

# Sjukhusfysikern

Information från Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF)  
Sektion inom Naturvetarna – Medlem i EFOMP

Nr 1

Mars  
2014

## Lönestatistik

- 2 Annonsering tjänster
- 3 Ledaren
- 4 Nya i styrelsen
- 5 IAEA rapport
- 6 Lönestatistik
- 8 SSM tillsynsinsats
- 10 SSM-rapporter
- 12 SSM INES
- 16 Disputation
- 18 Mötesrapport strålterapi
- 20 Nationellt möte 2014



## STYRELSE

### ORDFÖRANDE

Lars Idestrom  
Nuklearmedicin A3:01  
Verksamhetsområde sjukhusfysik  
Karolinska universitetssjukhuset i Solna  
17176 Stockholm  
Tel 0701-669532  
lars.idestrom@karolinska.se

### SEKRETERARE

Tuva Ohman  
Gävle sjukhus  
801 87 Gävle  
Tel 026-155362  
tuva.ohman@lg.se

### KASSÖR

Annie Olsson  
Verksamhetsområde sjukhusfysik  
Karolinska universitetssjukhuset i Huddinge  
141 86 Stockholm  
Tel 08-58583402  
annie.olsson@karolinska.se

### LEDAMOT (WEB-REDAKTÖR)

Mattias Nickel  
Enheten för medicinsk strålningsfysik  
Länssjukhuset i Kalmar  
391 85 Kalmar  
Tel 0480-448734  
mattias.nickel@ltkalmar.se

### LEDAMOT (REDAKTÖR SJUKHUSFYSIKERN)

Elin Styf  
Avdelning för sjukhusfysik  
Länssjukhuset Sundsvall-Härnösand  
851 86 Sundsvall  
Tel 060-182740  
elin.styf@lvn.se

### LEDAMOT

Ulrika Lindencrona  
MFT/Terapeutisk Strålningsfysik  
Sahlgrenska Universitetssjukhuset  
413 45 Göteborg  
Tel 031-3427800  
ulrika.lindencrona@vgregion.se

### LEDAMOT (MEDLEMSREGISTER, ADRESSLISTAN)

Manda Genell  
Skånes universitetssjukhus  
Strålningsfysik  
Klinikgatan 5  
221 85 Lund  
Tel 046-176324  
manda.genell@skane.se

# Bra att veta

För att uppdatera adresslistan  
på hemsidan kontaktar du  
Manda.Genell@skane.se



**SVENSKA  
SJUKHUSFYSIKER  
FÖRBUNDET**



## Annonsering av lediga tjänster

Svenska Sjukhusfysikerförbundet och Svensk Förening för Radiofysik samarbetar kring annonseringen vilket innebär att det räcker att ta kontakt med en av dessa för att nå medlemmar i både förbund och förening.

I tjänsten ingår utskick av annonsen via en aktuell emallista till samtliga medlemmar (förbund och förening) **samt** en annons på respektive hemsidor, [www.sjukhusfysiker.se](http://www.sjukhusfysiker.se) och [www.radiofysik.org](http://www.radiofysik.org). Denna tjänst kostar 6000:-. För fler annonser vid samma tillfälle är kostnaden för dessa 3000:-/styck.

Annonsen bör vara färdigredigerad och helst i pdf-format även om det går med andra filformat. Alternativt kan vi lägga ut en länk till en annons på er hemsida, då skickas den länken med vid mailutskicket.

## Beställning

Beställning görs via epost till Annie Olsson:  
[annie.olsson@karolinska.se](mailto:annie.olsson@karolinska.se)





## LEDAREN

**Det händer spännande saker** på EU-nivå för oss sjukhusfysiker nu. I december 2013 antog Europeiska rådet "the Council Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation". En intressant sak är att direktivet nu slutligen definierar MPE-begreppet. Så här står det:

"medical physics expert" means an individual or, if provided for in national legislation, a group of individuals, having the knowledge, training and experience to act or give advice on matters relating to radiation physics applied to medical exposure, whose competence in this respect is recognised by the competent authority.

Eftersom det är ett EU-direktiv kommer det nu an på varje medlemslands lagstiftare att inkorporera direktivets föresatser i nationell lagstiftning. I Sverige betyder det att Strålsäkerhetsmyndigheten och möjligen Socialstyrelsen måste definiera vad en MPE är i Sverige. Vad ska MPE:n ha för utbildning och kompetens? Vilken roll skall MPE:n ha? Finns det arbetsuppgifter som man måste vara MPE för att utföra? Direktivet lämnar mycket fritt för medlemsländerna att bestämma men för att öka likvärdigheten i EU har EU-kommissionen gett ut guidelines (Radiation protection no 174 European guidelines on medical physics expert) som beskriver kommissionens syn på vad en MPE är. Enligt det skall man läsa 5 år på universitet och jobba kliniskt 2 år för att bli "kvalificerad sjukhusfysiker" för att bli MPE inom ett område (t.ex. röntgen) krävs ytterligare minst 2 års arbete inom röntgen med strukturerad fortbildning i form av CPD. Detta gör ju att vår specialistutbildning (5år med start efter 2 års klinisk tjänst) mer än väl lever upp till kraven på MPE som de är formulerade i ovanstående guidelines. Det skall bli intressant att följa denna fråga både nationellt och på EU-nivå framöver.

*Lars Idestrom*  
Ordförande



## Sjukhusfysikern

Årgång 37

### UTGES AV

Svenska Sjukhusfysikerförbundet (SSFF)  
Sektion inom Naturvetarna

### ADRESS & TELEFON

Svenska Sjukhusfysikerförbundet  
Box 760  
131 24 Nacka  
08-466 24 80  
[www.sjukhusfysiker.se](http://www.sjukhusfysiker.se)

### ANSVARIG UTGIVARE

Lars Idestrom

### REDAKTÖR

Elin Styf

### LAYOUT

Elin Styf

### OMSLAGSBILD

Öresundsmöte om strålterapi 24-25 feb

### TRYCK & DISTRIBUTION

Naturvetarna  
ISSN 0281-7659  
Upplaga: 400

### PLANERAD UTGIVNING 2014

Mars, juni, september, december.  
Bidrag till kommande nummer skickas  
till [elin.styf@lvn.se](mailto:elin.styf@lvn.se) senast  
19 maj.

# Aktuellt

## Nya i styrelsen

I samband med årsmötet i november 2013 tackade Berit Wennberg, Henrik Gotti Båvenäs och Eleonor Vestergren för sig och tre nya styrelsemedlemmar valdes. För många av er kanske okända ansikten därför får ni nu chansen att veta lite mer om vilka de är.

### Annie Olsson



Jag heter Annie Olsson och är ny kassör i sjukhusfysikerförbundets styrelse sedan årsmötet 2013. Jag är även med i organisationskommittén som ska anordna nationellt möte i Sjukhusfysik 2014.

Jag är bosatt i Stockholm och arbetar sedan ca 4 år tillbaka på Karolinska Huddinge inom Nuklearmedicin.

Privat har jag för någon månad sedan frivilligt åkt 9 mil skidor från Sälen till Mora, eller genomfört ett "Öppet spår" som det heter. Även om det var 7 grader + och bakhalt till tusen så kämpade jag mig i mål. Det är jag stolt över.

### Manda Genell

Jag utbildade mig till sjukhusfysiker på Göteborgs universitet. Därefter fick jag min första anställning i Kalmar, jag jobbade mestadels med strålbehandling men även med röntgen och lite med nuklearmedicin. Sedan 2010 är jag i Lund och jobbar med strålbehandling vid Skånes Universitetssjukhus.

Du som är medlem i SSFF kommer få en hel del mail från mig eftersom jag ansvarar för att skicka ut information, t. ex. om lediga tjänster och lönestatistik. Jag har också hand om adresslistan på hemsidan, hör gärna av dig till mig om du hittar något där som behöver ändras.



## Ulrika Lindencrona



Jag studerade till sjukhusfysiker på Göteborgs Universitet. Min examen tog jag 1995 och därefter vikarierade jag som sjukhusfysiker både i Jönköping och Göteborg innan jag påbörjade ett forskningsprojekt vid Göteborgs Universitet. 2005 disputerade jag med avhandlingen "Comparison between Astatine-211 and Iodine-125. Aspects of Transport Mechanisms in Thyrocytes, Pharmacokinetics, Dosimetry and Radiation Protection". Efter avhandlingsarbetet ville jag arbeta kliniskt som sjukhusfysiker och sedan 2007 arbetar jag på Terapeutiskt Strålningsfysik på Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg.

Jag har de senaste åren blivit mer och mer aktiv i det fackliga arbetet som förtroendevald för Naturvetarna. Inom SU har vi en Naturvetareförening som jag varit ordförande för sedan bildandet 2010. Inför årets årsmöte kände jag det var dags för någon annan att ta över men sitter fortfarande med i styrelsen som professionsrepresentant.

Privat bor jag med man och tre barn (13, 11 och 8 år gamla) i Kungsbacka, 4 mil söder om Göteborg. Min fritid går mest ut på att supporta mina barns aktiviteter men jag prioriterar in övningstillfällena med Tölö Vocalis, en blandad kör med ca 20 medlemmar.

Jag ser fram emot att sitta med i SSFFs styrelse och verka för de frågor som rör yrkets utveckling på ett nationellt plan.

## NOTIS .....

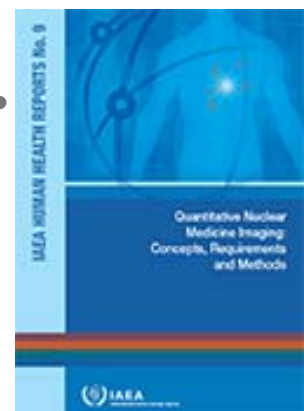
### Quantitative Nuclear Medicine Imaging: Concepts, Requirements and Methods

#### IAEA Human Health Reports 9

Subject Classification: 0101-Nuclear medicine (including radiopharmaceuticals)

#### Description

This publication reviews the current state of the art of image quantification and provides a solid background of tools and methods to medical physicists and other related professionals who are faced with quantification of radionuclide distribution in clinical practice. It describes and analyses the physical effects that degrade image quality and affect the accuracy of quantification, and describes methods to compensate for them in planar, single-photon emission computed tomography (SPECT) and positron emission tomography (PET) images.



# Aktuellt

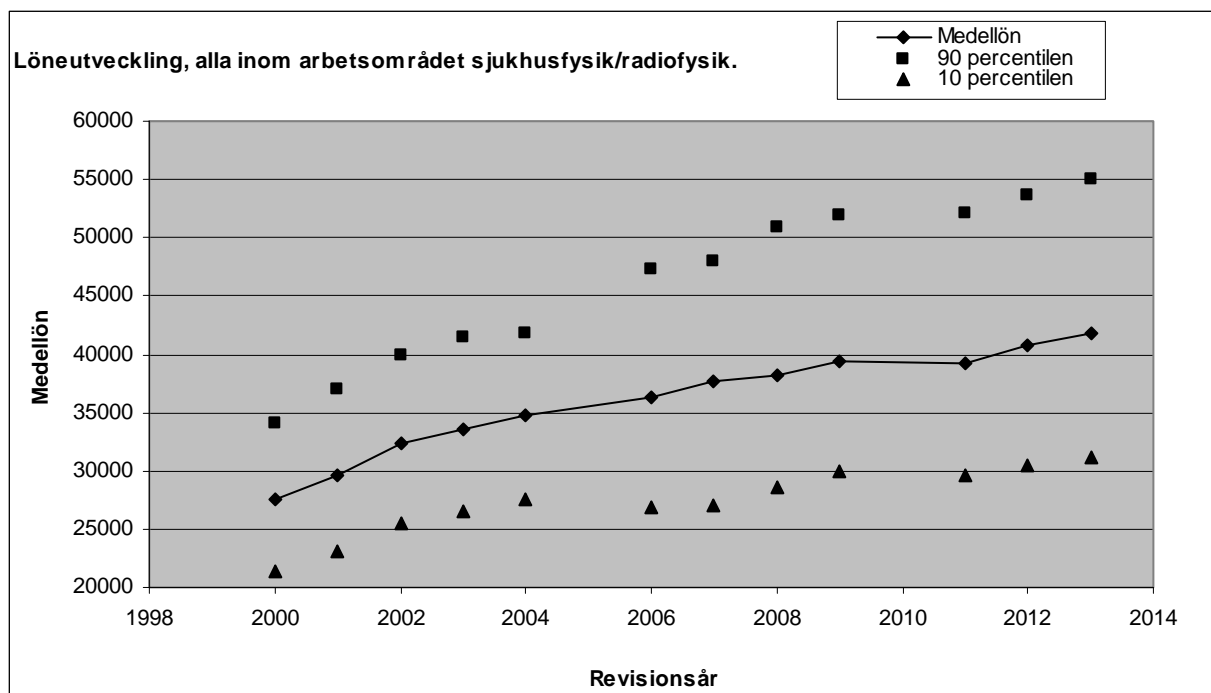
## Lönestatistik revisionsår 2013

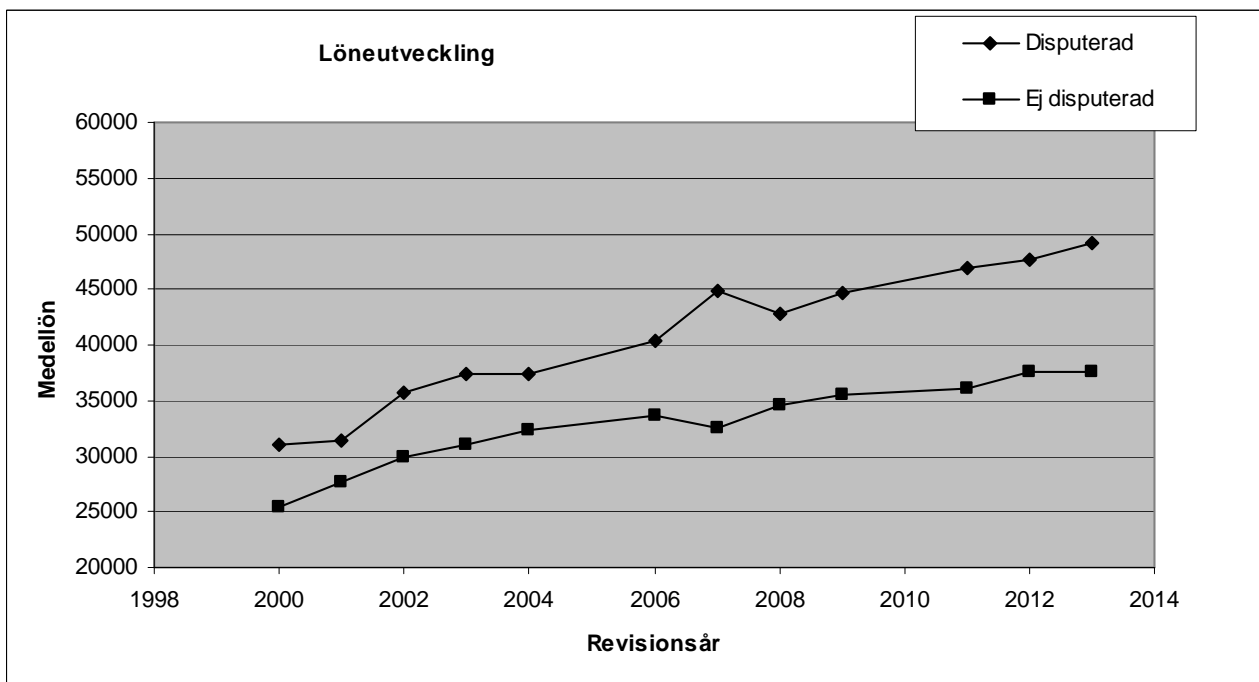
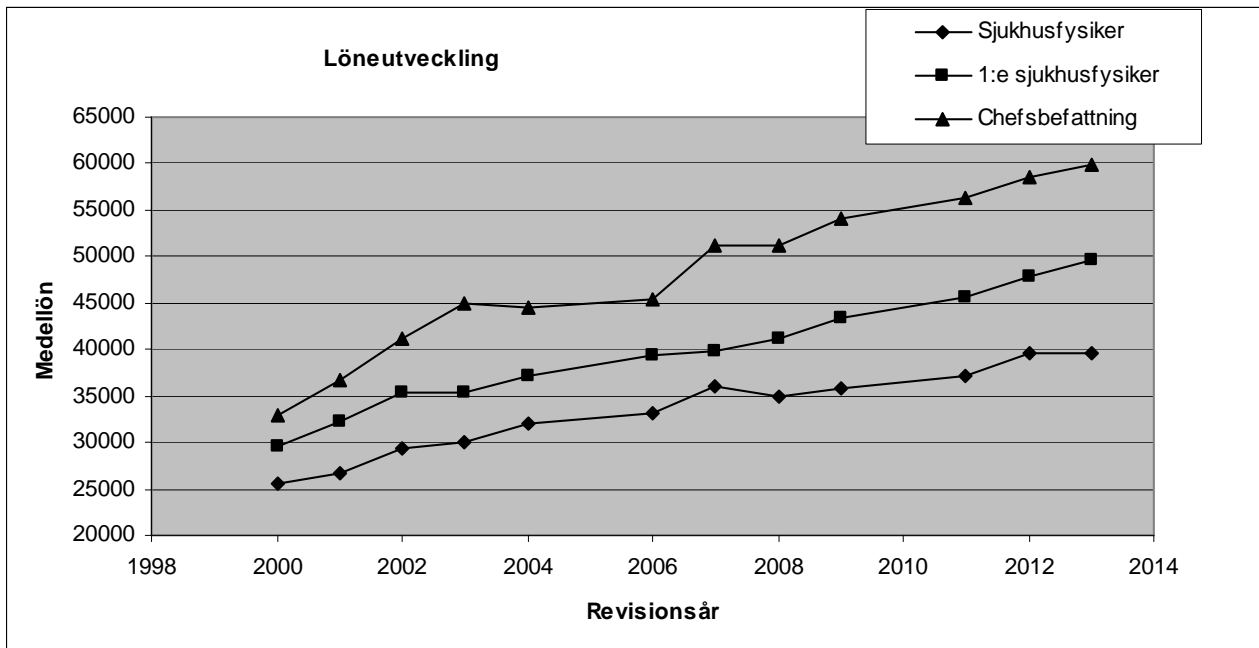
Nu är statistiken klar från lönerrevisionen år 2013. Som vanligt samlas statistiken in genom Naturvetarna. Vi har fått tillgång till statistiken och bygger vidare på den sammanställning som vi har sedan förut (2005 och 2010 saknas). Det är 245 personer som har svarat, vilket kan jämföras med förra året då 240 svarade. Det är viktigt att notera att det varierar från år till år **hur många** som svarar på enkäten och det spelar även stor roll **vilka** det är som svarar.

Mer lönestatistik och information finns på Naturvetarnas hemsida under rubriken SACO lönesök. Eftersom vi sjukhusfysiker är en liten yrkesgrupp är det svårt att få ut mer detaljerad statistik därifrån. I år har vi därför återigen möjlighet att dela med oss av det efterlängtade, mer detaljerade lönestatistiken som vi hoppas kan vara till hjälp för er i löneprocessen. En fil med 2013 års lönestatistik för sjukhusfysiker kommer att skickas till var och en av er via email-listan. Om det är någon som inte fått mailet kontakta Manda Genell som ansvarar för medlemsutskick, [Manda.Genell@skane.se](mailto:Manda.Genell@skane.se).

Lycka till vid kommande lönerrevision!

*Styrelsen*







Datum: 2014-01-22

### **Rutiner vid röntgenundersökningar följs inte.**

**Vid Strålsäkerhetsmyndighetens inspektioner har det visat sig att röntgenpersonal inte alltid tillämpar vedertagna åtgärder för att reducera stråldosen till patienten. Dessutom följer inte ledningen upp i vilken utsträckning som personalen tillämpar åtgärderna.**

Under 2012 och 2013 har Strålsäkerhetsmyndigheten granskat i vilken utsträckning landets röntgenavdelningar har rutiner för att minska stråldosen till patienterna samt hur väl dessa rutiner följs. De rutiner som granskades var:

- ID-kontroll
- Att tillfråga kvinnor i fertil ålder om ev. graviditet
- Användning av gonadskydd på män upp till viss ålder
- Användning av kompression
- Dokumentation kring dessa åtgärder

Myndighetens granskning visade att endast en tredjedel av de 94 röntgenavdelningar som deltog i granskningen hade möjlighet att redovisa i vilken utsträckning de egna rutinerna följdes. Resultatet visar även att dessa avdelningar, med undantag för ID-kontroll, bara följer sina egna rutiner vid hälften av de genomförda undersökningarna.

Strålsäkerhetsmyndigheten anser att bristen i följsamhet av de egna rutinerna är anmärkningsvärd. Det är dock ett större problem att endast en tredjedel av de 94 röntgenavdelningarna hade möjlighet att följa upp och utvärdera det strålskyddsarbete som bedrivs på avdelningarna. Detta får till följd att ledningen inte är medveten om bristerna och därmed inte heller kan bedriva något förbättringsarbete.

Strålsäkerhetsmyndigheten har för avsikt att under 2014 fortsätta tillsynsinsatsen av det praktiska strålskyddsarbetet på landets röntgenavdelningar.

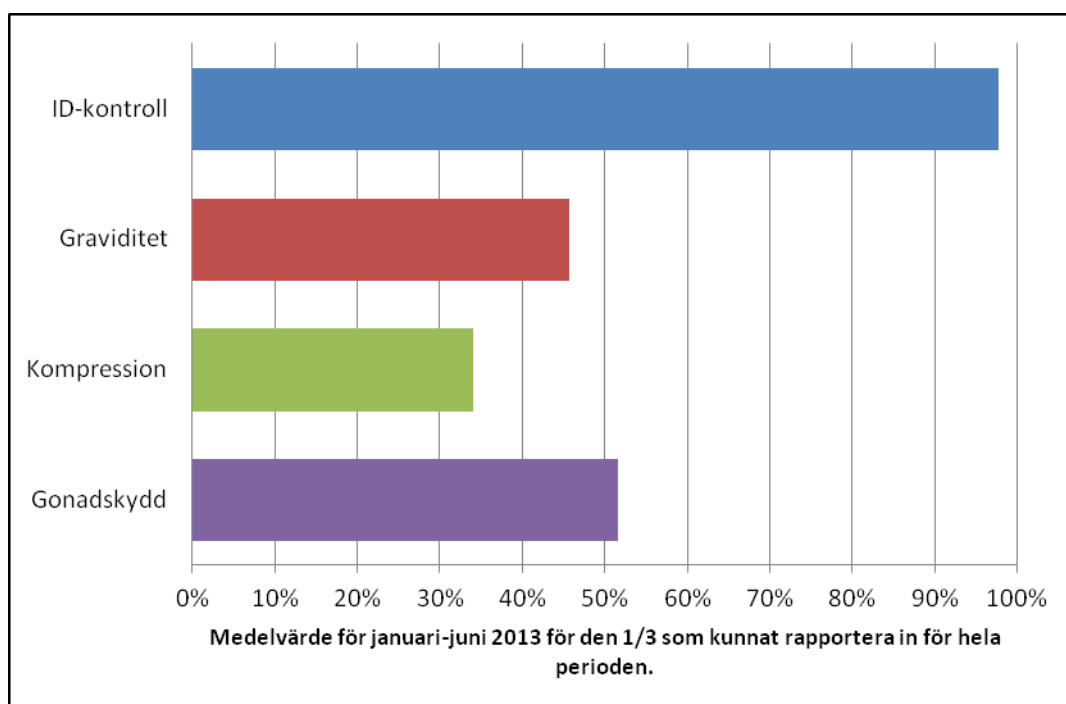


**Fakta:**

I maj 2012 skickade Strålsäkerhetsmyndigheten ut ett frågeformulär till samtliga av landets röntgenavdelningar, totalt 199 avdelningar. Cheferna uppmanades att redovisa vilka rutiner de tillämpar vid ID-kontroll, undersökning av kvinnor i fertil ålder, användning av gonadskydd samt när kompression av patienten ska utföras.

2013 ombads 94 av dessa röntgenavdelningar att rapportera följande till myndigheten, via en webblankett:

- Antal undersökningar där rutinerna har tillämpas.
- Antal undersökningar där rutinerna skulle ha tillämpats.
- Antal undersökningar där rutinerna inte tillämpats, men där det finns dokumentation som beskriver orsaken till varför rutinen inte följts.



## 2014:02 Värdering av strålskydd och säkerhet vid universitetssjukhusens strålbehandling

Författare: Peter Björk, Catarina Danestig Sjögren och Hanne Grinaker

Utgivare: SSM

Utgivningsdatum: 14-02-10

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2014/201402/>



### Sammanfattning

Strålsäkerhetsmyndigheten genomförde under 2010 och 2011 inspektioner med inriktning mot strålskydd och säkerhet för patienter inom strålbehandlingsverksamhet vid landets samtliga universitetssjukhus. Vid dessa inspektioner granskades styrning och ledning, resurser, kontroller samt uppföljning och utveckling av verksamheten. Utifrån resultatet av inspektionerna har Strålsäkerhetsmyndigheten gjort en värdering av strålsäkerheten för patienter vid universitetssjukhusens strålbehandlingsavdelningar. Utgångspunkten för värderingen är att verksamheten anses strålsäker om gällande krav, utfärdade av Strålsäkerhetsmyndigheten, följs. Värderingen görs utifrån antalet strålbehandlingsavdelningar som brister i kravuppfyllelsen samt bristernas inverkan på strålsäkerheten. Resultaten visar att strålbehandlingsavdelningarna har de resurser, i form av expertfunktioner, referensinstrument och skriftliga metodbeskrivningar över strålbehandlingsmetoder (det vill säga lokala tillämpningar av vårdprogram), som krävs. Resultaten visar även att de flesta avdelningar genomför dosplaneringsronder i processen att optimera varje patients behandling, vilket Strålsäkerhetsmyndigheten anser är ett bra verktyg för att kunna säkerställa att individuellt optimerade behandlingar ges. Strålsäkerhetsmyndigheten kan dock konstatera att den strålbehandlingsverksamhet som bedrivs har flera brister. De brister som är förenade med mycket hög risk för patientstrålskyddet och säkerheten finns inom områdena organisation, kvalitetsledningssystem, drifttagning av utrustning, kontroller av utrustning, kontroller av metoder och arbetsmoment samt klinisk revision. Flera brister bestod i att processer och rutiner inte fanns dokumenterade eller var bristfälligt dokumenterade, vilket har negativ inverkan på strålsäkerheten eftersom sannolikheten för felhandlingar därmed ökar.

Strålsäkerhetsmyndigheten uppmanar samtliga verksamhetsutövare inom strålbehandling i Sverige att ta del av informationen i den här rapporten i syfte att bli varse vart typiska brister finns inom verksamheten och därigenom kunna förbättra strålsäkerheten för patienter som genomgår strålbehandling.

## 2014:03 Report from SSM's scientific council on ionizing radiation within oncology, 2012



Author: SSM's scientific council on ionizing radiation within oncology

Publisher: SSM

Publication date: 14-01-29

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2014/201403/>

### **Background**

In 2009, the Swedish Radiation Safety Authority (Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM) appointed a scientific council on ionizing radiation within oncology. The council consists of scientific experts in the fields of oncology and medical physics. Their task is to annually review and evaluate scientific developments in radiotherapy and to give SSM advice in issues where a scientific examination of different views is necessary. The council began its work in the autumn of 2009 and this is the third report presented.

The need to develop a protocol template regarding the radiotherapy section in health care programs and clinical study protocols was noted in the latest report. Such template could serve as guidance to create conformity in how protocols are written.

### **Objectives**

The objective this year is to provide a radiotherapy protocol template for external beam radiotherapy accepted by the Swedish radiation oncology community, the Regional Cancer Centers, care program groups and other potential users.

### **Results**

In this report, a finalized version of a radiotherapy protocol template for external beam radiotherapy is presented. The focus is on procedural aspects, while issues regarding clinical evaluation during and after treatment are not dealt with. The use of this radiotherapy template is encouraged for structured description of contemporary radiotherapy in care programs and clinical trial protocols.

The template is a living document that will be updated according to new experiences and new developments. Suggestions of additions, improvements and other comments are highly appreciated and may be sent to SSM ([registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se))

### **Project information**

Contact persons at SSM: Peter Björk and Catarina Danestig Sjögren

Reference: SSM 2012:20, SSM 2009/3757-22

### Vad är INES

INES är IAEA:s system för att kommunicera allvarligheten i nukleära eller radiologiska oplanerade händelser. INES är en förkortning av The International Nuclear and Radiological Event Scale. Skalan infördes 1990 och har i första hand använts för klassificering av händelser relaterade till kärnteknisk verksamhet men har kommit att utvecklas även för annan verksamhet med radioaktiva ämnen.

Syftet med INES är att:

- ge ett perspektiv på strålsäkerhetsbetydelsen till allmänheten vid en kärnteknisk eller radiologisk händelse,
- bidra till gemensam förståelse av tillbud och olyckor,
- tillföra öppenhet,
- skapa en enhetlig terminologi och
- öka trovärdighet och förtroende hos allmänhet och media.

INES gäller för civil verksamhet och är därmed inte tillämpbar vid militär verksamhet

INES-skalan hanterar både potentiella och inträffade händelser.

INES inkluderar idag inte händelser med patienter inom sjukvården.



Nivå 0-7 på INES-skalan anger allvarligheten på händelsen. Skalan är konstruerad så att varje höjning med en nivå ska motsvara att allvarligheten ökat ca 10ggr.

## Exempel på internationella händelser

År	Anläggning	Händelse vid en	INES klassning	Händelse
1979	Three Mile Island	Kärnteknisk reaktor	5	Partiell härdsälta, inget läckage av radioaktivitet
1986	Tjernobyl	Kärnteknisk reaktor	7	Härdsälta
1999	Tokaimura	Bränslefabrik	4	Kriticitet i lösning; 2 döda
2011	Fukushima, Daichi	Kärnteknisk reaktor	7	Härdsälta

## Exempel på händelser i Sverige klassade som INES 2 eller högre

År	Anläggning	Händelse vid en	INES klassning	Händelse
1997	Ringhals 4	Kärnteknisk reaktor	2	Felaktigt stängda ventiler i reaktorinneslutningen i samband med uppstart
1999	Barsebäck 2	Kärnteknisk reaktor	2	Tillfällig förlust av kylsystem från havet
2002	Studsвик	Transport	3	Höga strålningsnivåer från en paket innehållande Iridium 192
2006	Forsmark 1	Kärnteknisk reaktor	2	Två nödenenergigeneratorer startade inte när anläggningen blev fränkopplat från yttre nät
2010	Boliden, Gällivare	Gruva	2	Flera gruvarbetare överexponerade vid en röntgenutrustning

Mer information om INES finns på IAEA:s web [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

## INES medical

Systemet för INES kan idag inte hantera händelser i vården, men IAEA har tillsatt en arbetsgrupp för att på sikt även inkludera händelser i vården i systemet.

Det föreslagna systemet gäller enbart händelser med patienter, ej personal eller allmänhet men det gäller inte för i förväg kända biverkningar. Olika faktorer som påverkar graderingen är:

- Dos till patienten
- Dosavvikelse alt volymavvikelse
- Radiobiologiska eller kliniska konsekvenser
  - Möjlig framtida skada
  - Akut skada
- Antalet berörda individer (1, 10, 100)
- Djupförsvar (Defense in Depth, DiD)
- Säkerhetskultur

Med djupförsvar menas system av oberoende funktioner för att undvika förutsägbara fel. Det kan t.ex. vara id-kontroll, kontrollräkning och mätning av aktivitet i spruta före injektion, mätning av stråldos vid första behandling eller avsyningsknapp i behandlingsrum.

Med säkerhetskultur avses bl.a. organisationens eller personalens benägenhet att följa interna och externa regler, att rapportera avvikelser, att bara använda kontrollerad utrustning eller att medverka vid utbildningar.

## Vilka grader finns?

Till skillnad för den gängse graderingen kan inte sjukvårdshändelser klassas som INES 7.

Skada	Minsta gradering	Antal inblandade personer	Slutlig gradering
Dödlig eller livshotande	4	Mer än ett tiotal	6
		Flera	5
		Enstaka	4
Allvarlig icke-dödlig deterministisk effekt	3	Mer än ett tiotal	5
		Flera	4
		Enstaka	3
Moderate deterministisk effekt eller signifikant ökning av risken för stokastisk skada för barn	2	>100	4
		>10	3
		<10	2
Liten deterministisk effekt eller signifikant ökning av risken för stokastisk skada för vuxna	1	>100	3
		>10	2
		<10	1

## Hur sker graderingen?

Graderingen ska ske i två sessioner. Först bedöms vilka de verkliga konsekvenserna blivit baserat på hur många som är inblandade, vilket alltså maximalt kan resultera i gradering 6. Dessutom ska det göras en bedömning av vad det värsta (realistiskt) tänkbara resultat kunde blivit. Beroende på hur djupförsvaret utformats och hur säkerhetskulturen fungerar kan en uppgradering ske för de lägsta nivåerna.

## Några exempel

För att illustrera hur graderingen kan utföras ges här ett par exempel på verkliga händelser.

### Exempel 1.

En patient skulle få strålbehandling för bröstcancer med  $20 * 2$  Gy med 4 MeV elektroner. Efter 2 veckor uppvisar hon allvarliga hudreaktioner. Utredningen visade att man felaktigt behandlat med  $20 * 4$  Gy beroende på felräkning vid framtagningen av monitor units (MU). Enligt rutinerna skulle kontrollräkning gjorts av sjukhusfysiker men detta hade inte utförts. Konsekvenserna av den felaktiga beräkningen innebar alltså dubbel dos per fraktion, vilket borde upptäckts efter första behandlingen. Eftersom patienten fått hudreaktioner har alltså en skada uppstått, som initialt bedöms som INES 2 men som i ett senare skede mycket väl kan utvecklas till en allvarlig skada som kräver sjukvård. Händelsen ska då uppgraderas till INES 3.

### Exempel 2

Ett system med bi-planara skärmar för embolisering av AV-missbildningar eller aneurysm var programmerat med felaktiga parametrar. Retrospektiv dosimetri visade att de 26 patienter som behandlats erhållit mellan 8 och 14 Gy i maximal huddos. Åtta av dessa uppvisar hudreaktioner. För de åtta som fått hudreaktion blir graderingen 2, eftersom skada setts på mindre än 10 patienter. För de övriga 18 är den deterministiska effekten liten vilket graderas som INES 1 men eftersom antalet är större än 10 blir graderingen 2 även för denna grupp.

### Exempel 3

Ett 3-årigt barn skulle genomgå DMSA scint. men injicerades felaktigt med HDP för skelettscint. av en vuxen. Stråldosen till barnet uppskattades till 15 mSv. Vid denna dosnivå förväntas inga deterministiska effekter och inte heller någon signifikant ökning av risken för stokastisk skada (här anger IAEA doser under 100 mSv som en nivå där risken för stokastisk skada inte ökar signifikant). INES gradering baserad på värsta tänkbara konsekvenser blir 0, men utredningen visar på brister i säkerhetskultur eftersom det inte fanns någon spårbarhet i radiofarmakahanteringen vilket leder till att den slutliga graderingen blir 1.

**Sven Richter**  
**Strålsäkerhetsmyndigheten**  
Inspektör

Enheten för medicinska bestrålningar  
Avd. för strålskydd



# Disputation

**Jakob H Lagerlöf**  
Göteborgs universitet

## **Tumour vasculature, oxygenation and radiosensitivity - a numerical modelling study**

**Disputation 2014-03-28 13:00 i hörsal  
Arvid Carlsson, Academicum,  
Medicinaregatan 3 i Göteborg**

### SAMMANFATTNING

Denna avhandling syftar till att kartlägga hur olika parametrar såsom kärltäthet, syrenivå i blodet, blodets hastighet i kärlen, syrevariation längs med kärlen, syrekonsumtion i vävnaden och hur fördelningen av dessa parametrar och korrelation mellan dem påverkar strålningskänsligheten hos tumörer.

Beräkningarna utförs med numeriska, voxelbaserade, modeller i Matlab. Direkta och indirekta Monte Carlo-baserade metoder används, såsom kernlar för dosberäkningar och slumpbaserade modeller för simulering av variation av syrenivåer och aktivitetsfördelning i tumörer. För beräkning av syrediffusion används Greens function-metoder och för syrekonsumtionen används Michaelis-Mentens kinetikmodell. Fryssnitt och infärgning görs av insulinom från mus, som underlag för modellutveckling. Den linjärkvadratiska modellen för cellöverlevnad, inklusive syreeffekten, används för beräkning av Tumour control probability (TCP) och növändiga stråldoser. Beräkningar med doskernlar och Greens functions görs i frekvensrummet av beräkningstekniska skäl.

Genom en höjning av syretrycket, genom behandling med antiangiogenetika, i tumörer och bibehållen TCP kan man kraftigt minska skadeeffekter på normalvävnad. Variation av syretrycket i blodet påverkar syrefördelningens läge medan ändring av kärltäthet påverkar formen. Den största strålningskänslighetshöjande effekten av höjt syretryck åstadkoms vid halverad kärltäthet. Vid modellering av syrefördelning i tumörer måste syretrycket i blodkärlen varieras logitudinellt och en slumpmässig fördelning av syretryck i inkommande blod tillämpas för att få verklighetstroga syrefördelningar.



En kombinerad höjning av syreupptag och radionuklider ger stor förbättringspotential vid radionuklidbehandling. Det finns ett optimalt spann av kärltäthet för att nå maximal strålkänslighetshöjande effekt av ökad syrenivå i blodet. Det förefaller också vara möjligt att skilja mellan olika typer av hypoxi utifrån syrefördelningens form. För att prognostisera resultat av bestrålning är det nödvändigt att känna till hela syrefördelningen och inte bara medelnivån eller den hypoxiska fraktionen. Förbättrad syresättning av tumörer med nekrotiska fraktioner ger inte alltid bättre förutsättningar för bestrålning, såsom i fallet för icke nekrotiska tumörer. Små sfäriska tumörer tenderar att vara känsligare än stora för syrefördelningens form. Detta bör bland annat bero på att en hypoxisk region i en mindre tumör påverkas mer av sitt läge relativt tumörens centrum än vad som är fallet i en större tumör givet konstant tjocklek, på grund av den relativt större skillnaden i radie och därmed volym.

**Handledare:** Professor Peter Bernhardt

**Bihandledare:** Dr. Jon Kindblom och Dr. Peter Gjertsson

**Opponent:** Professor emeritus Jörgen Carlsson, Uppsala universitet

Finns fr.o.m. 2014-03-21 tillgänglig på url: <http://hdl.handle.net/2077/34840>

## NOTIS

*Kommande kurser!*

### Specialistkurser

I vår/sommar anordnas två intressanta specialistkurser:

- Strålningsdosimetri vid röntgendiagnostik och interventionell radiologi (CPD/ST-kurs), 14-16 april, Linköping
- EFOMP-kurs: Advanced kinetic modeling and parametric methods - Advanced SPECT and PET application in cardiology, neurology and oncology 10-12 juli, Prag Tjeckien

Anmälan och mer info se [www.sjukhusfysiker.se](http://www.sjukhusfysiker.se)

# Mötesrapport



På morgonen den 24 februari var det dags att ta tåget från Lund till ett soligt Helsingborg för Öresundsmöte om strålterapi, det andra i ordningen. Det första hölls i Malmö i januari 2013 och mycket glädjande hade antalet deltagare fördubblats sedan dess. Femtiofem deltagare, både fysiker och läkare, hade nu sammanstrålat från Göteborg, Lund, Köpenhamn och Herlev. Målet med mötet var att få ta del av och diskutera varandras pågående forskningsprojekt med förhoppningen om ett ökat samarbete kring strålterapiforskningen i regionen.

Under den första dagen presenterade doktorander sina pågående forskningsprojekt, hela 25 projekt presenterades. Detta gav en mycket bra inblick i den forskning som bedrivs i regionen. Som ett axplock av alla intressanta föredrag kan nämnas några som handlade om normalvävnadskomplikationer för lunga efter strålbehandling av bröst- och lungcancer, betydelsen av detektorns densitet och atomära sammansättning för små strålbehandlingsfält, kvalitetssäkring av IMRT baserat på kvalitetsindex, prognostiska och prediktiva biomarkörer från FDG PET för lungcancer och förbättrad positionering av bröstcancerpatienter genom användandet av ett optiskt ytskanningsystem. Vi fick också lära oss mer om andningsanpassad strålbehandling för lungcancer i kombination med intensitetsmodulerad strålterapi, användandet av MR i dosplanering samt applikationer för Monte Carlo i extern strålterapi. En presentation gavs också om det nya dosimetrilaboratorium som håller på att startas upp i Risö i Danmark. Efter varje presentation gavs tid för publiken att komma med synpunkter och ställa frågor, och frågorna fullkomligen haglade över varje presentatör. Som tur var fanns väl tilltagna kaffepauser där diskussionerna kunde fortsätta, med en fantastisk utsikt över ett soligt Öresund. Dagen avslutades med en utsökt middag i en mycket trevlig atmosfär.

Under den andra dagen gavs möjlighet för mer ingående diskussioner av doktorandernas projekt i mindre grupper, under ledning av seniora forskare. Jag hamnade i en grupp där alla deltagare hade liknande forskningsinriktning, vilket i mitt tycke gjorde diskussionerna mycket givande. En del av projekten i gruppen var precis påbörjade medan några var nästan avslutade, vilket gjorde att diskussionerna varierade. Vi diskuterade bland annat hur projekten var upplagda och hur resultaten presenterades. Sedan var det dags för lunch och efter denna gav ledarna för respektive grupp en sammanfattning av hur diskussionerna fortlöpt. Det framkom då att mixen av läkare och fysiker i varje grupp var mycket uppskattad samt att fördelar sågs med att deltagarna i gruppen hade både liknande och olika forskningsinriktning. Sammantaget var dessa diskussioner mycket uppskattade bland deltagarna.

Till sist sammanfattades den pågående strålterapiforskningen i öresundsregionen av Tommy Knöös, Per Nilsson och Lars Erik Olsson efter vad de fått höra under mötets gång. De projekt som presenterats kunde delas in i sex områden, där det största området var hur vi ska hantera rörelser inom strålterapi. Övriga områden identifierades som prognostiska och prediktiva biomarkörer, grundläggande dosimetri, kvalitetssäkring för avancerad strålterapi, modellering av normalvävnadskomplikationer och användandet av MR inom strålterapi. Detta visar på att det finns en bredd inom strålterapiforskningen i öresundsregionen men också vi bedriver närliggande forskning inom samma område vilket skulle möjliggöra ett ökat samarbete.

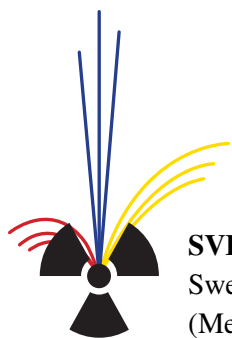
Ett stort tack till organisationskommittén bestående av Crister Ceberg, Claus Behrens, Ivan Vogelius och Anna Bäck för ett fantastiskt väl organiserat möte. Också ett stort tack till sponsorerna samt alla deltagare för alla trevliga presentationer och intressanta diskussioner. Jag ser med glädje fram emot ett nytt Öresundsmöte 2015.

## NOTIS .....

**Anmäl dig till vårmötet!**

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





**SVENSK FÖRENING FÖR RADIOFYSIK**

Swedish Society of Radiation Physics

(Member of IOMP)



**SVENSKA  
SJUKHUSFYSIKER  
FÖRBUNDET**



## **Nationellt möte om Sjukhusfysik 2014**

Vann Spa Hotell och konferens i Bohuslän

12-14 november

11-12 november planeras en kurs

Arrangeras av Svenska Sjukhusfysikerförbundet och

Svensk Förening för Radiofysik

Mer information kommer inom kort

