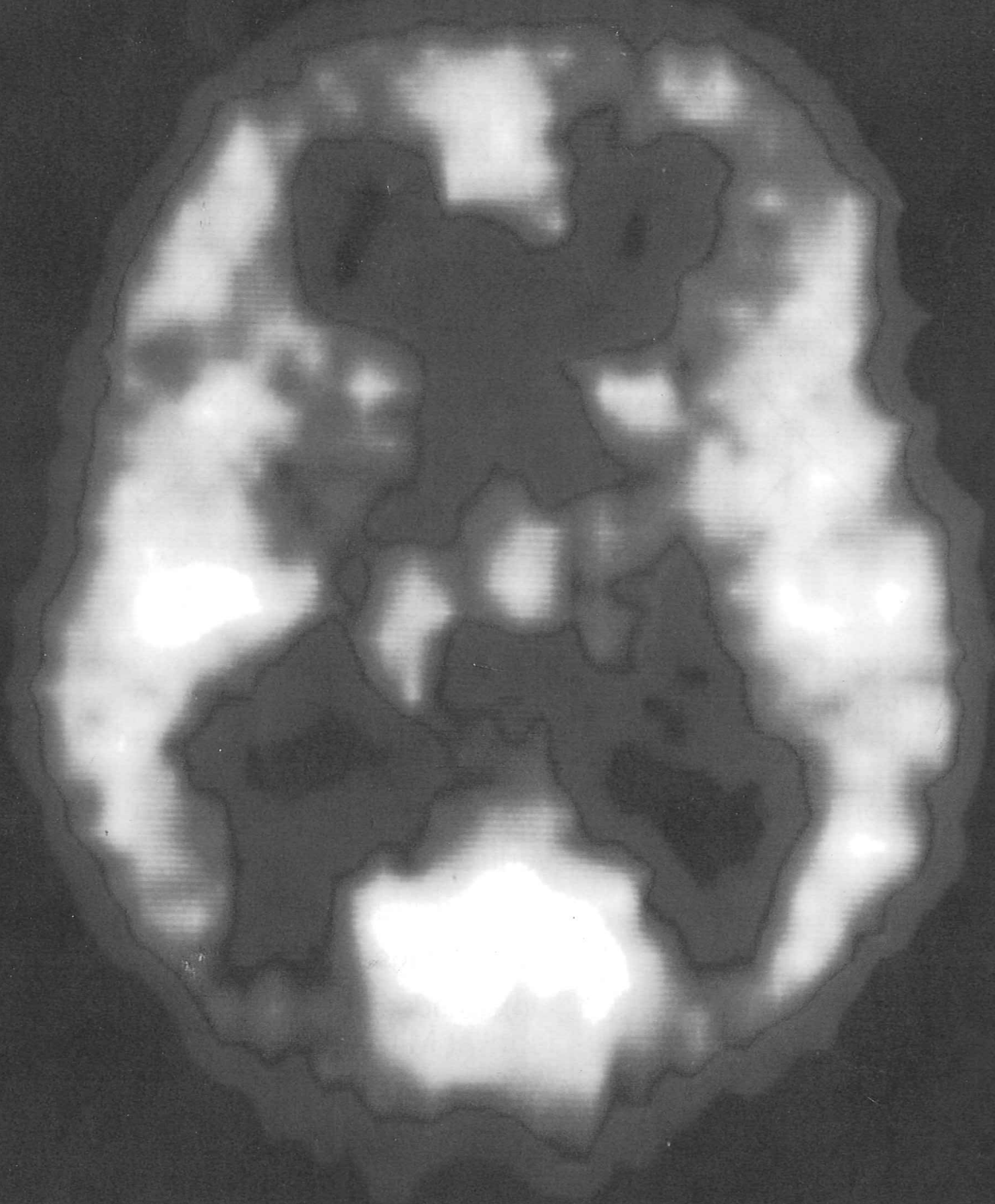


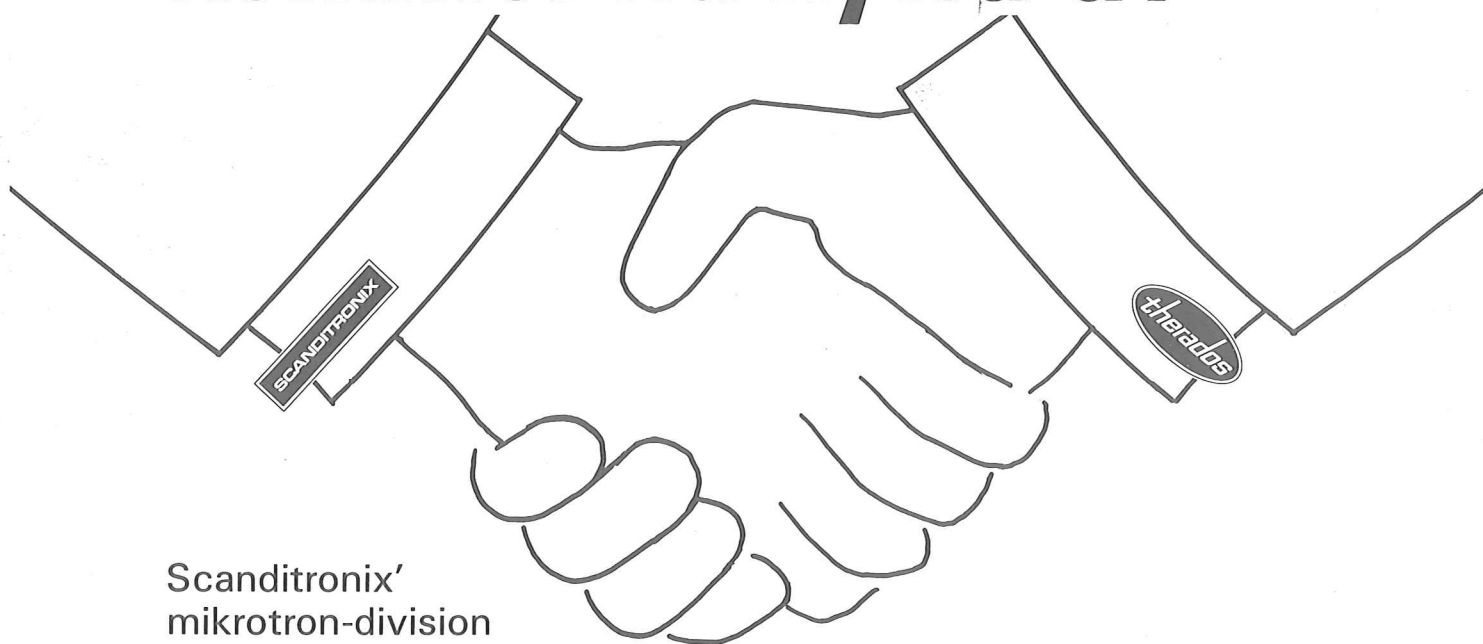
Sjukhusfysikern

Jubileumsnummer 1986



Utbildningen
Yrket
Framtiden

En sammanslagning du kommer ha nytta av



Scanditronix' mikrotron-division och Therados har slagits samman till en ny enhet inom radioterapi.

Produktsortimentet omfattar: Medicinska mikrotronsystem
Verifikationssystem
Dosimetriutrustning
Behandlingsbord
Linjära accelerators,
fabrikat Mitsubishi
VAX-baserade dosplaneringssystem,
fabrikat Oncology System

För ytterligare information v.g. kontakta Tomas Puusepp tel. 018-152440 eller Harry Gauffin tel. 018-156240.

SCANDITRONIX/THERADOS

Palmbladsgatan 14
754 50 UPPSALA

Förord

Ett ungt förbund men egentligen ett förbund med gamla anor firar sitt 10-årsjubileum.

Sjukhusfysikerna är en förhållandevis liten yrkesgrupp — högt utbildade och specialiserade och därmed nyckelpersoner inom vissa delar av sjukvården. Den enormt snabba vetenskapliga och tekniska utvecklingen inte minst inom sjukvården kommer ytterligare att öka behovet av fysiker.

Utvecklingen kan skapa problem. De flesta problem som uppstår är av tvärvetenskaplig natur och fordrar olika kompetenser vid t ex utvärdering och introducering av behandlings- och diagnosmetoder. Därför är det viktigt att sjukvården har tillgång till fysikalisk expertis väl förtrogna med sjukvården.

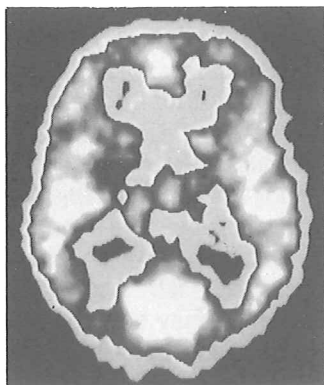
Sjukhusfysikerna är också angelägna om att deras kompetens tas till vara inte bara i den direkta sjukvården utan även inom andra

samhällsområden och den offentliga sektorn. Deras utbildning och erfarenhet har ju visat sig vara mycket värdefull i samband med Tjernobylyolyckan.

För en yrkesgrupp som sjukhusfysiker är det väsentligt att information om deras kunnande och verksamhet sprids till allmänhet, myndigheter och beslutsfattare. Därför har jubileumsnumret av Sjukhusfysikern utformats mera som en informationsskrift med både historiska återblickar och tankar om framtiden. I detta sammanhang är jag tack skyldig till Lillemor Wiberg redaktör för Naturvetaren och Bertil Axelsson redaktör för Sjukhusfysikern för det fina resultatet.



Innehåll



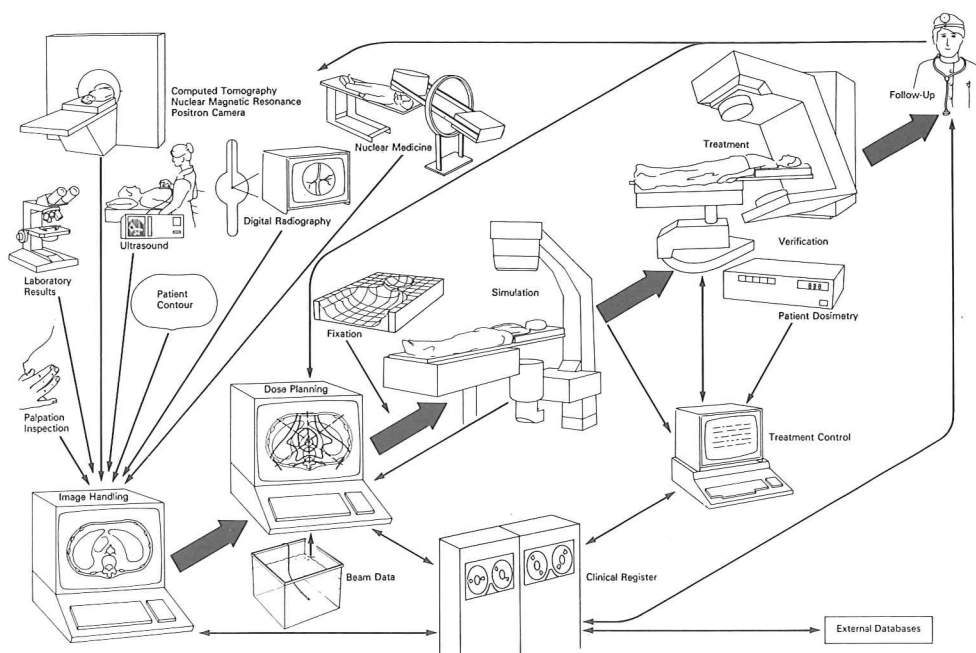
Omslagsbilden:

Blodflöde i ett tvärsnitt av hjärnan uppmätt med gammakamera.

De ljusare yttre områdena visar ett högre blodflöde i de "grå cellerna" än i den vita hjärnsubstansen i hjärnans inre.

	Sid
Sjukhusfysik idag och imorgon <i>av Bert Sarby</i>	5—8
Sjukhusfysikerförbundet 10 år <i>av Per Erik Åsard</i>	9—11
Utbildning av sjukhusfysiker <i>av Sven-Erik Strand</i>	12—14
Sjukhusfysikern och datorn <i>av Jan Cederlund</i>	15—17
Forskning och utveckling inom radiofysik och sjukhusfysik <i>av Sören Mattsson</i>	18—21
Svensk sjukhusfysik i internationellt perspektiv <i>av Rune Walstam</i>	22—23

REALISATION!!



CART-visionen realiseras
av

 **Helax**

AB Helax, Box 1704, 751 47 UPPSALA
Besöksadress: Klostergatan 10, 1 tr. Telefon 018-11 15 42

Sjukhusfysik idag och imorgon

av Bert Sarby

Sjukhusfysiken i Sverige har sitt ursprung i det samarbete som 1920 etablerades mellan Rolf Sievert och cancerföreningens Radiumhem på Fjällgatan i Stockholm, där det ett par år senare inrättades ett fysikaliskt laboratorium med honom som chefsfysiker. Uppgifterna för laboratoriet var att svara för de fysikaliska aspekterna vid dosering av röntgen- och radiumstrålning till patienter. Det var banbrytande insatser såväl nationellt som internationellt som därvid påbörjades inom dosimetrin och inom utvecklingen av strålbehandlingen. En av medarbetarna, Robert Thoræus, inledde då sitt betydelsefulla arbete att standardisera dosimetrin inom landet. Något år efter överflyttningen av Radiumhemmets verksamhet till Karolinska sjukhuset (1937) inrättades den första radiofysiska institutionen med Sievert som professor. Arbeten av intresse för röntgendiagnostiken förekom också, särskilt beträffande strålskydd.

En annan pionjär som började sin verksamhet på samma laboratorium i början av 1930-talet var Sven Benner. Han utarbetade tillsammans med radioterapeuten Heyman den mycket framgångsrika teknik för radiumbehandling av gynekologisk cancer som fortfarande används. Benner kom tidigt att även intressera sig för strålskyddsfrågorna i sjukvården och utredde i detalj stråldoserna till sjukvårdspersonalen i en tid då ingen annan kommit på tanken att strålningen även kunde ha negativa verkningar. Benner flyttade 1952 till Göteborg, där han sedan blev professor och byggde upp verksamheten såväl på universitetsnivå som inom sjukvården.

För den fysikaliska tillsynen av strålbehandlingsverksamheten vid Lunds lasarett anställdes Kurt Lidén 1942 och verksamheten ökade sedan successivt. 1961 omorganiserades verksamheten i form av radiofysiskt centrallaboratorium. Akademisk ställning i Lund fick ämnet 1947 ge-

nom en laboratur för Lidén, som 1964 ändrades till en professur. Kurt Lidén är genom sina insatser såväl nationellt som internationellt en förgrundsgestalt inom vårt yrkesområde.

Många andra personer har därefter — ingen nämnd och ingen glömd — under de senaste 30 åren bidragit såväl inom sjukvård som på universitetens institutioner till den etablerade ställning sjukhusfysiken har i sjukvården idag. Nu finns i landet ca 110 tjänster som sjukhusfysiker och biträdande sjukhusfysiker inordnade i 28 självständiga sjukhusfysikeravdelningar (d v s i stort sett en avdelning per landsting/sjukvårdsområde) med eget administrativt och ekonomiskt ansvar.

Hur vi arbetar idag

Vår uppgift i den dagliga sjukvården är att bidra med specialiserad naturvetenskaplig och fysikalisk-teknisk kompetens vid strålbehandling, isotopdiagnostik, röntgendiagnostik och i tillämpningar med icke joniserande strålning. Optimering av strålskyddet och den medicintekniska säkerheten för patienter och personal ingår som en viktig komponent i alla dessa områden. En sjukhusfysiker medverkar sålunda i det dagliga kliniska arbetet i nära samverkan med läkare från olika discipliner i planering, genomförande och utvär-

Bert Sarby är chef för sjukhusfysikavdelningen på Huddinge sjukhus. Han är sekreterare i Sjukhusfysikerförbundet.



dering av enskilda patienters undersökningar och behandling. Arbetet bedrivs under eget lednings- och yrkesansvar. Samverkan med olika medicinska discipliner i klinisk forskning och metodutveckling samt i grundutbildning och fortbildning av olika kategorier av sjukvårdspersonal ingår också i de dagliga uppgifterna. Upphandling, leveransbesiktning och klinisk igångsättning av teknologiskt mycket avancerad och dyrbar apparatur hör också hit.

Den mångfasetterade verksamheten har lett till att man på de stora universitetssjukhusen subspecialiserat sjukhusfysikerbefattningarnas inriktning på något av ovannämnda medicinska områden. På länslasarettens måste dock en sjukhusfysiker täcka flera områden och när en ny tjänst/avdelning inrättas på ett nytt sjukhus kräver sjukvårdshuvudmannen att tjänsten skall kunna fullgöra uppgifter för den praktiska sjukvården inom alla områden.

Hur vi ser på framtiden

Den förväntade utvecklingen inom våra medicinska verksamhetsområden liksom våra framtida arbetsinsatser har vi bedömt på följande sätt för de närmaste 10—15 åren.

Isotopdiagnostik (Nuklearmedicin)

I Sverige utförs årligen 130 000 undersökningar och 3 300 behandlingar med radioaktiva ämnen som tillföres patienter. Vidare utförs ca 3 miljoner in vitro isotopundersökningar, d v s mätningar på patientprover som i efterhand gjorts radioaktiva. Den nuklearmedicinska verksamheten i Sverige väntas sakta växa till under den närmaste 10-årsperioden.

Gammakameraundersökningar är ett område som dagligen faller inom sjukhusfysikens verksamhet. Gammakameradiagnostikens betydelse i sjukvården är att den antingen bidrar med undersökningar som är mindre kostnadskrävande än alternativa diagnostikmetoder eller att den är lindrig för patienten vid vissa organundersökningar samt att den för vissa frågeställningar tidigare än andra metoder kan spåra tumörer, metastaser och andra processer. Av stort framtida intresse är utvecklingen av radioaktivt märkta antikroppar, vilket kan leda till än mera utvidgad användning av gammakamerorna för tumördiagnostik. Den teknologiska utvecklingen innebär att nya radioaktiva substanser och förbättrad mätteknik och nya matematiska utvärderingsmetoder ständigt blir tillgängliga och möjliggör att nya frågeställningar kan studeras i rutinsjukvården. Gammakameratekniken möjliggör att man i samma patientundersökning kan studera både morfologiska och funktionella förhållanden och

Rolf Sievert, sjukhusfysikens fader, inledde på 1920-talet ett samarbete med cancerföreningens Radiumhem som ledde till banbrytande insatser såväl inom dosimetrin som inom strålbehandlingen.



Sven Brenner, också han en pionjär inom sjukhusfysiken, utarbetade tillsammans med radioterapeuten Hayman, en mycket framgångsrik teknik för radiumbehandling av gynekologisk cancer som fortfarande används.

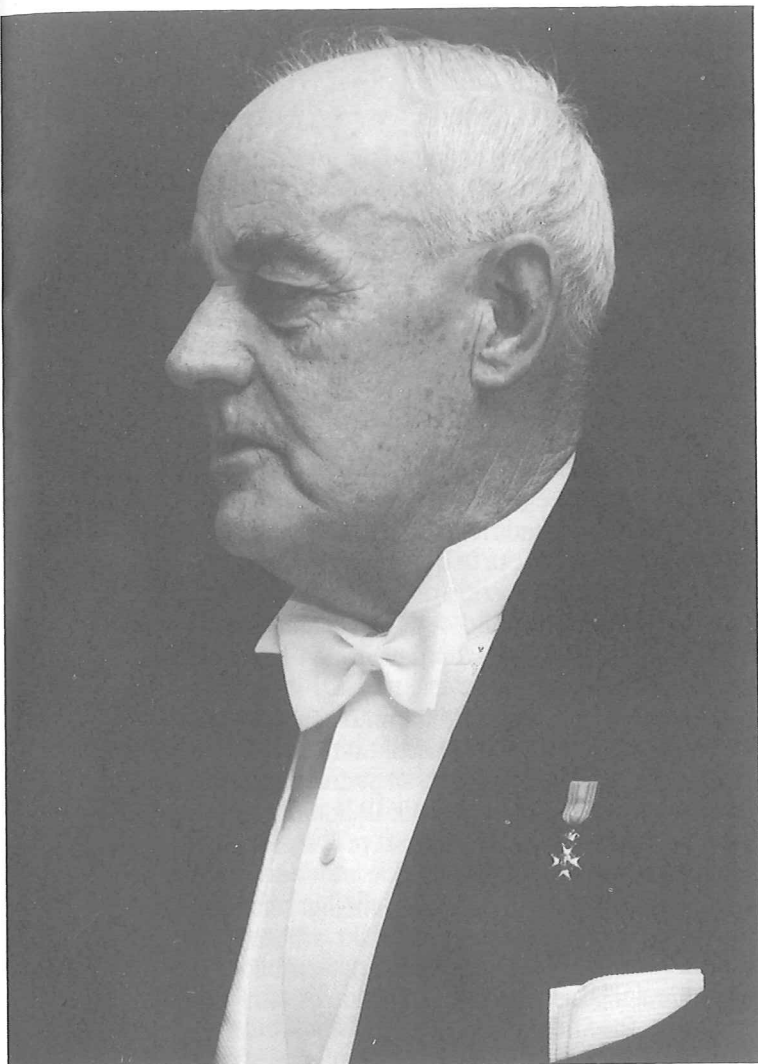


det är den enda non-invasiva teknik som kan avspejla funktionella rubbningar redan på molekylär nivå. De datortomografiska undersökningar som numera även kan utföras med gammakameror (emissionsdatortomografi) utvecklas kontinuerligt och ger förbättrade möjligheter att avbilda organs inre strukturer.

Röntgendiagnostik

Det göres i Sverige ca 4,5 miljoner röntgenundersökningar per år, en omfattning som väntas bestå oförändrad eller öka något i framtiden. Sjukhusfysikerns nuvarande arbetsuppgifter med att optimera undersökningstekniker kommer därför att bestå inom denna utbredda sjukvårdsverksamhet liksom även det omfattande arbetet med de lagstadgade årskontrollerna av röntgenapparaturen.

Efter det att datortomografi införts generellt i sjukvården och visat sig få så stor betydelse har den teknologiska utvecklingen gått mot att man även digitaliserar övriga röntgenmetoder närmast för förbättrad substraktionsteknik och brusreducering. Efterhand som allt fler undersökningsmetoder lämnar digital bildinformation uppkommer också rationella möjligheter för arkive-



Robert Thoreus, Sieverts medarbetare, påbörjade på 1930-talet ett betydelsefullt arbete med att standardisera dosimetrin.



Kurt Lidén, som 1947 fick en laboratur i radiofysik (som 1964 ändrades till en professur), är genom sina insatser såväl nationellt som internationellt en förgrundsgestalt inom sjukhusfysiken.

ring av patientbilder med datorteknik. Digitaliseringssträvandena leder till ökade arbetsinsatser för sjukhusfysiken bl a för att medverka i att optimera och rationalisera datautvärderingen av undersökningsresultatet.

Strålbehandling

Under den senaste 10-årsperioden har det årligen utförts 500 000 patientbestrålningar i landet, ett antal som väntas bestå oförändrat in på 1990-talet. Inom onkologin kvarstår strålbehandlingens omfattning i det totala behandlingspanoramat av cancerbehandling. Nya erfarenheter av olika fraktioneringsmönster samt pre- eller postoperativ strålbehandling eller kombination med hypertermi eller cytostatika och andra medikamenter rapporteras kontinuerligt. I de politiska besluten om onkologins organisation räknar man med en oförändrad strålbehandlingsfrekvens under de närmaste 10 åren. Inom varje landsting pågår därför kontinuerligt förnyelse av accelerators, datordosplaneringsutrustning, kontrollsystem och lokaler. Nya strålkällor och ny metodik för att placera in strålkällor i människokroppen (efterladdningsmetodik) gör även denna terapiform för intrakavitär och interstitiell strålterapi attraktiv i fortsättningen.

Icke-joniserande strålning

Kärnmagnetisk resonans (NMR) kommer att införas generellt i sjukvården under den närmaste 10-årsperioden för morfologiska, funktionella och metaboliska analyser in vivo. Detta är den mest avancerade och dyrbara fysikaliska och matematiska teknik som hittills applicerats i sjukvården och en rationell användning av en dylik anläggning fordrar kontinuerlig medverkan av sjukhusfysiker. Mångfalden och utvecklingen av övriga tillämpningar med icke-joniserande strålning gör att dessa sprids ut över de flesta medicinska discipliner och sjukvårdsinrättningar. F n utförs flera miljoner undersökningar och behandlingar per år i landet med ultraljud och olika former av elektromagnetisk strålning, en häpnadsväckande omfattning som kommer att öka markant inom framtida sjukvård.

Matematisk analys och digital bildbehandling

Datorteknik kommer att utnyttjas generellt vid informationsinsamling och bildbehandling för alla typer av diagnostisk apparatur. Härvid kommer morfologisk, funktionell och metabolisk information att samtidigt kunna urvärderas i en patientstudie genom att man kan analysera och jämföra bilder från olika tekniker med enhetliga datorrutiner utifrån en strikt matematisk-fysikalisk bakgrund. En förfinad vävnadskarakterisering för datordosplanering blir också möjlig. Sjukhusfysi-

kerns speciella kunskaper inom matematik, fysik, datateknik och programmering kombinerad med erfarenheterna över hur mätmetoder bäst läggs upp från medicinsk synpunkt gör att sjukhusfysiken får en avgörande ställning när det gäller att biträda läkare i att utvärdera relevant diagnostisk information och sortera bort data som är onödiga eller beror på störningar och ofullkomligheter i systemen.

Strålskydd och medicin—teknisk säkerhet

I genomsnitt genomgår varje svensk en undersökning eller behandling per år med någon form av strålning. Den ansevärda användningen av joniserande strålning förutses bestå oförändrad i framtiden eller öka med några procent per år, medan tillämpningar med icke-joniserande strålning kommer att öka markant. Verksamheterna regleras av en omfattande skyddslagstiftning, som kontinuerligt byggs ut med nya föreskrifter från Strålskyddsinstitutet, Arbetarskyddsstyrelsen och Socialstyrelsen. Sjukhusfysikavdelningarnas ansvarsfulla och omfattande arbetsuppgifter att för sjukvårdshuvudmannens räkning tillse att ett lagstadgat och fullgott strålskydd för patienter och personal upprätthålles kommer därför att öka. Krav på ökad medicin—teknisk säkerhet kommer generellt att ställas på alla tekniska tillämpningar i sjukvården. Sjukhusfysikerna har alltid varit engagerade i arbetsinsatser för höjning av denna.

Framtida arbetsformer

Av ovanstående beskrivning följer att sjukhusfysikens organisation och samarbetsformer kommer att kunna grundas på samma principer som under de gångna 10—20 åren, men att omfattningen och komplexiteten i arbetsuppgifterna kommer att ytterligare öka. Utbildningsfrågor för sjukhusfysiker kommer därför ständigt att behöva diskuteras. Grundutbildningen i radiofysik måste tillsammans med de övriga ämnena i en fysikorexamen eller civilingenjörsexamen lägga en gedigen grund för den teoretiska fortbildning man får ägna sig åt på egen hand jämsides med sin kliniska praktik. Grundutbildningen kommer aldrig att hinna med att täcka in den snabba utvecklingen i vårt dynamiska yrkesområde och det kommer i framtiden att behövas 3 års klinisk praktik handledt av sjukhusfysiker innan man blir kompetent att inneha en ordinarie tjänst. Förändringar i löneavtal och specialbestämmelser skall göra det enklare att få fullgöra praktiktiden med acceptabel lön. Samtliga sjukhusfysikavdelningar i landet måste medverka i praktikutbildningen. Det finns relativt gott om vikariat att pröva på för den som vill söka sig ut i landet. De studenter som idag ser till att så snart som möjligt efter sin grundutbildning komma in i kliniskt arbete, som senare även kan varvas med forskarutbildning, kan känna sig säkra på att få ett intressant yrke med goda framtidsutsikter. □

CURIX capacity

Film center



Dagsljussystemet
för dagen och framtiden

SCOPIX

AGFA-GEVAERT's program för MONITORFOTOGRAFI

CT	Datortomografi
US	Ultraljudsteknik
NM	Isotopdiagnostik
DR	Digital radiografi
MR	Magnetisk resonans

SCOPIX 100/200 multiformatkameror

SCOPIX kassett för dagsljus- och mörkrumshantering

SCOPIX COMPACT multiformatkamera med dagsljusshantering av film

SCOPIX CR 3 universalfilm för monitorfotografi

SCOPIX CR 2 specialfilm för US och DSA

SCOPIX CR 1 specialfilm för småbildsdi

Kemikalier • Dagsljussystem • Framkallningsmaskiner

För ytterligare information kontakta:

Agfa-Gevaert AB, Division DIS

Box 6 Kista, 16393 Stockholm

telefon 08-7510300.

AGFA 

Sjukhusfysikerförbundet

10 år

Några reflexioner av Per-Erik Åsard

För att finna embryot till sjukhusfysik som en verksamhet inom sjukvården får man gå tillbaka till 1920-talet och studera Rolf Sieverts pionjärsatser inom strålningsdosimetri, strålbehandling och strålskydd. Bakgrunden till det hela lär vara ett sammanträffande på ett hotellrum i Chicago 1920 mellan Rolf Sievert och Gösta Forssell. Där föddes radiofysiken som är sjukhusfysikernas specialistämne och där drogs planerna upp på ett samarbete mellan fysiker och radiologer på Radiumhemmet.

Den fackliga verksamheten organiserades redan 1954 då Sveriges Sjukhus- och Hälsofysikers förbund bildades. Förbundet var både en facklig och vetenskaplig sammanslutning. 1961 splittrades emellertid förbundet i en vetenskaplig förening, Svensk förening för Radiofysik och ett fackligt förbund Svenska Radiofysikerförbundet. Det främsta skälet tycks ha varit att man befara- de att fackliga intressen skulle kunna interferera med vetenskapen på ett negativt sätt. Svensk förening för Radiofysik finns fortfarande och har blivit ett forum för sjukhusfysikernas vetenskapliga verksamhet och är för övrigt numera en sektion inom Läkarsällskapet. Radiofysikerförbundet däremot upplöstes år 1977. Denna upplösning skedde inte utan konvulsioner.

I mitten av 1970-talet stod det klart för ett fåtal medlemmar och senare för en stor del av sjukhusfysikerna att något måste göras för att en snabbt växande yrkeskår skulle få ett förbund som skulle ha möjligheter att i större utsträckning kunna driva fackliga frågor. Radiofysikerförbundet var helt fristående som organisation. Förbundet hade med sina begränsade förutsättningar lyckats bra speciellt under Kalle Vikterlöfs ledning. Dess medlemmar tillhörde emellertid olika fackförbund såsom Sveriges Naturvetareförbund och Civilingenjörsförbundet. Svenska Sjukhusfysikerförbundet bildades därför i december 1976 och Radiofysikerförbundet upplöstes. Sjukhusfysikerförbundet blev en yrkessektion inom Natur-

vetareförbundet. Anslutningen av sjukhusfysiker till det nya förbundet blev praktiskt taget 100-procentigt och är det än i dag.

Som förbundets ordförande från starten skulle det vara förmätet av mig att skriva dess 10-åriga historia. Jag skall nöja mig med att ta upp några aspekter på utvecklingen och några personliga funderingar kring denna.

Utbildning och rekrytering

Utbildningsfrågor står alltid i centrum. Traditionen inom sjukhusfysiken har alltid varit en hög utbildningsnivå. Forskarutbildningen anses vara viktig i en verksamhet där den vetenskapliga och tekniska utvecklingen går så snabbt. Det är inte en tillfällighet att ca 50 procent av yrkeskåren har fil dr-kompetens. Medicinsk radiofysik (strålningsfysik) är sjukhusfysikernas specialistutbildning. Under 1970-talet blev rekryteringen till radiofysiken i likhet med andra naturvetenskapliga och tekniska utbildningar ett problem. Detta var olyckligt då vi stod inför en förväntad expansion. Förbundets prognoser för framtida behov av rekrytering diskuterades med ämnesföreträdare för de radiofysiska institutionerna. På senare år har rekryteringen dock blivit bättre. Det skulle heller inte förvåna mig om Tjernobylolyckan kommer att ytterligare öka intresset för att studera radiofysik och ägna sig åt sjukhusfysik. Den om något



Per-Erik Åsard är chef för sjukhusfysikavdelningen på Danderyds sjukhus. Han är ordförande i Sjukhusfysikerförbundet.

har ju aktualiserat behovet av kunskapen om strålning och dess biologiska effekter. En osäkerhetsfaktor, som studerande ofta egentligen i onödan gett uttryck för, har varit kompetenskraven så låt oss se vad som hänt på den sidan.

Kompetenskraven under utredning

Redan 1950 formulerade dåvarande Medicinalstyrelsen kompetenskrav eller med dagens terminologi allmänna råd för sjukhusfysiker. Initiativet togs bl a av Radiologförbundet och i avtalen med Landstingsförbundet infördes kompetenskrav. Man tycker naturligtvis att sådana kompetenskrav från slutet av 50-talet skulle kunna anpassas till utvecklingen på ett enkelt sätt men så har inte alls varit fallet. 1975 lämnade Radiofysikerförbundet och Radiofysikerföreningen in ett bland sjukhusfysikerna väl förankrat förslag till ändringar till Socialstyrelsen men inget hände. Inte förrän i den statliga utredningen om Kompetens inom hälso- och sjukvården (1981) togs frågan upp igen. Vid den tidpunkten stod det helt klart att tiden hade gått förbi krav på legitimation. Däremot var det önskvärt med statliga behörighetsregler för sjukhusfysiker, vilket också utredningen föreslog Socialdepartementet. Man ansåg att arbetsuppgifterna ur säkerhetssynpunkt måste anses vara likartade med de uppgifter som utfördes av läkare. När sedan departementet överlämnade sitt förslag som regeringen senare antog blev det endast allmänna råd. Vad var orsaken?

Organisation och ledarskap

Från början var sjukhusfysiker anställda på strålterapiklinikerna. Emellertid fick fysikerna uppgifter utanför strålterapi redan på 50-talet. Bl a utvecklades nuklearmedicinen d v s isotopdiagnostiken. Så småningom under visst motstånd blev sjukhusfysikerna självständiga. Redan 1961 föreskrevs i ett cirkulär från dåvarande Medicinalstyrelsen att sjukhusfysiker måste finnas i samband med terapi med radioaktiva isotoper samt att isotopkommittéerna skulla ha sjukhusfysikalisk expertis. Man pekade också på nödvändigheten att anställa fysiker även utanför universitetssjukhusen. På 1970-talet hade sjukhusfysikavdelningarna vuxit, bl a ingick ofta det centrala isotoplaboratoriet administrativt och kliniskt i sjukhusfysikavdelningen — en organisationsform som visade sig vara ekonomisk och rationell. Samtidigt blev kraven från sjukvårdens sida alltmer större på chefsfysikerna vad beträffar administrativt kunnande och ledarskap. Förbundsstyrelsen ordnade därför kurser speciellt för dessa. Förslag finns också att i sjukhusfysikerutbildningen ta med moment som rör administration, sjukvårdsekonomi m m.

Löner och utveckling

Sjukhusfysikerna har i likhet med t ex läkarna och

andra akademiker i offentlig tjänst från 70-talet och framåt fått en mycket kraftig nedsatt köpkraft. För att motverka detta i viss mån föreslog styrelsen 1978 efter en upplysningskampanj bland medlemmarna att de fasta lönegradsplaceringarna för olika kategorier av sjukhusfysikertjänster och bitr tjänster skulle ersättas med latitudtjänster. Detta skulle då innebära att en sjukhusfysiker på ett sjukhus skulle kunna ha en annan lön än motsvarande tjänst på ett annat. Fördelen skulle vara att vi skulle få en del av lönepoten från de årliga lokala förhandlingarna. Denna lönespridning skulle bli något nytt men årsmötet 1979 röstade emot förslaget. Man ville bibehålla fasta lönegrader. Verkligheten blev emellertid annorlunda. Styrelsen tog risken att i alla fall införa latitudtjänster. Tur var det ty annars hade löneutvecklingen blivit ännu sämre.

I början på 80-talet uppstod plötsligt en brist på tekniker och ingenjörer. Bristen var påfallande inom industrin och sjukvården fick svårt att konkurrera lönemässigt. Lönerna för tekniker och ingenjörer i sjukvården som huvudsakligen sysslar med teknisk service ökade kraftigt. Detta har lett till att disputerade sjukhusfysiker idag kan ha lägre lön än en gymnasieingenjör! Detta underlättar inte precis rekryteringen. I själva verket är det ju så att den långa kvalificerade utbildningen som sjukhusfysiker måste genomgå, krav på lång praktik och det ansvarsfulla arbetet gör att det är naturligt att kräva att sjukhusfysikernas lön står i paritet med läkarnas. Avhopp från sjukhusfysikertjänster till industrin och egen företagsverksamhet har nu också blivit påtagligt.

Strålskyddsdebatten

1976 publicerade Socialstyrelsen "Patientsäkerheten vid röntgenundersökningar". Utredningen hade startat 1969! Röntgenstrålskyddet fick stor aktualitet. Missförhållanden uppmärksammades i pressen och ända upp i riksdagen. Förbundet engagerade sig hårt i frågan och menade att problemen gick att lösa om man tog tillvara och utvecklade sjukhusfysiken. Sjukhusfysikerna var och är trots allt den enda kategori i sjukvården som har en lång specialistutbildning i ämnet. Det gick emellertid trögt trots kontakter med SSI. I en skrivelse till Landstingsförbundet 1979 formulerade förbundet sjukhusfysikernas syn på strålskyddet och föreslog en konkret åtgärds- och organisationsplan. SHSTF stödde omedelbart skrivelsen. Deras medicinska tekniska assistenter hade också gått in i debatten på ett tidigt stadium.

1978 hade en samarbetsgrupp för att förbättra patientstrålskyddet bildats av Socialstyrelsen och SSI. SPRI som då inte hade någon erfarenhet av strålskydd fick anses svara för sjukvårdshuvudmannens intressen i gruppen. Förbundet ils-

knade till. I en ledare som publicerades i Naturvetaren våren 1979 med rubriken "Onödiga stråldoser inom sjukvården" kritiserade jag myndigheterna och sjukvårdshuvudmannen för att inte ta till vara den expertis i sjukvården som redan fanns. Otroligt nog refererades den i början av augusti samma år i Dagens Nyheter och ställde till med ett otroligt rabalder på ledarsidor, TV och radio. Sjukhusfysiker intervjuades i tidningarna alltifrån Svenska Dagbladet till Gnistan. Så småningom fick vi gehör för våra synpunkter — sjukvårdsstrålskyddet utreddes av flera landsting och fick en acceptabel organisation. Antalet nya tjänster ökade markant. Röntgenläkarkåren hade också tagit illa vid sig av strålskyddsdebatten och missförstånd uppstod. Därför bildades en arbetsgrupp mellan vårt förbund och Radiologförbundet som fortfarande träffas ett par gånger om året.

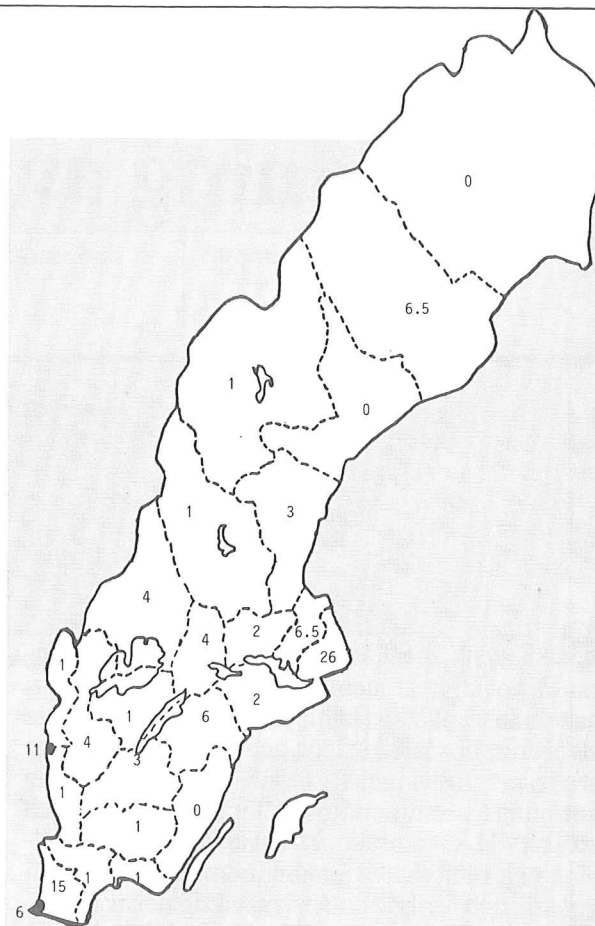
Sedan inträffade Harrisburgolyckan och en utredning "Effektivare Beredskap" publicerades av SSI 1979. Beredskapen mot kärnkraftsolyckor måste förbättras. Förbundet påpekade i ett remissvar brister i förslaget. Vi ansåg dels att det inte räckte med beredskap i enbart kärnkraftlänen dels att sjukvården måste ha en beredskapsplan. Dessutom påpekades att kvalificerade kunskaper inom strålningsområdet var sällsynta hos myndigheter, räddningspersonal osv varför samhället inkl sjukvården måste ta till vara sjukhusfysikernas kompetens och kunnande.

Så kom Tjernobyl och som bekant var det inte bara kärnkraftslänen som drabbades. Sjukhusfysikerna gjorde stora insatser på eget initiativ på det lokala planet. Försök från förbundets sida att få bättre information från myndigheterna osv lyckades inte och återigen var det dags att gå ut och kritisera myndigheterna och lägga konkreta förslag till förbättringar av bl a beredskapsorganisationen.

Framtiden är ljus

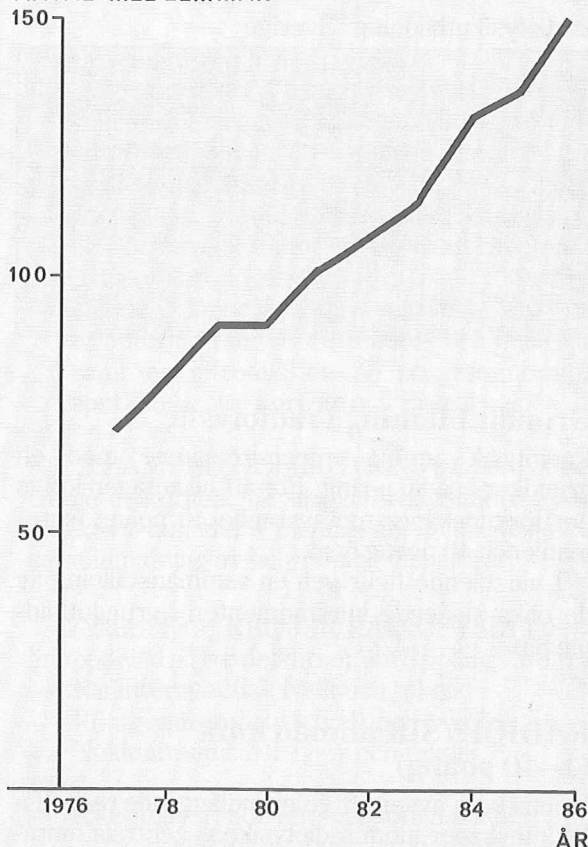
Utvecklingen av sjukhusfysikern och dess expansion har inte gått automatiskt. Det har fordrats ett hårt arbete att få den erkänd — inte i det dagliga arbetet tillsammans med läkare och annan sjukvårdspersonal utan på andra plan. Motstridiga intressen hos andra yrkesgrupper, organisationer och myndigheter har många gånger varit ett hinder i utvecklingen. Marknadsföring av sjukhusfysiker och upplysning och information om deras kompetens och kunnande är nödvändig.

Framtiden för sjukhusfysiken ser ljus ut. Den kommer att få en alltmer ökad betydelse i en värld med en enorm vetenskaplig och teknisk utveckling inte minst inom sjukvården. För denna utveckling fordras högt utbildade fysiker inom sjukvården. □



Antal tjänster inom olika landstingsområden.

ANTAL MEDLEMMAR



Utvecklingen av antalet medlemmar i Sjukhusfysikerförbundet.

Utbildning av sjukhusfysiker

av Sven Erik Strand

Radiofysik är ett ämnesområde där man studerar radioaktiva ämnen, röntgenstrålning och annan joniserande strålning, samt icke-joniserande strålning, bl a mikrovågor och laser. I synnerhet studeras strålningens fysikaliska och biologiska verkningar, samt metoder för detektering och strålskydd. Den praktiska användningen av strålning och radioaktiva ämnen inom medicinsk diagnostik och terapi är också en viktig del av utbildningen inom ämnet. Radiofysikutbildning sker på fem universitet i landet enligt nedanstående tabell.

Radiofysikutbildning i Sverige

ORT	ANTAL UTBILDNINGSPLATSER		
	Grundutbildning		Forskarutbildning
	1-40 p	41-80 p	(heltidsstuderande)
Göteborg	8	4	ja
Linköping	-	-	ja
Lund	8	6	ja
Malmö	-	-	ja
Stockholm	10	10	ja
Umeå	6	6	ja

Grundutbildning i radiofysik

Radiofysik är ett universitetsämne med en grundkurs på 80 poäng. För att bli antagen krävs det förkunskaper motsvarande 40 poäng matematik och 40 poäng fysik.

I vidstående figur ges en sammanställning av de olika ingående kursmomenten i grundutbildningen.

RADIOFYSIK allmän kurs (1-40 poäng)

Denna kurs avser att ge grundläggande teoretiska kunskaper inom radiofysikens centrala områden, samt att ge praktiska kunskaper för yrkesverksamhet t ex inom strålskyddsområdet.

Kursen inleds med delkursen KÄRNFYSIKALISKA GRUNDER, STRÅLKÄLLOR OCH JONISERANDE STRÅLNINGS VÄXELVERKAN MED MATERIAL (10 p). Den behandlar bl a radioaktivt sönderfall, kärnreaktioner, acceleration av laddade partiklar, produktion av fotoner samt de grundläggande växelverkanprocesserna för elektromagnetisk strålning och laddade partiklar, d v s vad som händer när strålningen träffar materia.

Den andra delkursen, STRÅLNINGSDETEKTORER OCH MÄTMETODER (7 p), behandlar principer och egenskaper hos detektorer för joniserande strålning och tillhörande elektronisk utrustning.

Delkurs 3, STRÅLNINGSDOSIMETERI (10 p) behandlar dosimetrin som är ett för radiofysiken specifikt ämnesområde. Här genomgås definitioner och teorier för bestämning av absorberad dos i ett medium samt studeras olika typer av detektorer för dosbestämning.

Kursen avslutas med delkursen STRÅLSKYDDSLÄRA OCH STRÅLNINGSBIOFYSIK (13 p). Denna delkurs upptar bl a strålningsbiologi, d v s effekten av joniserande strålning på t ex människan. Huvuddelen av delkursen ägnas dock åt strålskydd, och det rör sig då om allmänna principer och riskfilosofi, människans naturliga och artificiella strålningsmiljö, kärnkraftens strål-

Sven-Erik Strand är högskolelektor och ansvarig för radiofysikutbildningen vid universitetet i Lund.



1:a året (1–40 poäng)					
Kärnfysikaliska grunder, strålkällor, joniserande strålningens växelverkan med materia		Strålningsdetektorer och mätmetoder		Strålningsdosimetri	
10 p		7 p		10 p	
Strålskyddslära och strålningsbiofysik					
13 p					
2:a året (41–80 poäng)					
Medicinsk orientering	Matematiska metoder inom radiofysiken	Tillämpad dosimetri	Radioterapi	1p	1p
3 p	5 p	5 p	4 p		
2 p	1p	4 p	5 p		
Nuklear-medicin	Icke joniserande strålning Magnetkamera	Enskilt arbete			
4 p	5 p	10 p			
5 p	4 p				

skyddsproblem, strålskyddsinstrument etc. Ett studiebesök vid kärnteknisk anläggning ingår. I delkurs 4 ingår också ett kortare enskilt strålskyddsarbete, som har till uppgift att under handledning göra eleverna förtrogna med de problem som uppstår vid praktisk strålskyddsmätning.

RADIOFYSIK allmän kurs (41–80 p)

För att bli antagen krävs godkänd genomgången kurs på 40 poäng.

Kursen avser att ge en påbyggnad för en verksamhet inom medicinsk radiofysik, och genomgångna grundkurser ger efter praktiktjänstgöring behörighet för tjänst som biträdande sjukhusfysiker.

Kursen inleds med delkursen MEDICINSK ORIENTERING (2 p), som har till syfte att ge en kort orientering om medicinska begrepp och termer för att underlätta kommunikation mellan de studerande och övrig vårdpersonal. I delkursen ingår orientering om cellbiologi, anatomi, fysiologi och onkologi.

Den andra delkursen, MATEMATISKA METODER INOM RADIOFYSIKEN (5 p), består av tre delar:

- Transformer och operatorer, vari genomgås transformer viktiga vid behandling av sönderfallsekvationer och vid generering av tomografiska snittbilder;
- Statistiska metoder, där pulsräkningsstatistik och medicinskt/fysikaliskt viktiga statistiska tester genomgås;
- Datorteknik/programmering, där en kort orientering om datorers hård- och mjukvara samt en introduktion till programmeringsspråken Basic, Fortran och Pascal ges.

TILLÄMPAD DOSIMETRI (5 p), som är den tredje delkursen, tar upp interndosimetri av radioaktiva nuklider i människan, mikrodosimetri samt inmätning av bestrålningsapparat.

Delkurs fyra, KLINISK RADIOFYSIK (18 p), är uppdelad på tre delkurser om 5 poäng vardera:

- Radioterapeutisk fysik och teknik
- Röntgendiagnostisk fysik och teknik
- Nuklearmedicinsk fysik och teknik

samt

- Icke-joniserande strålning om 3 poäng.

I radioterapikursen ingår genomgång av dosplanerings- och strålbehandlingstekniker, strål-

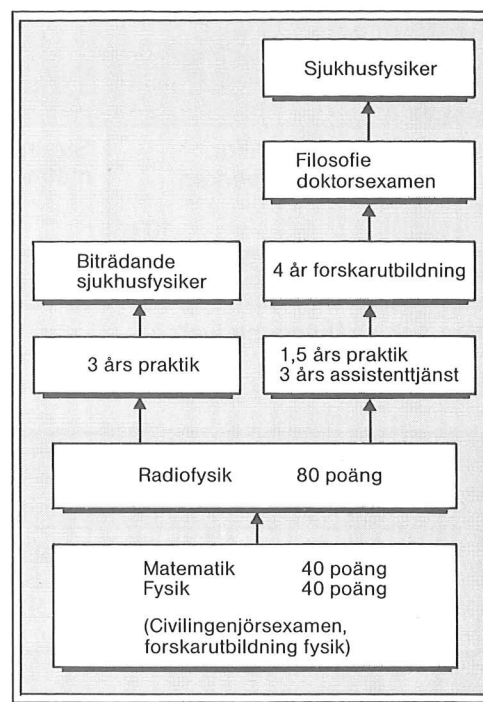
ningsbiologi/onkologi och strålskydd vid strålterapi.

Röntgenkursen omfattar produktion och detektering av röntgenstrålning, röntgenapparat, dosimetri och strålskydd samt genomgång av kontrollprogram för röntgenutrustning.

Den nuklearmedicinska kursen behandlar de tre huvudområdena: radiofarmakologi med produktion och kvalitetskontroll av radiofarmaka, nuklearmedicinsk apparatur samt strålskydd vid nuklearmedicinska undersökningar.

Användningen av icke-joniserande strålning inom medicinsk diagnostik och terapi har ökat markant under de senaste åren, och en genomgång av användningsformerna ultraviolett strålning, laser, radiofrekvent strålning, NMR (kärnspinnresonans) och ultraljud göres i delkursen ICKE-JONISERANDE STRÅLNING.

Kursen avslutas med ett handlett ENSKILT ARBETE, bestående av en experimentell uppgift som i de flesta fall blir fråga om ett arbete i anslutning till pågående forskning inom institutionerna. Det enskilda arbetet värderas till 10 poäng. □



MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!
MARKNADSLEDANDE!

Kemi-Intressen
Diagnostika

Sjukhusfysikern och datorn

Reminiscenser och reflexioner av Jan Cederlund

Man kan med visst fog hävda att sjukhusfysikern är väl förtrogen med datorns innersta väsen. Bekantskapen stiftades långt innan datorn kallades dator. Jag vill påstå att om datorn har en själ, så hade sjukhusfysikern kontakt med den redan på fosterstadiet!

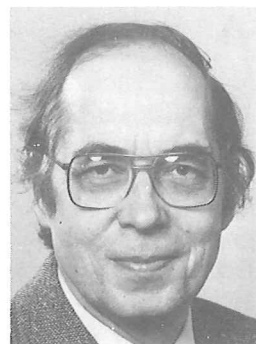
De första Geiger-Müller-räknarna var utrustade med ett enkelt relä vars omniösa klickande ofta utnyttjas i dramatiserande syfte när kärnkraftens risker skall belysas. Dessa räknare var dock alldeles för långsamma för att registrera strålningen från de radioaktiva preparat som började användas inom sjukvården i slutet på fyrtiotalet. För att öka räknehastigheten infördes ett binärt räkneverk mellan GM-röret och reläet. Ett sådant räkneverk bestod av ett antal seriekopplade elektroniska "vipor" också benämnda "flip flops" eller "scale-of-two circuits". Att förstå funktionen hos dessa kretsar blev snart ett måste.

På detta sätt förvärvade sjukhusfysikern sig en gedigen kunskap inte bara om det binära talsystemet utan också om hur de elektronikkretsar fungerar som en dator är uppbyggd av. Han fick också snabbt en uppfattning om utvecklingspotentialen, utvecklingshastigheten och utvecklingsinriktningen. Låt mig ta ett exempel. De första räkneverken hade en panel med ett antal glimljuslampor som indikerade talen 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 120 etc. För att göra en avläsning fick man summan $t \text{ ex } 4 + 8 + 32 + 128$ som man ju lämpligen skulle få ihop till 172. Tydligt var jag inte ensam om att tycka att denna triviala uppgift var besvärlig. I nästa generation räkneverk grupperades fyra "scale-of-twos" ihop till en "scale-of-sixteen". Genom en trickkoppling nollställdes denna grupp när 10 pulser registrerats och en puls skickades vidare till nästa grupp. På så sätt behövde användaren inte lära sig räkna binärt längre än till tio, i övrigt fungerade räkneverket decimalt. Detta illustrerar en tendens som varit genomgående för samspelet mellan människan

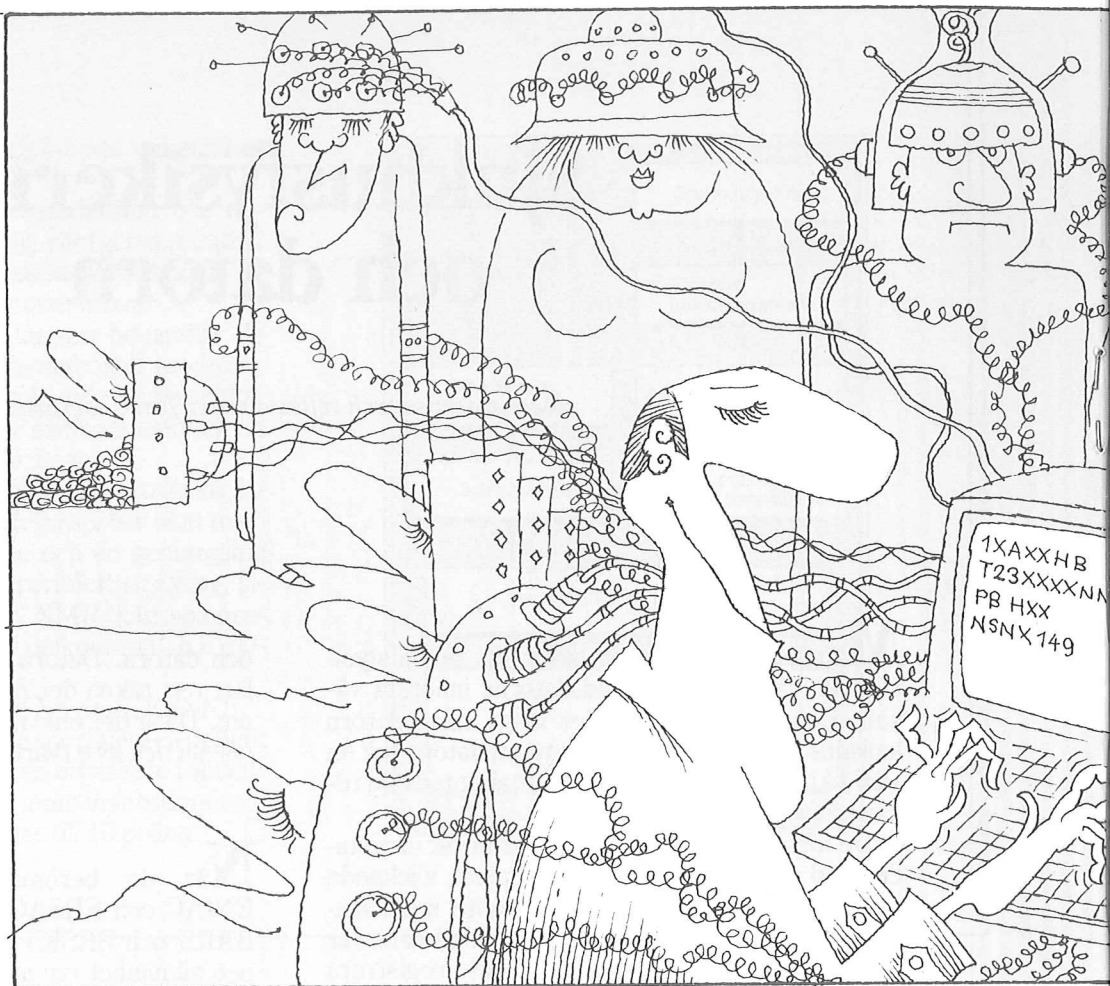
och datorn. Datorn fungerar bäst binärt, vi har lärt oss räkna decimalt och är obenägna att lära om. Då är det enklast att anpassa datorn till människan och inte tvärtom.

När de berömda "matematikmaskinerna" ENIAC och EDSAC började få efterföljare som BARK och BESK i Sverige informerades en häpen allmänhet om att matematikmaskinen, trots att den endast räknade med talen 0 och 1 kunde utföra tiotusentals multiplikationer med sexsiffriga tal i sekunden. För sjukhusfysikern var detta ju gammal skäpmat.

Ett tillfälle att stifta närmare bekantskap med en matematikmaskin gavs när SMIL, SifferMaskinen i Lund, togs i bruk i mitten på femtiotalet. Carl-Erik Fröberg anordnade en kurs i programmering. Man fick lära sig skyffla hexadecimala tal mellan ackumulatorregister, multiplikandregister och multiplikatorregister. Efter en termins studier hade vi kommit så långt att vi fick försöka köra ett enkelt program på SMIL. Efter ett tidsödande arbete med att spåra upp och rätta till ett antal triviala fel gick det äntligen att köra programmet. Det kunde dra kvadratroten ur ett godtyckligt tal!



Jan Cederlund är chef för sjukhusfysikavdelningen vid Akademiska sjukhuset i Uppsala.



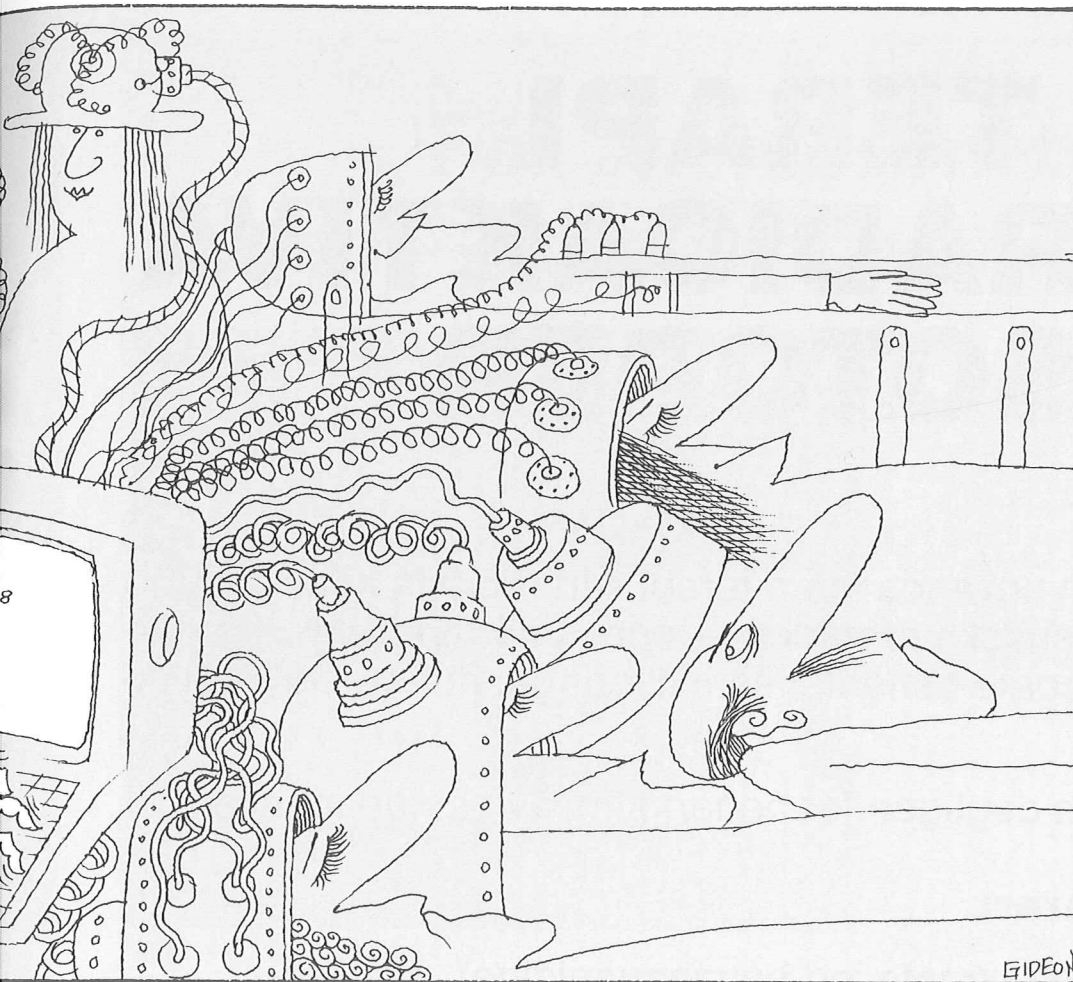
Det skulle emellertid dröja ytterligare ett decennium innan ekonomiska och tekniska förutsättningar fanns att annat än sporadiskt använda datorn till att lösa sjukhusfysikerns behov av beräkningshjälp. Under tiden gjorde transistorn sitt intåg, och sjukhusfysikerns medarbetare elektronikingenjören fick se sin vardag revolutioneras. I stället för att bygga förstärkare med radorör och enskilda komponenter sammanställde han dem med hjälp av prefabricerade transistor-kretsar. Instrumentens komplexitetsgrad ökade. Scintillationsdetektorn kompletterades med en pulshöjdsanalysator, vars kanaler snabbt ökade från en eller två till tusentals. Scintillationsscannern ersattes av gammakameran, koboltapparatens av linearacceleratorn, etcetera.

All denna utveckling ledde till ett allt större behov av avancerad beräkningshjälp. Mest markant var kanske behovet av datorstödd dosplanering. Att svenska sjukhusfysiker hävdade sig väl i denna utveckling har visats på många sätt. "The fourth international conference on the use of computers in radiation therapy" 1972 förlades till Sverige. Ett i Sverige utvecklat dosplaneringssystem har sålts i hundratals exemplar världen över. Långt framskridna planer finns som borgar för att vi

även i fortsättningen kommer att inta en ledande ställning inom detta område.

I sin strävan att utveckla programvara för sina behov stiftade sjukhusfysikern bekantskap med en ny yrkeskategori, dataspecialisten, eller som jag med en något föråldrad jargong hellre kallar honom, computerniken.

Utvecklingen av relationerna mellan sjukhusfysikern och computerniken är på sitt sätt en parallell till relationen mellan radiologen och sjukhusfysikern. Radiologen kan tycka att han under hela sin yrkeskarriär framgångsrikt sysslat med strålning och röntgenapparater och till och med blivit specialist inom området, och så dyker här upp en figur som skall försöka lära honom vad strålning är! Sjukhusfysikern som uppmärksam följt utvecklingen av datorn långt innan den ännu trampat ut barnskorna, och minsann lärt sig programmera i både Assembler och Fortran, andra språk att förtiga, vänder sig med en trivial fråga till en computernik, inte för att han egentligen anser sig behöva hjälp, men det kan ju spara lite tid. Till sin förvåning finner han att computerniken inte ger ett rakt svar på frågan utan försöker lära fysikern hur datorn fungerar! Han till och med antyder att sjukhusfysikern kanske inte är rätt man att utveckla nödig programvara.



Jag tror att vare sig det gäller relationen läkare—fysiker eller fysiker—dataspecialister har det bästa resultatet uppnåtts när det funnits en tillräcklig överlappning av kunskaper inom samarbetspartners område, parad med uppskattning och respekt för respektive partners specialkompetens.

Ett annat område där behovet av datakraft tidigt gjorde sig gällande rör bildbehandling. I början gällde det att med datorstöd bearbeta gammakamerabilder för att förbättra bildkvaliteten eller för att inom ett "region of interest" följa ett dynamiskt förlopp. Det stora genombrottet kom emellertid med CT-scannern. Må det tillåtas en sjukhusfysiker att påminna om att Nobelpriset för denna uppfinning delades mellan en sjukhusfysiker och en elektronikingenjör.

Utvecklingen går vidare. Ultraljudskameror, PET-scannern och MRT-kameror ställer allt större krav på avancerad bildbehandling. Överhuvudtaget har nästan alla apparater och instrument som sjukhusfysikern använder datoriserats på ett eller annat sätt. Detta är emellertid inte en utveckling som har tvingats på sjukhusfysikern, utan han har själv ofta aktivt bidragit till dess genomförande.

På sista tiden har vi fått ytterligare ett exempel på mångsidigheten i relationen mellan sjukhusfysikern och datorn. I takt med att datorn sprids inom allt större områden av samhället har oron för att strålningen från bildskärmarna skulle ha skadliga effekter tilltagit. En tidvis mycket förvirrad debatt har brutit ut. Problemet är aktuellt på de flesta arbetsplatser, men eftersom sjukhusfysikern är ansvarig för strålskyddet vid sjukhusen måste han sätta sig in i nya problemställningar.

Som avslutning tvekar jag mellan två citat:

*"Jo, derom kan jag ge besked,
om herrn så vill, ty jag var med."*

Men det vore kanske adekvatare att citera den lätt resignerade byråkrat som efter noggrann genomläsning undertecknade ett aktstycke med orden:

"Tagit del, men ej förstått."

Vid genomläsning av detta manus finner jag dock att det sista citatet ger ett felaktigt intryck av en alltför resignerad inställning. Kanske blir intrycket korrektare om jag får tillägga ordet *allt*. Utvecklingen inom detta område har varit så omfattande att det skulle vara en felaktig målsättning att försöka förstå allt. Det fascinerande är ju rikedomerna på tillämpningsmöjligheter som gör att alla kan finna något som fyller just hans behov. □

TERAPI MED RADIOAKTIVA ISOTOPER

Radioisotoper som används inom terapi kan erbjuda speciella fördelar inom neoplastiska områden — som smärtlindring utan narkotika vilket ger piggare patienter som tillbringar mindre tid på sjukhus och i sängen.

(^{131}I) Jod, används dagligen för behandling av tyroideacancer.

Nya rön inkluderar:

- ^{131}I -MIBG (meta-jod-benzoguanidine) för behandling av neuroblastoma och phaeochromocytoma.
- ^{90}Y -yttriumsilikat för intracavitets behandling inom onkologi och arthrit.
- ^{89}Sr -strontium klorid för lindring av smärta vid skelettmetastaser.

Har din avdelning funderat på att använda behandlingar med isotoper?

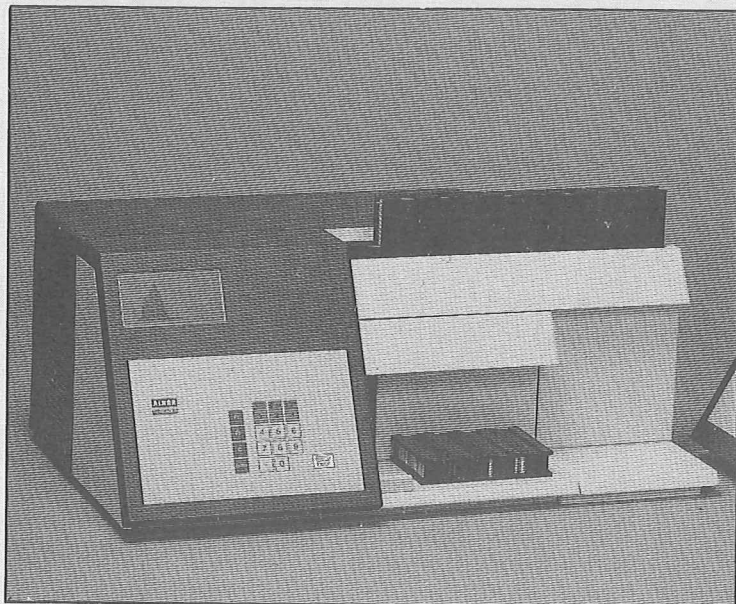
För mer information beträffande våra terapeutiska isotopprodukter är Ni välkommen att kontakta:

Amersham

Amersham Sweden AB

Box 3040
171 03 Solna
08-734 08 00

For any dosimetry need — the Alnor alternatives

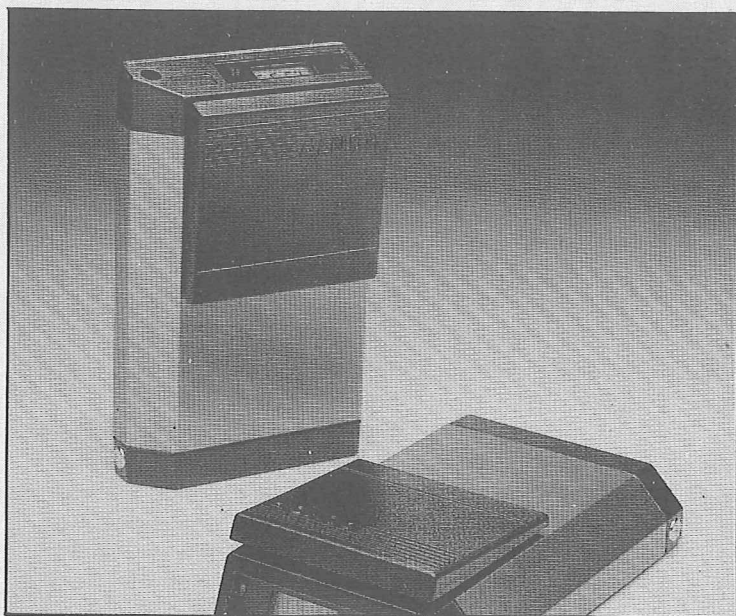


Automatic TLD reader

The TLD system

- Dosimetry for betas, gammas, and neutrons
- Round or square chips
- Graphic display of glow curve
- Personal, environmental, and clinical software

The system uses the well tested hot nitrogen heating method, with reader and irradiator, system computer, dosimeters and cassettes for dosimeter cards.



RAD-80 electronic dosimeter

The electronic system

- Dose display with alarm and dose rate indication
- Automatic dose reading, recording, and printing
- Personal, work, area, and cumulative dose recording
- Area access control

Systems ranging from dosimeters with stand alone readers, to large scale systems with several readers have been proven in 15 countries.

Dosimetry systems for reliable, timely, worker protection and dose management.

ALNOR

Alnor Instrument AB
Studsvik
611 82 NYKÖPING

Tel: 0155-680 50
Telex: 64211 alnor s

Forskning och utveckling inom radiofysik och sjukhusfysik

av Sören Mattsson

Välutbildade och forskningsinriktade radiofysiker spelar idag en viktig roll när det gäller att utveckla och förbättra metoder för såväl strålterapi som medicinsk diagnostik med olika typer av strålning. Radiofysikernas kunskaper i strålningsfysik och -teknik samt strålskydd utnyttjas inte enbart i sjukvården utan även av myndigheter, kärnkraftsindustri och medicin-teknisk industri.

Dagens snabba tekniska utveckling ställer krav på ständig förnyelse och anpassning. För att bli sjukhusfysiker har man tex därför bedömt det som nödvändigt att kräva avlagd doktorsexamen i radiofysik. Detta är en tydlig markering av det värde man tillmäter forskning och forskarutbildning inom området. Även för tjänster utanför sjukvården ställs höga krav på utbildning.

Då majoriteten av de radiofysiker som utbildas blir sjukhusfysiker är det naturligt att forskarutbildningen har en stark koppling till sjukhusfysiken. Detta förenklas av att de radiofysiska institutionerna i Sverige är placerade på universitetssjukhus. Vid radiofysikinstitutionerna bedrivs en aktiv forskningsverksamhet inom hela radiofysikområdet. Forskning inom delar av radiofysikområdet bedrivs också vid institutionen för fysikalisk biologi vid Gustav Werner Institutet, vid Statens strålskyddsinstitut, vid FOA samt vid Studsvik. Viktiga forsknings- och utvecklingsinsatser göres vid en rad andra sjukhus utanför universiteten. På flera mindre sjukhus finns en mycket aktiv sjukhusfysikverksamhet som till stor del bygger på den enskilde sjukhusfysikerns intresse och engagemang. Inom samtliga områden bedrivs verksamheten i intensivt samarbete med andra kategorier som medicinare, ingenjörer, kemister m m.

Det är naturligtvis inte möjligt att här ge en rättvis bild av alla forsknings- och utvecklingsprojekt inom området, översikten får istället ses som en provkarta på vad som pågår.

STRÅLBEHANDLING

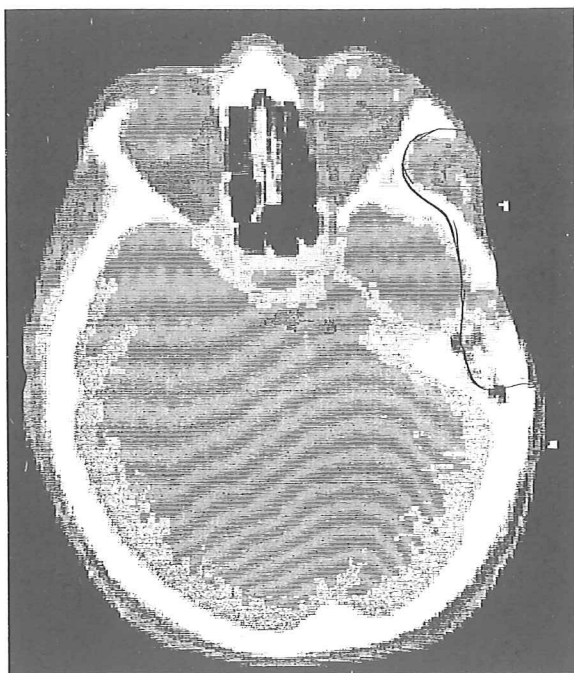
Framgångsrik strålbehandling av tumörer ställer höga krav på noggrannhet. Forskning inom strålningsdosimetri med nära anknytning till strålbehandling har därför gamla anor och utgör fortfarande en av huvudlinjerna i forskningsverksamheten. Grundläggande dosimetriforskning är också av stor betydelse såväl för den tillämpade dosimetrin vid radioterapi och röntgendiagnostik som för det internationella standardiseringsarbetet inom området.

Radiofysiker deltar i samarbete med acceleratortekniker aktivt i utvecklandet av förbättrade accelerators för strålbehandling och i forskningsprojekt som avser att ge underlag för ett optimalt kliniskt utnyttjande av utrustningarnas prestanda. Med hjälp av racetrack mikatronen och liknande moderna elektronacceleratorer kan man åstadkomma korta pulser av högenergetisk elektron- eller röntgenstrålning av mycket hög intensitet. På detta sätt räknar man med att åstadkomma en förstärkt strålningseffekt — en strålningsverkan som påminner om de tunga laddade partiklarna s k hög-LET strålning.

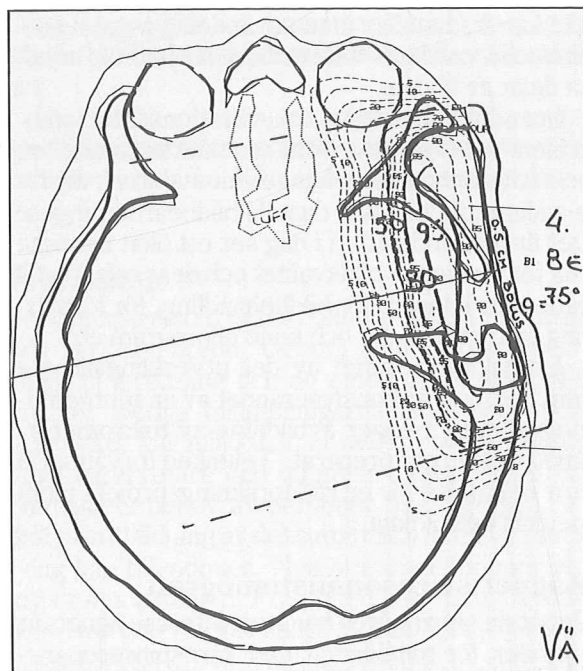
En annan intressant utvecklingslinje är att lokalt försöka höja strålningens verkan i en tumör genom en väl kontrollerad uppvärmning, s k hypertermi. Värmen kan tillföras tumörområdet



Sören Mattsson är
professor i radiofysik vid
Göteborgs universitet
och Sahlgrenska sjukhuset.



Datortomografibild av en patients huvud, där ben och andra strukturer syns.



I denna bild är strukturer från datortomografibilden (1 a) inritade och utgör underlag för en noggrann dosplanering av en strålbehandling. På detta sätt kan man ge säkrare behandling med mindre risk för onödig överdosering.

med hjälp av tex mikrovågor eller ultraljud. En förutsättning för att denna teknik skall få den stora kliniska betydelse som alla hoppas är att man lyckas få fram metoder för att förutsäga och planera temperaturhöjningen djupt inne i kroppen lika noggrant som man i dag kan göra för energiabsorptionen från joniserande strålning.

De metoder som utnyttjas för att göra individuella bestrålningsplaneringar inför radioterapi har undgått ständiga förbättringar. Dagens utvecklingsverksamhet går ut på att utnyttja ett antal tvärsnittsbilder av kroppen (röntgendatortomografi) och därmed få ett underlag för en tredimensionell bestrålningsplanering, såväl vid elektron- som fotonstrålning. Förutom att bilderna ger exakt information om tumörens och omgivande organs läge i kroppen kan de utnyttjas för att med hjälp av nyutvecklade beräkningsmetoder korrigera för strålningens varierande absorption på vägen in till tumören mm.

Hand i hand med den ovan beskrivna verksamheten har det under de senaste åren bedrivits ett omfattande utvecklingsarbete när det gäller att förbättra patientpositionering och fixering.

Som alternativ till sk extern strålterapi med accelerator etc kan det ibland vara fördelaktigt att föra in strålkällan i en kroppshålighet intill tumören (intrakavitär teknik) eller i tumören själv (institiell teknik). Ett exempel på intrakavitär

teknik är de under lång tid framgångsrikt bedrivna behandlingarna av gynekologisk cancer med hjälp av sk radiuminlägg. Av personalstrål-skyddsskäl har det länge varit angeläget att ersätta denna teknik med sk efterladdning, där inaktiva applikatorer laddas med radioaktiva preparat först efter det att de placerats i rätt läge.

STRÅLNINGSDIAGNOSTIK

Röntgen

Det är en dröm lika gammal som människan själv att vid sjukdom och smärta kunna se in i kroppen för att försöka förklara det onda och för att försöka lindra och bota. Upptäckten av röntgenstrålningen innebar i detta avseende en revolution. Den fotografiska filmen har fram till nu varit den dominerande detektorn för den strålning som passerat kroppen. Filmen ger mycket detaljerade bilder men fordrar i gengäld relativt mycket strålning för att bli tillräckligt svartad. I transmissionsdatortomografen (CT) utnyttjas i stället ett stort antal fasta detektorer, som mekaniskt förbundna med röntgenröret får cirkulera runt patienten och mäta hur mycket strålning som passerar genom denne i olika riktningar. Dessa data lagras i sifferform och datorn får sedan beräkna utseendet av ett tvärsnitt genom patienten. En

bild kan framställas utan användning av röntgenfilm och kvantitativ information kan hämtas ur olika delar av bilden.

Introduktionen av transmissionsdatortomografin, som i sig själv varit revolutionerande, har också befrämjat utvecklingen inom den s k digitala radiografin och den digitala bildbearbetningen. Det är glädjande att vi i dag ser ett ökat intresse för studier av bildkvalitet och dess relation till patientstråldosen, för bildbehandling, för förbättring av testmetoder och kontrollprogram etc.

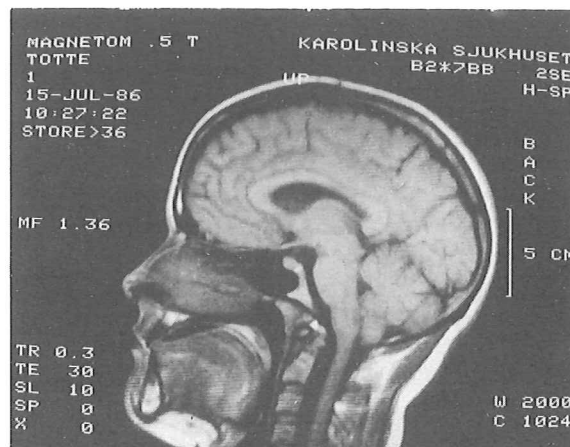
Ett viktigt resultat av det utvecklingsarbete som bedrivs är konstruerandet av en röntgentomograf som medger avbildning av mikrometer-små strukturer i preparat. Tekniken förväntas få stor betydelse för en rad forskningsprojekt inom medicin och biologi.

Magnetisk resonanstomografi

Under de senare åren har stort intresse ägnats åt metoder för avbildning med kärnspinresonansteknik (MRT = magnetisk resonanstomografi). Tekniken har många fördelar och bygger på principen att väteatomerna i en patient placerad i ett magnetfält kan fånga upp energi från radiovågor som sänds in mot patienten och återsända dessa i en utsträckning och på ett sätt som kan ge information om såväl vattenhalt som väteatomernas kemiska bindning, flöde m m i valda snitt genom kroppen. Med MRT kan man "tränga genom" ben, skilja på olika typer av mjukvävnad och kroppsvätskor och som sagt dessutom mäta flöden. De avbildande systemen har inga rörliga delar och man kan direkt avbilda valfria plan i kroppen. Stora forskningsinsatser behövs bl a av radiofysiker för att vi till fullo skall lära oss att utnyttja denna nya teknik. Genom att bygga upp en egen mindre forskningsmaskin som tillåter att en rad olika parametrar och pulssekvenser ändras i ett experiment kan man undersöka möjligheterna till optimering av parametrarna vid olika typer av undersökningar.

Nuklearmedicin

Användningen av radioaktiva spårämnen har en mycket stor betydelse inom såväl forskning (inom medicin, farmakologi, biologi, bioteknik etc) som sjukvård. En huvuduppgift för radiofysiken är att framställa lämpliga spårämnen, utveckla mätmetoder för dem och att i förekommande fall kartlägga hur de bestrålar patienterna. Med de allra känsligaste mätinstrumenten, s k helkroppsräknare i bakgrundsskärmade rum med decimetertjocka väggar av järn, kan man till och med registrera den naturliga strålningen som kommer från en människa. Utrustningen används även för mätning av upptag i mag-tarm kanalen, omsättning i kroppen av radioaktiva spårämnen och ra-



Vätskekoncentrationen i ett longitudinellt snitt genom skallen. Undersökningen är genomförd med magnetisk resonanstomografi (MRT).

dioaktivt märkta läkemedel m m i en rad forskningsprojekt i samarbete med såväl medicinare som farmakologer. Vid rutinundersökningar av patienter inom nuklearmedicinen utnyttjas i dag framförallt s k gammakameror — avbildande detektorer, som på en gång kan se och avbilda aktivitetsupptaget i ungefär en fjärdedel av kroppen. Som spårämne användes här vanligtvis en teknetium-99m märkt substans vars strålning passar bra ihop med gammakameran och som ger låg stråldos till patienten. Den nuklearmedicinska tekniken har sin styrka i möjligheten till fysiologiska och metaboliska studier snarare än att avbilda anatomiska strukturer.

Möjligheten att studera snabba dynamiska förlopp har t ex kunnat utnyttjas för förenklad hjärtdiagnostik. I dag göres även betydande satsningar på att försöka använda radioaktivt märkta monoklonala antikroppar för tumördiagnostik och -terapi. Andra aktuella forskningsprojekt rör abscessdiagnostik, studier av blod- och lymfflöde, RES-studier m m.

Istället för att låta en stillastående gammakamera ta en bild av aktivitetsfördelningen i ett inre organ kan man rotera kameran runt patienten, i en dator lagra bilder tagna i många olika riktningar och sedan låta datorn räkna ut hur tvärsnittet ser ut precis som vid röntgendatortomografi.

En annan pionjärinsats i vilken flera radiofysiker och sjukhusfysiker medverkar är utvecklingen av den s k positronkameratekniken. Här utnyttjas framför allt kortlivade isotoper av kol och syre för studier av hjärnans energiomsättning, studier av receptorfunktion m m. Dessutom ger tekniken bättre möjligheter till kvantifiering av upptag etc än då en en-foton strålare som teknetium-ggm utnyttjas.

STRÅLSKYDDSFORSKNING

Strålskyddsforskningen är inriktad på att ge kunskaper om människans totala strålningsmiljö och att utveckla förbättrad metodik för kontroll och reduktion av människans bestrålning.

Resultaten utgör underlag för myndigheternas beslut om gränsvärden och skyddsåtgärder och verksamheten är en viktig förutsättning för att man på olika håll i samhället skall kunna föra en saklig debatt i strålskyddsfrågor.

Svenska radiofysiker och strålskyddsexperten har under generationer haft en central och pådrivande roll inom internationellt strålskyddsarbete, såväl inom ICRP som i FNs vetenskapliga strålningskommitté UNSCEAR. I samband med stormakternas tester av kärnvapen i atmosfären gjordes massiva insatser av bl a svenska radiofysiker för att kartlägga de radioaktiva ämnenas då helt okända spridningsvägar och den bestrålning av mänskligheten, som orsakades av nedfallet från provsprängningarna. Sådana omgivningsradiologiska studier pågår fortfarande. Erfarenheterna från dessa har varit till ovärderlig hjälp när det gällt att utreda kärnkraftsindustrins omgivningsradiologiska konsekvenser, även det ett problem som under lång tid engagerat svensk radiofysikforskning. Betydelsen av hög kompetens och aktiv verksamhet inom området har tydligare än någonsin illustrerats i samband med reaktorhaveriet i Tjernobyl. Utan erfarenhet från bombperioden och utan fungerande mätresurser som snabbt kunde sättas in för dessa helt oväntade mätuppgifter hade situationen förmodligen blivit helt ohanterbar. Studier av Tjernobyl-nedfall och dess konsekvenser kommer under lång tid framöver att engagera såväl svenskt strålskydd som radiofysikforskningen i landet.

Trots allt utgör troligen bestrålningen från radondöttrar i våra bostäder och på våra arbetsplatser ett betydligt större strålskyddsproblem.

Långsiktig forskning kring dess problem pågår såväl vid SSI som vid flera radiofysiska institutioner.

Ett viktigt område är också att fortlöpande kartlägga bestrålningsförhållandena för patienter och för personal i olika typer av strålningsarbeten.

Framtiden

Forskningen inom radiofysiken är mycket livaktig och har stor bredd. Genom ämnets tvärvetenskapliga inriktning och de omedelbara praktiskt mycket viktiga tillämpningarna inom sjuk- och hälsovård, vår miljö m m är det lätt att engagera unga naturvetare och tekniker i verksamheten. Samhällets behov av personer med gedigen radiofysikutbildning är dessutom större än vad som i dag kan tillgodoses. Nya områden kommer att kräva nya insatser. Framtiden kan därför synas ljus. Den tvärvetenskapliga inriktningens baksida är emellertid att våra anslagsäskanden och framställningar om bättre resurser för forskning och utveckling bollas mellan olika huvudmän, mellan universitet och sjukvårdshuvudman och mellan olika forskningsråd. Detta verkar hämmande på den långsiktiga och grundläggande forskningen inom området. En sådan behövs tveklöst för att vi skall kunna räkna med en fortsatt framgångsrik utveckling när det gäller radiofysikområdets viktiga tillämpningar.

Det senare kräver också att det traditionellt goda samarbetet med forskare från medicinsk fakultet kan bevaras och fördjupas. Samarbetet med forskningsintresserade medicinska tekniker bör snarast utökas. Vi bör också förbättra kontakterna mellan de radiofysiska institutionerna och de forskningsverksamma sjukhusfysikerna respektive myndighets- eller företagsanställda radiofysiker, som arbetar utanför institutionsorterna. □



Du Pont Scandinavia AB

NEN PRODUCTS DIVISION

Svensk sjukhusfysik i internationellt perspektiv

av Rune Walstam

Svensk sjukhusfysik har åtnjutit högt internationellt anseende sedan mer än 60 år. Genom sina banbrytande insatser inom radiofysiken på 1920-talet blev Rolf Sievert internationellt erkänd.

Då den 2:a internationella radiologkongressen ägde rum i Stockholm 1928 blev Sievert medlem i dess kommitté för enheter och mått (ICRU) och den nybildade kommittén för strålskydd (ICRP). I den senare var han ordförande 1956—1962. Huvudkommissionerna och arbetsgrupper inom ICRU och ICRP har också kontinuerligt haft andra svenska radiofysiker i framträdande positioner (R Thoraues, K Lidén, B Lindell m fl). Under senare år har ett ökat fysiker-engagemang förekommit i den internationella elektrotekniska kommissionens (IEC) normarbete för säkerhet i röntgendiagnostik, nuklearmedicin och strålterapi. Redan tidigt befästes också inom radiofysiken i Sverige intresset för radiobiologiska frågeställningar och effekten av små stråldoser.

Sievert utvecklade serier av instrument för kontinuerlig registrering av vår omgivningsstrålning, av exponeringen i radiologisk arbetsmiljö och för detektering av gammastrålningen från människokroppen med avancerade tryckjonisationskammare i sofistikerade låg-aktivitetslaboratorier.

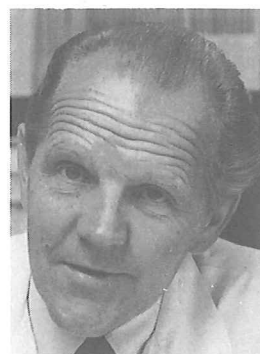
Sverige — ett föregångsland

Svensk sjukhusfysik har även under den senaste decennierna lämnat väsentliga bidrag i forskningsfronten då det gäller fysikens applikation inom röntgendiagnostik, radioterapi, nuklearmedicin och den medicinska användningen av icke-joniserande strålning.

Sverige har också uppmärksammats genom framsynta organisatoriska åtgärder inom området. Den ambulatoriska mätverksamhet som inleddes på 1920-talet för kontroll av röntgenanläggningar inom strålterapi gav ett gott underlag för strålskyddsverksamheten. Den svenska strålskyddslagen av 1941 var sannolikt den första

effektiva i hela världen. Tillväxten av svensk sjukhusfysik efter andra världskriget hade också sin grund i inrättandet av institutioner i Lund och Göteborg samt sedermera i Umeå och Linköping. Antalet tjänster för sjukhusfysiker i landet växte och skapade behov av reguljär radiofysikutbildning. Även inom detta område har Sverige varit ett föregångsland. Ett relativt stort antal utländska studenter har trots språksvårigheterna mottagits för grundläggande- eller forskarutbildning eller som stipendiater för längre eller kortare vidareutbildning.

Då Sveriges Sjukhus och Hälsofysikers Förbund (SSHF) bildades 1954 fanns tidigare endast en nationell organisation, Hospital Physicists Association (HPA) i England medan American Association of Physicists in Medicine (AAPM) bildades 1958 och exempelvis Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP) bildades 1969. Den internationella organisationen för medicinsk fysik (IOMP) bildades 1960 med Sven Benner som en av de mest drivande krafterna. Han var ordförande i den kommitté som bl.a. utarbetade stadge-förslaget för organisation. IOMPs förste sekreterare var Berndt Waldeskog som dock efter ett par år tvingades lämna detta uppdrag då han antog en tjänst hos WHO i Genève, en tjänst som han inte fick kombinera med IOMP uppdraget. IOMPs tredje kongress förlades till Göte-



Rune Walstam är professor i radiofysik vid Karolinska Institutet.

borg, varvid ett samarbete inleddes med International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE), ett samarbete som vidareutvecklats och bland annat lett till bildandet av en paraplyorganisation IUPESM (International Union for Physical and Engineering Sciences in Medicine) som fått anslutning till ICSU (International Council of Scientific Unions). Undertecknad var IOMP:s generalsekreterare 1976—1982 och vid den sista kongressen 1985 ombads jag leda verksamheten inom en arbetsgrupp som skall främja den medicinska fysiken i u-länder.

Sjukhusfysikerförbundet deltog aktivt i bildandet av och blev medlem i EFOMP (European Federation of Organizations for Medical Physics) som bildades 1980. P-E Åsard ingick i styrelsen 1980—84 och var tillika ordförande i Committée for Professional Aspects under samma tidsperiod.

Svensk sjukhusfysik har också medverkat i de program som drivs av FN-organen WHO och IAEA. Vi har varit väl representerade i arbetsgrupper och symposier för att utarbeta rekommendationer inom organisationernas verksamhetsområden. Svenska sjukhusfysiker har haft många konsultuppdrag i olika delar av världen. I början på 1970-talet kunde man konstatera att ca 10 % av den svenska sjukhusfysikerkåren tjänst-

gjorde utanför Sverige.

Det har förekommit långsiktiga engagemang till exempel vid WHO i Genève och vid IAEA i Wien. Omfattande konsultengagemang för utbildning har också förekommit. I den u-landsbetonade verksamheten har ingått uppdrag för att till exempel utreda förutsättningar för och ge förslag till strålterapiens etablering och organisation, rådgivning för inrättande av Secondary Standard Dosimetry Laboratories, praktisk handledning i sjukhusfysik etc.

Ett exempel på detta utgör det svenska radioterapiprojektet i Nairobi som utvecklades till ett ganska omfattande bilateralt projekt där bland annat SIDA engagerades.

Sammanfattningsvis har svensk sjukhusfysik, i förhållande till vårt lands relativa storlek spelat en mycket stor roll för utvecklingen inom området även internationellt. Vårt lands ställning på den internationella scenen underlättar för svenskar som vill göra insatser i u-länderna. Där finns alltså enorma behov av tålmodiga och väl strukturerade insatser som måste göras med förståelse för de möjligheter och begränsningar som kan ligga i den sociala och tekniska infrastrukturen, kulturella förhållanden och religiösa särdrag etc. Ett fascinerande och stimulerande arbetsfält också för dagens sjukhusfysiker. □

Digitalt eller analogt?? **— VI GÖR DET KOMBINERAT!!**

Bildbehandling ställer alltid stora krav på systemlösningen och i den ingående komponenter samt teknisk nivå.

Den optimala lösningen når man bara genom att använda marknadens bästa produkter i systemen — detta är NOVA Bildsystems ledstjärna!!

Avancerad och optimerad analog bildteknik, i kombination med digitala utrustningar, kan lösa bildbehandling på ett ekonomiskt och tekniskt intressant sätt.

NOVA
Bildsystem-AB

Box 66, 712 00 HÄLLEFORS, 0591-135 30

Den NYA bildöverlagrings- och bildmixningsutrustningen

MIXTURIX

möjliggör tex

- ☆ Jämförelser av bilder inom olika modaliteter och mellan varierande format.
- ☆ Anatomisk lokalisering av scintigram.
- ☆ Skalenliga storleksjämförelser.
- ☆ Jämförelse mellan analogt och digitalt framställda bilder.
- ☆ Analog subtraktion och addition — där presentationsform, storlek, läge etc väljes under egen (intelligent!) visuell kontroll.

NOVA Bildsystem presenterar i MIXTURIX en ny lösning för avancerad bildöverlagring och bildmixning, med

- ☆ hög flexibilitet
- ☆ enkelt handhavande
- ☆ rimlig kostnad

*NOVA Bildsystem AB — för avancerad
bildbehandling inom medicin och industri
kan det bli Din nya stjärna???*

Vi gratulerar
SVENSKA SJUKHUSFYSIKERFÖRBUNDET
till sitt 10-årsjubileum
och tackar för samarbetet
med dess medlemmar under
de gångna åren

I likhet med Sjukhusfysikerförbundet har också vi i år
passerat 10-årsgränsen.

Vi hoppas att de nästkommande 10 åren blir lika framgångsrika
såväl för sjukhusfysikerorganisationen som för oss
inom våra specialområden:

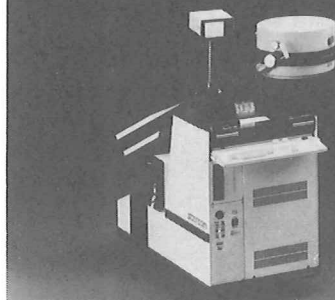
Nukleärmedicin, strålskydd och kvalitetskontroll inom radiologi.

Scanflex Medical AB

Box 262, 18323 Täby

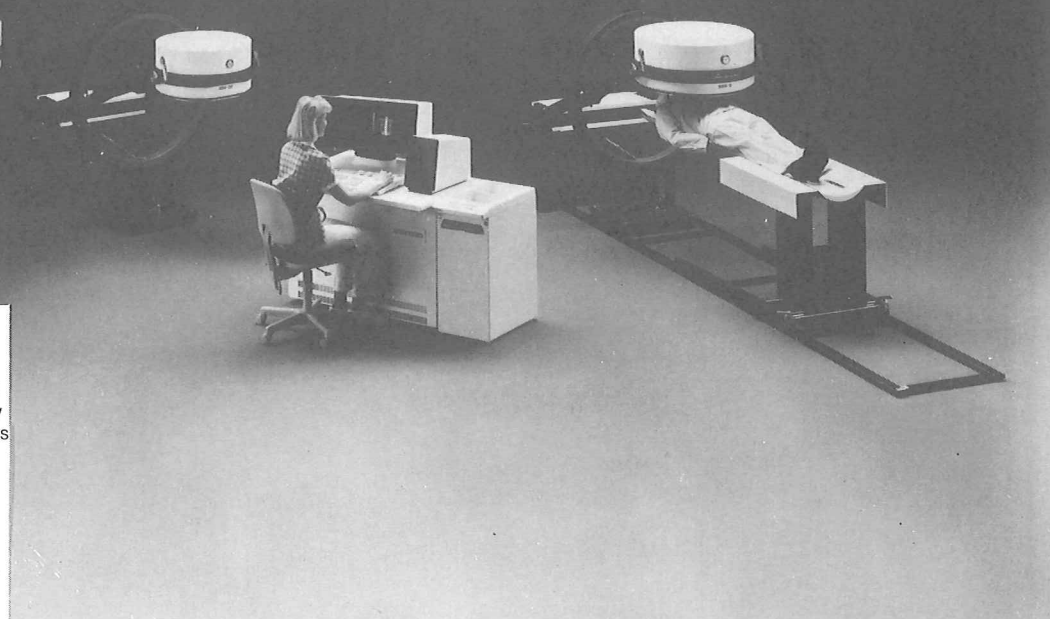
Telefon 08-7580355, Telex 141 09 MED S

Star vision

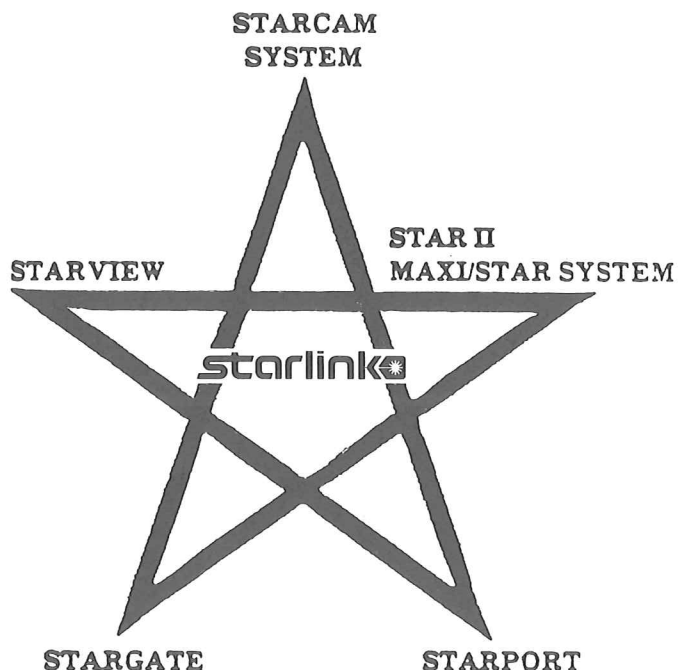


Starcam

Starcam™, using advanced digital technology, establishes a new standard in set-up, acquisition, processing and review capabilities. Essentials of study procedures are condensed, simplifying or eliminating many time-consuming functions without compromising diagnostic quality. This integrated nuclear diagnostic system provides exceptional imaging capabilities and maximized departmental productivity, even for complex procedures such as emission computed tomography.

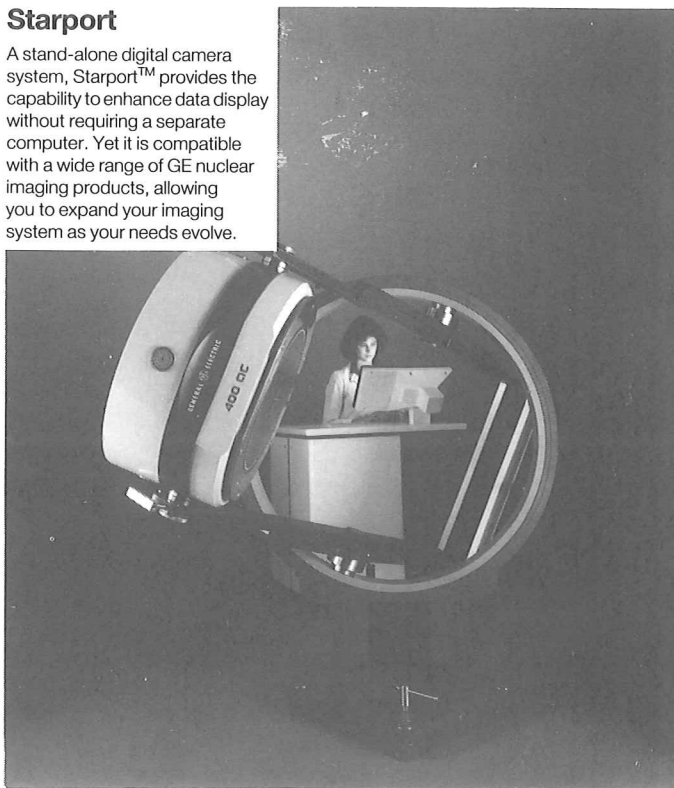


Sophisticated technology that's easy to use



Starport

A stand-alone digital camera system, Starport™ provides the capability to enhance data display without requiring a separate computer. Yet it is compatible with a wide range of GE nuclear imaging products, allowing you to expand your imaging system as your needs evolve.



Huvudkontor
Svenska Medirad AB
Tredje Långgatan 36
413 27 Göteborg
Tel 031-42 09 70
Telex 27310

medirad
GENERAL  ELECTRIC

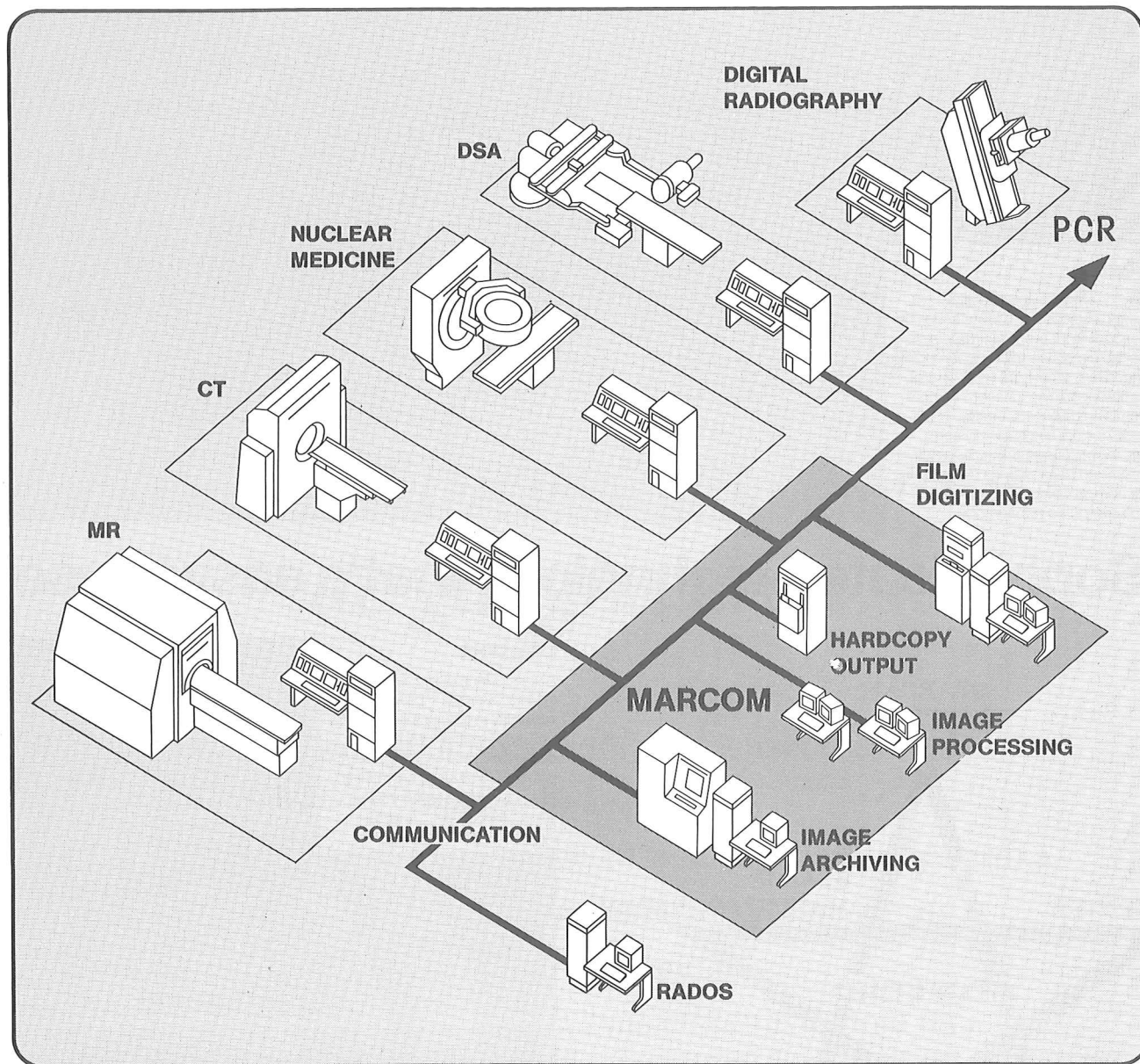
Regionkontor
Svenska Medirad AB
Glömmingebrand 31—35
163 62 Spånga
Tel 08-761 73 60



Eric Carlsson + Brian Seville



Den digitala diagnostikavdelningen



Philips knyter ihop den digitala diagnostikavdelningen med flera intressanta system:

PCR, s k bildplatteteknik som möjliggör digital bildproduktion från avdelningens konventionella röntgenstativ. Bildplattornas unika fysikaliska egenskaper medför dosreducering och eliminerar omtag på grund av över- och underexponeringar. Tekniken innebär också att mycket intressanta kostnadsreduktioner kan erhållas på film och kemikalier.

RADOS, ett datorbaserat organisationssystem för effektiv administration av röntgenavdelningar. Systemet är speciellt

framtaget och anpassat för diagnostikavdelningens krav, med funktioner som patientregistrering, tidbokning, statistik och mycket annat.

MARCOM, ett bildarkiverings- och kommunikationssystem som är utvecklat för att överföra stora mängder av digital bildinformation samt lagra denna på laserdisk – DOR. Systemet innehåller också digitala betraktningstationer med inbyggda funktioner för bildbehandling, enheter för filmdigitalisering m.m.

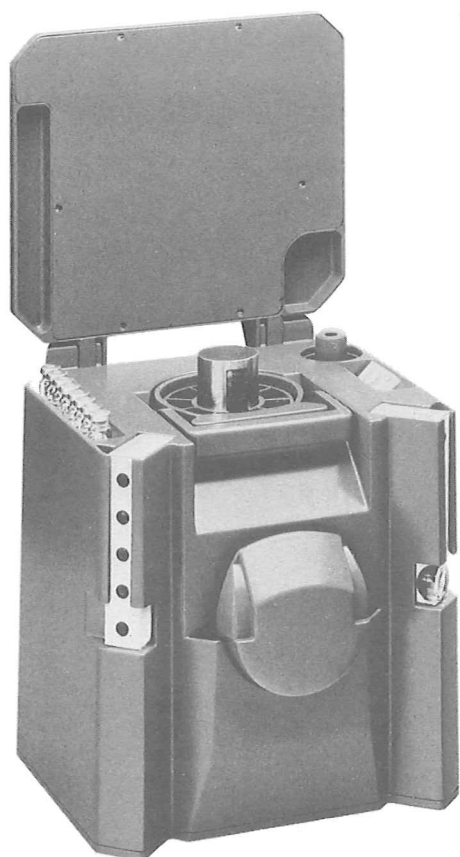
Philips Medicinska System

115 84 Stockholm • Telefon 08-782 10 00

Göteborg 031-80 42 70 • Malmö 040-93 54 60 • Norrköping 011-15 49 00 • Umeå 090-13 92 20

Forskning ger resultat

Effektivare radiofarmaka ger sjukvården förbättrade diagnosmöjligheter av tumörsjukdomar.



Tecegen[®] S

(teknetiumgenerator)

- Säker, enkel och funktionell utformning
- Bästa strålskyddet (uranavskärmning) och ändå låg vikt



Teceos[®] (DPD)

Ny fosfonatförening med högre skelettupptag och bättre stabilitet än MDP

Tecehep[®] PTP (PTP)

Nytt preparat för leverscintigrafi

Monoklonala antikroppar

för diagnos av bl a coloncancer

För ytterligare information kontakta

**Behring
Diagnostics**

Hoechst

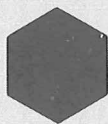


Svenska Hoechst AB, Box 42026, 126 12 Stockholm, Tel. 08-19 00 60

KEBO Lab AB

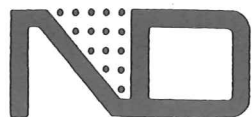
Laboratoriets totalleverantör

**Kontakta KEBO Lab när det gäller
laboratorieutrustning. Sortimentet
innehåller allt från provrör och
kemikalier, till avancerade
forskningsinstrument!**



**KEBO
Lab AB**

Stockholm 08-7600020. Lund 046-158100, 158110.
Göteborg 031-844820, 844830.

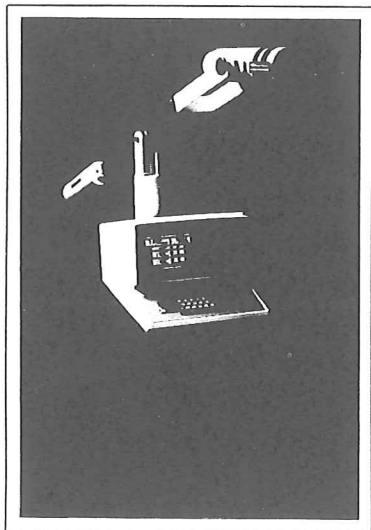


Nuclear Data gratulerar

Svenska Sjukhus- fysikerförbundet till de 10 åren

och tackar för det förtroende Ni visat oss.

Nästa år firar vi själva 20 år i Sverige.



ND 62 TR

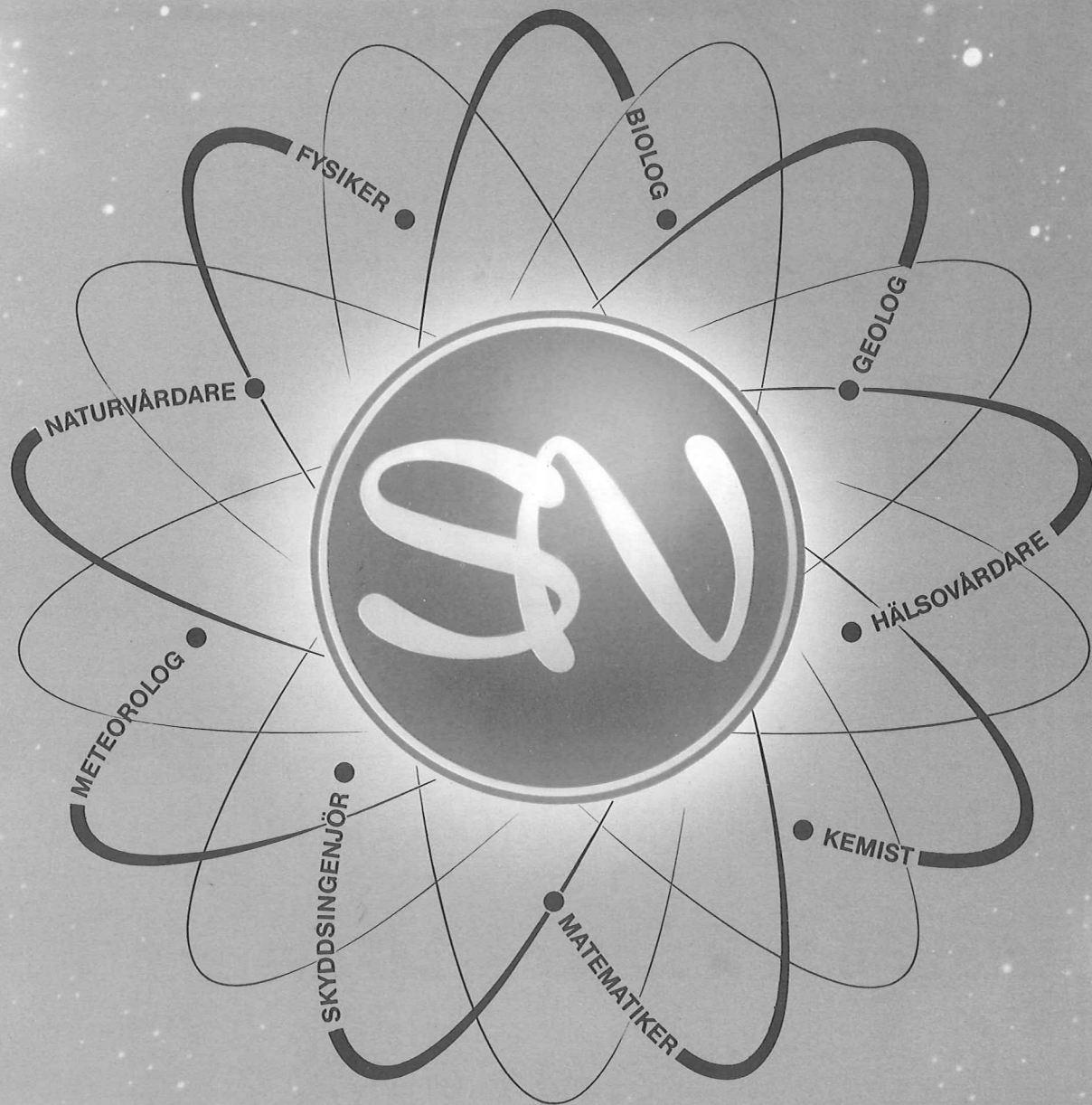
*Det automatiska upptagssystemet
med mångkanalarens alla fördelar.*

*Vänd Er fortsättningsvis till oss
när det gäller t ex*

- **Gammamätsystem**
- **Strålskydd**
- **Bendensitometri**
- **Isotophantering**
- **Videoimager**
- **Upptagssystem**

NUCLEAR DATA Instruments AB

Box 10036, S-750 10 Uppsala, Sweden
Besöksadress: Kåbovägen 1
Telefon 018-15 69 00
Telex 76096 NUDATA S



**SVERIGES
NATURVETAREFÖRBUND
FACKET FÖR
NATURVETARE**