

# Sjukhusfysikern

Information från Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF)  
Sektion inom Naturvetareförbundet

Nr 2

JUNI  
2008



Skandionkliniken 7

- 2 Ledare
- 4 Lokalt fackligt arbete i Östergötland
- 6 ESTRO National Society Meeting
- 7 Skandionkliniken
- 8 Konstanskontroll vid digital proj.radiografi
- 9 ESTRO Physics Corner
- 10 CPD – hur går det?
- 11 Rapport från CPD kurs
- 12 Tillsatta tjänster
- 14 SOF- möte i Karlstad
- 16 QA för MR-kameror
- 17 Nuklearmedicinskt vårmöte
- 18 Kommande möten
- 19 Nya Avhandlingar

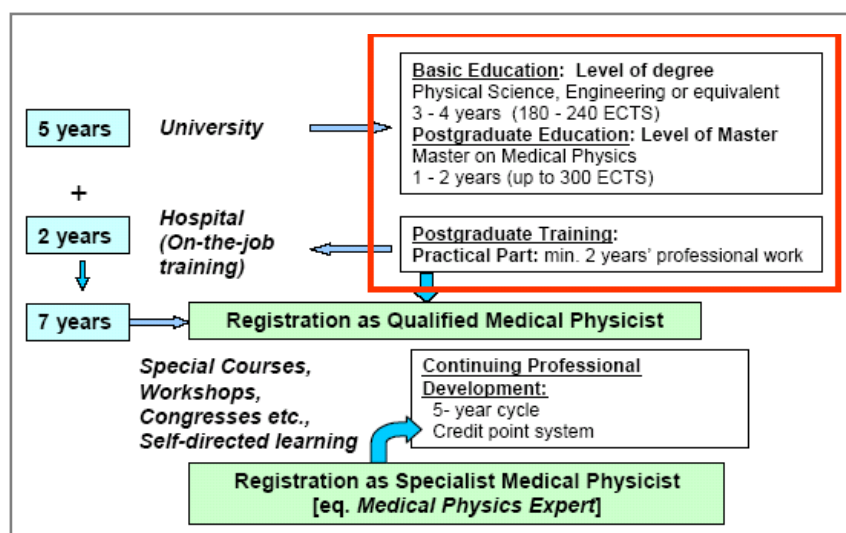
# Ordföranden har ordet



## Sjukhusfysikern Årgång 31

### Specialisten i Europa

EFOMP har ett behov av att klargöra hur vår karriärstege ska se ut just nu. Orsaken, EU gör en uppdatering av sina strålskyddsdirektiv och behöver få allt att falla på plats i den grupp av tjänstemän som arbetar med detta. Kjeld Olsen från Danmark, med flera EFOMP funktionärer, beskriver karriärstegen såhär i artikeln "Radiation protection in hospitals and the role of the medical physics expert, EFOMP Position"



Det finns två avgörande skillnaden för vårt vidkommande:

**Qualified Medical Physicist** uppfattas av de flesta i Sverige som legitimerad sjukhusfysiker. Det är rimligt med tanke på den grundutbildning med praktik vi har. Det är också rimligt med tanke på konkurrenskraften hos de som är nytexaminerade.

**Specialist medical Physicist**, eller det ekvivalenta Medical Physics Expert, är inte införd hos oss men det är på god väg.

### Specialiseringstjänstgöring i Sverige

Som vi tidigare skrivit har Nationella kursrådet tagit över uppgiften att sätta specialistbegreppet tillsammans med styrelserna i svensk förening för radiofysik och sjukhusfysikerförbundet.

### Detta har hänt sedan sist

Bertil Axelsson, sekreterare i kursrådet, beskrev projektets nuläge för samlade chefer i Linköping den 31/3. På detta möte utsågs representanter från cheferna för fortsatta diskussioner.

Den 28/5 träffades kursrådet och chefsrepresentanterna: Lars-Gunnar Månsson (Göteborg), Jan Lindström (Stockholm) och Jerker Edén Strindberg (Stockholm). Diskussionerna var fruktbara och en del detaljer behöver redas ut. Den 11/9 samlas hela gruppen, kursråd, chefer, förening och förbund i avsikt att klara ut de sista frågetecknen.

*forts.*

### UTGES AV

Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF)  
Sektion inom Naturvetareförbundet

### ADDRESS & TELEFON

Svenska Sjukhusfysikerförbundet  
Box 760  
131 24 Nacka  
08-466 24 80  
www.sjukhusfysiker.se

### ANSVARIG UTGIVARE

Hans-Erik Källman

### REDAKTÖR

Åsa Palm

### LAYOUT

Göran Sernbo

### OMSLAGSBILD

Arkitektförslag WSP arkitekter

### TRYCK & DISTRIBUTION

Naturvetareförbundet

ISSN 0281-7659

Upplaga: 360

### PLANERAD UTGIVNING 2008

Februari, juni, september, december  
Bidrag till kommande nummer skickas  
till asa.palm@vgregion.se senast  
1 sept

# SSFF styrelse

2008

## ORDFÖRANDE

Hans-Erik Källman  
Sjukhusfysik  
Röntgenavdelningen Falu Lasarett  
791 82 Falun  
Tel 023-492656  
hans-erik.kallman@ltdalarna.se

## SEKRETERARE

Agnetha Gustafsson  
Radiofysikavdelningen  
Universitetssjukhuset i Linköping  
581 85 Linköping  
Tel 013-223357  
agnetha.gustafsson@lio.se

## KASSÖR

Henrik Båvenäs  
Avdelningen för sjukhusfysik  
Centrallasarettet  
721 89 Västerås  
Tel 021-174044  
henrik.bavenas@ltvastmanland.se

## REDAKTÖR

Åsa Palm  
MFT/Terapeutisk radiofysik  
Sahlgrenska Universitetssjukhuset  
413 45 Göteborg  
Tel 031-342 7238  
asa.palm@vgregion.se

## WEBB-REDAKTÖR

Eleonor Vestergren  
MFT/Diagnostik  
Sahlgrenska Universitetssjukhuset  
413 45 Göteborg  
Tel 031-343 5228  
eleonor.vestergren@vgregion.se

## LEDAMOT

Michael Ljungberg  
Medicinsk strålningsfysik  
Universitetssjukhuset i Lund  
221 85 Lund  
Tel 046-173565  
michael.ljungberg@radfys.lu.se

## LEDAMOT

Berit Wennberg  
Avd f sjukhusfysik  
Enheten f strålbehandlingsfysik/teknik  
Karolinska sjukhuset  
171 76 Stockholm  
Tel 0739-660451  
berit.wennberg@karolinska.se

*forts.*

Parallellt med detta arbetar styrelsen i sjukhusfysikerförbundet på att sätta samman information till Sveriges Kommuner och Landsting. Målet med detta arbete är att förmå denna organisation att införa specialistbegreppet för sjukhusfysiker hos sjukvårdsorganisationer i Sverige. Naturvetareförbundet är vår naturliga samtalspartner och kommer att hjälpa oss nå fram till SKL.

Målet är, som tidigare, att allt ska vara klart före utgången av 2008.

Vackra saker växer långsamt. I väntan på att specialisten ska se ljuset kämpar jag vidare med mina chiliplantor som inte riktigt vill ta fart, trots det fina vädret. Vad behöver dom? Dom har mullrik jord, välgödslad, lagom med vatten. Ligger problemet på det mentala planet? Behöver dom inlemmas i den svenska naturen efter sin tumultartade flytt från Asien? Chilicoach, finns det? Det finns bara en sak att göra, när man är ganska säker på att man gjort det mesta skapligt rätt är det bara att ha tålmod. Jag är helt säker på att dom kommer att ta sej.



Hans-Erik Källman  
Ordförande

Svenska Sjukhusfysikerförbundet, SSFF  
kallar sina medlemmar till

# årsmöte

i samband med SSI:s (SSM:s) sjukhusfysikermöte

Tid: måndag 6 oktober kl 17:00 – 18:00

Plats: Foresta Best Western Premier Hotel, Lidingö

Sedvanliga årsmöteshandlingar

## Välkomna !

Styrelsen

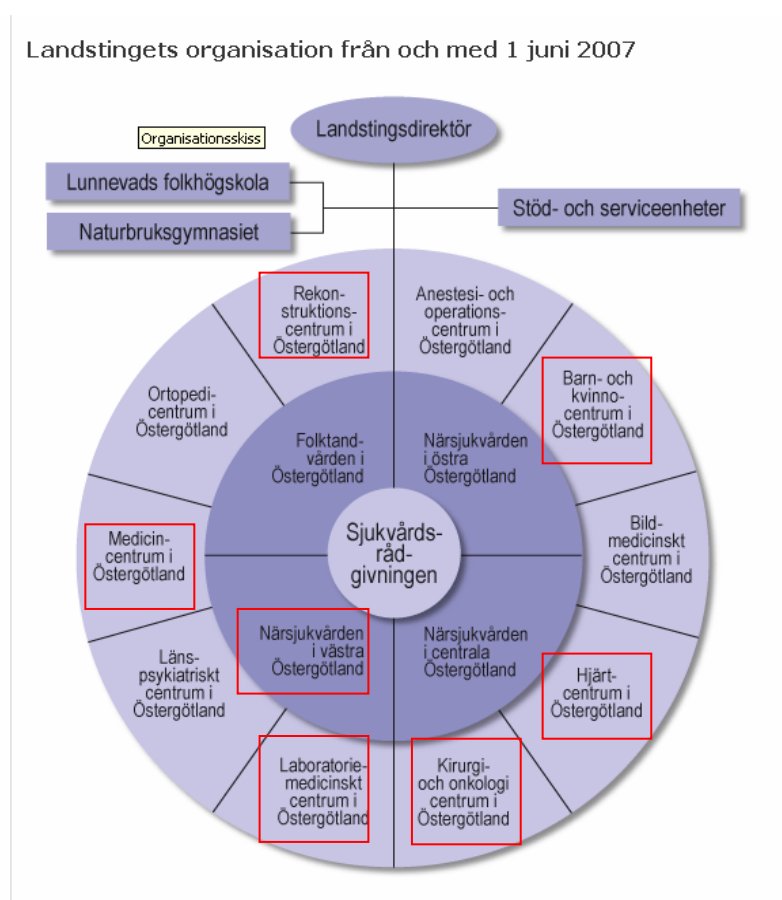
# Naturvetareförbundets lokalt fackliga arbete inom landstinget i Östergötland

Lotta Jonsson, Representant för sjukhusfysikerna i lokala N- styrelsen

Ingela Helmfrid, Ordförande i lokala N- styrelsen

LANDSTINGET I ÖSTERGÖTLAND består av ett antal centrumenheter. Varje enhet är ekonomiskt oberoende av de andra. Naturvetare finns anställda på sju av enheterna, se figur 1. Varje centrum har en centrumchef, personalchef, ekonomistab, verksamhetsutvecklare och IT-samordnare. I

landstingsdirektörens ledningsgrupp ingår ekonomidirektör, hälso- och sjukvårdsdirektör, vårddirektör och personaldirektör. Strålskyddsverksamheten är centralfinansierad, men sjukhusfysikerna är anställda på radiofysikavdelningen som tillhör Kirurg och onkologcentrum (KC).



Figur 1. Landstinget i Östergötlands organisation. I de rödmarkerade enheterna arbetar naturvetare.

Det finns en lokalavdelning för Naturvetareförbundet i landstinget i Östergötland. Den består av 84 medlemmar. Yrkesgrupperna som ingår är sjukhusfysiker, biologer, cytodiagnostiker, kemister, yrkeshygieniker, epidemiologer, matematiker och BMA. Styrelsen väljs vid årsmötet och består av sju representanter från olika yrkeskårer och som representerar olika centrum. Styrelsen sammanträder

ungefär fem gånger per år och arbetar mest med lönefrågor men även med kompetensutveckling och arbetsmiljöfrågor. Till hjälp har styrelsen även den lokala SACO föreningen som har personal som arbetar på heltid med fackliga frågor och tar de svåra arbetsmiljöfrågorna. Inom styrelsen har vi delat upp ansvaret för löneöversynsförhandlingar.  
*forts.*

Den styrelsemedlem som har störst kännedom om den största yrkeskåren inom ett centrum ansvarar för lönearbetet för dessa. T.ex. en sjukhusfysiker från styrelsen ansvarar för löneprocessen inom KC, eftersom det enbart finns sjukhusfysiker bland Naturvetarna inom detta centrum. Inom Laboratoriemedicin (LMC) där vi har flest antal medlemmar finns biologer, kemister, cytodagnostiker och BMA. I styrelsen finns en biolog, en kemist och en cytodagnostiker som arbetar på LMC och som till en del ansvarar för löneprocessen men har hjälp av ordföranden (biolog) i vår lokala förening. Ordföranden och vice ordföranden (yrkeshygieniker) har hand om löneöversynsarbetet på sitt eget centrum och övriga centrum som inte har en representant i styrelsen. Att vi delar upp arbetet inom styrelsen på detta sätt ser vi som en fördel, då det är personer som är insatta i de problem som finns på arbetsplatsen och som känner till verksamheten väl och som också förhandlar direkt med personalcheferna.

Inom KC sker överläggningsförhandlingen mellan facklig förtroendeman, arbetsgivare (radiofysikavdelningens chef) och personalchef under januari månad. Här bestäms vilken förhandlingsform som ska gälla och om ingen av parterna vill ha traditionell förhandling så blir det lönesamtalsmodellen. Lönesamtal mellan arbetstagare och arbetsgivare sker under mars månad. Efter att löneprocessen är avslutad har man ett uppföljningsmöte där facklig förtroendeman, arbetsgivare och personalchef deltar. Detta sker under maj månad. Här utvärderas hur lönerevisionen och förhandlingsprocessen gick

och vad som kan göras bättre nästa år. Vi planerar att införa ett möte under hösten, innan budgeten läggs, för att redan då motivera vilken löneutveckling som bör eftersträvas kommande år. Vi tänker även jobba med att utveckla lönesamtalet och tydliggöra lönekriterierna. Vi ser en stor fördel med att landstinget är uppdelat i centrum vilket medför att varje förhandling sker för små väldefinierade yrkesgrupper.

Löneprocessen fungerar tyvärr inte lika bra på alla centrum. Framförallt är det problem med hur lönesamtalet ska genomföras. På en del centrum lämnar chefen enbart besked om ny lön, utan att medarbetaren har en chans att lämna sin syn på löneförslaget. Förslaget är heller inte alltid väl motiverat och chefen skyller på att landstinget inte ger mer pengar till löneökningar. Ordföranden och vice ordföranden har fört diskussioner med landstingets högste personalchef och Naturvetareförbundets förhandlingschef om hur löneprocessen ska förbättras. Förbättringsarbetet kommer att fortsätta med hjälp av hela den lokala styrelsen.

I landstinget finns det en central medbestämmandegrupp, en medbestämmandegrupp på varje centrum och en inom varje verksamhetsområde. I medbestämmandegruppen finns en representant från SACO. Det kan vara en person från vilket fackförbund som helst inom SACO-alliansen som för arbetsplatsens medbestämmandefrågor. När en fråga blir förbundsspecifik ajourneras frågan till ett senare möte, då en representant från aktuellt fackförbund kallas in. Oftast gäller det specifika personalfrågor som förändringar/tillsättningar/ /uppsägningar av tjänster.

## Medlemsärenden

- Ändrad hemadress och arbetsgivare meddelas Naturvetareförbundet.
- Ändrad e-postadress meddelas SSFF:s kassör.
- Ansökan om medlemskap i SSFF sker till Naturvetareförbundet.
- Begäran om utträde ur SSFF meddelas till SSFF:s kassör.
- Begäran om utträde ur Naturvetareförbundet meddelas Naturvetareförbundet.

OBS! utträde ur Naturvetareförbundet medför inte automatisk uteslutning ur SSFF.

Du kan fortsätta ditt medlemskap under förutsättning att du är ansluten till annat SACO-förbund.

# Mötesrapport

## ESTRO NATIONAL SOCIETY MEETING

Bryssel, 14 april 2008

Åsa Palm, styrelsemedlem SSFF

För tredje gången inbjöd ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) nationella organisationer från 26 länder till en dags information och diskussion kring "Radiation Oncology in Europe: Recent developments and future perspectives in patient care, research, training and legislation". En läkare, en fysiker och en radioterapisköterska från varje europeiskt land var välkomna. Här följer ett kort sammandrag.

### ▪ LÄROPLANER

ESTRO har tillsatt tre arbetsgrupper, en för varje yrkeskategori, som har uppdraget att ta fram förslag till nya Core Curriculum (CC), som avses användas som riktlinjer för nationella organisationer/ myndigheter vid planering av utbildning.

På läkarsidan talades det mycket om övergången till CanMEDS systemet, ett kompetensbaserat system för medicinsk utbildning som utvecklats i Kanada. Man kom överens om att basera det nya CC på detta system. Marianne Rydberg, Stockholm, sitter med i arbetsgruppen.

Fysikergruppen leds av Dag Rune Olsen från Norge. En grupp på 6-9 fysiker från olika Europeiska länder kommer att ta fram ett förslag till nytt CC tillsammans med EFOMP. Även detta baseras på CanMEDS systemet och kommer att gå ut på remiss till samtliga länder om ca 1 år.

### ▪ ESTRO UTBILDNING

Under 2007 introducerades ett Technology Transfer Grant på 50000 Euro årligen. Syftet är att ge möjlighet för medlemmar som vill lära sig en viss teknik att göra ett kortare besök (1-3 v) på en annan institution. Datum för nästa ansökan är 30 september.

Estro School of Radiotherapy and Oncology, ESRO, kommer att invigas under ESTRO mötet i Göteborg i höst.

### ▪ LOGGBOK FÖR UTBILDNINGS- AKTIVITETER UNDER ST

I vissa länder är det obligatoriskt för läkare under specialistutbildning att föra en loggbok över utbildningsaktiviteter, såsom antal patienter de träffat osv. Till hjälp har ESTRO utarbetat en web-baserad databas, som blivit standard i Holland. CanMEDS systemet (se ovan) kräver en portfolio och ESTRO loggboken anses kunna motsvara detta. Frågan om den kan omarbetas för att användas av fysiker kom upp.

### ▪ SÄKERHET OCH QA

Representanter från Polen, Frankrike och Tyskland beskrev synen på säkerhetsrutiner och kvalitetsarbetet inom strålterapiområdet i respektive land. I Frankrike har EPINAL olyckan lett till stora förändringar.

### ▪ ROSIS

ROSI är ett web-baserat system för rapportering av mindre tillbud. Schweiz håller på att omforma sitt säkerhetsrapporteringssystem så att det länkar till ROSIS.

### ▪ ESTRO WEB SITE

En ny och mer omfattande web sida är på gång - målet är att släppa den till höstens möte i Göteborg.

### ▪ JOINT MEMBERSHIP

ESTRO kommer att höra av sig till nationella organisationer för att erbjuda dubbelt medlemskap mot låg kostnad.



# Skandionkliniken

## Det svenska protonterapiprojektet förverkligas

Håkan Nyström  
Chiefsfysiker, Skandionkliniken



Arkitektförslag från WSP arkitekter

SVERIGE HAR EN LÅNG tradition av att behandla patienter med protoner; faktiskt behandlade man i Uppsala den första cancerpatienten i världen redan 1957! Sedan dess har mycket vatten runnit under Fyrisåns broar och även om patienter framgångsrikt behandlas även idag på The Svedberglaboratoriet, har denna anläggning så stora begränsningar att en ny modern protonklinik behövs.

Önskemålet om en ny protonterapianläggning har i huvudsak kommit från professionen. Inom ramen för SPTC (Svenskt protonterapicentrum) har onkologer, fysiker och sjuksköterskor under flera år utrett möjligheterna att skapa en protonterapianläggning. Man har så småningom också fått politiskt gehör för sina idéer. Då investeringskostnaderna är relativt höga behövs man samla sig kring en nationell anläggning och därmed skapa former för investering och ägande av en sådan nationell anläggning för avancerad sjukvård. Detta ledde till att ett speciellt kommunalförbund bildades, Kommunalförbundet för avancerad strålbehandling; en för Sverige unik konstruktion för offentlig sjukvård.

Man enades även om att anläggningen skulle placeras i Uppsala. Dels pga det geografiskt centrala läget i landet med goda kommunikationer men också för att det i Uppsala finns en historia och en speciell kompetens inom protonterapi som man gärna ville ta till vara. Det ska dock påpekas att även om Skandionkliniken kommer att byggas i nära anslutning till Akademiska sjukhuset, är det en klinik som ägs av Kommunalförbundet och Uppsala läns landsting är bara ett av de sju ägarlandstingen.

### Tekniken

Skandionkliniken kommer att satsa på den allra senaste och bästa tekniken. T.ex. kommer behandlingarna att ges med spotscanning snarare än den klassiska passivt spridda strålen. Detta ger möjlighet till mer konforma dosfördelningar genom IMPT men betyder också en renare stråle med avsevärt mindre förorening av neutroner. Dessutom kommer hela anläggningen att utformas för optimalt utnyttjande av stråltiden så allt som kan göras utanför behandlingsrummet, t.ex. fixering och positionering, kommer att ske i särskilda förberedelserum.

### Den distribuerade kompetensen

Även om tekniken alltså kommer att vara i toppklass, är det ändå arbetssättet som gör Skandionkliniken världsunik. Skandionkliniken inte bara samägs av åtta universitetskliniker, den kommer också att bli en integrerad del i dessa klinkers verksamhet. Således kommer inte Skandionkliniken bli en klinik dit patienter remitteras för strålbehandling med protoner. Istället är det den enskilda universitetskliniken som behandlar sina egna patienter på Skandionkliniken. Patienterna utreds, planeras och förbereds på hemmakliniken. Under hela behandlingen är det fortfarande patientens egen doktor på hemmakliniken som står som Patientansvarig läkare (PAL). För att detta ska bli verklighet, håller ett antal nationella, diagnosspecifika nätverk på att bildas. Tanken är att kollegor med samma patientgrupp som specialområde, regelbundet via videokonferenser diskuterar planering och behandlingsstrategier för sina patienter. På detta sätt kan spetskompetens både skapas och bibehållas bland alla deltagande kliniker, oavsett geografiska avstånd. Avsikten är också att så många patienter som möjligt ska ingå i kliniska studier. Redan nu arbetas det i de nationella tumorspecifika arbetsgrupperna med att utarbeta sådana studier. Idéerna kring hur den distribuerade kompetensen ska fungera har även beskrivits i en artikel i Acta där den intresserade kan finna mer information (Karlsson *et al*, Acta Oncol. 2006; 45: 1094-1101).

### Nuvarande status på Skandionkliniken

När detta skrivs (Maj 2008), pågår upphandlingsarbetet för fullt. Finansieringen är ordnad och om allt går som planerat, kommer ett kontrakt med en huvudleverantör att tecknas inom de närmaste månaderna. Parallellt med detta sker planläggningen av byggnaden och arkitekter och byggfolk är i full gång med ritningar och planer. Det första spadtaget förväntas tas innan årets utgång. Sedan kommer bygge, installation och intrimning av alla system. Personal ska rekryteras och den distribuerade kompetensen finslipas. Den första patienten beräknas kunna behandlas i december år 2011.

## Konstanskontroll av utrustning för digital projektionsradiografi

Markus Håkansson, Borås

För ca tre år sedan ställde Bertil Axelsson vid en föreläsning på Alingsås lasarett frågan till en sjukhusfysiker i Västra Götalandsregionen: ”... *kan inte ni fysiker i Västra Götaland ta reda på hur man skall förhålla sig till känslighetsbegreppet i digitala röntgensystem...*”. Gripen av sin då ständigt närvarande entusiasm tyckte han att det var en bra idé. Han kontaktade omedelbart sina kollegor i Göteborg (Jonny Hansson och kompani). Även Jonny tyckte att det var en bra tanke. Lägligt nog pågick då ett arbete i VG-regionen med att gå igenom SSI FS 2000:2 med inriktning på tabellerna i bilaga 1, i vilka SSI radar upp vad som skall kontrolleras vid exempelvis årlig ”röntgenkontroll”. Ofta gick meningar isär vilket visade sig i egna tolkningar av samma mening. Samtal med kollegor runt om i landet bekräftade bilden av att konsensus om hur en viss formulering ska tolkas och vad som därmed ska göras saknas. En av punkterna i dessa tabeller som är särskilt besvärlig är ”känslighet”. Med frågan från Bertil och pågående arbete i regionen i åtanke började de gemensamt planera för ett möte där inte bara Västra Götalandsregionen skulle fundera på dessa frågor utan även alla andra kollegor runt om i Sverige. Vidare tyckte vi det var en bra idé att också bjuda in tillverkare av röntgensystem och tillsynsmyndighet (SSI) till detta möte.

Sommaren 2006 kom ett möte till stånd i Borås. Det var stor uppslutning och förutom sjukhusfysiker och ingenjörer från hela Sverige var också tillverkare och SSI väl representerade. Mötet var en kombination av föreläsningar och workshop. Workshopen var indelad i tre huvudgrupper; ”stråldos”, ”teknisk/fysikalisk bildkvalitet” samt ”monitorer och bildöverföring”. Efter seminariet bestämde vi att gå vidare genom att bilda en arbetsgrupp som skulle plocka upp de erfarenheter som sammanställts under de två dagarna i Borås. Denna arbetsgrupp kom att inordna sig under Svensk Förening för Radiofysik och valde att kalla sig

arbetsgrupp 1 (AG1), kanske i en förhoppning att fler grupper skulle komma som kunde ta sig an nya problem som kan vara av nationellt intresse (eller internationellt). Gruppen bestämde sig tidigt för att bara titta på det som rörde moderna digitala system för projektionsröntgen. Standardiserade mätningar som rörspännings- och dosmätningar såg de ingen anledning att beröra. Vidare berördes inte specifikt innovationer inom datortomografiutvecklingen, tomosyntes, mammografi etc. AG1 kom att formera tre undergrupper. Dessa var indelade likt den indelning som workshopen i Borås hade varit. I gruppen för fysikalisk bildkvalitet var Michael Sandborg (Linköping) och Bertil Axelsson (Växjö) drivande. I Stråldosgruppen var det Marie-Louise Olsson och Anders Tingberg (bägge från Malmö) som var drivande och i gruppen ”monitorer och bildöverföring” var det Patrik Sund (Göteborg) och Markus Håkansson (Borås).

Målsättningen för AG1 har varit att utforma ett effektivt system för konstanskontroll av utrustning för digital projektionsradiografi. Mätningarna skall uppfylla intentionerna i gällande föreskrifter och ge en kontroll av hela kedjan från exponering till presenterad bild. Resultatet finns nu publicerat på Svensk förening för radiofysiks hemsida <http://www.radiofysik.org/articles/view.asp?articleid=14>. Intentionen har inte varit att skapa den ”slutgiltiga kontrollen” utan arbetet skall ses som en startpunkt utifrån vilket förbättringar kan utgå. Önskan är alltså att alla som kommer på förbättringar, hittar felaktigheter eller kanske rentav tycker att det fungerar bra rapporterar in detta till dem som står bakom dokumenten eller diskuterar synpunkter på det forum som finns uppsatt för detta. Information om detta finns på ovan angiven hemsida. För att arbetet skall fortsätta utvecklas krävs att metoderna prövas och används och jämförs. Alltså vill vi avsluta med en uppmaning. Prova!

/AG1



# Physics Corner in the ESTRO Newsletter

Giovanna Gagliardi  
Stockholm

En sammanfattning av två klassiska artiklar som anses vara grunden för IMRT-tekniken och mycket mer intressant får man serverat i ESTRO Newsletter tack vare Giovanna Gagliardis m fl engagemang

Since a few years ago and three times a year the members of the ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology) community receive the ESTRO news Journal.

One of the purposes of the news is to keep a link between the ESTRO society and the members through information and news of several types. Considering how the society is growing in terms of number of members and activities, this communication channel is probably very important and definitely helps to have an overview of the several features of this Society and of the main events, scientific and professional, in the field.

As an example of the contents: the ESTRO President in Society Life makes a summary of the main events and/or decisions; there is information on ESTRO projects and on the main planned conferences, together with reports on the past ones. The European School of Radiotherapy and Oncology has a space for all the (indeed many) educational activities: ESTRO courses, training tools (e-learning, publications, etc), training programs for radiation oncology, and travel grants.

There is a space for the National Societies and a space dedicated to Public Health.

The professional groups (oncologists, physicists, radiotherapy technicians and radiobiologists) have each an own space. A medical board reminds the readers and summarise some especially important just published papers (“read it before your patients”). Brachytherapy has an own and broad corner including reports, paper summaries and book reviews. The radiobiology corner may focus on discussions among experts on the role of radiobiology in the future, or provide short summaries of “papers you may want to read”, or asks readers to send a list of the most important papers in the advancement of fundamental and translational radiobiological knowledge over the last 50 years, as in the spring issue of this year. The radiotherapy technicians have a RTT Newsletter, which focuses on curriculum, monographic issues (e.g. psychosocial care of cancer patients, radiotherapy in children) and much other.

The Physics Corner started at the end of 2006. The subjects change from time to time, but the Corner keeps a focus on educational aspects. **Both classical subjects (“back to school”) and milestone papers in our field (“a Classic Medical Physics paper”) are revisited.**

The “back to school” feature, up to now Alan Nahum’s merit, has refreshed our knowledge on charged particle equilibrium, features of electron beam depth dose curves, Monte Carlo simulation of the tracks of electrons and charged particles, and stopping power ratios. Each session ends with a question to the readers, who will find the answer some time later on the ESTRO website.

Publications which changed things in our field are highlighted in the classic paper session. Part of the effort is also to show the link between publications at almost the same time (see the coupled papers on the genesis of IMRT, discussed in the winter 2006 issue) or the ones on dose calculation methods (summer 2007 issue).

Some recent papers are commented as well as specific reports from task groups, sometimes with the help of expert colleagues in the specific field. Comments, suggestions and contributions from the public have been and are very welcome, and up to now we have been able to include letters and suggestions. Views on the future of Medical Physics have been also set down (summer 2007 issue) in a piece from R. Jeray (Madison), where part of the focus was on the interfaces with biomolecular imaging.

All this work is done, for the moment, by Alan Nahum (Clatterbridge, UK), Ludvig Muren (Aarhus, DK) and myself. ESTRO supports us in a very professional and familiar manner at the same time.

**Good news for everybody: click on [www.estro.be](http://www.estro.be), go in Publications and you will find in detail all what is written here**, i.e. the whole ESTRO newsletter and of course the Physics Corner. And don’t forget to let us know what do you think and wish to be added in it. We will listen!

[giovanna.gagliardi@karolinska.se](mailto:giovanna.gagliardi@karolinska.se)

# CPD-projektet

## - Hur går det ?

Bertil Axelsson, Växjö  
Kursrådets sekreterare

### - Jo tack, det rullar på ganska bra.

Det är nu lite över 70 personer registrerade i systemet och det är ett stadigt inflöde av nya anmälningar. Sanningen att säga så finns det även några som anmält sig men sedan inte rapporterat någon aktivitet. Kursrådet har just haft genomgång av sammanställningarna från 2007. Varje år ger nya frågor om hur reglerna skall tolkas men i de flesta fall verkar det inte vara några problem att rapportera med utgångspunkt från den beskrivning som finns i CPD-programmet och som är tillgänglig via hemsidan. Några förtydliganden har kursrådet ändå gjort och dessa läggs också ut på hemsidan efterhand. På initiativ från ett par av deltagarna i programmet så kommer också rapporteringsmallen att ändras för att underlätta både för den som skall fylla i den och för kursrådet.

Medianvärde för poäng från dem som lämnat in sammanställningar för år 2007 är 94p. Enligt CPD-programmet skall genomsnittet per år vara 50 p. Kompetensutvecklingen skall enligt programmet vara någorlunda lika fördelat mellan "egen aktivitet" och "deltagande i aktivitet". De flesta klarar att få en balans mellan dessa båda delar.

Kursrådet är också engagerat i diskussioner med tänkbara kursgivare för att komplettera det utbud av utbildningsaktiviteter som redan finns. Det pågår t.ex. diskussioner med institutionerna om hur delar av forskarutbildningskurser skall kunna göras tillgängliga för yrkesverksamma sjukhusfysiker som

en kompetensutveckling.

CPD-systemet är också tänkt att kunna användas som en del i den specialistexamen som Sjukhusfysikerförbundet arbetar med att införa. Granskningen av hur utbildningen inom specialistexamen har genomförts kan delvis skötas inom ramen för CPD-programmet. Här tillkommer dessutom de mer praktiskt inriktade delarna av specialistutbildningen. Kursrådet har därför, på uppdrag från Sjukhusfysikerförbundet, tagit upp en diskussion med representanter för cheffysikergruppen om hur vi skall kunna samarbeta kring detta. Frågan diskuterades vid "cheffysikermötet" i Linköping i början av maj och vid ett nytt möte med representanter för cheffysikergruppen vid ytterligare ett möte i slutet av maj. Det finns goda förhoppningar om att en lämplig fördelning av uppgifter för uppföljning av specialistutbildningen skall kunna göras. Det finns fortfarande några frågor att diskutera som t.ex. nivån på utbildningen till specialist (för att skilja den från fortbildning). För att starta specialistutbildningen behöver också en del frågor om hantering av övergångsbestämmelser m.m. att regleras. Detta gäller t.ex. "gamla uvar" och de som sedan tidigare deltar i CPD-programmet.

Kursrådet, representanter för cheffysikerna och styrelsen kommer att diskutera start av specialistutbildning vid ett möte i höst och därefter kan programmet startas.



## Välkommen till årets Studiedagar i Strålskydd och Bildoptimering

20-21 oktober 2008

Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor anordnar tillsammans med Svenska Sjukhusfysikerförbundet studiedagar i strålskydd och bildoptimering på Aronsborgs Konferenshotell, Bålsta. Studiedagarna riktar sig till röntgensjuksköterskor, sjukhusfysiker och radiologer. Utförligt program och anmälningsblankett skickas till din avdelning. Du kan även anmäla dig på hemsidan [www.swedrad.se](http://www.swedrad.se).

För ytterligare information kan Du vända dig till:  
Vanja Kågström, [kurser@swedrad.se](mailto:kurser@swedrad.se) tel. 0910 77 1611, 070 519 8712  
Hans-Erik Källman, [hans-erik.kallman@tdalarna.se](mailto:hans-erik.kallman@tdalarna.se)

## Strålskydd vid katastrofmedicinska insatser

En CPD-kurs som går av stapeln i Linköping den 22 - 24 september 2008. Sista anmälningsdag är den 15 augusti. Information om kursen hittar du på [www.sjukhusfysiker.se](http://www.sjukhusfysiker.se).

## CPD kurs - Detektorer och mätmetoder inom strålskydd och beredskap

Lars Larsson

Sjukhusfysiker i Skövde

DEN ANDRA CPD-KURSEN I SERIEN om beredskap och strålskydd handlade om mätmetoder och mätinstrument för användning vid en ev nukleär nödsituation och arrangerades den 20-22 april samt 19-21 maj av Statens Strålskyddsinstitut i samarbete med Radiofysiska institutionerna i Lund och Göteborg.

Den första delen (i april), som gick av stapeln på ”Quality Hotel Eurostop” i Halmstad, omfattade föreläsningar och diskussioner om de mätbehov som kan uppstå i ett olycksscenario och hur man kan lösa det. Tillgången på strålskyddsinstrument och annan mätutrustning som kan användas i ett krisläge varierar mycket från sjukhus till sjukhus. Vi fick många tips och exempel på hur man kan utnyttja befintlig utrustning för att söka och i någon mån försöka identifiera strålkällor.

I en krissituation gäller det att försöka improvisera och utnyttja sina grundläggande radiofysikkunskaper på bästa sätt. Samtidigt gäller det att så långt det låter sig göras förbereda sig genom att t ex inventera de mätinstrument som man har tillgång till i sitt närområde. Det kan vara långt till närmaste beredskapslaboratorium och den första insatsen kan vara av avgörande betydelse. Där har sjukhusfysikerna en viktig roll som experter eftersom vi är utspridda över hela landet. Utan tillgång till lämpliga mätinstrument är vi dock delvis handikappade i den rollen.

En del av kursen handlade om spektrometriska metoder och en gammal spektroskopist som undertecknad fick lite av ”abstinensbesvär”. Utrustning för gammasppektrometri kan vara betydelsefull för att identifiera okända nuklider t ex i samband med smuggelgods, strålkälla på villovägar eller i en terror händelse. På sjukhus utanför universitetssorterna kan det dock vara svårt att få tillgång till lämplig utrustning för gamma-



Sofia Åström letar strålkällor.

Foto Lars Larsson

spektrometri. En gammakamera utan kollimator skulle t ex kunna fungera, åtminstone för lägre gammaenergier, men den är ju inte särskilt flyttbar. Gammalprovväxlare och/eller betaspektrometrar kan ev finnas på labmedicin.

Andra delen av kursen (i maj) genomfördes som övningar, dels på det avstängda kärnkraftverket i Barsebäck och dels som övningar tillsammans med den stora övningen ”Lärmät” som samtidigt genomfördes för Tullverket, SSI m fl. på Revingehed.

Här fick vi i praktiken öva på att hitta gömda strålkällor (t ex i en container) och att hitta och ”städa” kontaminerade föremål. Inte minst kunde vi på Barsebäcksverket konstatera att det inte är så lätt att hitta ”hotspots” i en omgivning där bakgrundsstrålningen är betydligt högre än vad vi är vana vid. Dessutom fick vi en visning av det ”gamla” kärnkraftverket. Det kändes nästan spöklikt att se denna stora anläggning där verksamheten i dag mest går ut på att underhålla byggnaderna och att ”städa”. Dock försöker man använda verket för utbildning av kärnkraftpersonal och andra som har behov av en ”äkta” kärnkraftsmiljö utan alltför mycket strålning.

Sammanfattningsvis kan sägas att kursen var mycket lärorik och även om en del var repetition av grundkunskaper så kändes det som en nyttig uppdatering.

# Tillsatta tjänster

Här skriver vi namn, befattning, huvudsakligt arbetsområde, avdelning och namn på sjukhuset som rekryterat ny personal. Vi hoppas våra verksamhetschefer utnyttjar möjligheten att på detta sätt informera om nya medarbetare eller "gamla" med ny befattning.

## Länssjukhuset RYHOV i Jönköping

Under 2008 har två nya tjänster tillsatts på Sjukhusfysik i Jönköping. Sedan februari tjänstgör **Hans Johansson** som 1:e sjukhusfysiker inom medicinsk radiologi och i augusti ansluter **Jakob Eriksson** med huvudsakliga arbetsuppgifter som sjukhusfysiker inom strålbehandling.



Hans har sedan 2003 arbetat som sjukhusfysiker inom Landstinget Sörmland. Där har han primärt jobbat inom röntgendiagnostik men även inom nuklearmedicin. Hans är född 1974. Tog sin examen som sjukhusfysiker 2003 vid Göteborgs Universitet.



Jakob är född 1982 och uppvuxen i Växjö. 2002 började han läsa på sjukhusfysikerprogrammet i Lund. Examen togs våren 2007, där examensarbetet studerade förändringen av absorberad dos i gränsskiktet mellan mjukvävnad och luft vid strålterapi i hals- och huvudregionen. Jakob hade därefter ett vikariat på strålterapiavdelningen i Lund och vintern 2007 påbörjades en projektanställning i Umeå, där han jobbade med ett SSI-projekt. Projektet studerade användandet av *in vivo* dosimetri för extern strålterapi vid de svenska sjukhusen.

## Södra Älvsborgs Sjukhus (SÄS)

Sedan 1 mars har **Marie-Louise Linblad** och **Sebastian Sarudis** tillträtt som sjukhusfysiker vid Södra Älvsborgs Sjukhus (SÄS).

Marie-Louise som kommer från Karolinska Universitetssjukhuset, Huddinge, jobbar framförallt med inriktning mot röntgenfysik och strålskydd. I anställningen ingår även att svara för dessa uppgifter vid Alingsås lasarett. Sebastian vars senaste anställning var Ray-Clinic jobbar huvudsakligen mot strålterapi.

**Gudrun Bankvall** gick i pension december 2007. Hon firades då av med en trevlig lunchbjudning i Borås där bland annat kurskamrater från studieåren i Lund visade upp bilder på Gudrun i sin ungdoms grönska. Hon efterträddes av **Markus Håkansson** som sedan 2004 arbetat som sjukhusfysiker vid SÄS.



# Tillsatta tjänster

Här skriver vi namn, befattning, huvudsakligt arbetsområde, avdelning och namn på sjukhuset som rekryterat ny personal. Vi hoppas våra verksamhetschefer utnyttjar möjligheten att på detta sätt informera om nya medarbetare eller "gamla" med ny befattning.

## Mälarsjukhuset i Eskilstuna

Medicinsk Fysik och Teknik vid Mälarsjukhuset i Eskilstuna har fått två nya legitimerade sjukhusfysiker. **Ylva Lindgren**, med examen från Umeå Universitet, har tidigare varit anställd som assisterande sjukhusfysiker. **Emil Johansson**, utbildad vid Lunds Universitet, har tidigare varit yrkesverksam vid Aarhus Universitetshospital i Danmark. Båda kommer i huvudsak att arbeta inom områdena diagnostisk radiologi och MR. Verksamheten kommer att bedrivas vid samtliga tre sjukhus i Landstinget Sörmland, i Eskilstuna, Nyköping och Katrineholm.



---

## Vill du hellre arbeta i **Australien** ?

Det lär vara brist på sjukhusfysiker där...

The Australasian College of Physical Scientists and Engineers in Medicine (ACPSEM) represents Physical Scientists and Engineers who provide a broad range of professional services to the medical community. The College has six Branches covering the states of Australia and New Zealand.

Advertisements for jobs are posted on their website in the Jobs section – see bottom right hand section of the home page at <http://www.acpsem.org.au/>.





# Mötesrapport

## SOF-mötet i Karlstad

Hans-Olov Rosenbrand

1: e Sjukhusfysiker, Strålbehandlingen Karlstad



Svensk Onkologisk Förening, SOF, hade i år lagt sitt vårmöte i Karlstad. Mötet samlade ca 200 deltagare som representerade olika sjukhus och företag. I följande text refereras en del av alla föreläsningar som erbjöds.

I samarbete med Svensk förening för Radiofysik hade SOF anordnat en programpunkt med titeln: **Moderna behandlingstekniker vid extern strålterapi.**

Christina Vallhagen Dahlgren, Uppsala, föreläste om **"Protonstrålbehandling på The Svedberg-laboratoriet: Nuläge och Framtid"**. Räckvidden för protonerna är drygt 20 cm med en maximal energi på upp till 173 MeV. Störst energi avges de sista millimetrarna varvid djupdoskurvan får den karakteristiska "Bragg peaken". Genom att använda räckviddskompensationsfilter kan djupet anpassas till tumörens bakkant. Olika räckviddsmodulatorer ger olika spridningar för Braggtoppen. Varje patient har dessutom en individuell kollimering av strålfältet. För protoner tillämpas ett RBE-värde (Relative Biologic Efficiency) på 1.1. Detta innebär att t.ex. en fysikalisk dos på 1.64 Gy motsvarar  $1.64 \times 1.1 = 1.80$  CGE, Cobalt Gray Equivalents. Under 2007 har 101 patienter behandlats med protoner. Antalet fraktioner var 697 vilket är en ökning med 40 % jämfört med 2006. Av årets 52 veckor är 32 behandlingsveckor. Ett pågående projekt är irismelanom, ytlig behandling av tumör i ögats iris. Målet är snabb behandling till hög dos med nytt kontrollsystem samt skarpare fältgränser (först absorption ned till önskad energi, därefter kollimering). Ett framtidsprojekt är ett justerbart behandlingsbord och programvaruanpassning som sponsras av barncancerfonden. Bordet skall användas vid precisionsbehandlingar av små barn liggande. Verksamheten vid The Svedberg-laboratoriet kommer 2011 att tas över av den nya Skandionkliniken.

Lena Wittgren, Malmö, föreläste om **"Andningsstyrd strålbehandling – Gating"**. Malmö som är först i Sverige med denna behandlingsteknik har ca 150 bröstcancerpatienter per år. Skillnaden i bröstorgans rörelse mellan normal och djup andning är ungefär 15 mm. Denna relativt stora skillnad utnyttjar man vid gating. Tanken är att man endast vill stråla när behandlingsvolymen befinner sig i ett gynnsamt läge, dvs. att bestrålad volym

lunga och hjärta får minsta möjliga stråldos. Idag finns olika metoder, beroende på leverantör, hur man skall styra strålen från acceleratoren. Malmö har valt Varians lösning som innebär att en kamera registrerar rörelsen från en kub som är placerad på patientens bröstorg. Den andningskurva som därmed kan dokumenteras ligger till grund för när acceleratoren skall stråla. Erfarenheten är att röststyrd andning ger ett bättre resultat jämfört med fri andning. Patienten får därför träna innan behandlingen för att uppnå en "bra" andningskurva. Malmö använder gating enbart för patienter med vänstersidig bröstcancer. I framtiden har man tänkt utveckla tekniken genom att erbjuda en visuell guidning till patienten. Andra lokalisationer som kan vara aktuella är lunga, lymfom och buk.

Andrej Tomaszewicz, Lund, föreläste om **"IGRT i Lund"**. IGRT (Image Guided Radiation Therapy) är ett område inom strålterapi som har utvecklats markant de senaste åren. I Lund har man en ny strategi för verifikationsbilder sedan mars 2007. Idag har man två accelerators, Elekta Synergy, med Cone Beam CT. Istället för att ta bilder på alla behandlingsfält tar man idag ortogonala isocenterbilder eller CBCT. Vid fraktioner färre än 10 tas bilder vid fraktion 1. Vid fler än 10 fraktioner tas bilder vid fraktion 1-3 och därefter enligt schema specifikt för varje patientgrupp. Läkare och fysiker bedömer bilderna men målet är att onkologi-sjuksköterskorna skall göra detta. Korrektion av patientläget bestäms genom att beräkna ett medelvärde av avvikelserna viktat för antalet bilder. Beroende på diagnosgrupp har olika akuta toleransnivåer införts.

Karl-Axel Johansson, Göteborg, föreläste om **"Sena effekter för normalvävnad vid hypofraktionerad strålterapi"**. Karl-Axel redogjorde för när hypofraktionering bör användas samt när det kan vara lämpligt att använda hypofraktionering.

Hypofraktionering bör användas:

- När tumören är mer fraktioneringskänslig (lägre  $\alpha/\beta$ ) än de omgivande vävnaderna
- När tumörens överlevnadskurva har en större

skuldra än för den omgivande vävnaden.

Hypofraktionering kan vara lämplig att använda vid följande fall:

- Precisionsbestrålning (små targetvolymer)
- Till tumören vid IMRT med simultant integrerad boost
- Rörlig tumör omgiven av tolerabla vävnader (ex. tumör i lunga, lever)
- Hela dosen koncentreras till tumören (ex brachyterapi prostata)
- Snabbt profilerande tumör omgiven av tolerabla vävnader (icke småcellig lungcancer)
- Sociala och/eller ekonomiska aspekter.

I Göteborg har man utifrån hypofraktionerad ultraljudsstyrd brachyterapi vid prostata cancer gjort en dos-volym analys av urinblåsebesvär grundat på en patientenkät. 52 patienter som fick extern strålterapi 2 Gy x 25 samt brachyterapi 10 Gy x 2 och 36 patienter som fick endast extern strålterapi 2 Gy x 35 svarade på enkäten. Urinvägsproblem var betydligt vanligare i gruppen som fått endast extern strålterapi jämfört med gruppen som även fått brachyterapi. Dos-volym analysen visade att det finns ett samband med dos-volym-biverkan för urineringsproblem.

En dos-volym analys har även gjorts av revbensfrakturer grundat på radiologisk uppföljning. Data från 68 patienter som fått hypofraktionerad stereotaxi vid inoperabel icke småcellig lungcancer har analyserats. 45 Gy i tre fraktioner under en vecka gavs till PTV (Planning Target Volume). Dosen var mycket inhomogen med en isocenterdos på 65-70 Gy. 13 revbensfrakturer hittades i 7 patienter, rapporterat av patient eller vid uppföljning med CT. Det finns ett dos-volym-biverkan samband för revbensfrakturer. Vid volymen 2 cm<sup>3</sup> ger dosen 49.5 Gy 50 % risk att få en revbensfraktur. En risk på 5 % i samma volym motsvarar dosen 26.9 Gy.

Undertecknad föreläste om ”**IMRT från en Karlstad-horisont**”. Sedan oktober 2007 har 8 head-neck patienter behandlats enligt Artscan, concomittant boost teknik. Dynamisk MLC/sliding-window används. Jonisationskammare och EPID (Electronic Portal Image Device) används för den patientspecifika kvalitetssäkringen. I ett cylindriskt IMRT-fantom placeras en jonisationskammare (mätvolym 0.125 cm<sup>3</sup>) för att mäta absolutdos. Toleransnivån är ± 3 %. Tidigare användes ett Quasar-fantom som inte var optimalt för denna typ av mätning, toleransnivån var då ± 4 %. Med EPID, Varian aSi 1000, mäts fluensen för varje behandlingsfält. Vid utvärderingen används gammaindex. Acceptansen för dosmax samt DTA (Distance To Agreement) är satt till 3 % respektive 2 mm. På grund av att dosplaneringssystemet, Eclipse Helios version 8.02, inte tar hänsyn till ”tongue and

groove” effekten kan avvikelser mellan den beräknade och mätta fluensen var betydlig. För enskilda fält har avvikelser på 20 % registrerats i små områden (uppmätt dos är lägre än den beräknade). För att minska denna underdosering vrids kollimatoren 3° för alla fält.

Totala arbetsbelastningen för mätning av absolutdos och fluens för varje patient är ungefär 110 min. IMRT-behandlingarna utförs med Varians accelerator 21 iX som har OBI (On-Board Imager). Vid varje behandling verifieras patientläget genom att bilder tas med OBI i gantry 0° och 90° eller 270°. Om patientläget avviker mer än 1 mm flyttas bordet innan behandlingen ges.

För de 8 patienter som hittills har behandlats har andel förflyttningar som varit större än 1 mm för bord Vert., Long., och Lat. varit 56 %, 54 % respektive 18 %.

Den sista programpunkten på mötet var **Nationell cancerstrategi**. En expertpanel bestående av Kenneth Johansson, Kerstin Wigzell, Carsten Rose, Jan Adolfsson, Jens Overgaard samt Ursula Tengelin redogjorde för sin syn på den Nationella cancerstrategin.

Kenneth Johansson (c), ordförande i riksdagens socialutskott, nämnde några brister som behöver åtgärdas: regionala olikheter, svårigheter att få tag på specialister samt brister i den palliativa vården.

Kerstin Wigzell som leder utredningen på uppdrag av socialministern Göran Hägglund berättade att man har tittat på länderna Norge, England och Danmark som redan har en nationell strategi för cancervård. Utredningens uppdrag är att komma med förslag som leder till minskad dödlighet och sjukdom i cancer. Förhoppningen är att utredningen ska ge ett helhetsperspektiv som hittills har saknats och att kunna utnyttja kunskap bättre.

Jens Overgaard, professor från Århus, berättade att den första nationella cancerplanen i Danmark kom år 2000. Vid det tillfället gjordes kraftiga investeringar. Version 2 av cancerplanen kom 2005. I den fanns mer genomtänkta förslag som bland annat innebar att nationella multidisciplinära cancergrupper och en nationell biobank skapades. I Sverige finns det inga enkla lösningar för att förbättra överlevnaden utan det är de små, dyra och svåra besluten som måste fattas. Utgångsläget är bättre jämfört med Danmark men också mer komplicerat enligt Overgaard.

Ursula Tengelin, cancerfondens general-sekreterare, efterfrågade mätbara mål även för prevention.

Expertpanelen var överens om att den viktigaste åtgärden måste vara att förebygga att människor får cancer överhuvudtaget.

# Mötesrapport

## Kvalitetskontroll på MR-kameror

Ylva Larsson, Sjukhusfysiker i Falun

Den 14 maj hölls ett endagsmöte i Gävle om kvalitetskontroll på MR-kameror. Mötet var initierat av Anna Rydhög och Hans-Erik Källman och samlade ett 30-tal intresserade, de flesta sjukhusfysiker.

Dagen började med att David Price från MagNet höll två föreläsningar. Den första föreläsningen handlade om säkerhetsaspekter runt MR, såsom utformning av lokaler, risk för brännskador, nervstimulering och hörselskador. Den andra föreläsningen handlade om kvalitetssäkring inom MR. David berättade dels om daglig QA men även om mer avancerade kontroller och vilken typ av utrustning som kan användas för att utföra dessa.

Efter lunch pratade Johan Olsrud från Lunds Universitetssjukhus om vilka kontroller som de utför. Johan presenterade ett utförligt program för kvalitetssäkring, med exempel på kontroller som utförs vecko-, månads- och årsvis.

Som sista föreläsare presenterade Magnus Olsson från GE hur de arbetar med service och förebyggande underhåll.

Efter föreläsningarna hölls en allmän diskussion om vilken typ av QA som utförs på MR idag, och hur man ska kunna jobba vidare i framtiden med ökat samarbete mellan sjukhusen. Ett intresse finns för framtida möten, preliminärt i Göteborg om ca ett år.



Ett stort gäng MR-intresserade sjukhusfysiker träffades i Gävle.

Foto: H-E Källman





# Mötesrapport

## Nuklearmedicinskt Vårmöte och utbildningsdag

Linköping 21-23 maj 2008

Ylva Larsson och Mats Stenström  
Falu Lasarett



Vår och försommar är här, och med den det traditionella vårmötet i nuklearmedicin. Mötet arrangerades detta år av Linköpings nuklearmedicinska sektion i samarbete med svensk förening för nuklearmedicin. I vanlig ordning var uppslutningen god med läkare, sjuksköterskor, BMA, tekniker och fysiker. Mångfalden är kanske nyckeln till den höga trivselfaktorn?

Utbildningsdagen inleddes den 21 maj med tema optimering. Bland annat talade Eleonor Vestergren och Lars Jacobsson (bilden) om optimering i klinisk praktik, med exempel på fantomstudier, kliniska bilder och datorsimuleringar. Eleonor presenterade även en enkät angående dosering vid svenska sjukhus, vilket var en uppföljning till en enkät gjord 1999. Uppföljningen visade inte på några stora skillnader i aktivitetsmängd, däremot används numera fler högupplösande kollimatorer och fler tvåhövdade kameror. Cathrine Jonsson pratade om när man ska reagera på en dålig bild, och visade exempel på saker som kan ge upphov till artefakter i bilden, så som smycken, rörelse, kameraproblem mm. Efter en god lunch höll Lena Johansson ett föredrag om hjärtscintigrafier, och olika potentiella felkällor kring dessa undersökningar med insamling, utvärdering, attenuering och bildkvalité. Lena presenterade rekommendationer för åtgärder både från European guidelines och lokala regler. Efter det höll Michael Sandborg ett föredrag om hur man kan optimera undersökningar, med exempel från röntgen. Efter en lång dag med intressanta föredrag och nya intryck bjöds det på buffé och umgänge i Läkarsällskapets lokaler.

På torsdagen inleddes vårmötet med att Östergötlands landshövding Björn Eriksson hälsade oss välkomna till Linköping. Förmiddagen var vigd åt

myokardischemi, och fyra olika föreläsare gav sin syn på vilken undersökningsmetod som ger rätt diagnos. Efter lunch hölls föredömligt korta företagspresentationer, och sedan presenterade May Sadik en studie om tolkning av skelettscintigrafier. Studien behandlade olika läkares tolkning av bilder i kombination med databaserat beslutsstöd och var genomförd med deltagare från hela Sverige. Senare på eftermiddagen talade Gertrud Berg och Peter Bernhardt om nuklearmedicinsk terapi. De pratade dels om välbeprövade metoder, men även vad som kanske blir framtidens terapimetoder. Efter ytterligare en lärorik och inspirerande dag hölls bankett. Maten var god och sällskapet trevligt, och efter avslutad bankett höjdes stämningen ytterligare av Magnus Ugglå (eller hur det nu var?). Alla rockade loss och dansade in i natten.

Fredagen började med ett uppskattat föredrag av Anna Freij och Jens Sörensen om olika PET-substanser och vilka för- och nackdelar de har. Vidare presenterade Henrik Karlsson en studie om dosering vid skelettscintigrafi. Senare tilldelades samme Henrik tillsammans med Agnetha Gustafsson årets posterpris för postern *Fingerdosmätningar vid olika moment vid hantering av  $^{18}\text{F}$ -FDG*. Efter ett föredrag om optimerade PET/CT protokoll av Thomas Beyer från University Hospital Essen i Tyskland avslutades mötet. Vissa deltog på eftermiddagen i en uppskattad och välordnat rundtur på nuklearmedicin på universitetssjukhuset i Linköping medan andra stannade kvar och lyssnade på PET/CT-seminarium.

För oss var detta det första respektive kanske 10:e vårmötet, och vi längtar redan till Sunne och 2009 års vårmöte – undrar om Ugglå eller Sven Ingvars står på scenen då?

# Kommande möten

## **RÖNTGENVECKAN Uppsala 25-29 aug 2008**

Svensk förening för Röntgensjuksköterskor, Svensk Förening för Medicinsk Radiologi samt Bild- och Funktionsmedicinskt Centrum, Akademiska sjukhuset, Uppsala, inbjuder alla som arbetar inom området Bild- och Funktionsmedicin till Röntgenveckan 2008. Uppsala har fått det hedersamma uppdraget att arrangera Röntgenveckan 2008. Den går av stapeln den 25-29 augusti i vårt nya Uppsala Konsert & Kongresshus.

Medicinsk radiologi finns inte längre som egen specialitet utan ingår numera i specialiteten bild- och funktionsmedicin. Familjen har vuxit och vi välkomnar både dig som arbetar med nuklearmedicin som med klinisk fysiologi i vår krets och till Röntgenveckan. Den nya specialiteten ger oss en ny, vidare horisont och nya möjligheter inför framtiden. Den nya specialiteten är också anledningen till Röntgenveckans tema, Bild och Funktion. Vi planerar ett stort antal gemensamma aktiviteter kring detta tema, föreläsningar, symposier m.m.

[www.rontgenveckan.se](http://www.rontgenveckan.se)

## **SSI Sjukhusfysikermöte Lidingö 6-7 okt 2008**

Statens Strålskyddsinstitut inbjuder landets sjukhusfysiker till möte på Foresta Best Western Premier Hotel, Lidingö den 6-7 oktober 2008. Mötet kommer förutom en presentation av den nya Strålsäkerhetsmyndigheten och vår verksamhet att innehålla intressanta programpunkter inom både röntgen, nuklearmedicin och strålbehandling. Bl.a. finns från er önskemål att beröra ICRP 103, berättigandearbete, personal- och patientdoser, IMRT och kvalitetsarbete inom diagnostik och terapi. I år kommer vi att vara på det anrika hotellet Foresta på Lidingö som besökts av celebriteter som Greta Garbo, Eartha Kitt, Tom Jones och the Beatles. Mötet beräknas börja klockan 9.30, med tid för kaffe fram till 10.00, och hålla på till ca 17.00 dagen efter. Anmälan ska vara SSI tillhanda senast 29 augusti 2008.

[www.ssi.se](http://www.ssi.se)

## **RIKSSTÄMMAN Göteborg 26-28 nov 2008**

Svenska Läkarsällskapets riksstämma är i år förlagd till Göteborg och äger rum den 26-28 november. Läkarsällskapet firar 200 år i år och man kommer därför att satsa extra mycket på arrangemanget, bl.a. kommer man att ha två teman ('Framtidens hälsa - då och nu' samt 'Inflammation på gott och ont'), en stor fest, fototävling, m.m. Man kan läsa mer om detta på <http://www.svls.se/riksstamman/811.cs>.

Svensk Förening för Radiofysik är som vanligt med och arrangerar ett symposium och i år har vi valt att titta närmare på **PET-CT och kliniska erfarenheter från Sverige**. Eftersom detta är ett ämne som berör flera andra föreningar har vi valt att arrangera tillsammans med föreningarna för nuklearmedicin, medicinsk radiologi och klinisk fysiologi. Vi hoppas detta ger symposiet lite extra tyngd och bredd och följaktligen locka fler besökare. Förra årets succé med SSI:s granskning av berättigande och remisskvalitet inför CT vill vi så klart följa upp! Hela programmet är inte heller helt klart ännu men vidtalade att deltaga är bl.a. professor Hans Jacobsson (KS), Tomas Olsson (Lund) och Sigrid Leide Svegborn (Malmö). Moderator för symposiet blir professor Björn Jonson (Lund).

I övrigt kommer vi att presentera vinnaren av CANBERRA och SFfR:s pris för bästa examensarbete under 2007/2008. Prissumman uppgår i år till 25.000 kr och pristagaren kommer förstås att vara på plats och presentera sitt arbete. Vi har även utdelande av Holger Sköldborns stipendium och Kurt Lidéns pris, vilket sker på föreningens årsmöte, samt en posterutställning (sista dag för inskickning av abstrakt är den 29/8). Sist men inte minst har vi årets Kalle Vikterlöf föreläsning. Vem det blir är i skrivande stund okänt men för att se tidigare föreläsare uppmanar vi den intresserade läsaren att titta på föreningen hemsida [www.radiofysik.org](http://www.radiofysik.org).

Tiderna för punkterna ovan är ännu ej spikade men preliminärt har vi fått tid under torsdag eftermiddag och fredag förmiddag. Från lunch och framåt på fredagen kommer ett stort internationellt Jubileumssymposium att arrangeras i Scandinavium och detta är öppet för alla. Vi hoppas att så många av både föreningens och förbundets medlemmar tar sig tid att komma till Göteborg och att man även bidrar med vetenskap i form av posters. Inträdet är gratis om man är medlem i Svenska Läkarsällskapet (kostar ca 500 kr).

Väl mött i Göteborg!

**Stefan Johnsson, Vetenskaplig sekr. i Svensk Förening för Radiofysik**



# Ny Avhandling

Marie Hansson, Göteborg



## X-ray fluorescence analysis (XRF) for determination of the thyroid iodine content

### Sammanfattning

Sköldkörteln, en ca 15 ml stor körtel belägen på framsidan av halsen, nedanför struphuvudet, producerar hormon som reglerar ämnesomsättningen. Dessa hormon stimulerar bl.a. kroppens tillväxt och utveckling och är därför nödvändiga för många av kroppens funktioner. För att kunna producera sina hormon behöver sköldkörteln jod. Jod får vi i oss via maten men för att kunna klara situationer med varierande jodtillgång kan jod även lagras i sköldkörteln. Storleken på detta lager, kallat jodpoolen, beror på många faktorer och spelar roll t.ex. för växande individer och vid sjukdomar i sköldkörteln. Kunskap om jodpoolen är därför mycket viktig för att kunna förstå bakgrunden till vissa sjukdomar och möjligen även förutsäga utgången vid behandling. Jodpoolen kan mätas med röntgenfluorescensanalys (XRF), vilket är ämnet för denna avhandling.

XRF är ingen ny metod utan har länge använts inom flera områden t.ex. vid analys av mineral. Tack vare den låga stråldosen är metoden användbar inte bara i laborationsförsök utan även på försökspersoner och patienter. För att få korrekta resultat måste dock metoden och utrustningen vara väl inställd. Ultraljud kan användas för att hitta sköldkörteln på halsen. Vid mätningar används sedan en källa som utsänder strålning och en detektor som kan mäta den karakteristiska strålning som sänds ut från sköldkörteln till följd av källans bestrålning. Den karakteristiska strålningen är beroende av hur mycket jod som finns i körteln.

Den huvudsakliga begränsningen med metoden är att en mätning kan ge en för låg signal med höga osäkerheter. Ett XRF-system bör därför justeras med tanke på utrustning, uppställning av utrustningen, hur stor volym av sköldkörteln som mäts samt kalibrering.

Vid mätningar på personer påverkas resultatet mycket av hur stor volym av sköldkörteln och halsen som mäts. Med hjälp av datorsimuleringar i kombination med experiment sågs att en bra detektorsignal erhöles om detektorn analyserade ett stort område men att källan som utgångspunkt bestrålade en mindre volym, vilken kunde ökas vid behov. Datorsimuleringar var också viktiga för utvärdering och validering av systemet. Effekten av att delvis missa sköldkörteln vid en mätning visade sig kunna vara betydande. Korrekt positionering är alltså ytterst viktigt och utgör tillsammans med relevant kalibrering (helst anpassad till varje mätsituation) grunden för tillförlitliga resultat. Simuleringar av mätsituationen var av värde för att förbättra kalibreringen.

Vid mätningar av små sköldkörtelprover är volym, positionering och kalibrering enklare att kontrollera. Om proverna är små är det lämpligt att hela volymen bestrålas. Tillsammans med en annan metod, secondary ion mass spectrometry (SIMS) mättes ett signifikant lägre jodinhåll i vävnad från sköldkörtelcancer jämfört med normal vävnad, för vilken mängden överrenstämde med tidigare studier.

Sammanfattningsvis anser vi att XRF innebär en unik möjlighet att studera sköldkörtelns jodinhåll och metoden är av nytta inom grundforskning men även på en klinik. Jodpoolens storlek är intressant både vid hälsa och sjukdom och XRF skulle med fördel kunna användas i situationer med jodbrist eller jodöverskott för att öka vår kunskap om hur kroppen hanterar det livsviktiga spårämnet jod.

# Ny Avhandling

## Håkan Gustafsson, Linköping

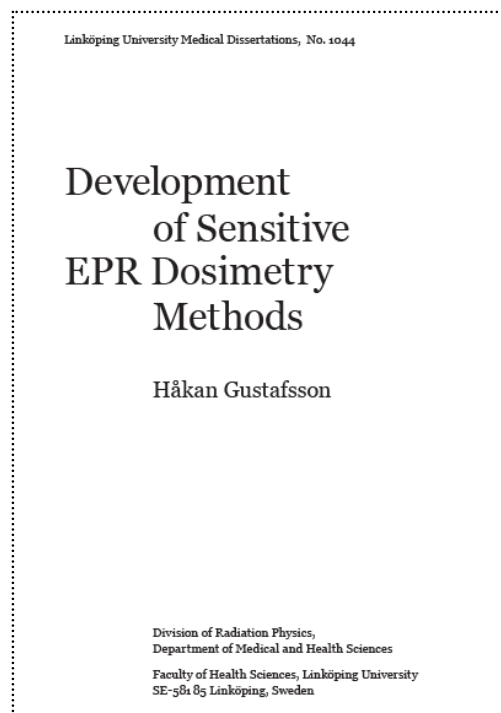


### Abstract

Electron paramagnetic resonance (EPR) dosimetry using the well established dosimeter material alanine is a generally accepted dosimetric method for measurements of high absorbed doses. Alanine EPR dosimetry is however not sensitive enough for high precision measurements of low ( $< 5$  Gy) absorbed doses using reasonable measurement times and small dosimeters. It has therefore not been possible to fully exploit the benefits of EPR dosimetry for applications in radiation therapy.

The aim of this thesis was to show that sensitive EPR dosimetry is a competitive method for applications in radiation therapy fulfilling the requirements of measurement precision. Our strategy for reaching this goal was to search for new, more sensitive, EPR dosimeter materials fulfilling the criteria of being tissue equivalent, having a high radical yield and having a narrow EPR spectrum suitable for dosimetry. The best materials were found among formates and dithionates. Doping with small amounts of metal ions and recrystallisation in  $D_2O$  were tested to further increase the sensitivity. Four promising candidate materials were tested regarding radical stability and dose response and among them lithium formate was chosen for dosimetry in radiation therapy applications.

A high precision EPR dosimetry method was developed using lithium formate. The method included the development of a production method for EPR dosimeters with very homogenous shape, mass and composition. A read-out process was developed with maximal measurement precision for reasonably short measurement times. The method also included a



dosimeter quality control before actual dose measurements. Measurement accuracy was controlled for every new dosimeter batch

This high precision lithium formate EPR dosimetry method was evaluated for pre-treatment verifications of intensity modulated radiation therapy (IMRT) treatment plans. The precision and accuracy was shown to be sufficient (uncertainty  $< 5\%$ ) for measurements of doses above 1.5 Gy using one single dosimeter and a measurement time of 15 minutes. The described evaluation is therefore a demonstration of the improved precision at low dose determinations that is available with our sensitive EPR dosimeter materials.

While the EPR signal intensity is proportional to absorbed dose, the signal shape is in some cases dependent on the radiation quality. A new method is presented for simultaneous measurements of beam LET (linear energy transfer) and absorbed dose in heavy charged particle beams using potassium dithionate EPR dosimetry. The study shows that when irradiating a dosimeter with 35 MeV carbon ions, the ratio of the signal amplitudes from two radicals in potassium dithionate vary along the track along the dosimeter indicating a dependence on linear energy transfer, LET. Potassium dithionate may therefore be a promising EPR dosimeter material for simultaneous measurements of absorbed dose and LET in heavy charged particle radiation fields.

Tillgänglig i fulltext

<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-11099>

# Ny Avhandling

## Magdalena Adamus-Górka, Stockholm



### Improved dose response modeling for normal tissue damage and therapy optimization

Magdalena Adamus-Górka



Doctoral Thesis in Medical Radiation Physics at Stockholm University, Sweden 2008

#### Abstract

The present thesis is focused on the development and application of dose response models for radiation therapy. Radiobiological models of tissue response to radiation are an integral part of the radiotherapeutic process and a powerful tool to optimize tumour control and minimize damage to healthy tissues for use in clinical trials. Ideally, the models could work as a historical control arm of a clinical trial eliminating the need to randomize patients to suboptimal therapies. In the thesis overview part, some of the basic properties of the dose response relation are reviewed and the most common radiobiological dose-response models are compared with regard to their ability to describe experimental dose response data for rat spinal cord using the maximum likelihood method. For vascular damage the relative seriality model was clearly superior to the other models, whereas for white matter necrosis all models were quite good except possibly the inverse tumour and critical element models. The radiation sensitivity, seriality and steepness of the dose-

response relation of the spinal cord is found to vary considerably along its length. The cervical region is more radiation sensitive, more parallel, expressing much steeper dose-response relation and more volume dependent probability of inducing radiation myelitis than the thoracic part. The higher number of functional subunits (FSUs) consistent with a higher amount of white matter close to the brain may be responsible for these phenomena. With strongly heterogeneous dose delivery and due to the random location of FSUs, the effective size of the FSU and the mean dose deposited in it are of key importance and the radiation sensitivity distribution of the FSU may be an even better descriptor for the response of the organ. An individual optimization of a radiation treatment has the potential to increase the therapeutic window and improve cure for a subgroup of patients. **Keywords:** *Normal tissue complications, radiobiological models, dose-response, volume effect, spinal cord, effective FSU size*

# Ny Avhandling

## Alexandr Malusek, Linköping



### Abstract

Scattered photons—shortly scatter—are generated by interaction processes when photon beams interact with matter. In diagnostic radiology, they deteriorate image quality since they add an undesirable signal that lowers the contrast in projection radiography and causes cupping and streak artefacts in computed tomography (CT). Scatter is one of the most detrimental factors in cone beam CT owing to irradiation geometries using wide beams. It cannot be fully eliminated, nevertheless its amount can be lowered via scatter reduction techniques (air gaps, antiscatter grids, collimators) and its effect on medical images can be suppressed via scatter correction algorithms.

**Aim:** Develop a tool—a virtual tomograph—that simulates projections and performs image reconstructions similarly to a real CT scanner. Use this tool to evaluate the effect of scatter on projections and reconstructed images in cone beam CT. Propose improvements in CT scanner design and image reconstruction algorithms.

**Methods:** A software toolkit (CTmod) based on the application development framework ROOT was written to simulate primary and scatter projections using analytic and Monte Carlo methods, respectively. It was used to calculate the amount of scatter in cone beam CT for anthropomorphic voxel phantoms and water cylinders. Configurations with and without bowtie filters, antiscatter grids, and beam hardening corrections were investigated. Filtered back-projection was used to reconstruct images. Automatic threshold segmentation of volumetric CT data of anthropomorphic phantoms with known tissue compositions was tested to evaluate its usability in an iterative image reconstruction algorithm capable of performing scatter correction.

Linköping University medical dissertations, No. 1051

## Calculation of scatter in cone beam CT

Steps towards a virtual tomograph

Alexandr Malusek

Radiation Physics, Department of Medical and Health Sciences  
Faculty of Health Sciences, Linköping University  
SE-581 85 Linköping, Sweden



Linköping University  
FACULTY OF HEALTH SCIENCES

Linköping 2008

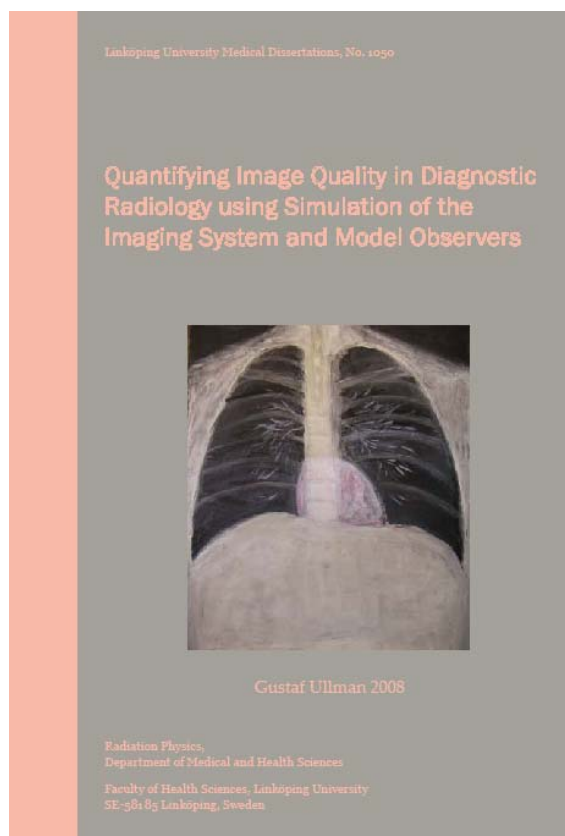
**Results:** It was found that computer speed was the limiting factor for the deployment of this method in clinical CT scanners. It took several hours to calculate a single projection depending on the complexity of the geometry, number of simulated detector elements, and statistical precision. Data calculated using the CTmod code confirmed the already known facts that the amount of scatter is almost linearly proportional to the beam width, the scatter-to-primary ratio (SPR) can be larger than 1 for body-size objects, and bowtie filters can decrease the SPR in certain regions of projections. Ideal antiscatter grids significantly lowered the amount of scatter. The beneficial effect of classical antiscatter grids in cone beam CT with flat panel imagers was not confirmed by other researchers nevertheless new grid designs are still being tested. A simple formula estimating the effect of scatter on the quality of reconstructed images was suggested and tested.

**Conclusions:** It was shown that computer simulations could calculate the amount of scatter in diagnostic radiology. The Monte Carlo method was too slow for a routine use in contemporary clinical practice nevertheless it could be used to optimize CT scanner design and, with some enhancements, it could become a part of an image reconstruction algorithm that performs scatter correction.



# Ny Avhandling

## Gustaf Ullman, Linköping



### Abstract

Accurate measures of both clinical image quality and patient radiation risk are needed for successful optimisation of medical imaging with ionising radiation. Optimisation in diagnostic radiology means finding the image acquisition technique that maximises the perceived information content and minimises the radiation risk or keeps it at a reasonably low level. The assessment of image quality depends on the diagnostic task and may in addition to system and quantum noise also be hampered by overlying projected anatomy.

The main objective of this thesis is to develop methods for assessment of image quality in simulations of projection radiography. In this thesis, image quality is quantified by modelling the whole x-ray imaging system including the x-ray tube, patient, anti-scatter device, image detector and the observer. This is accomplished by using Monte Carlo (MC) simulation methods that allow simultaneous estimates of measures of image quality and patient dose. Measures of image quality include the signal-to-noise-ratio, SNR, of pathologic lesions and radiation risk is estimated by using organ doses to calculate the effective dose. Based on high-resolution anthropomorphic phantoms, synthetic

radiographs were calculated and used for assessing image quality with model-observers (Laguerre-Gauss (LG) Hotelling observer) that mimic real, human observers. Breast and particularly chest imaging were selected as study cases as these are particularly challenging for the radiologists.

In chest imaging the optimal tube voltage in detecting lung lesions was investigated in terms of their SNR and the contrast of the lesions relative to the ribs. It was found that the choice of tube voltage depends on whether SNR of the lesion or the interfering projected anatomy (i.e. the ribs) is most important for detection. The Laguerre-Gauss (LG) Hotelling observer is influenced by the projected anatomical background and includes this into its figure-of-merit,  $SNR_{hot,LG}$ . The LG-observer was found to be a better model of the radiologist than the ideal observer that only includes the quantum noise in its analysis. The measures of image quality derived from our model are found to correlate relatively well with the radiologist's assessment of image quality. Therefore MC simulations can be a valuable and an efficient tool in the search for dose-efficient imaging systems and image acquisition schemes.



# Ny Avhandling

Jenny Oddstig, Göteborg



## Therapeutic effects of $^{177}\text{Lu}$ -octreotate on somatostatin-receptor-expressing tumours

### Abstract

Systemic radionuclide therapy has attracted considerable attention during recent decades. The potential for a radiolabelled substance to selectively target and kill malignant cells has made it possible to treat disseminated cancer diseases.

Neuroendocrine (NE) tumours belong to a subgroup of cancers originating in the NE system. The high expression of somatostatin receptors (sstr) on NE tumours makes them suitable for systemic radionuclide therapy. The basic requirement for receptor-mediated radionuclide therapy is a higher receptor expression on the tumour cells than on normal cells, which is often the case in NE tumours. The binding and uptake of somatostatin to NE cells is mediated by specific somatostatin receptors located on the plasma membrane of the cell. Since the native form of somatostatin has a short biological half-life in the body, analogues with longer half-lives have been developed. Such an analogue is DOTA<sup>0</sup>-[Tyr<sup>3</sup>]-octreotate to which  $^{177}\text{Lu}$  can be bound ( $^{177}\text{Lu}$ -octreotate).

$^{177}\text{Lu}$ -octreotate therapy is normally given in several fractions to spare the normal tissue. The aim of the work described in this thesis was to study how tumour binding and uptake of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate is influenced by previous radiation, how the activity is distributed in the tumour, and how treatment with  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate could be further optimised to improve the therapeutic outcome.

The binding of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate *in vitro* was found to increase after external radiation with an absorbed dose of 0.12-8 Gy compared to non-irradiated cells. Quanti-

tative real-time polymerase chain reaction analysis confirmed the up-regulation of sstr mRNA for all the sstr subtypes expressed. *In vivo* studies in tumour-bearing nude mice showed that the biokinetics in the tumour differed depending on the amount of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate administered.

The binding and uptake of a second fraction of radiolabelled octreotate was dependent on the time interval between the administration of the first and second fractions and the amount of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate injected. Following a first injection containing 7.5 MBq  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate, the tumour binding of the second fraction increased, compared with the control animals, if the time interval was 3 days or more. When the first amount of  $^{177}\text{Lu}$ -octreotate injected was 30 MBq, the tumour binding of the second fraction first appeared to decrease compared with control animals. However, after correcting for the decrease in tumour cell density, an increase in binding was also found in this group. The increased binding found *in vivo* is in agreement with the increased binding seen *in vitro*. Time-dependent up-regulation was seen both *in vitro* and *in vivo*, but no well defined relation was found to the absorbed dose. Up-regulation could be used to increase the absorbed dose to the tumour in patients with NE tumours.

Radiolabelled octreotate administered to mice with subcutaneously grown tumours was not homogeneously distributed in the tumour. The activity concentration was higher in the central part of the tumour and decreased towards the periphery. Dosimetric Monte Carlo simulations using the  $^{177}\text{Lu}$  activity distribution found *in vivo* demonstrated that the absorbed dose will be over- or underestimated in different parts of the tumour compared with the case of a homogeneous activity distribution. This should be taken into account when optimising the treatment.

**Keywords:** systemic radionuclide therapy, somatostatin analogues,  $^{177}\text{Lu}$ , octreotate, fractionation, somatostatin receptor, receptor up-regulation, tumour activity distribution, neuroendocrine tumours