk utvikling vil imidlertid kunne gi nye fremgangsmåter. Det skal allerede være mulig å skille, eller i alle fall langt på vei skille transuranene fra fisjonsproduktene. De mest langlivde fisjonsproduktene har halveringstider på ca. 30 år. Lagring av fisjonsproduktene i 600 til 1000 år er derfor tilstrekkelig.

Transuranene, som har en mye lengre halveringstid, må enten permanent lagres eller omformes. Muligheten av å la stoffene gå tilbake til kjerne reaktorene for å bli omformet til mindre farlige isotoper, synes å være åpen. Det virker som om det har vært klokt ikke å forhaste seg med å lagre de høyaktive stoffer i fast og «permanent» form.

Det radioaktive materialet som blir oppsamlet utenfor primærkretsen i et kjernekraftverk, så som filtere, forurenset vann med mere, blir konsentrert, blandet med sement eller plastic typer og fylt i beholdere som forsegles. Det er utarbeidet forskrifter for hva slike beholdere skal tåle og hvilken stråling de maksimalt kan få avgi. Slike beholdere kan lagres på lagringsplasser for lavaktivt materiale.

Transporter mellom gjenvinningsanlegg og

kjernekraftverk kan tenkes å bli av betydning for menneskenes strålingsbelastning. Selv om konsekvensene ikke er store, vil mange små uhell kunne bidra vesentlig. Omhyggelig planlagte transportveier og transportforskrifter er derfor nødvendig. For Norges vedkommende vil transport av brensel antakelig gå til sjøs, og neppe representere noe lokalt problem.

Til slutt noen ord om utvinning av uran. Arbeidere i urangruver er utsatt for silikose som arbeidere i andre stengruver. Sammenlignes ulykkes- og sykdoms frekvensen ved utvinning av forskjellige energikilder, ligger bruk av kjerneenergi på linje med bruk av olje og gass, og er klart bedre enn bruk av kull.

Sluttbetraktninger.

I denne artikkelen er det blitt søkt å gi et overblikk over sikkerhetsproblemer ved kjernekraftverk. Faremomenter og ulemper ved andre former for energiproduksjon er også blitt trukket frem. Dette fordi det kan være uheldig å se på kjerneenergien isolert. Vi må erkjenne at vi lever i en verden der det er nødvendig med en fornuftig disponering av ressurser. Blir det lagt for stor vekt på sider ved kjerneenergien som vi ikke liker, så kan det bli satset på andre energikilder som både lokalt, men kanskje spesielt globalt, representerer en langt større trussel mot vårt miljø.

De fossile brensler vil uten tvil også i fremtiden spille en viktig rolle i transport, industri og jordbruk. En ensidig satsing på denne ressurs, vil foruten hurtig uttømming av de rikeste leier og unødig stor skadestoffbelastning for menneskene, også kunne føre til en større produksjon av visse avfallsprodukter enn det vår prektige jord tåler. Mot denne urovekkende bakgrunn fremstår kjernekraft, allerede fra dagens kraftverkstyper, som et brukbart og nødvendig alternativ.

LITTERATUR:

- Merril Eisenbud. Environmental Radioactivity. 2. ed. 1973. Acd. Press.
- B. Lindell, S. Løfveberg. Kärnkraften, människan och säkerheten. AB Almqvist & Wikström, 1972.
- C. Starr, M. A. Greenfield. Public Health Risks of Thermal Power Plants. Report UCLA-ENG-7242, 1972.
- H. Bücker, P. Jansen, W. Sassin, W. Schikarski. Kernenergie und Umwelt. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie. Jül-929-HT-WT, 1973.
- Harry J. Ottway. The Application of Risk Allocation to Reactor Siting and Design. June 1969. LA-4316.
- An Evaluation of Nuclear Reactor Safety. A Technical Evaluation of Emergency Core Cooling Systems. The Union of Concerned Scientists. 1972. Docket No. Rm-50-1.

Scientific American. sept. 1971. Energy.

Guglielmo Marconi

1874 — 1937.

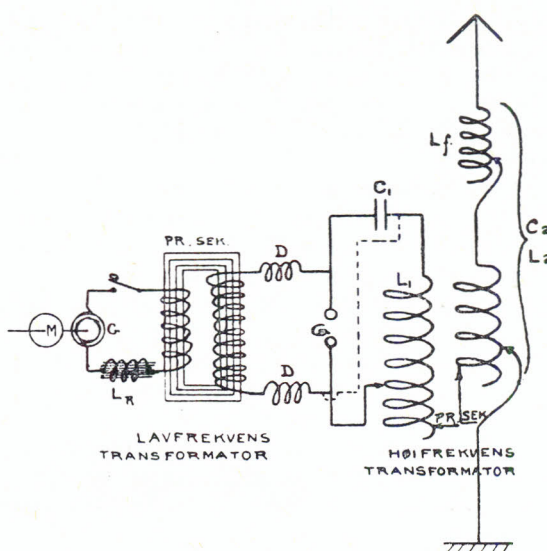
Olav Steinsvoll

Den 25. april i år var det 100 år sidan Guglielmo Marconi vart fødd. Han starta eit skred som framleis rullar vidare, nemleg faga elektronikk og telekommunikasjon. Hovudinnsatsen sin gjorde han i nokre få år av sin ungdom utan noko teknisk eller vitskapleg utdanning. Han kom naturlegvis til duka bord der han berre kunne ta føre seg av dei ulike rettane og setja dei saman på den rette måten til eit system som verka.

Men han gjorde òg egne oppdagingar som fekk stor verknad på utviklinga.

I 1819 hadde H. C. Ørsted oppdaga at ei kompassnål vridde seg når det gjekk elektrisk straum gjennom ei leidning i nærleiken. A. M. Ampère oppdaga seinare at to straumførande leidningar hadde ein vridande verknad på kvar andre. M. Faraday oppdaga så i 1827 at når han førde ein stavmagnet gjennom ein kveil med leiingstråd, ville det bli induisert ein elektrisk straum i tråden. Grunnlaget for dynamoen og elektriske motorar var dermed lagt, og oppfinnarane styrta seg med ein gong over dei nye fysiske effektane og tok dei i bruk til ulike formål. Vi kan nemne namn som S. Morse med telegrafan, A. G. Bell med telefonen, T. A. Edison med kraftstasjonar og lyspærer. Medan oppfinnarane dreiv med sitt, heldt vitskapsmennene fram med arbeidet med å finna ut forklaringa på dei elektriske fenomena. J. C. Maxwell lukkast å samla alle dei kjende elektriske fenomen i ein matematisk teori i 1873. Men forutan å forklara alle dei til då kjende elektriske effektane, hadde dei Maxwellske likningane løysingssett som tilsvara svingningar. Maxwell forstod då at han hadde forklaringa på lyset: det var elektromagnetiske svingningar med kort bølgjelengd. Maxwell viste likevel at det måtte finnast svingningar med andre bølgjelengder som auget ikkje var følsomt for.

Det var H. Hertz som i 1888 kunne visa at Maxwells teori var rett. Han sendte ut elektromagnetiske svingningar frå eit gnistgap og kunne fanga dei opp att og påvisa dei i eit anna gnistgap nokre centimeter borte. Dette var eigentleg den første trådlause energioverføringa, men Hertz fann aldri på at oppdaginga kunne ha nokon praktisk bruk.



Skjema av ein gamal gnistsendar. Ein roterande omformar (MG) leverer lågfrekvent vekselstraum til ein transformator. På sekundærsida tek ein ut ei lågfrekvent høgspenning som vert nytta til å lada opp kondensatoren C_1 i svingekretsen C_1L_1G . Når vekselspenninga er på sitt høgste, skjer det ei utlading over gnisttapet G , og ein får eit dampa høgfrekvent svingningstog i kretsen. Desse svingningane vert kopla over til den opne antennekretsen gjennom høgfrekvenskoplinga mellom L_1 og L_2 , og frå antenna breier det seg elektromagnetiske bølger. DD er kvclespolar for høgfrekvensen, og L_T er ein avstemmingsspole for antennekretsen. Morse-nøkkelen sit i lågfrekvensdelen. Når signalet vert oppfanga i ein mottakar, sørgjer ein krystallikerettar og ein utjamningskrets for at ein høyrer morsesignala som tonar lik lågfrekvensen i sendaren.

I året 1894, berre tjuu år gammal, byrja Marconi dei eksperimenta som skulle føra fram til den trådlause telegrafan. I 1896 kunne han senda og taka i mot signal over ein avstand på 3 km. Utstyret var sært enkelt. Sendaren var utstyrt med eit gnistgap liksom i Hertz's eksperiment, men i tillegg var kretsane utforma slik at ein fekk eit slag antenne. Mottakaren hadde òg antenne og ein såkalla koher; det var eit 5 cm langt lufttomt glasrøyr med elektrodar i kvar ende. Inne i røyrret fans eit fint pulver av eit metall som lett oksyderte, t.d. jern. Koheren hadde den eigenskap at den ytte stor motstand mot elektrisk straum når spenninga mellom elektrodane var låg, medan motstanden minka dersom det kom ei høg spenning inn frå antenna. Det vart då mogeleg for ein batteristraum å gå gjennom koheren, og det fekk eit relé til å slå inn på eit Morseskriveapparat.

Marconi baud den italienska staten oppfinninga si, men vart avvist. (Dei meinte det var noko tøy). Han reiste så til England og vart

godt motteken, serleg av det britiske postvesen. Samstundes grunnla han det selskapet som framleis heiter Marconi. Eit par år seinare reiste han til USA og viste fram den trådlause telegrafen sin. Det store selskapet RCA vart starta same året.

I åra frametter arbeidde Marconi iherdig med å betra apparata sine. Han oppdaga snart kor mykje ei god antenne hadde å seia for overføringsavstanden, den veks med kvadratet av høgda på antennemasta. Det første utstyret hans var utan avstemde kretsar, men snart fann han fram til å nytta spolar og kondensatorar slik at sendar og mottakar kunne avstemmast til kvarandre. Koheren vart utvikla vidare, men ein fann snart ut at det var betre med hørselsmottaking over høyretelefonar og ein innførte krystallikere rettalar istaden for koher. Dette var eigenleg

førelauperen for transistoren som tyskaren F. Braun alt hadde funne opp i 1874.

Utviklinga gjekk vidare med stormskritt, og Marconi vart ein av dei mest kjende og omtykte mennene på den tid. I 1909 fekk han Nobelprisen i fysikk for innsatsen sin.

Her i Noreg fekk marinen trådlause telegraf i 1901, og i 1906 vart det sett i gong telegraf-samband mellom øya Røst og fastlandet på Lofoten. Frå året 1908 og utetter vart dei fyrste norske handelsskip utstyrde med radiostasjonar, og vi fekk kyststasjonar på Tjøme, Flekkerøy og ved Bergen. Vi veit alle kva godt sambandsutstyr har å seia for tryggleiken til sjøs.

I 1937 døydde Marconi brått den 20. juli. Dagen etter heidra alle radiostasjonar i verda minnet til den store oppfinnaren ved å innstille sendingane i to minutt.

Optimalisering innenfor biologiske systemer.

Ei ny forskingsgrein som kaller seg *bionik* er i rask utvikling. Den vil undersøke de løsninger på optimaliseringsproblemer som naturen sjøl er kommet fram til i løpet av livsformenens utvikling her på jorda. Vi kan se på livets utvikling som et stortilt eksperiment der jordas overflate er laboratoriet, eksperimentaltida = $3 \cdot 10^9$ år og eksperimentalmetoden er evolusjon. De løsninger som naturen er kommet fram til ved prøving og feiling gjennom dette lange tidsrommet er i sannhet imponerende, og de kan gi en konstruktør nyttige holdepunkter når han skal utvikle lignende apparater.

La oss ta for oss følsomheten til biologiske føle- og synsapparater. Det er meget sannsynlig at allerede ett syskvant får de lysømfindtlige cellene i øynene til å reagere. Luktecellene til silkeormen reagerer på bare ett «duftmolekyl». Av fysiske grunner kan vi altså si at disse apparatene ikke kan gjøres mer følsomme.

Når en blodåre skal dele seg i to nye, like blodårer hos mennesker eller dyr, viser det seg at tverrmålene forminskes i forholdet $1:(\frac{1}{2})^{1/2}$. Gjennomføres en regning, viser det seg at en ved å anta laminær strømning får samme svar når en vil minimalisere konstruksjonsutgiftene. Det viser seg også at delingspunktene for blodårer ligger på optimale steder slik at blodtilførselen til vevet kan skje på den mest effektive måten. Volumdelen av blodlegemer i blodet

utgjør i gjennomsnitt 44 %. En optimaliseringsregning viser at når en skal transportere tørrstoff med en væske, skjer dette mest effektivt når tørrstoffet utgjør 43.3 volumdeler.

Naturen kan altså være et forbilde for oss når vi skal løse praktiske problemer. Aktuelle forskingsprosjekter innenfor bionik er studiet av de metoder naturen nytter ved energiomforming i muskelceller og hvordan et nettverk av nerveceller i hjernen kan kjenne igjen former og mønstre. Disse få eksemplene viser hva slags problemer faget bionik tar sikte på å behandle.

O. St.

LITTERATUR:

L. Gerardin: Natur als Vorbild- Entdeckungen der Bionik. Fischer Verlag. Frankfurt a.M., 1972.

Nytt styre i den faglige gruppen for biofysikk:

O. Kaalhus, formann
Ø. B. Dahler
K. B. Eik-Nes
T. B. Melø
J. Moan

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 4/3 1974

Cand. real. H. Carlsen, Fysisk institutt, avd. C, Universitetet i Bergen, Bergen.

Professor K. Eik-Nes, Biofysisk institutt, NTH, Trondheim.

Cand. real. T. G. Finstad, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Blindern.

Siv.ing. T. Lindmo, Avd. for Biofysikk. Det norske Radiumhospital, Montebello, Oslo.

Stipendiat H. Parr, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Blindern.

Cand. real. J. Taftø, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Blindern.

Opptatt på styremøtet 6/5 1974.

Lektor I. Hiis Helstrup, Danielsens Skole, Kong Oscarsgt. 31, Bergen.

Prosjektleder H. Johansen, Avd. for telefoni, Siemens A/S, Østre Aker v. 90, Oslo.

Cand. real. T. Ottinsen, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Blindern.

Dr. J. A. J. Skard, Fysisk institutt, avd. A, Universitetet i Bergen, Bergen.

Hovedoppgaver innlevert i mars 1974 ved Almenavdelingen, NTH:

Furumo, Jørgen: Informasjonssystem for styring av justasje i et valseverk.

Lippe, von der, Jon Knut: Utvikling av apparatur for vekselfelt-avmagnetisering av bergartsprøver.

Mølster, Terje: Implementasjon av pascal og en teoremgenerator for automatisk verifikasjon av pascal-programmer.

Bøker

Charles W. Misner, Kip S. Thorne, John Archibald Wheeler: Gravitation. W. H. Freeman and Company 1973. 1312 sider, pris uinnbundet kr. 112,50.

Denne tykke boken virker unektelig imponerende når man betrakter den — ennå uåpnet. Og imponert blir man når man blar i den og leser endel av den store mengde stoff den inneholder. Kanskje har forfatterne tatt med for meget. En del steder finner man at emnene ikke er så grundig behandlet som man kunne ønske.

Boken er en lærebok i Einsteins gravitasjonsteori (generell relativitetsteori). Hver side er tydelig merket i ytre, øvre hjørne med et ett-tall eller et to-tall. De sidene som er merket med et ett-tall behandler de viktigste fysiske idéer og utgjør stammen eller primærstoffet i boken (tilsammen ca. 400 sider). Fra «sekundærstoffet» kan man så velge det som spesielt måtte interessere en. Ved hver overgang fra «primærstoff» til

«sekundærstoff» spesifiseres hva det påfølgende «sekundærstoff» bygger på og hvilken betydning det har for emner som tas opp senere. Dette vil spesielt være til hjelp for den som skal forelese fra boken.

Boken er delt i ti hoveddeler. De første fire går med til en moderne og godt fundert fremstilling av Einsteins gravitasjonsteori. De neste hoveddeler er viet anvendelsesområdene for denne teorien.

I del fem behandles relativistiske stjerner: Pulsarer, nøytronstjerner og supermassive stjerner. Disse fasinerende objekter kunne gjerne ha fått mere plass, men referanser til de viktigste arbeidene er i hvert fall med.

Del seks tar seg av det største (kanskje i mer enn en forstand) av anvendelsesområdene for generell relativitetsteori: Universet. Også her savner man flere steder viktig stoff, men gode referanser gis.

De neste to deler av boken behandler gravitasjonskollaps (sorte hull) og gravitasjonsmåling; begge deler ganske grundig behandlet.

Noe ukonvensjonelt finner man først mot slutten, i del ni, de eksperimentelle testene man har av teorien. Og i siste del stilles man overfor de grenseområder av teorien hvor kanskje spesielt viktig forskning pågår for tiden: «superspace» og «kvantengeometrodynamikk».

Forfatterne har tatt med en god del ovelsesoppgaver. Figurene er meget gode, index likeså. I tillegg til en på alle måter klar fremstilling av stoffet kan man glede seg over en del «krydder» i form av sitater og korte biografier av kjente «relativister», både av eldre og yngre årgang. Boken er en «must» for alle som er interessert i generell relativitetsteori.

Rolf Stabell

William H. Louisell: Quantum Statistical Properties of Radiation. John Wiley & Sons, New York, 1973. Pris £ 14.00.

(Wiley Series in Pure and Applied Optics)

Substantivene «Properties of Radiation» i tittelen på denne boka ga ihvertfall meg gale assosiasjoner om innholdet. I forordet heter det at «only principles and techniques are stressed», men det kunne vel sies enda klarere at dette først og fremst er ei bok om matematiske metoder i kvantestatistikk.

Boka er en utvidet versjon av forfatterens Radiation and Noise in Quantum Electronics (McGray – Hill 1964). Omfanget av formalisme er nå øket fra 250 til ca. 470 sider, og fordelt på 9 kapitler har boka omkring 2800 nummererte ligninger, hvorav noen dekker $\frac{3}{4}$ side!

Etter en presentasjon av Diracs formulering av kvantemekanikken, fortsetter boka med tradisjonelle emner som kvantisering av den harmoniske oscillator og dreieimpuls. Et kapittel om operator algebra danner kjernen også i denne boka, og dette har vel en del år vært en hovedinteresse hos forfatteren. Det sentrale temaet i dette kapitlet er en metode til å transformere fra et kvantemekanisk problem, hvor de variable er operatorer som må stå i en bestemt rekkefølge, til et ekvivalent problem med vanlige klassiske variable som kan stå i vilkårlig rekkefølge. Metoden har utstrakt bruk i moderne optikk, men skulle også ha potensielle anvendelser i f.eks. mange-legeme teori i fast-stoff-fysikken.

Det elektromagnetiske strålingsfelt kvantiseres i kapittel 4, og deretter følger to kapitler om demping i kvantiserte system. De forskjellige formuleringene ved hjelp av henholdsvis en tetthetsmatrise, Fokker-Planck ligningen eller Langevin ligninger gjennomgås her svært

detaljert. I denne boka illustreres prinsippene ved statistiske egenskaper til laser-lys i et 20 siders sluttkapittel istedenfor ved attenuatorer og lineære forsterkere i den forrige boka. Et sammendrag av Lambs laserteori er også inkludert for å konkretisere formalismens tilknytning til eksperiment.

Selve teksten bærer preg av at formuleringene ikke alltid er særlig gjennomarbeidet. Trykkfeil finnes, men det store antallet ligninger synes å være nøye korrekturlest.

Boka er av en etter hvert ikke uvanlig type hvor det legges mer vekt på selve regningen enn de fysiske fenomen som skal beskrives. Etter min mening kan opplegg av denslags bøker til selvstudium eller kollokvier være uheldig. For det første er det tungt å komme fram til selve emnet i ei slik bok, og dessuten kan fysikken

lett gå tapt i matematikk. F.eks. beregner Louisell meget eksplisitt – på 10 sider – Lambskiftet i 2s-tilstanden i hydrogen, men jeg fant det svært befriende å kunne slå opp i Bethes originale 2 siders artikkel, hvor det sies langt klarere hva masse-renormering er. Det viser seg også at en faktor 17,8 ikke er så uskyldig som Louisell gir inntrykk av.

Ved lesning av originalarbeid og mer beskrivende bøker, først og fremst i moderne optikk, men også i forbindelse med f.eks. magnetisk relaksasjon, vil man kunne gå til Louisells bok for å finne bestemte emner, f.eks. visse operator-teorem. Brukt på en slik måte skulle boka kunne være svært nyttig. Dens fortrinn blir da nettopp det at den er matematisk eksplisitt og samler en mengde materiale.

Bjørn Johan Slagsvold

I forrige hefte manglet disse figurene til artikkelen av Olav Steinsvoll: Dynamikk i faste stoffer undersøkt ved termiske nøytroner.

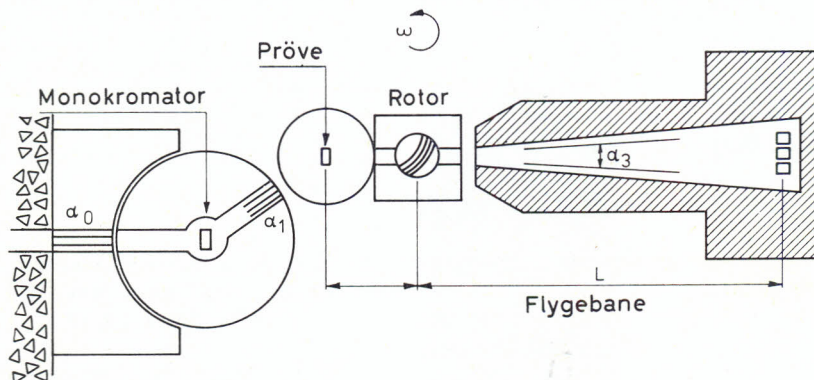


Fig. 1. Skjematisk tverrsnitt av et flyetidsspektrometer. Nøytronstrålen fra reaktoren blir reflektert av monokromatorkrystallen, treffer prøva og blir spredd mer eller mindre i alle retninger. Flygearmen med roterende lukker og nøytrontellere kan analysere hastighetsspektret av de spredte nøytroner.

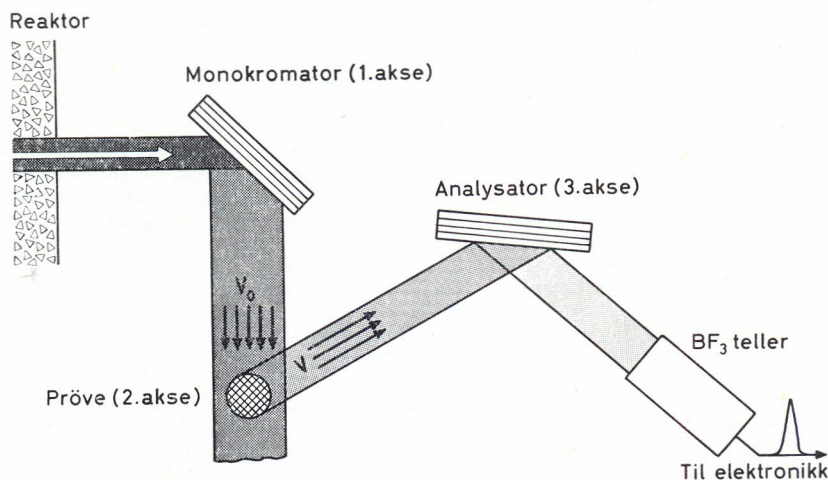


Fig. 2. Skjematisk tverrsnitt av et treaksespektrometer. Nøytronstrålen fra reaktoren blir reflektert fra monokromatorkrystallen, treffer prøva og blir spredd fra den. En analysatorkrystall sammen med en BF_3 -teller utgjør analysatordelen. Prøva, analysatorkrystallen og tellerarmen styres av en datamaskin.

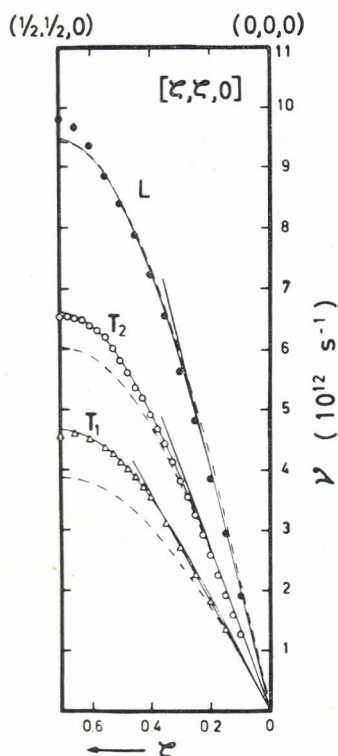


Fig. 3. Dispersjonskurver for fononer i en bestemt krystallografisk retning i metallisk jern. En ser to transverselle greiner, T_1 og T_2 og en longitudinell, L.

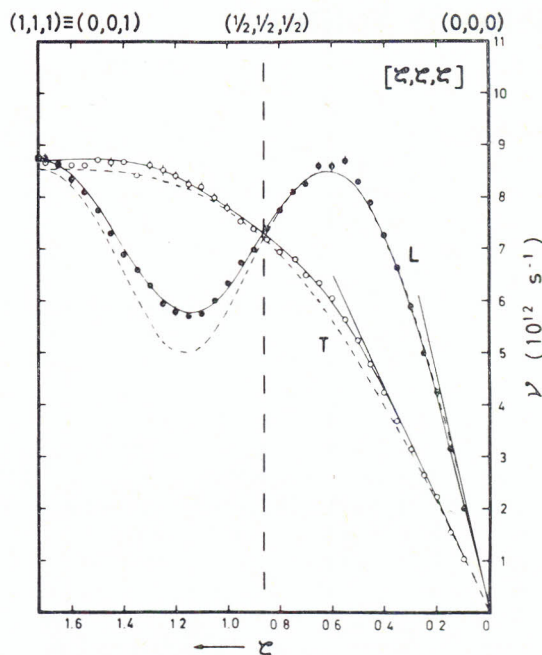


Fig. 4. Dispersjonskurver for fononer i en annen krystallografisk retning enn i fig. 3. I denne retningen faller de to transverselle greinene sammen, og en finner bare to greiner, T og L. De glatte kurvene er de dispersjonsforhold en kan regne ut for en bestemt modell der en antar sentrale krefter mellom jernatomene.

Bøker

F. Oberhettinger: Tables of Bessel Transforms, Springer Verlag, uinnbundet, 289 sider, pris DM 27.60.

Fritz Oberhettingers navn er velkjent for de fleste som har hatt kontakt med spesielle funksjoner. Med denne boken presenterer han enda et nytt oppslagsverk, nå til glede for dem som har anvendelse for Besseltransformasjoner.

I alt syv forskjellige typer transformasjoner er tabulert. Det er Hankel-, Kantorovich-Lebedev, og divisortransformasjoner, og transformasjoner med modifiserte Besselfunksjoner, Neumann-, Struve-, og Lommelfunksjoner som kjernefunksjoner.

Bortsett fra korte, men klare definisjoner av de forskjellige transformasjonene og referanser, inneholder boken bare tabeller over transformasjoner, altså ingen utledninger. Tabellene er systematisk ordnet og meget lett å finne frem i. I tillegg til kjente resultater presenteres en hel del nye formler. Totalt angis transformasjoner av ca. 1200 funksjoner. Stikkprøver avslørte hverken trykkfeil eller manglende transformasjoner.

Kjell Mork

E. Peersen og S. Østefjells: Elevforsøk i fysikk for gymnaset, Universitetsforlaget, 1972, 150 sider. Pris kr. 19.60.

Boken er i realiteten åtte monografier over sentrale emner innen anvendt undervannsakustikk, alle skrevet av kjente navn innen fagfeltet. God redigering har sikret at viktige aspekter er med, og det er lite av unødvendige overlappninger. Selve fremstillingen er imidlertid sprikende. De fleste forfatterne gir brede beskrivelser av fenomener og empiriske data for lydforplantning i vann. stort sett verbale eller knyttet til enkle formler (som ofte ikke utledes). Disse avsnitt har fylldige og vel oppdaterte henvisninger. Et par av forfatterne sammenfatter hovedsakelig sine egne arbeider på området, med henvisninger som ikke kan sies å være representative. Dette til tross vil boken forsvare en plass blant de etterhvert mange gode bøker innen feltet; i første rekke egnet som en innføring for interesserte som fra før har solid bakgrunn i akustikk eller generell fysikk. Boken er lettlest og oversiktlig og bringer mye praktisk viten om forplantningsforhold i havet og teknologi som anvendes ved kommunikasjon under vann.

Asbjørn Krokstad

THOMAS YOUNG

(1773–1829)

K. J. Knutsen

Thomas Young er født i Somerset, England 13. juni 1773 og døde i London 10. mai 1829. Young må nærmest karakteriseres som vidunderbarn. 13 år gammel behersket han mere eller mindre gresk, latin, fransk, italiensk og hebraisk. Han førte allerede som barn dagbok, og i den noterte han hvilke bøker han leste og hvilke andre intellektuelle beskjeftigelser han holdt på med. Derfor kjenner man så godt til den første utdanning han fikk. (George Peacock sørget så tidlig som i 1855 delvis ble trykket i hans bok: *Life of Thomas Young*). Her forteller han 12 år gammel f.eks. om et mikroskop som han har konstruert. Han gikk så grundig til verks at han sogar anskaffet seg en egen dreiebenk. Han hadde tidligere interessert seg meget for botanikk, men nå svinget interessen over på optikk.

Young begynte å studere medisin i London og ved St. Bartholomew's Hospital ble han interressert i øyet som optisk instrument. Og hans arbeider med dette problemet førte til publikasjonen *Observations on Vision*. Denne var så god at han allerede 21 år gammel ble valgt til medlem av Royal Society.

Young skaffet seg medisinsk etterutdanning i Edinburgh og Göttingen. Etter et opphold ved Emmanuel College i Cambridge slo han seg i 1799 ned som lege i London. I 1801 ble han professor i fysikk ved Royal Institution i London. Mens han hadde denne stillingen holdt han en rekke forelesninger som han senere publiserte under tittelen *A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*. Youngs forelesninger var originale og briljante, men meget vanskelige å forstå. Om noen medisinske forelesninger skriver Wood: (Den beste biografien som er skrevet om Young er antakelig: *Thomas Young, Natural Philosopher* (1773–1829), a biography by the late Alexander Wood, completed by Frank Oldham. 353 pp. Cambridge University press 1954). «Like many other great men, he provided a repast much too rich for the average intellectual digestion, and gave his hearers much more than they were able to carry away.»

Young forlot stillingen ved Royal Institution allerede i 1803. For fysikere er jo Young best kjent for sine arbeider innen fysikalsk optikk.

I begynnelsen av 1800-tallet hadde hverken Huygens bølgeteori eller Newtons korpuskularteori slått helt igjennom. Young publiserte sine arbeider i *Philosophical Transactions of the Ro-*

yal Society i årene 1800–1804. Youngs teori kunne forklare fenomener som interferens i tynne hinner og hvordan Newtons ringer ble dannet. Young forsto også fullt ut betydningen av koherente kilder. (Young trodde at lyset besto av longitudinelle bølger, slik at det først var Fresnell som ga en tilfredsstillende forklaring på polarisasjon.)

Youngs argumentasjon og eksperimenter var så overbevisende, spesielt for det forsøk som vi nå kaller Youngs dobbeltspalt eksperiments vedkommende, at det er nesten uforståelig at ikke bølgeteorien fikk 100 %'s tilslutning fra første stund. Det som i denne forbindelse kanskje betydde mest, var at Hensy Brougham skrev mot Youngs teorier i *Edinburgh Revue*.

Av andre bidrag som Young ydet fysikken kan nevnes at han var den første som ga ordet energi den betydning det har i fysikken i dag. Han studerte også elastiske deformasjoner i faste legemer, og han innførte begrepet elastisitetsmodul som jo som bekjent også kalles Youngs modul.

Young regnes også som en av de store forskere innen grensefeltet mellom fysikk og fysiologi. Han fremsatte en teori for fargesyn som senere ble gjenopptatt og videreført av Helmholtz (1873) og som nå går under navnet av Young-Helmholtz teori. James Clerk-Maxwell uttalte om denne teorien: «So far as I know, Thomas Young was the first who, starting from the well-known fact that there are three primary colours, sought for an explanation of this fact, not in the nature of light, but in the constitution of man».

Jeg har allerede nevnt at Young undersøkte øyets optiske egenskaper. Han studerte spesielt akkumodasjonsevne og astigmatisme. (Det er kanskje grunn til å minne om at astigmatisme i geometrisk optikk og øyets astigmatisme er to forskjellige ting.)

Young greidde å desifrere hieroglyffene på Rosettastenen som ble funnet i 1799. Tidligere hadde man ikke greidd å lese et eneste ord skrevet med hieroglyffer. Dette er omtalt på Youngs minnetavle i Westminster Abbey. Young publiserte i mange år sine arbeider under pseudonymer. Hva grunnen til dette kan være, vet jeg ikke. Han var i hvertfall ikke utpreget beskjeden.

Merkelig nok ser det ut som Youngs evner som lege ikke var så store. Selv om han praktiserte ved et av Londons beste sykehus i hele 18 år, ser det ikke ut som han på noen måte har utmerket seg som lege. Han hadde nok kunn-

skapene i orden, men manglet de personlige egenskapene som er nødvendige for å komme i kontakt med sine pasienter.

Bøker

R. W. B. Stephens (editor): Underwater Acoustics. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons

Inc.

Heftet omfatter i alt 51 forslag til elevøvinger for alle deler av fysikken, og er ment å skulle kunne brukes i tilknytning til alle lærebøker i fysikk for gymnasen. Tekstene til forsøkene er skrevet på ark med huller ferdig til å sette inn i en ringperm; det er også ferdige trykte skjemaer til å føre inn måleresultatene.

Utvalget er så vidt jeg kan skjønne meget fornuftig. De kortfattede teoriene er stort sett bra, men teorien for overflatespenning vil neppe noen bli særlig kloke av. I forsøket: «Magnetisk fluktstetthet» står det: «Kraftvirkningen på en rett strømførende leder med lengde l som befinner seg i et homogent magnetfelt er: $F = Bil$ », uten at man snakker om l 's vinkel i forhold til B .

Det er nokså mange småfeil og unøyaktigheter. Jeg skal nevne et par ting. På s. 39 står tyngde i stedet for tyngde, på s. 65 står naftalin i stedet for naftalen, på s. 67 står SI-systemet (det er vel smør på flesk), på s. 117 er volt skrevet med stor v .

La meg til slutt nevne at anmelderens navn er skrevet feil tre ganger i litteraturlisten bakerst i heftet.

K. J. Knutsen

Edward G. Gibson: The Quiet Sun. U. S. Government Printing Office, Washington D.C. 1973, NASA SP-303. 330 sider. Pris \$ 6.20.

Denne boken er skrevet av en av de ni astronautene som ble valgt til å være med på Skylab-ferdene. Boken ble til som ledd i forberedelsen til romferden. Før oppskytningen måtte astronautene gjennom en periode med intensive studier og trening for å bli kjent med vitenskapelige mål for ferdene, gjøre seg kjent med betjeningen av romskipets høyt utviklede instrumentering, og med mangfoldigheten i programmet for solobservasjonene. I treningsprogrammet var det naturlig nok et sterkt behov for en moderne oppdatert lærebok i solfysikk, og da ingen passende slik bok var tilgjengelig, tok astronaut Gobson på seg å skrive en.

Boken ikke bare beskriver observasjonsmateriale om solen, men gir også leseren innblikk i hvordan man forsøker å forstå og tolke observasjonene ut fra en bakgrunn i teoretisk fysikk. Bokens innledningskapittel

gir en kort motivasjon for studier av solen, og tar så for seg sentrale spørsmål i våre forsøk på å forstå de etterhvert kjente trekk ved solen og solaktiviteten. I kapittel to gis en enkel men bred beskrivelse av solens oppbygning og solare prosesser. Stoffbehandlingen er her myntet på folk uten dypere kunnskaper i matematikk og fysikk, eller for den saks skyld på folk som har slike kunnskaper, men som kunne ønske en rask innføring i solare fenomener.

For å lette både beskrivelsen og forståelsen av solare fenomener, inndeles de i to klasser: fenomener tilknyttet solens mer statiske struktur, og fenomener tilknyttet aktivitetsområder. For redegjøring av fenomener tilhørende den første klassen, betraktes solen å være en statisk kulesymmetrisk ball av varme gasser, slik at egenskaper ved solen bare endres med avstanden fra sentrum og utover, og en får innblikk i hvordan solenergien genereres, og hvordan energitransporten foregår ut gjennom de distinkte lagene fra kjernen til koronaen, gjennom konveksjonssonen, fotosfæren og kromosfæren. Særtrekkene ved de fysiske egenskaper til hvert lag redegjøres for, og ses i sammenheng med den utover-rettede energistrømmen. På bakgrunn av den modell av den rolige solen som på dette viset framkommer, introduseres så særtrekk ved den aktive solen. Solaktiviteten består av prosesser som finner sted i lokaliserte områder i solens atmosfære. Prosessene pågår i løpet av begrensede tidsintervaller, men på tidsskalaer som strekker seg fra år til sekunder. Beskrivelsen av prosesser i og på solen gjøres med utstrakt bruk av instruktive figurer, og boken er illustrert med en mengde glimrende fotografier. Kapitlene tre til seks diskuterer i detalj solens indre, fotosfæren, kromosfæren og koronaen. Som bokens tittel angir, er det trekk ved den rolige solen som beskrives. Solens indre vil alltid kunne beskrives som fri for aktivitet i den ovennevnte betydning. Når det gjelder de lavere deler av solens atmosfære, fotosfæren og kromosfæren, er det forholdsvis greitt eksperimentelt å skille mellom rolig sol og aktiv sol. I den ytre atmosfæren, koronaen, er det imidlertid langt verre å skille ut aktivitetseffekter, og de er derfor inkludert i beskrivelsen der hvor det har vært påkrevd.

Forfatteren gir en meget grundig behandling av stoffet. Presentasjonen av observasjonsresultater og fotografier er meget instruktiv. Bruken av matematiske ligninger og beskrivelser er stram, og hele tiden begrenset til å være et hjelpemiddel til forklaring av de fysiske prosesser og forhold som ligger bak fenomenene. Forfatteren benytter hele tiden korte presise setninger, og evner å beskrive og forklare prosessene uten å ty til språkbruk som vanskeliggjør tilegnelse av stoffet for ikke-eksperter på området. Dette, sammen med et heldig typografisk oppsett, gjør boken både lett å finne fram i og å lese. For personer som skulle ønske ytterligere stoff om forskjellige forhold og prosesser, er det etter hvert kapittel tatt med en ganske fyldig referanseliste.

Ved direkte bestilling kan boken fås til en pris, som sett på bakgrunn av bokens omfang, meget pene utstyr og solide innbinding, er meget lav. (Hva den ville koste ved bestilling gjennom bokhandel vites ikke). Boken skulle egne seg utmerket for realfagstuderende, men vil også, på grunn av sitt opplegg og sin letteste stil, gi andre interesserte i solare prosesser med mindre bakgrunn i matematikk og fysikk, godt utbytte.

Boken synes å ha vært gjenstand for god korrekturlesning, og trykkfeilene er meget fåtallige. Boken anbefales hermed på det beste.

Rolf Amundsen

Frank S. Barnes: *Laser Theory*. IEEE Press. 1972. 469 s.

Denne boken er en samling opptrykk av 35 utvalgte originalartikler og 2 oversiktsartikler som spenner over det vesentlige av teorien for lasere. Første kapitel består av tolv klassiske artikler om teorien for stimulert emisjon, forsterkning av mikrobølger samt eksperimenter med masere. Kapitlet avsluttes med et par artikler av T. Maiman fra 1961, året etter at han for første gang påviste stimulert stråling av synlig lys.

Optiske resonatorer er behandlet i tre lange og grundige artikler. Teoretiske arbeider fra sekstiårene, såvel semiklassiske som kvantemekaniske, gir en fundamental og moderne beskrivelse av laseroscillatorer og forsterkere. Bokens to siste kapitler omhandler faselåsning, modulasjon, støy i lasere og parametriske oscillatorer, hvorav det siste emnet er mest introduksjonspreget.

Om man ønsker en dypere kunnskap på et mer avgrenset område eller et bredt studium av laserfysikken, egnert boken seg til å starte med, og man skulle komme langt ved å bruke de mange henvisningene. Bokredaktøren peker spesielt på endel viktige arbeider som ikke er bevilget plass her. Enkelte kapitler krever god teoretisk skoleing av leseren. Utvalget er gjort blant sentrale publikasjoner innen denne gren av fysikken, og de som har arbeidet med lasere vil nikke gjenkjennende til i det minste noen av artiklene.

Karl A. Selanger.

P. J. Carlson, A. N. Diddens, G. Giacomelli, F. Monnig, H. Schopper (H. Schopper, ed.): *Elastic and Charge Exchange Scattering of Elementary Particles*. (Springer, Berlin 1973) 540 sider, DM 340,—.

Denne tabellen er bind 7 i en ny Landolt-Börnstein serie om kjerne og partikkelfysikk.

Mengden av data om partikkelreaksjoner i litteraturen er allerede imponerende og øker raskt ettersom bedre og mer raffinerte eksperimentelle metoder tas i bruk. Da denne datamengde er publisert i forskjellige tidsskrifter og med forskjellige konvensjoner, er behovet for en samling og standardisering av informasjonen klar. Laboratoriene i Berkeley og CERN har da også i løpet av de siste årene lagt ned mye arbeide i «computerized» kompileringer av data. Med «computerized» menes at all data skrives på hullkort eller magnetiske bånd for lett tilgang og for å gi stor fleksibilitet i presentasjonen.

Foreliggende tabellverk, som nå utgis på kommersiell basis, bruker samme fremgangsmåte som Berkeley og CERN, og enkelte forfattere har også deltatt i CERN's kompileringer. Hva som er nytt i foreliggende tabell er at det er gjort et utvalg av data, slik at: 1) datapunkt med statistiske feil som er mye større enn for tilstøtende impuls-område, 2) eksperiment som er kjent å være feilaktige, og 3) datapunkter som avviker fra tilstøtende impulser utenfor feilgrensene, er forkastet. Denne utvelgelse har den fordel at bare de mer systematiske og presise målinger er beholdt, men innebærer samtidig en viss fare for introduksjon av systematiske feil ved subjektivitet i utvelgelsen.

Denne bind inneholder totale og differensielle virkningsstverrsnitt for proton og nøytron spredning mot

hydrogen, deuterium og komplekse kjerner; antiproton-proton, antiproton-deuterium, π^+ -nukleon og K^+ -nukleon reaksjoner, så vel som data for polarisasjon. Det er til hvert avsnitt gitt nyttige og oversiktlige formeler for forskjellig parametrisering av tverrsnitt, for Glauber-korreksjoner, og polarisasjonsparametre. I kort-het, verket virker meget grundig, har en uvanlig oversiktlig og pen presentasjon, og har fått med data faktisk helt fram til begynnelsen av 1973, selv om verket utkom samme år.

Men det er klart at tabell-verket må oppdateres med få års mellomrom skal det beholde sin verdi. Er dette mulig med en pris på omkring kr. 700,—? Anmelderen trekker dette i tvil og mener at den mer brukervennlige presentasjon i form av lett «oppdaterbare», stensilerte tabeller og diagram som CERN benytter, har mer livets rett innenfor et hurtig akkumulerende data-felt som elementærpartikkelfysikken fremdeles representerer.

Olaf Skjeggstad

H. Genzel, P. Joos, W. Pfeil (H. Schopper, ed.): *Photoproduction of Elementary Particles*. (Springer, Berlin 1973) 341 sider, DM 230,—.

Denne tabellen er bind 8 i den nye Landolt-Börnstein serien om kjerne og partikkelfysikk. Første del av bindet inneholder data i form av diagrammer og tabeller om Compton-spredning og fotoproduksjon av mesonene i energiområdet under 1.5 GeV. Området for produksjon av såkalte meson-resonanser, over 1.5 GeV, inneholdes i siste del. Her representeres data bare i form av diagrammer, fordi eksperimentelle målinger ennå er på begynnerstadiet, og derfor upresise.

Generelt gjelder samme kommentar for bind 8 som for bind 7. Det er en rent frem «gedigen» presentasjon av stoffet. Men da studiet av fotoproduksjon av hadroner er meget vanskelig eksperimentelt, men har hatt en sterk fremgang den aller siste tiden, kan foreliggende datamengde ikke være aktuell særlig lenge. Dette er synd på en tabell til en pris av kr. 500,—! På grunn av den kvalitative verdi av de oversiktlige diagrammer, og på grunn av kommentarene som er gitt til de forskjellige eksperimentelle metoder, vil boken trolig likevel være lenge til nytte for grupper i såvel eksperimentell som teoretisk partikkelfysikk.

Olaf Skjeggstad

G. Höbner (ed.): *Springer Tracts in Modern Physics*. Volum 65. Springer Verlag, Berlin 1972, 145 sider. Innbundet DM 58,—.

Springers serie som denne boken er en del av, er blitt en populær samling av større oversiktsartikler over aktuelle områder i moderne fysikk. I dette bindet finnes tre artikler, T. Theissen: *Spectroscopy of Light Nuclei by Low Energy (<70 MeV) Inelastic Electron Scattering*, H. Arenhövel og H. J. Weber: *Nuclear Isobar Configurations*, og K. Heinloth: *Experiments on Electroproduction in High Energy Physics*.

Som det fremgår av titlene omhandler både første og siste artikkel anvendelsen av elektronspredningseksperimenter til bestemmelse av partikkelstrukturen. I den første artikkelen diskuteres hvordan eksitasjonsnivåene til lette atomkjerner kan kartlegges, og man bestem-

mer levetider og andre parametre for de forskjellige mulige overganger. Forfatteren konsentrerer seg om den eksperimentelle siden av saken, og gir en omfattende oversikt over resultater, mens teorien er mer overfladisk behandlet.

Arenhøvel og Weber diskuterer i sin artikkel mulighetene for at protoner og nøytroner i atomkjernen på grunn av vekselvirkningene kan være i eksitert tilstand en del av tiden, og at på denne måten også grunntilstanden kan ha en innblanding av isobare tilstander. En slik innblanding av N^* i kjernens bølgefunksjon ville være av interesse på mange måter, men som det fremgår av artikkelen er teorien foreløpig mest kvalitativ.

Den siste artikkelen behandler elektronspredning ved høye energier og store impulsoverføringer. Slike eksperimenter har fått stor aktualitet i de siste årene, og de har bidratt mye til vår innsikt i nukleonstrukturen og nukleonenes eksiterte tilstander. Forfatteren gir en oversikt over den informasjon som uelastisk elektronspredning har gitt, og han diskuterer denne informasjonen i relasjon til noen teoretiske modeller som partonmodellen og vektor meson-dominans modellen.

De tre artiklene i boken er som vanlig for denne serien lagt opp slik at de med utbytte kan studeres av lesere som har noe innsikt i fagområdet, uten å være spesialister. Meget verdifullt for dem som vil studere emnene nøyer er de særdeles omfattende og ajourførte referansene.

Kjell Mork

W. A. Day: The Thermodynamics of Simple Materials with Fading Memory. 134 p., Springer-Verlag, Berlin 1972, DM 44,-.

Boka er nr. 22 i serien Springer Tracts in Natural Philosophy og behandler problemstillinger av følgende type: Anta at termodynamikkens 2. hovedsetning er uttrykt ved en gitt ulikhet, gyldig for en klasse irreversibile prosesser som tillates vilkårlig store avvik fra likevekt. Hvilke begrensninger gir denne ulikheten sammen med konserveringslovene for masse, impuls og energi på mulige konstitutive relasjoner? Eksempelvis på relasjonen mellom spenning og tøynings, spesielt når spenningen tillates å avhenge av tøyningsens forhistorie? Fra forskjellige fenomenologiske utgangspunkt ekstraheres altså matematiske problemstillinger som takles med strikte krav til argumentenes presisjonsnivå. Med andre ord: En har her å gjøre med et typisk produkt av Truesdell-skolen.

Innenfor sin referanseramme er boka klar og ganske velskrevet. Den gir et stimulerende bilde av problemstillinger og løsningsmetoder på feltet, og når derved det mål forfatteren har satt seg.

For en som selv ikke har sittet ved Truesdells føtter er det likevel umulig å omtale denne boka uten å tone flagg når det gjelder noen av de holdninger som synes å være skolens varemerke.

Først noen ord om selve det fenomenologiske utgangspunkt. Det har som kjent sine begrensninger, og et hovedpoeng er at disse begrensningene ikke kan diskuteres innenfor en fenomenologisk begrepsramme. En er tvunget til å grave dypere, til det underliggende mange-partikkelproblem. Men derved øker problemets kompleksitet slik at det bare er de enkleste systemer som lar seg håndtere, og selv disse er en stort sett henvist til å takle på et matematisk presisjonsnivå som ligger lavere enn det Truesdell-skolen anser akseptabelt. Slike vansker viser at rent fenomenologiske diskusjoner ikke

er overflødige. Tvert om, de kan representere den eneste farbare veg.

Men for ikke å skjære ut i rene luftslottkonstruksjoner, bør diskusjonene føres med full åpenhet mot de resultater mange-partikkelteorien tross alt har oppnådd, og like viktig, med klar forankring i fenomenene selv, i empiriske fakta.

På disse punktene har boka åpenbare svakheter som gjenspeiler Truesdell-skolens sekterske holdninger til verden omkring seg. Mangelen på kunnskaper om, og interesse for, dypere liggende fysiske teorier synes noe nær total. Den eneste forbindelseslinjen går gjennom profetens egne polemiske utfall. Respekten for tidligere resultater på feltet oppnådd av utenverdens fysikere er også ytterst beskjeden. Og referanser til eksperimenter glimrer ved sitt absolutte fravær.

Denne isolasjonistiske holdningen fører til en påfallende perspektivløshet når betydningen av de oppnådde resultater skal kommenteres. Konklusjoners gyldighetsområde er sjelden større enn premissenes, og anmelderen har liten tro på at de ulikhetene Day bygger sin argumentasjon på gjenspeiler fysikken i prosesser med store avvik fra likevekt. Nyere resultater i væsketeori viser også at straks Navier-Stokes hydrodynamikk skal generaliseres, blir Day's basis for snever.

Kort sagt: Boka er i og for seg utmerket den. Men for den ufrelste leser er referanserammen i trangest laget. Renslig argumentasjon er selvsagt prisverdig, men premissene for diskusjonen skulle også være verdt en smule ettertanke.

E. H. Hauge

F. Oberhettinger og L. Badii: Tables of Laplace Transforms. Springer Verlag, Berlin, 1973, 428 sider, uinnbundet. Pris DM 39,-.

Oberhettinger har tidligere utgitt to samlinger av integraltransformasjoner, Fouriertransformasjonene kom allerede i 1957 og Besseltransformasjonene kom i 1972. Denne boken med Laplacetransformasjoner er laget etter samme mønster som Besseltransformasjonstabellene. Bortsett fra en kort definisjon av Laplacetransformasjonen og dens inverse, en liste over betegnelser, og formasjonstabeller. Halve boken gir funksjoner med tilhørende Laplacetransformasjon, men andre halvdel gir funksjoner med tilhørende invers transformasjon. Tabellene er fornuftig systematisert, meget klare og lette å finne frem i. De er også meget omfattende, særlig er det lagt vekt på transformasjoner av de vanlige spesielle funksjonene. Stikkprøver fra anmelderen avslørte hverken manglende transformasjoner eller trykkfeil.

En mangel ved samlingen er at formelenes gyldighetsområde ikke alltid er veldefinert. Imidlertid inneholder mange formeler flere parametre og det ville utvilsomt gå ut over oversikten dersom alle områder skulle drøftes.

Laplacetransformasjonene har stor anvendelse i anvendt matematikk, og særlig i fysikk og ingeniørvitenskapene. De har derfor naturligvis også tidligere vært samlet i tabeller. Denne boken til Oberhettinger og Badii representerer en nyttig tilvekst til litteraturen på området, mange vil nok finne at den blir et verdifullt hjelpemiddel.

Kjell Mork

N. C. Barford: *Mechanics*. John Wiley & Sons, London 1973, 391 sider, innbundet.

Mekanikken er fysikkens grunnlag og eldste gren, og naturlig nok er det skrevet et utall bøker over emnet. Denne bokens nivå tilsvarer omtrent begynnerkursene i mekanikk ved våre universiteter og den inneholder de vanlige kapitlene: Newtons lover, potensial, energi, vektorregning med grad og curl, mangepartikkelsystemer, sentralkrefter, $1/r$ potensialet, spredning, transformasjoner, stive legemer, Lagrange- og Hamilton-formalisme, spesiell relativitetsteori.

Barfords bok skiller seg i opplegget ikke mye fra tidligere mer konservative fremstillinger av mekanikken. Med det menes at emnet utvikles for sin egen skyld mere enn i moderne bøker hvor man i større grad aleldre fra starten har utvidelser mot relativistisk og kvantemekanisk teori i tankene. F. eks. kommer kapitlet om relativitetsteorien til slutt, og det er både kort og spinkelt.

Teorien utvikles med formelle argumenter som etter anmelderens oppfatning er lite egnet til introduksjon av relativitetsteoriene. Generell teori nevnes overhodet ikke.

Anmelderen liker derimot at Barford innfører og utvikler det nødvendige matematiske apparat detaljert og nøyaktig, og som en integrert del av fysikken, i stedet for som vanlig å henvise til matematiske appendikser. Kanskje kommer riktignok matematikken vel sterkt i forgrunnen, f.eks. benyttes matriseregning i stor stil.

Hvert kapittel i boken starter med prinsipper og begreper, fortsetter med kommentarer og eksempler, og avsluttes med tallrike og gode øvingsoppgaver. Barford har skrevet en typisk lærebok, og i alle fall en del av studentene i mekanikk vil lese den med utbytte.

Kjell Mork

Markus Fierz: *Vorlesungen zur Entwicklungsgeschichte der Mechanik*. Springer, Berlin, Heidelberg 1972. Hefte DM 16,-.

M. Fierz er professor i teoretisk fysikk ved ETH i Zürich, elev av W. Pauli, og en fremragende kjenner av klassisk fysikk, relativitet og kvantefysikk.

I disse forelesningene sier forfatteren at han skal oppmuntre studerende i fysikk og matematikk til å beskjeftige seg med sitt fags historie og i det hele tatt med historie og kulturhistorie. «Idet», sier han – «at vi skal holde regnskap med hva vi gjør som fysikere – er det også nødvendig å vite hvorfra vi kommer».

De utvalgte emner er:

Platon og Eudoxos, Aristoteles, Arkimedes og hans etterfølgere, Middelalderens mekanikk, Fra Kopernikus til Kepler, Renessansen av Arkimedes, Galileo, 17. århundres «Mekaniske filosofi», Christian Huyghans og Newton.

De blir gjenstand for en både dyp og original belysning som tydelig bygger på personlige kildestudier. Fremstillingen er fengslende og sin natur tro har forfatteren funnet plass til mye humor på og mellom linjene. Jeg tror både realister og humanister vil ha stor glede av denne boken.

H. W.

Konferanser 1974.

Utdrag av Europhysics News Meetings Issue No. 5. Møter organisert og/eller støttet av EPS.

9-12 July

Symposium on Solid State Astrophysics, Cardiff, Wales, U. K.

15-19 July

Sixth International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, College of Swansea, Swansea, U. K.

16-19 July

6th EGAS Conference on Atomic Spectroscopy, West-Berlin.

1-2 August

International Symposium on Microwave Acoustics, Lancaster, U. K.

2-6 September

International Conference on the Application of the Mössbauer Effect, Bendor, France.

2-6 September

Second International Symposium on Neutron Capture Gamma Ray Spectroscopy and Related Topics. Petten, The Netherlands.

3-5 September

IIInd European Study Conference on Atomic and Molecular Physics on Ionized Gases (ESCAMPIG), Innsbruck, Austria.

9-12. September

Dissociation of Dislocations and Associated Two-Dimensional Defects, with Emphasis on their Effects on Mechanical Properties, Beaune, France.

9-13 September

International Conference on Nuclear Structure and Spectroscopy, Amsterdam, The Netherlands.

9-14 September

18th Ampere Congress on Magnetic Resonance and Related Phenomena, Nottingham, U. K.

19-19 September

4th European Solid State Device Research Conference ESSDERC 1974, Nottingham, U. K.

18-21 September

Physics in High Magnetic Fields, Grenoble, France.

GYMNASIASTER OG STUDENTER!

Dere kan få

Fra Fysikkens Verden

til redusert pris: kr. 10,— pr. år.

Abonnement kan tegnes enten ved postverket
eller ved direkte henvendelse, se adressen ovenfor.

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:

Professor dr. techn. Haakon Olsen, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole.
Redaksjonskomité:
Lektor K. Jostein Knutsen
Luftkrigsskolen, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet i Oslo, Blindern.
Forsker, cand. real. Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Dosent Leif Owren, Ph.D., Univ. i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genève.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos. Tormod Riste, Inst. for Atomenergi, Kjeller.

Styre: Professor dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.
Amanuensis Gunnar J. Kvifte, Universitetet i Tromsø.
Dosent dr. philos. Thormod Henriksen, Universitetet i Oslo, Blindern.
Dosent Ivar Svare, Ph.D., Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

Selskapets sekretær:

Gerd Jarrett, Nøytronfysikkavdelingen, Institutt for Atomenergi, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 88388

Bankgirokonto: 5102.20.16001

Teknisk medarbeider og annonsetjeneste:

Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

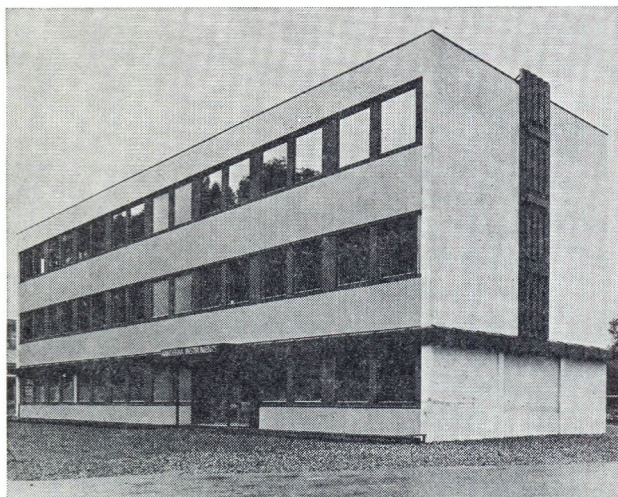
Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 15,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 10,00.

Sekretær: Gudrun Græsmann.

Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden, Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole, 7000 Trondheim.

Postgirokonto: 10472

Bankgirokonto: 8601 236545



Picture shows new plant at Nesttun near Bergen

AANDERAA INSTRUMENTS

DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

RECORDING CURRENT METERS
for ocean currents down to 5000
meters depth.

**TEMPERATURE PROFILE
RECORDERS**
for recording vertical temperature
profiles in the sea.

**CLIMATOLOGICAL RECORDING
STATIONS**
Land-based or mounted on buoys.

WATER HEIGHT GAUGES
based on recording hydrostatic
pressure.

TAPE READERS for reading
magnetic tape from the above
instruments.

FANAVEIEN 13
5050 NESTTUN
NORWAY
TEL.: BERGEN (05) 27 40 30
CABLE HELICON