

*L. Lundberg*

Arhus 26.03.85

UDDANNELSE I MEDICINSK FYSIK  
I DANMARK

Betænkning fra  
Dansk Forening for Medicinsk Fysik's Uddannelsesudvalg

## 1 Betænkningens baggrund

På efterårsmødet den 30. oktober 1982 i Dansk Forening for Medicinsk Fysik (DFMF) vedtoges det at danne en kontaktgruppe mellem de radiofysiske laboratorier med henblik på en revision af betænkningen fra 1973 med titlen "Uddannelse af radiofysikere i Danmark". På den efterfølgende generalforsamling den 25. maj 1983 formedes denne gruppe som et udvalg med følgende kommissorium:

"Udvalget skal foretage en kritisk gennemgang og revision af den i 1973 af et udvalg nedsat af Dansk Selskab for Onkologi og Radioterapi (DSOR) udsendte betænkning om samme emne. Der ønskes således en fornyet vurdering af den nødvendige uddannelse for hospitalsfysikere. Denne vurdering skal omfatte såvel den grundlæggende uddannelse forud for hospitalsansættelsen som den videregående uddannelse i forbindelse med ansættelsen. Vurderingen skal sættes i relation til de tilsvarende forhold i de øvrige nordiske lande samt i resten af Europa".

### 1.1 1973-betænkningen

Den i kommissoriet omtalte betænkning blev udarbejdet i løbet af 1972 og vedtaget på DSOR's generalforsamling den 11. maj 1973.

Betænkningen var udformet i 5 afsnit. Efter en indledning med bl.a. historisk oversigt blev de fagområder, en radiofysiker skulle være fortrolig med, gennemgået, ledende frem til en præcisering af den grunduddannelse, der måtte forudsættes. Derefter fulgte en diskussion om mulighederne for efteruddannelse i ansættelsen, og betænkningen afsluttedes med et forsøg på opstilling af en prognose for behovet for radiofysikere. I et appendix opstilledes en litteraturliste, som udvalget anså at være velegnet for personer, der med det tidligere i betænkningen nævnte udgangspunkt ønskede at erhverve sig tilstrækkelige teoretiske kundskaber i radiofysik. Dette udgangspunkt var forudsat at være cand.scient. i fysik eller civilingeniør med elektrofysik som speciale, idet disse uddannelser "... forudsættes som grundlag for den videregående uddannelse ....." (citat fra 73-betænkningen). De forløbne år har vist, at de personer, der har opnået

en stilling som hospitalsfysiker, har haft de nævnte grunduddannelser eller tilsvarende kvalifikationer.

Den tekniske udvikling er siden 1973 gået langt hurtigere end myndighederne og de medicinske selskaber kunne forestille sig på det tidspunkt. Inden for mange medicinske specialer er de tekniske hjælpemidler i dag så komplicerede, at det er nødvendigt for sygehusene at ansætte teknisk-fysisk sagkyndigt personale til betjening og vedligeholdelse. Ved anvendelsen af ioniserende stråling (strålebehandling og nuklearmedicin) har apparaturet endog udviklet sig så meget, at det af hensyn til patienternes sikkerhed snart bliver et krav, at en "kvalificeret ekspert i strålefysik" står til rådighed for afdelingerne (jvf. det senere omtalte EF-direktiv).

Det er de behandlende læger, der har det formelle ansvar for behandlingen af patienterne, men ved brug af nutidens komplicerede udstyr vil lægernes kompetence på de tekniske- fysiske områder ikke være tilstrækkelige til at sikre en effektiv og sikker behandling. Det er derfor nødvendigt, at behandlingerne sker i samarbejde med kvalificerede ingeniører og fysikere, som på deres side må sikres mulighed for at skaffe sig den nødvendige kompetence, gennem en løbende og grundig efteruddannelse. Det er dette aspekt, samt den beklagelige kendsgerning, at 73-betænkningen ikke kan siges at have haft nogen synderlig effekt, <sup>der</sup> er baggrunden for nedsættelsen af det nye udvalg. Udvalgets sammensætning fremgår af appendix A.

Det er udvalget magtpåliggende at fremhæve, at nærværende betænkning bør følges op med initiativer over for de ansvarlige instanser i amtskommunerne og staten til etablering af en efteruddannelse af danske hospitalsfysikere, der kan anerkendes af det offentlige. Flere af de lande, med hvilke vi normalt sammenligner os, Sverige, Finland, Storbritannien og flere andre europæiske lande, har en eller anden form for kompetencegivende uddannelse af hospitalsfysikere, og det forekommer rimeligt, at danske hospitalsbrugere har krav på samme høje og konstante faglige niveau hos en af de personalegrupper, der bemander vort hospitalsvæsen.

## 1.2 Medicinsk fysik i Danmark

Medicinsk fysik må betegnes som en relativ ny videnskabelig disciplin, der først fornylig er blevet associeret til "The International Council of Scientific Unions" (ICSU), selv om fysikere gennem århundreder har bidraget til forståelsen af det menneskelige legemes funktioner og muligheden for helbredelsen af dets sygdomme. Det var dog først med radiologiens

udvikling, at fysikere og teknikere for alvor gjorde deres indtog i sundhedsvæsenet og efterhånden etablerede dette nye fagområde. I Danmark var professor, dr.phil. I. C. Jacobsen den første fysiker, der fik en fast tilknytning til et hospital, nemlig radiumstationen i København, og det skete i 1921. Først ved etableringen af de radiofysiske laboratorier ved radiumstationerne i København og Århus i midten af 50'erne blev der oprettet faste stillinger i hospitalsvæsenet til fysikere.

### 1.3 Organisatoriske forhold

Det organisatoriske tilhørsforhold for hospitalsfysikerne har i vid udstrækning været til de respektive lægefaglige selskaber som ordinære ikke-lægelige medlemmer. Derfor blev uddannelsesbetænkningen fra 1973 også naturligt udarbejdet i DSOR's regi.

Efterhånden som de internationale organisationer for medicinsk fysik blev dannet, først The International Organization for Medical Physics (IOMP) i 1963 og senere The European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP) i 1980 blev der et behov for en mere direkte og formaliseret kontakt til disse organisationer. Mange danske hospitalsfysikere har gennem et individuelt medlemskab også været knyttet til Nordisk Forening for Klinisk Fysik, der blev dannet allerede i 1965. Men også de øvrige nordiske lande havde efterhånden dannet deres egne nationale foreninger for medicinsk fysik knyttet direkte til de ovennævnte internationale organisationer, og etableringen af EFOMP blev således den direkte anledning til, at Dansk Forening for Medicinsk Fysik (DFMF) blev dannet i efteråret 1981. EFOMP er en sammenslutning af 17 nationale foreninger med ialt ca. 3000 medlemmer.

DFMF har ifølge dens formålsparagraffer bl.a. til opgave at befordre teoretiske og praktiske fremskridt på det medicinsk fysiske område og varetage medlemmernes fælles interesse indenfor forskning og uddannelse. Som medlem kan optages enhver person med arbejde i Danmark med en længerevarende uddannelse eller tilsvarende erfaring indenfor medicinsk fysik. Foreningen har primo 1985 43 ordinære medlemmer.

Som udgangspunkt for betænkningen har udvalget valgt at bruge den definition af medicinsk fysik, som i 1982 blev opstillet af EFOMP : "Medical physics can be described as the scientific discipline which is concerned with the application of the concepts and methods of physics in medicine."

Ordet "hospitalsfysiker", som anvendt i denne betænkning, dækker altså teknisk-naturvidenskabeligt uddannede personer, der arbejder indenfor

sundhedsvæsenet med medicinsk fysik, d.v.s. anvendelse af fysiske metoder og principper til terapi og diagnostik af mennesker. Betegnelsen dækker således hele gruppen af DFMF's ordinære medlemmer.

## 2 Definition af målgruppe

Hidtil har indsatsen i den medicinske fysik overvejende været gjort indenfor tre medicinske specialer nemlig terapeutisk radiologi, klinisk fysiologi/nuklearmedicin og diagnostisk radiologi samt indenfor det tværfaglige strålehygiejniske område, og udvalget skal derfor give en hel generel arbejdsbeskrivelse for fysikere indenfor disse 4 områder suppleret med opgaver, der er specifikke for de enkelte områder.

Indenfor de tre nævnte medicinske specialer vil fysikerne være ansvarlige for alle dosimetrisk aspekter ved brugen af ioniserende stråling til terapeutiske og diagnostiske formål, d.v.s. udføre så præcise beregninger som mulig af den afsatte stråleenergi i relation til ekstern stråleterapi og terapi med interne lukkede kilder samt foretage beregninger af den absorberede dosis til relevante organer ved diagnostiske anvendelser. Fysikerne skal derfor generelt beherske det teoretiske grundlag for dosimetri samt målemetoder og instrumenter ved målinger af forskellige typer ioniserende stråling og varetage kalibreringer mod nationale og internationale standarder.

Fysikerne forestår kvalitetskontrollen af de respektive afdelingers udstyr og sikrer, at der sker en optimal udnyttelse af udstyrets potentielle. De overvåger og eventuel medvirker ved vedligeholdelsen og reparationen af udstyret samt evaluerer, foretager indstilling og udfører modtagekontrol af nyt udstyr.

Fysikerne deltager i udvikling og opsætning af nye behandlings- og undersøgelsesmetoder samt overvåger målinger på patienter og tilrettelægger analyser af de resulterende data. Fysikerne skal sikre, at relevante numeriske og statistiske metoder bliver taget i anvendelse ved dataanalyser bl.a. ved en optimal udnyttelse af de tilstedeværende databehandlingsmuligheder.

Fysikerne skal indføre nye videnskabelige og tekniske metoder i afdelingerne samt varetage udviklings- og forskningsmæssige opgaver såvel indenfor de relevante kliniske specialområder i nært samarbejde med de kliniske kolleger. De varetager undervisning af afdelingernes forskellige personalegrupper i fysiske aspekter af de pågældende specialer.

I relation til den terapeutiske radiologi vil der være et meget nært samarbejde med de kliniske kolleger omkring dosisplanlægningen, og fysikerne vil udvikle og kontrollere fremstillingen af det nødvendige tilbehør til gennemførelse af de individuelle behandlinger. De vil endvidere medvirke aktivt ved analyse af behandlingsresultater og ved testning af modeller for stråleeffekten på normalt væv og tumorvæv. Ved anvendelse af åbne radioaktive isotoper til diagnostiske og terapeutiske formål vil fysikerne formulere matematiske modeller for fysiologiske systemer og være medansvarlig for indkøb, måling og fordeling af disse. Ved afdelinger for diagnostisk radiologi vil fysikerne specielt foretage udvikling, test, kalibrering og overvågning af det mere sofistikerede udstyr som f.eks. CT-scannere, men også bistå ved optimering af den radiografiske kvalitet ved standardprocedurer.

Fysikerne vil være ansvarlige for alle fysiske aspekter af strålebeskyttelsen og strålehygiejnen i de respektive afdelinger, herunder foretage de nødvendige beregninger af de strålebeskyttelsesmæssige foranstaltninger ved nyinstallationer nødvendige for opnåelse af myndighedernes forhåndsgodkendelse samt være i stand til at træffe de nødvendige foranstaltninger i tilfælde af uheld specielt i forbindelse med kontaminering af personer og lokaler. De skal derfor generelt beherske helsefysiske målemetoder og instrumenter ved måling af de relevante typer ioniserende stråling for at kunne afgøre i konkrete situationer om nationale og internationale regler og bestemmelser er overholdt.

Fysikere ansat i sundhedsstyrelsen vil have en række tilsyns- og rådgivningsopgaver indenfor de samme områder samt vedrørende det generelle strålemiljø her i landet og derved fungere som centraladministrationens eksperter i strålefysiske spørgsmål. De sikrer, at de nationale dosimetriske standarder kalibreres løbende mod internationale standarder og overvåger den centrale persondosimetri af arbejdstagere samt giver tilladelser til brug af radioaktive stoffer og godkender foretagne røntgeninstallationer m.m. De medvirker ved udarbejdelse af ministerielle bekendtgørelser og rekommendationer samt har en omfattende undervisningsvirksomhed af diverse personalegrupper.

Sammenfattende kan udvalget konstatere, at arbejdsopgaver og ansvarsområder for fysikere, der arbejder med medicinsk fysik i sundhedsvæsenet, udgår overvejende fra tre målsætninger, nemlig for det første at bidrage med en naturvidenskabelig indsigt til en optimal undersøgelse og behandling af enkelte patienter og for det andet at medvirke ved organisationen og

gennemførelsen deraf og endelig for det tredje at udføre forsknings- og udviklingsarbejde.

Det må understreges, at fysikeren har indflydelse på patientens diagnose og behandling samt diverse sikkerhedsforanstaltninger for denne, og derfor har hans afgørelse konsekvens for patienterne. Da hans afgørelser er baseret på hans faglige kompetence - en kompetence, der ikke findes andre steder i sundhedsvæsenet - bør han gives det fulde ansvar for sit arbejde.



### 3 Behov for primæruddannelse

Til belysning af ansættelses- og uddannelsessituationen indenfor arbejdsområdet medicinsk fysik i Danmark blev der i april 1984 på uddannelsesudvalgets initiativ gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt medlemmerne af DFMF. På grundlag af 37 besvarede skemaer af 49 mulige (svarprocent 76) gennemførtes en profilanalyse af disse forhold. Resultaterne af denne analyse findes samlet i appendix B. I det følgende skal nogle hovedlinier i undersøgelsen trækkes frem med henblik på diskussion af behovet og muligheden for primæruddannelse indenfor medicinsk fysik. Det bør indskydes, at besvarelsenerne er ujævnt fordelt på arbejdspladskategori: 85% af svarene stammer fra medlemmer ansat ved et af de seks radiofysiske laboratorier (besvarelsesprocent 97). Der er dog intet i materialet, der tyder på væsentlige forskelle mellem arbejdspladskategorierne, og materialet er analyseret under et.

#### 3.1 Grunduddannelse og ansættelsesanciennitet.

Tre grunduddannelser har leveret 84% af de ansatte indenfor området: cand.polyt. (36% ), teknikumingeniører (24% ), og cand.scient. (24% ). De resterende 16% har andre uddannelser, der kan sidestilles med disse, men som f.eks. er erhvervet i udlandet. Ansættelsesancienniteten i nuværende stilling er væsentlig forskellig i disse tre grupper, idet den gennemsnitlige anciennitet er 18 år for teknikumingeniører, 13 år for cand.polytter og 6 år for cand.scienter. Baggrunden for i stigende grad at ansætte mere teoretisk uddannede kandidater skal formodentlig delvist søges i ændrede arbejdsmarkedsforhold for de omtalte grupper, men tendensen er blevet forstærket af en tilsvarende udvikling af jobfunktionerne for hospitalsfysikere.

En trediedel af medlemmerne er ansat indenfor årene 1970-75, og to trediedele er ansat i 15-års perioden 1965-1980. En tilsvarende skævhed iagttages i aldersprofilen, idet 75% af de ansatte har en alder mellem 35 og 50 år på undersøgelsestidspunktet. Kun 3 personer er over 50 år, heraf ingen over 55 år.

### 3.2 Konsekvenser af aldersprofilen.

Skævheden i aldersprofilen har umiddelbare konsekvenser ved vurdering af behovet for nyansættelser i den kommende periode. Ved uændret pensionsalder og uændret stillingsnormering indenfor arbejdsområdet kan kun et meget ringe antal ledige stillinger forventes frem til år 2000. 3 personer når pensionsalderen i slutningen af perioden 1985-2000. Sammenholdt med et meget ringe antal stillingsskift til andet arbejdsområde blandt foreningens medlemmer, må det skønnes, at mindre end 10 stillinger skal nybesættes frem til år 2000 under antagelse af uændret normering. Denne sidste forudsætning er naturligvis afgørende og vil blive diskuteret yderligere i kapitel 5.

Udvalget ser derfor ingen realistisk mulighed for at etablere en formaliseret basisuddannelse i medicinsk fysik. Derimod stiller den relativt statiske ansættelsessituation store udfordringer til et efteruddannelsesprogram. Dette emne skal behandles yderligere i kapitel 6.

### 3.3 Rekruttering og supplerende uddannelse af nyansatte.

Ledige lønmåneder frigjort i forbindelse med orlov, ferievikariater eller midlertidigt bevilgede stillinger har hidtil i et vist omfang givet mulighed for, at nyuddannede kandidater med interesse for medicinsk fysik har kunnet stifte bekendtskab med faget. Herudover har et antal specialestuderende, ved de grunduddannelser foreningens medlemmer er rekrutteret fra, benyttet muligheden for at lave speciale indenfor medicinsk fysiske emner under delvis vejledning af hospitalsfysikere. Styrkelse af disse muligheder må anses for meget vigtig, dels på grund af den væsentlige faglige fornyelse og inspiration, der herved tilføres den medicinske fysik, dels på grund af de muligheder, der skabes for nye kandidater til at fordybe sig i dele af faget.

Basisuddannelsen i medicinsk fysik her i landet må betragtes som en "lærlingeuddannelse", hvor den nyansatte gradvist introduceres i arbejdsområdet, dels ved samarbejde med de øvrige ansatte på institutionen, dels ved selvstudium. Et nødvendigt supplement hertil må være, at den nyansatte skaffes mulighed for deltagelse i kurser indenfor beslægtede - først og fremmest medicinske og biologiske - emneområder, hvor profilundersøgelsen har påvist et stort efteruddannelsesbehov tidligt i ansættelsen.

Tilsvarende fører de manglende muligheder for en decideret grunduddannelse i medicinsk fysik i Danmark til et stort behov for gennem deltagelse i kurser og konferencer i udlandet at stifte bekendtskab med de nyeste

metoder og emner indenfor faget. Derudover vil væsentlige dele af efteruddannelsesprogrammet indenfor medicinsk fysik være specielt relevant for nyansatte i faget.

Uddannelsesudvalget finder, at fraværet af en formaliseret grunduddannelse i medicinsk fysik pålægger arbejdslederen og den ansættende institution et særligt ansvar for gennem vejledning og ikke mindst tilvejebringelse af de fornødne ressourcer at sikre den nyuddannede i feltet en alsidig og højt kvalificeret supplerende uddannelse.

#### 4 Behov for efteruddannelse.

Den gennemsnitlige ansættelsesanciennitet i nuværende stilling er 12 år. Med den forventede begrænsede nytilgang indenfor det nuværende arbejdsområde vil middelancienniteten i 1994 være tæt på 22 år. Dette forhold kombineret med en nærmest eksplosiv udvikling indenfor medicinsk fysik i disse år, vil give anledning til et alvorligt generationsproblem frem mod år 2000. Såfremt det høje faglige niveau indenfor medicinsk fysik i Danmark skal bevares, vil forstærket efteruddannelsesaktivitet være uomgængeligt nødvendig. På trods af den differentiering af arbejdsfunktionerne, der kan iagttages på de enkelte afdelinger, må det generelt forventes at efterspørgslen på kandidater med en grundig teoretisk uddannelse øges. Samtidig harmonerer disse uddannelsers prioritering af evnen til faglig vedligeholdelse og fornyelse gennem selvstudium og efteruddannelse med de stadigt stigende krav til netop disse egenskaber, som den voldsomme videnskabelige udvikling indenfor den medicinske fysik har medført. En forøget efteruddannelsesindsats er naturligvis primært i arbejdsgiverens interesse, specielt set i lyset af de store investeringer som i de kommende år må forventes foretaget indenfor det medicinsk-fysiske arbejdsfelt.

##### 4.1 Emner for efteruddannelse.

Profilanalysen udspurgte medlemmerne af DFMF om deres vurdering af behovet for efteruddannelse indenfor en række områder. Tre områder skilte sig ud med specielt stort behov for efteruddannelse: radiobiologi, medicinsk fysik og datalogi. (Appendix B, tabel nn).

Disse 3 områder er karakteriseret ved at være inde i en rivende udvikling. Radiobiologi er studiet af ioniserende strålings effekt på biologiske systemer. Dette felt, der i høj grad involverer anvendelsen af matematiske modeller til beskrivelse af de iagttagne fænomener samt ved udstrakt anvendelse af statistiske metoder til indsamling og analyse af eksperimentelle og kliniske data, leverer i stadig stigende omfang et rationelt grundlag for forbedring af strålebehandling af cancer. Hospitalsfysikere med deres kombinerede matematisk-fysiske og biologisk-medicinske uddannelse har gode forudsætninger for at medvirke ved udvikling og anvendelse af disse

principper.

Den medicinske fysik er blevet revolutioneret ved indførelsen af computere. Såvel digital billeddannelse indenfor diagnostisk radiologi og behandlingssplanlægning som anvendelsen af computere til indsamling og analyse af eksperimentelle data, til overvågning af strålebehandling, til beregning af dosisplaner for strålebehandling m.m. har stillet stigende krav til hospitalsfysikeren. Rationel og optimal udnyttelse af disse nye metoder kræver ikke blot stadig større datalogiske kundskaber, men fordrer en kvalificeret og kritisk forskning og udvikling indenfor medicinsk fysik. Denne udfordring er i høj grad taget op herhjemme, men må forudses at blive stadig større i fremtiden.

Også apparaturlære, elektronik og matematik/statistik føler 3/4 af medlemmerne et løbende behov for efteruddannelse indenfor. Dette behov har nøje sammenhæng med ovennævnte udvikling af den medicinske fysik.

De mere medicinske discipliner, specielt sygdomslære og patientomgang, vurderes også til at give behov for efteruddannelse. Her gælder det igen, at en voldsom øget viden og en stadig udvikling af nye diagnostiske teknikker og nye behandlingsteknikker på direkte måde vekselvirker med og stiller krav til den medicinske fysik.

#### **4.2 Det hidtidige niveau af efteruddannelse.**

Profilanalysen indsamlede oplysning om medlemmernes hidtidige efteruddannelsesaktivitet. Aktivitetsniveauet varierer væsentligt fra medlem til medlem, ligesom arten af efteruddannelsen gør det. Visse generelle træk kan dog udledes.

Post-graduate kurser tilrettelagt for læger er i betydelig omfang blevet fulgt af medlemmer af DFMF. Dette gælder specielt isotopkursus for læger, men også delkurser af A-kurser indenfor de relevante medicinske områder er blevet fulgt. Tilsvarende er faglige møder i de relevante lægevidenskabelige selskaber en væsentlig faglig aktivitet. Deltagelse i disse aktiviteter er i et vist omfang blevet støttet økonomisk dels af arbejdsgiveren, dels af det faglige selskab.

Instruktionskurser i forbindelse med anskaffelse af større apparatur, der ofte indgår som en del af købekontrakten, må anses for at være nødvendige forudsætninger for kvalificeret anvendelse og vedligeholdelse af udstyret.

Endelig har det i nogen grad været muligt for enkelte af foreningens medlemmer at deltage i videnskabelige kongresser og efteruddannelseskurser i udlandet. Finansieringen er foretaget af arbejdsgiveren eller gennem fondsmidler. Også egentlige studieophold i udlandet har fundet sted for en del medlemmers vedkommende.

Indenfor de sidste år har der været afholdt videnskabelige møder - til dels i kursusform - omhandlende medicinsk fysiske emner. Disse møder har været arrangeret af DFMF ofte i samarbejde med lægefaglige selskaber eller af arbejdsgruppen af ingeniører i nuklearmedicin og interessen for møderne har været stor.

Sammenfattende må det siges, at interessen blandt DFMF's medlemmer for at modtage efteruddannelse har været stor, og at mulighederne for hel eller delvis støtte både økonomisk og i form af tjenestefrihed har været rimelige. Aktiviteterne har dog været noget ujævnt fordelt blandt medlemmerne, ligesom en tydelig variation med ansættelsessted bemærkes. Behovet for efteruddannelse må som tidligere nævnt vurderes som stigende i de kommende år. Dette medfører et øget behov for etablering af relevante og fagligt forsvarlige efteruddannelsesaktiviteter såvel som en positiv medvirken og støtte fra arbejdsgiverens side.

## 5 Fremtidige behov

Når man skal prøve at forudsige, hvordan faget medicinsk fysik vil udvikle sig i de nærmeste 10 år, kan det være lærerigt at se på, hvordan det er gået med tidligere forudsigelser. Betænkningen fra 1973, som altså kun omhandler fysikere tilknyttet onkologiske afdelinger, spåede, at 49 personer ville være ansat inden for dette fagområde i 1985. Dette kan sammenholdes med, at der nu (ultimo 1984) er ansat 34 fysikere ved disse afdelinger, hvilket således er en stigning fra 1973 på kun 9 stillinger mod forventet 24. For fuldstændighedens skyld bør det dog nævnes, at på de radiofysiske afdelinger er 11-12 stillinger besat med mellemt teknikere så som specialuddannede elektronikteknikere, laboranter eller radiografer til at varetage de mere rutineprægede opgaver i dosisplanlægning og simulering. Denne udvikling både i mængde og type af nyoprettede stillinger kan tildels forklares ved, at 1973 betænkningen er skrevet inden 70'ernes afmatning er slået igennem.

Ved en nyvurdering er problematikken delt op i forskellige faktorer, der vil blive vurderet hver for sig: (1) sygdomsudvikling, (2) ændringer i diagnostiske og terapeutiske metoder, (3) politiske faktorer, (4) teknisk udvikling, (5) fagets udvikling.

### 5.1 Sygdomsudvikling

Det samlede forbrug af sygehusydelser har gennem de sidste 10-15 år været stigende, hovedsageligt i de ældste befolkningsgrupper. Det er især inden for diagnosegrupperne: svulster, sygdomme i kredsløbsorganer og sygdomme i knogler m.m., at stigningen er sket. Dette er sygdomme, som kræver specielt teknisk avanceret udstyr til undersøgelser og behandlinger.

### 5.2 Ændringer i diagnostiske og terapeutiske metoder

Stigningen i forbruget af sygehusydelser, f.eks. udtrykt ved antal undersøgelser og antal henviste patienter, er større end stigningen i nyopståede sygdomme i almindelighed i befolkningen, hvilket væsentligst skyldes, at nye og bedre eller supplerende undersøgelses- og behandlingsmetoder til

stadighed dukker frem.

Indenfor det diagnostiske område kan nævnes den almindelige udbredelse af nye metoder som ultralyd, CT-scanning og dynamiske isotopundersøgelser.

Et eksempel på variationer i antallet af henviste patienter kan findes indenfor strålebehandlingen, hvor nye behandlingsprotokoller blev indført i 1977 for behandling af cancer mammae. Før 1977 blev alle landets ca. 2000 nye brystcancertilfælde pr. år strålebehandlet, og disse udgjorde 20-25% af patienterne i en terapiafdeling. De første nye protokoller bevirkede et fald i den totale belastning i stråleterapien på knapt 10%. Disse protokoller afløstes i 1982 af nye, der medførte en stigning, idet det blev foreskrevet, at antallet af strålebehandlinger pr. patient skulle øges (til mere end det dobbelte pr. patient). Nu går tendensen mod brystbevarende behandling, hvorved endnu flere patienter skal have extern strålebehandling, og evt. en mere tidskrævende implantation med radioaktive kilder.

Trods forudsigelser for 10-15 år siden om, at den medicinske cancerbehandling ville fortrænge stråleterapien, viser den faktiske udvikling en stigning i antallet af strålebehandlinger. Hertil kommer nye og endnu eksperimentelle behandlingsmetoder som hypertermi (varmebehandling) og implantation af radioaktive kilder, og dette betyder en øget arbejdsbelastning for de radiofysiske afdelinger. Endelig er behandlingen af en række cancertyper (f.eks. cancer recti) taget op til fornyet revision med hensyn til strålebehandlingens egnethed som behandlingsmetode. Disse undersøgelser viser, at med bedre teknik, bedre diagnostik (CT-scanning) og bedre udnyttelse af biologisk viden kan der opnås positive resultater.

Det kan sammenfattende siges, at stigningen i sygehusydelse gennem de seneste år er sket i takt med den tekniske udvikling.

### 5.3 Politiske faktorer

Den overordnede fordeling af ressourcer i sundhedssektoren ligger hos politikerne. Det er derfor naturligt at se på, hvordan politiske beslutninger har haft indflydelse på udviklingen inden for den medicinske fysik. Først og fremmest er beslutningen om, at cancerbehandlingen ikke længere betales af staten, men af amterne, af stor økonomisk betydning. Dette forstærkes af, at behandlingen over amtsgrænserne skal afregnes 'kontant' amterne imellem. En konsekvens heraf er omstruktureringen af behandlingsfaciliteterne på Sjælland med en udvidelse af Herlev og en indskrænkning af



Finsen/Rigshospitalets cancerbehandlingskapacitet. Ligeledes er oprettelsen af en strålebehandlingsafdeling på Vejle sygehus en konsekvens heraf. I Esbjerg findes tilsvarende planer om start af et strålebehandlingsafsnit, men disse er foreløbig udsat.

Et andet eksempel på politisk indflydelse på beskæftigelsen inden for medicinsk fysik er et nyt EF-direktiv af 3. september 1984 om fastsættelse af grundlæggende foranstaltninger til strålebeskyttelse af personer, der underkastes medicinske undersøgelser og behandlinger (84/466/Euratom), der kræver, at alle afdelinger med nuklearmedicinsk udstyr skal have adgang til ekspertise inden for dette område af den medicinske fysik. Endvidere må man ikke se bort fra, at en del nyudviklet udstyr til diagnostik (CT-scannere og NMR-scannere) nu er så dyrt, at politikerne bliver direkte involveret i beslutningerne om anskaffelse af dette udstyr.

#### 5.4 Teknisk udvikling

Den tekniske udvikling inden for det medicinsk fysiske felt er mindst lige så rivende som på andre felter. Som et eksempel kan nævnes, at behandlingssapparatet midt i 60-erne bestod af relativt simpelt mekanisk udformede koboltkanoner, mens der nu benyttes meget mere komplicerede accelerators.

Datateknikken, som anvendes ved dosisplanlægningen og inden for klinisk fysiologi og nuklearmedicin samt ved CT-scanning og andre nye diagnostiske metoder, har som bekendt også været gennem en rivende udvikling. Hvad enten den medicinske fysiker er tilknyttet et af disse billeddannende områder eller en onkologisk afdeling, er det nødvendigt at følge med på alle de øvrige områder for at kunne opnå de bedst mulige behandlings eller diagnostiske resultater for patienterne. Denne udvikling stiller selvsagt store krav til den enkeltes selvstudier og fagets tilbud om efteruddannelse.

#### 5.5 Fagets udvikling

Ser man tilbage på faget medicinsk fysiks udvikling har der fra starten kun været ansat fysikere på radiumstationerne i forbindelse med strålebehandling. Udviklingen er gået mod, at enkelte har specialiseret sig i diagnostisk fysik, først og fremmest indenfor området klinisk fysiologi og nuklearmedicin. Fordi apparaturet i røntgendiagnostikken bliver mere avanceret og dyrere (digital røntgenteknik), iagttages i bl.a. USA en kraftig tilgang af fysikere indenfor dette område til at varetage kvalitetskontrol på apparaturet. Et lignende opsving kan forventes herhjemme. Ud fra

et fagligt miljø-synspunkt må det være fordelagtigt, at disse fysikere tilknyttedes de eksisterende radiofysiske afdelinger.

Indenfor området NMR-scanning må der uvægerligt blive et stort behov for tilknytning af lokal ekspertise.

Endelig må det forudses, at nogle <sup>hospitals</sup> fysikere i fremtiden vil være beskæftiget med hypertermi.

### 5.6 Vurdering af personalebehov

Seks af de ni nye <sup>hospitals</sup> fysikerstillinger, der er oprette siden 1973, er opstået i forbindelse med oprettelsen af centeret på Herlev og afdelingen i Vejle. Disse er altså tilkommet i forbindelse med politisk begrundede omstruktureringer, mens de tre øvrige delvis dækker et behov grundet i øget kapacitet og anskaffelse af nyt avanceret apparatur. øget behov

Med sikkerhed vides, at omfordelingen af patientgrundlaget mellem Finsen/Rigshospitalet og centeret ved KAS, Herlev skal være tilendebragt inden 1990. Dette forventes at give 3-4 yderligere fysikerstillinger. På amtsniveau er det straks sværere at gætte på, hvor stor udviklingen vil blive. En vurdering af den tid, der gik i Vejle fra planlægningen startede i 1970 og til en fungerende afdeling stod klar i 1983, fører til, at kun en ny afdeling (Esbjerg) kan forventes at starte indenfor stråleterapien i de næste 10 år. Dette må bevirke oprettelse af 2 nye fysikerstillinger. Yderligere stillinger begrundet i kapacitetsøgning og med nyt avanceret apparatur må ansættes til ca. 3 personer. Den samlede rekruttering indenfor de nærmeste 10 år må da antages at være 8-10 personer beskæftiget med den onkologiske fysik.

Det omtalte EF-direktiv må forventes at give anledning til ansættelse af flere <sup>hospitals</sup>-fysikere, idet 7 ud af 17 hospitaler, der nu har klinisk fysiologiske og nuklearmedicinske afdelinger er uden nuklearmedicinske fysikere. Hertil kommer, at der på en række hospitaler er planer om at oprette afdelinger indenfor specialet klinisk fysiologi og nuklearmedicin. Tilgangen af <sup>hospitals</sup>-fysikere tilknyttet det lægelige speciale klinisk fysiologi og nuklearmedicin må da forventes at blive 5-10 over de næste 10 år.

Udviklingen indenfor røntgendiagnostikken kan være svær at bedømme, idet røntgenafdelinger i stor udstrækning er vant til at trække på ekspertise fra fabrikanternes serviceafdelinger, da disse er hurtigt tilgængelige p.gr.a.

den geografiske nærhed. Men både CT-scannere og digital røntgenteknik kræver en lokal og uafhængig ekspertise for at kunne fungere optimalt, så de større røntgenafdelinger må formodes at ville ansætte medicinske fysikere.

Q.A. og strålebeskyttelse ved røntgen. afd.

Undervisning

Forskning og udvikling

## 6 Forslag til uddannelsesstruktur

Udvalget anser det ikke for en realistisk mulighed at etablere en teoretisk basisuddannelse i medicinsk fysik her i landet bl.a. under indtryk af behovsanalysen for nyansatte hospitalsfysikere frem til år 2000 udtaget af profilanalysen og den almindelige økonomiske situation for de højere uddannelser. Det skal påpeges at betragtes en lidt længere tidshorisont på 20-25 år, vil der på grund af den store naturlige afgang fra faget, der må forventes til den tid, opstå en helt ny situation, som tilpas tidligt kræver en nyvurdering af behovet for en basisuddannelse i medicinsk fysik. Basisuddannelsen for nyansatte hospitalsfysikere vil dog stadig i mange år i overvejende grad være enten cand.polyt. eller cand.scient., som den har været i de senere år.

### 6.1 Grunduddannelse i medicinsk fysik

Grunduddannelsen i medicinsk fysik vil således fortsat blive givet i forbindelse med en direkte hospitalsansættelse eller som stipendiat i en videnskabelig stilling inden for det medicinsk fysiske område. Uddannelsesstedet vil være de eksisterende laboratorier eller hospitalsafdelinger eventuelt suppleret med studieophold i udlandet. Målet med grunduddannelsen er at føre den pågældende frem til en anerkendelse som kvalificeret ekspert i det delområde, hvori ansættelse har fundet sted.

Til godkendelse af uddannelsesprogram og til bedømmelse af de opnåede kvalifikationer foreslår udvalget, at der under Dansk Forening for Medicinsk Fysik nedsættes et uddannelsesråd på 5 medlemmer. Rådet vælges af og blandt foreningens ordinære medlemmer med mere end 3 års erfaring i faget, således at eksperter i medicinsk fysik inden for de tre medicinske specialer terapeutisk radiologi, klinisk fysiologi/nuklearmedicin og diagnostisk radiologi er repræsenteret. Valget sker efter kandidatopstilling ved en hemmelig skriftlig afstemning for en periode på 4 år. Der kan ske genvalg. Rådets sammensætning meddeles sundhedsstyrelsen.

Senest 3 måneder efter ansættelse som hospitalsfysiker fremsendes et uddannelsesprogram til rådet til godkendelse. Programmet er udarbejdet af

den ansatte og afdelingslederen i forening og skal omfatte en ansættelsesperiode på 2-3 år. Tidligere relevante faglige aktiviteter kan indgå i programmet. Rådet skal vurdere, om programmet kan føre til anerkendelse som kvalificeret ekspert i det pågældende ansættelsesområde. Rådet skal under afviklingen kunne yde konsultativ bistand. Efter programmets afslutning skal rådet bedømme, om forløbet har været tilfredsstillende på grundlag af indgivet dokumentationsmateriale. Ved bedømmelsen medvirker en lægelig repræsentant for det relevante medicinske speciale. Denne repræsentant bør være udpeget af specialiets videnskabelige selskab som kontaktperson til uddannelsesrådet.

Uddannelsesrådet definerer retningslinierne for bedømmelsen, idet disse dog skal være i overensstemmelse med internationale opfattelser og rekommandationer (EFOMP) af definitionen på en kvalificeret ekspert i medicinsk fysik under hensyntagen til specielle danske forhold. Retningslinierne skal kunne opnå godkendelse af sundhedsstyrelsen og ansættende myndighed. Bedømmelsen skal være kompetencegivende og give ret til en seniorbetegnelse. Rådet skal være uafhængigt af det under Dansk Selskab for Onkologi og Radioterapi siddende "paragraf-14" udvalg til bedømmelse af ansøgere til chefstillinger ved de radiofysiske afdelinger og af andre lægefaglige paragraf-14 udvalg.

## 6.2 Efteruddannelse i medicinsk fysik

Udvalget har gentagne gange i denne betænkning fastslået det store behov, der er for efteruddannelse af hospitalsfysikere, og i kap. 4 blev refereret emner (radiobiologi, medicinsk fysik og datalogi), i hvilke der ifølge profilanalysen var størst behov for efteruddannelse. 2

Udvalget foreslår, at det under 6.1 nævnte uddannelsesråd for medicinsk fysik pålægges ansvaret for etablering og gennemførelse af et efteruddannelsesprogram. Det skal således pålægges rådet at arrangere mindst et fagligt weekend-kursus af tilstrækkelig kvalitet og relevans pr. år samt medvirke ved etablering af tværfaglige kurser. Emnerne for efteruddannelseskurserne bør have størst og bredest mulig interesse blandt foreningens medlemmer.

Rådet skal søge anerkendelse og støtte for en sådan kursusvirksomhed hos amtskommunale og statslige myndigheder og sikre finansieringen ved at indhente økonomisk støtte fra arbejdsgivere, fonds og firmaer. Det må tilstræbes at gøre kurserne økonomisk selv bærende, d.v.s., at en eventuel

kursusafgift må afhænge af opnået støtte fra anden side og tilslutning til kurserne fra medlemmerne. Det bør tilstræbes, at der udgives kursusnoter til dokumentation af det faglige niveau. Arrangementet af kurser kan uddelegeres til enkelte afdelinger eller institutioner og eventuelt vil de kunne afvikles på sygehusenes uddannelsescentre. Rådet skal udbygge kontakten til andre nationale foreninger vedrørende uddannelse og efteruddannelse og til EFOMP's uddannelseskomite og derved fremme danske hospitalsfysikeres deltagelse i nationale og internationale kurser, seminarer, sommerskoler etc..

Det af udvalget foreslåede uddannelsesråd får således en meget central placering og stor indflydelse på strukturen af såvel grunduddannelsen som efteruddannelsen for danske hospitalfysikere. Udvalget finder imidlertid, at netop manglen på en basisuddannelse i medicinsk fysik gør det nødvendigt at samle kræfterne og ansvaret i et sådant råd for at opnå den nødvendige anerkendelse og støtte for de åbenbare behov, der er for uddannelse/efteruddannelse blandt foreningens medlemmer. Det vil samtidig betyde en generel styrkelse af det faglige miljø her i landet. En mere struktureret grunduddannelse i medicinsk fysik vil sikre den nyansatte en alsidig orientering i faget og samtidig sikre, at den pågældende opnår betegnelsen kvalificeret ekspert indenfor en rimelig ansættelsesperiode. Uddannelsesrådet kan være med til at højne det faglige aktivitetsniveau på de enkelte afdelinger ved en direkte påvirkning af bevillende myndigheder. Den nyansatte skal sikres rimelige arbejdsforhold i uddannelsesperioden, der giver mulighed for fordybelse i relevante emner for det pågældende arbejdsområde, og ansættelsesstederne skal tildeles rimelige ressourcer til varetagelse af de uddannelsesmæssige opgaver. En tilknytning af mere permanente videnskabelige stillinger ved nogle af afdelingerne eller institutionerne i lighed med de kliniske assistentstillinger med tidsbegrænset ansættelse vil være meget stimulerende for de faglige aktiviteter. Udvalget skal derfor anbefale, at uddannelsesrådet arbejder for oprettelse af sådanne stillinger ved de større laboratorier. En ansættelse i en stilling af denne art vil efter udvalgets opfattelse være en optimal indgang til fagområdet og til en ansættelse som hospitalfysiker.

## 7 Sammenfatning

Medicinsk fysik er en videnskabelig disciplin i hastig udvikling. Ikke blot den tekniske udvikling, men også den stigende anvendelse af nye fysiske effekter og metoder indenfor behandling og diagnostik stiller stadigt stigende krav til fagets udøvere. Disse krav kan kun imødekommes gennem en kombination af organiseret efteruddannelse og selvstændig faglig fornyelse. Uddannelsesudvalget finder ikke grundlag for etablering af en basisuddannelse i medicinsk fysik i Danmark. Netop derfor øges behovet for tilbud om kvalificeret primær- og efteruddannelse i faget.

Udvalget foreslår nedsat et 5 personers uddannelsesråd valgt af og blandt DFMF's medlemmer. Uddannelsesrådet pålægges ansvar for afholdelse af efteruddannelseskurser. Herudover foreslås rådet inddraget ved individuel planlægning af primæruddannelse for nyansatte hospitalsfysikere. Primæruddannelsen tænkes at strække sig over en periode på 2-3 år og bør kunne gennemføres i forbindelse med normal ansættelse.

Uddannelsesrådet skal i samarbejde med en læge fra det relevante medicinske speciale bedømme om det gennemførte uddannelsesforløb danner grundlag for anerkendelse som kvalificeret ekspert indenfor (et område af) medicinsk fysik.

Det er uddannelsesudvalgets opfattelse, at den her foreslåede uddannelsesstruktur er tilstrækkeligt fleksibel til at imødekomme dels ansættelsesstedets specielle behov for kvalificeret arbejdskraft, dels den nyansattes individuelle behov for supplerende uddannelse.

UDDANNELSE

CAND. POLYT.	12	36%
CAND. SCIENT.	8	24%
AKADEMI INGENIØR	1	3%
TEKNIKUM INGENIØR	8	24%
ANDET	4	13%
	<u>33</u>	

ANSÆTTELSESSTED

KØBENHAVN	14	43%
ÅRHUS	8	24%
ODENSE	5	15%
ÅLBORG	3	9%
VEJLE	3	9%
	<u>33</u>	

AFDELINGSTYPER

RADIOFYSISK LABORATORIUM	28	85%
ISOTOPLABORATORIUM	2	6%
SIS	2	6%
ANDRE	1	3%
	<u>33</u>	

VARIGHED AF TIDLIGERE ANSÆTTELSE (BORTSET FRA ANDEN AFDELING)

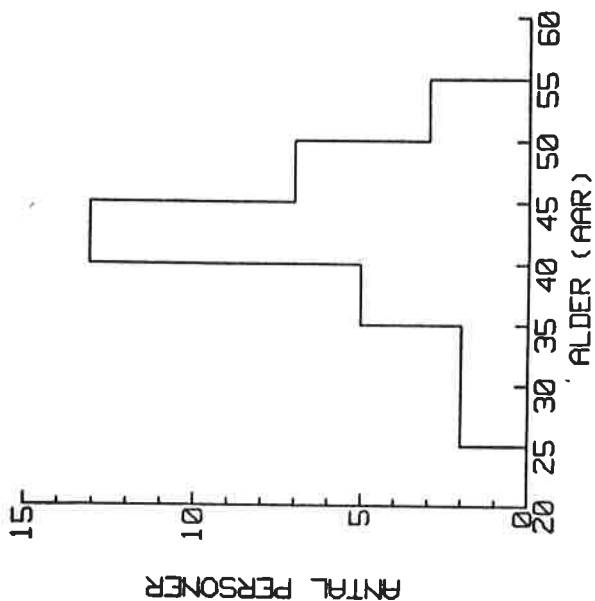
INTERVAL (AR)	ANTAL	%
0	15	45
1 - 5	13	39
6 - 15	5	15

GENNESNITLIG ANSÆTTELSESANCIENTITET I NUVÆRENDE STILLING

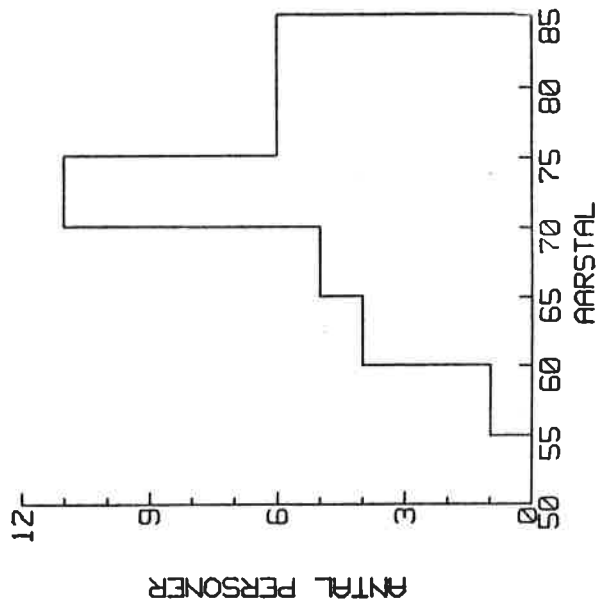
SOM FUNKTION AF UDDANNELSE:

TEKNIKUM + AKADEMI INGENIØR	( 9 PERS.)	18 AR
CAND. POLYT.	(12 PERS.)	13 AR
CAND. SCIENT.	( 8 PERS.)	6 AR

ALDERSPROFIL



ANSÆTTELSE I NUV. STILLING





EMNER FOR VIDEREUDDANNELSE EFTER BEHOV: TIDLIGT I ANSÆTTELSE (%).

	STORT BEHOV	NOGET BEHOV	INTET BEHOV
1. ANATOMI	64	21	15
2. MEDICINSK FYSIK	52	3	45
3. RADIOBIOLOGI	46	21	33
4. FYSIOLOGI	36	43	21
5. SYGDOMSLÆRE	30	49	21
6. DATALOGI	21	30	49
7. PATIENTOMGANG	12	49	39
8. ANDEN VIDEREGÅENDE UDD.	12	9	79
9. MATEMATIK/STATISTIK	9	33	58
10. ELEKTRONIK	6	42	52
11. GENEREL FYSIK	6	27	67

EMNER FOR VIDEREUDDANNELSE EFTER BEHOV: LØBENDE I ANSÆTTELSEN (%).

	STORT BEHOV	NOGET BEHOV	INTET BEHOV
1. RADIOBIOLOGI	46	30	24
2. MEDICINSK FYSIK	33	27	40
3. DATALOGI	27	61	12
4. APPARATURLÆRE	12	64	24
5. MATEMATIK/STATISTIK	12	61	27
6. ELEKTRONIK	9	73	18
7. SYGDOMSLÆRE	3	67	30
8. GENEREL FYSIK	3	46	51
9. PATIENTOMGANG	-	46	54
10. ANATOMI	-	30	70
11. FYSIOLOGI	-	27	73

SPECIFICEREDE EMNER FOR VIDEREUDDANNELSE INDENFOR:

MEDICINSK FYSIK: RADIOFYSIK  
 RØNTGENFYSIK  
 NUKLEARMEDICINSK FYSIK  
 DOSIMETRI  
 DOSISPLANLÆGNING  
 STRALEBESKYTTELSE  
 TRACER KINETIK

ANDRE EMNER : BILLEDDANNELSE, NMR, DIGITAL RADIOGRAFI  
 ULTRALYD  
 ANDRE TERAPIFORMER  
 LOVGIVNING, LEDELSE OG PROJEKTSTYRING

Udvalget nedsat den 25. maj 1983 på DFMF's ordinære generalforsamling har haft følgende sammensætning:

Hospitalsfysiker, cand.scient. Søren M. Bentzen,  
radiofysisk laboratorium, Århus kommunehospital.

Afdelingsleder, cand.scient. Klaus Ennow,  
Statens institut for strålehygiejne, Brønshøj.

Hospitalsfysiker, M.Sc. Peter Franklin,  
radiofysisk laboratorium, Odense sygehus.

Afdelingsforstander, lic. scient. Karl Arne Jessen,  
radiofysisk laboratorium, Århus kommunehospital.

Hospitalsfysiker, cand.polyt. Finn Laursen,  
radiofysisk afdeling, KAS, Herlev.

Hospitalsfysiker, cand.polyt. Hugo Simonsen,  
Statens institut for strålehygiejne, Brønshøj.

Hospitalsfysiker, ingeniør Jens Hvolby,  
radiofysisk laboratorium, Ålborg sygehus syd.

Siden oktober 1984 har følgende desuden været knyttet til udvalget:

Hospitalsfysiker, lic. techn. Ove Carlén,  
isotoplaboratoriet, Vejle sygehus.

Hospitalsfysiker, cand.polyt. Mikael Kragsholm,  
røntgendiagnostisk afdeling, Rigshospitalet.