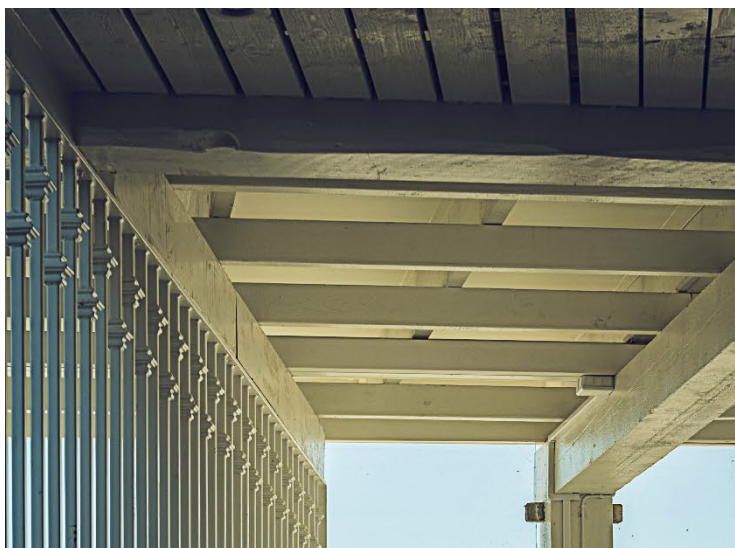


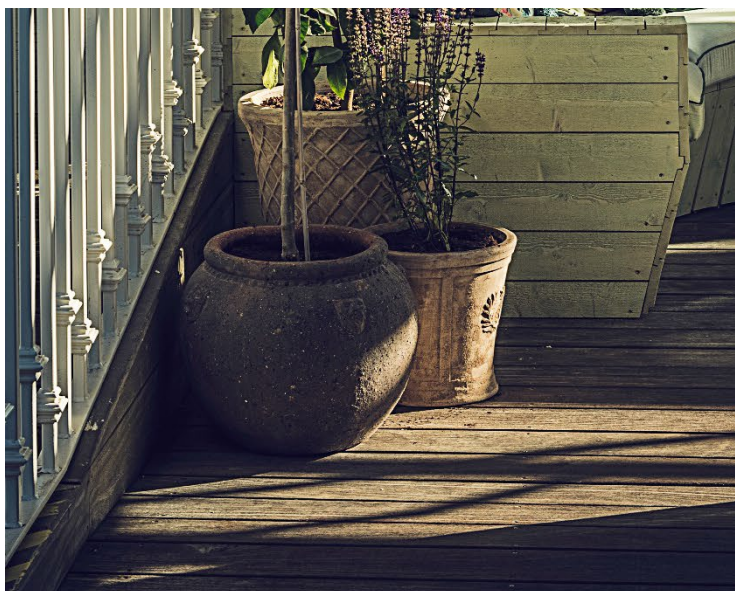
# NATIONELLT MÖTE OM SJUKHUSFYSIK 2019



## ABSTRACTBOK

Abstracts, schema & övrig information

Falkenberg strandbad  
12-15 november 2019





# VÄLKOMMEN!

Varmt välkommen till Falkenberg strandbad och Nationellt möte om Sjukhusfysik. Årets möte är det 11:e i ordningen och slår alla tidigare rekord gällande deltagarantal och utställare. Det är jätteroligt att se att intresset är så stort! I år har vi totalt 214 deltagare och 22 utställande företag, för att inte tala om ett fullspäckat och intressant program.

Återigen, varmt välkommen önskar  
Organisations- och  
Programkommittén

På uppdrag av Svenska Sjukhusfysikerförbundet och  
Svensk Förening för Radiofysik



# PRAKTISK INFORMATION

## Start och Slut

Nationellt möte om Sjukhusfysik 2019 inleds med gemensam lunch onsdagen den 13 november kl. 12.00.

För deltagare i kurser eller workshops med start tisdagen den 12 november hälsar vi er välkomna till lunch kl. 12.00 denna dag.

Mötet avslutas med gemensam lunch fredagen den 15 november kl. 12.15.

## Incheckning och Utcheckning

Incheckning till hotellrummen sker i hotellets reception, och rummen finns tillgängliga från kl. 15.00 på ankomstdagen. Fram till incheckning finns bagagerum tillgängligt om så önskas. Utcheckning sker senast kl. 11 på avresedagen.

## Transporter

För att ta sig kommunalt från Falkenberg station till Falkenberg strandbad tar man buss från tågstationen till bussterminalen och byter sedan till buss som går vidare mot Falkenberg strandbad.

[www.hallandstrafiken.se/reseplaneraren](http://www.hallandstrafiken.se/reseplaneraren)

Taxi från Falkenberg station till Falkenberg strandbad tar ca 10 min.

Falkenbergs Taxi 0346-14400, eller  
Taxi Raketen 0346-13070.





## Spa och gym

Falkenberg strandbad har en stor, inglasad, grönskimrande pool-oas – Retreat Club. Oavsett vilket hotell du bor på har du tillgång till Retreat Club under hela mötet. Badrock, handduk och tofflor finns på rummet. Bor man på ett annat hotell kan man be om detta i SPA-receptionen på källarplan.

Du har även tillgång till Klitterbadets motionscenter med gym och 50 m simbassäng som ligger vägg i vägg med hotellet. För detta behövs ett nyckelband som man kan hämta ut i receptionen på Falkenberg strandbad.

## Måltider

Alla deltagare kommer att serveras för- och eftermiddagsfika, samt gemensam lunch och middag under mötet.

Både för- och eftermiddagsfika kommer att serveras i lokalen Stranden, där även företagsutställningen finns.

Lunch serveras i restaurang Famille på övre våningen, och här serveras också middag både tisdag och onsdag kväll.

På torsdag kväll samlas vi kl. 19.30 hotellets foajé för gemensam fördrink innan det är bjuds till galamiddag med överraskning. Galamiddagen kommer att dukas upp i lokalen Kattegatt, på övre våningen.

Ni som önskas bidra med tal, sång eller annan underhållning under galamiddagen, meddela någon av oss i organisationskommittén!





## Boende på annat hotell

Under årets möte om kommer vissa deltagare på grund av platsbrist att bo på annat hotell än Falkenberg strandbad.

Du äter frukost på ditt hotell men alla andra måltider intas på Falkenberg Strandbad tillsammans med övriga deltagare. Du har även tillgång till SPA och motionsanläggning på Falkenberg Strandbad. Morgonrock, tofflor och handduk kan hämtas i SPA-receptionen.

Incheckning sker på ditt hotell från kl. 15.00 och din nyckel kan du hämta ut på Falkenberg Strandbad.

Ocean Hotel ligger på Skrea strand ca 4 minuters promenad från Falkenberg Strandbad (Klittervägen 51, 311 42 Falkenberg).

Grand Hotel ligger inne i Falkenberg, ca 3.5 km från Falkenberg Strandbad (Hotellgatan 1, 311 31 Falkenberg).

För att underlätta för deltagare som bor på Grand Hotel kommer gemensam transport till och från Grand Hotel att gå enligt följande:

Onsdag 13 november

Kl. 17.15 Falkenberg Strandbad – Grand Hotel

Kl. 19.00 Grand Hotel – Falkenberg Strandbad

Kl. 22.30 Falkenberg Strandbad – Grand Hotel

Torsdag 14 november

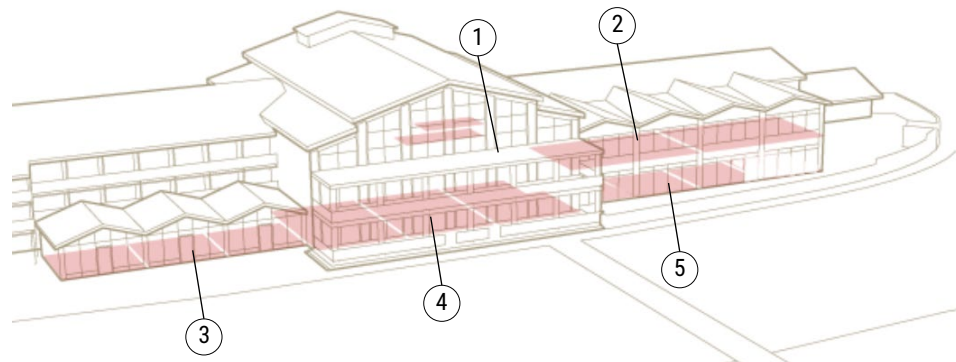
Kl. 07.45 Grand Hotel – Falkenberg Strandbad

Kl. 00.00 Falkenberg Strandbad – Grand Hotel

Fredag 15 november

Kl. 8.45 Grand Hotel – Falkenberg Strandbad

# HITTA DIT DU SKA | Falkenberg Strandbad



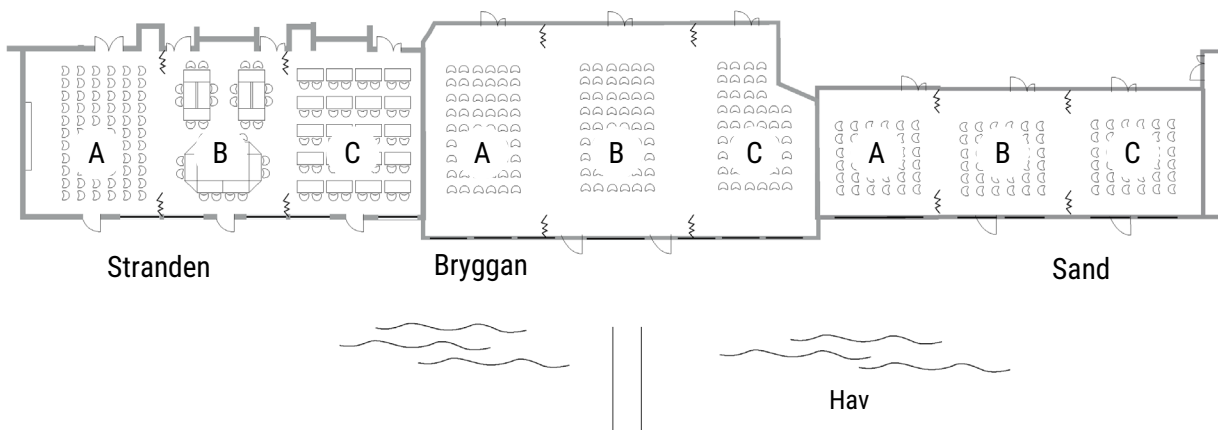
## Övre våningen

- 1. Restaurang Famille
- 2. Kattegatt

## Nedre våningen

- 3. Stranden A-C
- 4. Bryggan A-C
- 5. Sand A-C

# ÖVERSIKT LOKALER | Nedre våningen



Wifi: strandbaden





## TISDAG 12/11 NOVEMBER 2019

12.00 – 13.00 Lunch – Restaurang Famille

13.00 – 18.00

**CPD/ST-kurs Hybrid-imaging för sjukhusfysiker** | Kursansvarig: Anne Larsson Strömvall – Bryggan A

**CPD/ST-kurs Riskhantering inom strålbehandlingsprocessen** | Kursansvariga: Fredrik Nordström och Caroline Adestam Minnhagen – Bryggan B

**Workshop Ledningssystem strålskydd** | Arrangör: Agnetha Gustafsson – Bryggan C

19:00 Middag – Restaurang Famille

## ONSDAG 13 NOVEMBER 2019

8.00 – 12.00

**CPD/ST-kurs Hybrid-imaging för sjukhusfysiker** | Kursansvarig: Anne Larsson Strömvall – Bryggan A

**CPD/ST-kurs Riskhantering inom strålbehandlingsprocessen** | Kursansvariga: Fredrik Nordström och Caroline Adestam Minnhagen – Bryggan B

**8.30 – 9.30 SSM diskussion kring minderårigas närvaro i kontrollerat område** – Bryggan C

**10.00 – 12.00**

**Chefsfysikermöte** | Arrangör: Eva Norrman – Bryggan C

12.00 – 13.00 Lunch – Restaurang Famille

13.00 – 13.15 **Välkomna!** | SSFF och SFFR hälsar välkomna till årets möte – Bryggan A-C

13.15 – 14.45 **Tema AI** – Bryggan A-C

*SSFFs inbjuda föreläsare: Hur blev maskinerna intelligenta, och hur intelligenta är de egentligen? – Deep learning och medicinsk bildanalys (O Enqvist)*

*Artificiell Intelligens inom sjukhusfysiken: En första rapport från arbetsgruppen tillsatt av Svensk förening för Radiofysik med syftet utreda hur sjukhusfysikerns roll och yrkesutövning kommer att påverkas av AI nu och i framtiden (L Olsson)*

14.45 – 15.30 **Utställning & Fika** – Stranden A-C

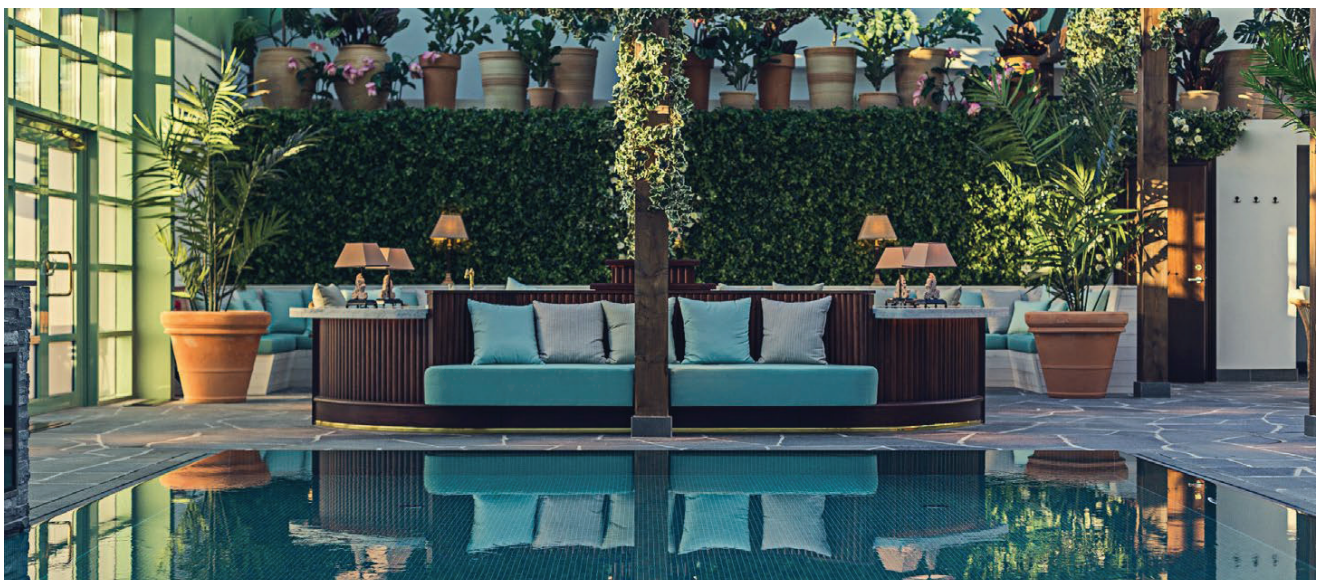
15.30 – 16.30 **Tema AI forts.** | *Artificiell Intelligens inom sjukhusfysiken: Gruppdiskussioner om hur AI kommer eller inte kommer att påverka vår yrkesvardag* – Bryggan A-C

16.30 – 17.15 **Svenska sjukhusfysikerförbundet håller årsmöte** | *Kom och påverka hur vårt fackliga yrkesförbund ska fortsätta sitt arbete! SSFF bjuder på förfriskningar* – Bryggan A-C

17.15 – 19.30 **Mingel och Spa** – Retreat Club

17.30 – 19.00 **Öppet styrgruppsmöte: Nationellt QC-projekt** – Bryggan A-C

19.30 Middag – Restaurang Famille



**TORSDAG 14 NOVEMBER 2019**

**8.00 – 10.00 Parallella sessioner**

<b>Strålbehandling – Bryggan A</b>	<b>MR – Sand A</b>	<b>Nuklearmedicin – Bryggan B</b>	<b>Röntgen &amp; Strålskydd – Bryggan C</b>
<b>8.00 – 9.30</b>			
<p><i>Swedish healthcare professionals' views about working in radiotherapy (J Lindberg)</i></p> <p><i>Surface guided radiotherapy increases setup accuracy for breast cancer patients (A Mannerberg)</i></p> <p><i>FLASH – Instant radiotherapy (E Kondradsson)</i></p> <p><i>Intrafractional fiducial marker tracking during volumetric modulated arc therapy (VMAT) in prostate cancer patients (I Ståhl)</i></p> <p><i>Delineation of risk organs in the pelvis with a convolutional neural network. A pilot study using annotated CT's used (D Minarik)</i></p>	<b>8.30 – 9.30</b>	<b>8.30 – 10.00</b>	<b>8.30 – 10.00</b>
	<p><i>En smartphone app för interaktiv realtidssimulering av MR-bilder (S Månsson)</i></p> <p><i>Nya diffusionsparametrar undersöks för tidig behandlingsrespons (P Brynolfsson)</i></p>	<p><i>Head-to-head comparison of a Si-photomultiplier-based and a conventional photomultiplier-based PET-CT system (J Oddstig)</i></p> <p><i>Attenueringskorrektions dekomposition för PET/MR i bäckenområdet (E Wallsten)</i></p> <p><i>Bildförbättring och aktivitetskvantifiering av gammakamerabilder utifrån användning av listmode-data (E Larsson)</i></p> <p><i>Införande av gemensam strålskyddsinformation till patienter och anhöriga efter nuklearmedicinska undersökningar i region Stockholm (U Estenberg)</i></p>	<p><i>Estimating Patient Organ Dose with Computed Tomography – A Review of Present Methodology and Required DICOM Information: Report of AAPM Task Group 246 and EFOMP (J Andersson)</i></p> <p><i>Multifas CT Angiografi med Spectral CT för kvantitativ analys vid strokeutredning (V Fransson)</i></p> <p><i>Artificial intelligence together with mechanical imaging in mammography (A Bejnö)</i></p> <p><i>Introducing PySkinDose, a novel framework for patient peak skin dose estimation in interventional radiology (M Hellström)</i></p> <p><i>Evaluation of head protection shield during X-ray guided interventions (M Larsson)</i></p>
<b>MRinRT – Bryggan A</b>			
<b>9.30 – 10.00</b>			
<p><i>Skonsam Strålterapi – The Movie (C Jamheim-Gustafsson)</i></p> <p><i>Sveriges första MR-Linac – initiala erfarenheter (M Lundmark)</i></p>			

**10.00 – 10.45 Utställning & Fika – Stranden A-C**

**10.45 – 11.45 Ansvar inom sjukhusfysik | Yrkesansvar, arbetsmiljöansvar, strålsäkerhetsansvar. Vad innebär detta i praktiken? (J Sjöberg & J Andersson) – Bryggan A-C**

**11.45 – 12.30 Företagsession | Kom och lyssna på vad som är nytt hos våra utställande företag – Bryggan**

<b>Grupp 1 – Bryggan A</b>	<b>Grupp 2 – Bryggan B</b>	<b>Grupp 3 – Bryggan C</b>
<p>A: RTI Group AB</p> <p>B: Tesika Teknik AB</p> <p>C: Scanflex Medical AB</p> <p>D: Comfort Medical</p> <p>E: Gammadata Instrument AB</p> <p>F: Siemens Healthineers</p> <p>G: Philips</p>	<p>A: YourRad AB</p> <p>B: Scandidos AB</p> <p>C: C-Rad Positioning AB</p> <p>D: Vision RT</p> <p>E: RaySerachLaboratories AB</p> <p>F: Varian Medical Systems Scandinavia A/S</p> <p>G: Electa Instrument AB</p>	<p>A: Curium Sweden AB</p> <p>B: HOY Scandinavian ApS</p> <p>C: Hermes Medical Solutions AB</p> <p>D: Brainlab</p> <p>E: GE</p> <p>F: Radiotherapy equipment Scandinavia AB</p> <p>G: LIONESS Therapeutics</p>

**12.30 – 13.30 Lunch – Restaurang Famille**

**13.30 – 15.00 Parallella workshops – Bryggan**

<p><b>How to start a machine learning project - an end-to-end example  </b> Inbjuden föreläsare Jennifer Dhont, Vrije Universiteit Brussel (VUB) Arrangör: Sebastian Sarudis – Bryggan A</p>	<p><b>ST-handledning hur når vi best practice?  </b> Hur bedömer vi att övergripande målområden i ST-utbildningen är uppfyllda och kan vi hitta en struktur för nationell samverkan i detta? Arrangör: Agnetha Gustafsson &amp; Hans-Erik Källman – Bryggan B</p>	<p><b>DosReg – en workshop för användare  </b> Kom och diskutera design, data, innehåll och framtidsmöjligheter. Arrangör: Anja Almén – Bryggan C</p>
--	---	---

**15.00 – 15.30 Utställning & Fika – Stranden A-C**



## TORSDAG 14 NOVEMBER 2019 FORTS.

**15.30 – 16.15 Postersession** | Kom och lyssna på våra intressanta posterbidrag! – Bryggan A-C

Postergrupp 1	Postergrupp 2	Postergrupp 3
<p>A: MR in Radiation Therapy: Are Immobilization Masks Really Necessary During MRI-scans of Head-Neck Patients? (Y Al-Abasse)</p> <p>B: MR-Physics: What Is A Sufficient Level of Staffing? (T Jonsson)</p> <p>C: Strålskyddsmätningar i kliniska verksamheter - Dosimetri med NaClpellets (P Wilke)</p> <p>D: Bildkvalitet vid rasterfri mammografi (S Asplund)</p>	<p>A: Kalibrering av nya aktivitetsmätare för kliniskt bruk med spårbarhet till internationell standard (G Brolin)</p> <p>B: Friklassning av lokaler och byggnader på Karolinska Universitetssjukhuset (R Edén &amp; J Arnesson)</p> <p>C: Presults for the aI-Brachy study: Utilizing deep learning for needle reconstruction in prostate brachytherapy (C Andersén)</p> <p>D: Tyrosinkinashämmare kan öka effekten från strålbehandling av medullär tyreoidcancer (V Sandblom)</p>	<p>A: On the clinical implementation of conformity index for radiotherapy of prostate (J Scherman)</p> <p>B: Dosimetriska effekter på grund av osäkerheter i vävnadstolkning för prostatacancerbehandlingar vid extern strålterapi (M Krantz)</p> <p>C: Driftsättning av åtta Varian TrueBeam linjäracceleratorer vid Nya Karolinska Universitetssjukhuset (M Ghazal)</p> <p>D: Eight different open face masks compatibility with surface guided radiotherapy (M Kügele)</p>

**16.25 – 17.10 Svensk förening för radiofysik håller årsmöte** | Kom och påverka hur vår ämnesförening ska fortsätta sitt arbete! – Bryggan A-C

**17.10 – 19.30 Mingel och Spa** – Retreat Club

**19.30 Fördrink i hotellets foajé följt av galamiddag** – Hotellfoajén & Kattegatt

## FREDAG 15 NOVEMBER 2019

**9.00 – 10.15** – Bryggan A-C

Webbaserad strålskyddsutbildning i Skåne (och resten av landet) (A Tingberg)

SFFr presenterar Bästa examensarbeten 2019 | Prisutdelning: Max Hellström, Daniel Gälman och Lukas Lundholm

Simulations and Measurements of radiation doses from patients treated with I-131 (D Gälman)

Utveckling, validering och tillämpning av en metod för bestämning av metabolitkoncentrationer med preklinisk magnetisk resonansspektroskopi (L Lundholm)

SFFr presenterar Holger Sköldborns stipendium: Håkan Pettersson - En 30-årig resa sökande efter uranisotoper - från ax till limpa

**10.15 – 11:00 Utställning & Fika** – Stranden A-C

**11.00 – 12.15** – Bryggan A-C

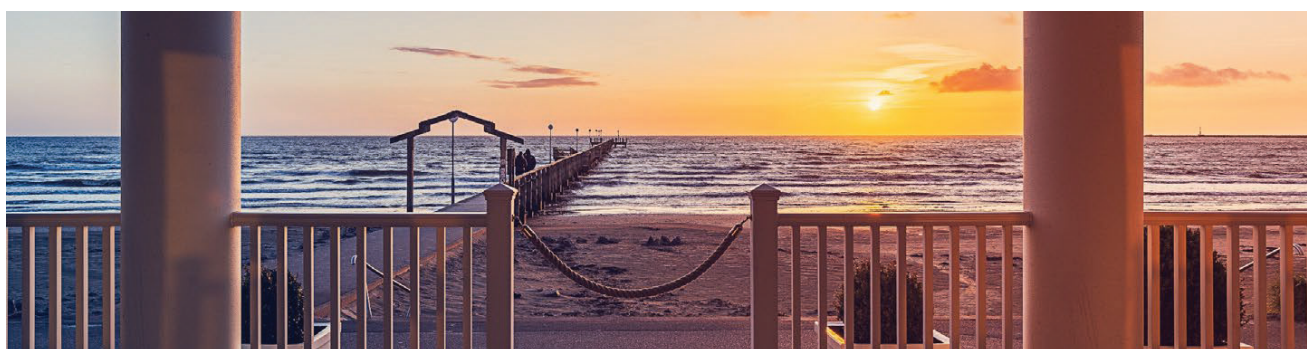
SFFr presenterar Kalle Viktorlöf-föreläsare: Sara Brockstedt

SFFr presenterar Kurt Lidén-pristagare: Stefan Skare – EPIMix

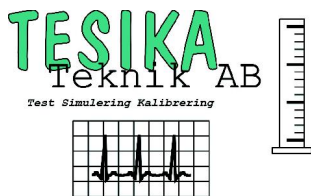
Utvärdering av mötet

Avslutning och prisutdelning

**12.15 Lunch och hemresa** – Restaurang Familie



# Vi tackar våra utställare!





# PARALLELLA SESSIONER

Torsdag 14 november 08.00 – 10.00

Bryggan A-C + Sand A

Strålbehandling 8.00 – 9.00 Bryggan A	Swedish healthcare professionals' views about working in radiotherapy	J Lindberg
	Surface guided radiotherapy increases setup accuracy for breast cancer patients	Annika Mannerberg
	FLASH – Instant Radiotherapy	Elise Kondradsson
	Intrafractional fiducial marker tracking during volumetric modulated arc therapy (VMAT) in prostate cancer patients	Ingun Ståhl
	Delineation of risk organs in the pelvis with a convolutional neural network. A pilot study using annotated CT's used	David Minarik
MRinRT 9.35 – 10.00 Bryggan A	Skonsam Strålterapi – The Movie	Christian Jamtheim-Gustafsson
	Sveriges första MR-Linac – initiala erfarenheter	Martin Lundmark
MR 8.30 – 9.30 Sand A	En smartphone app för interaktiv realtidssimulering av MR-bilder	Sven Månsson
	Nya diffusionsparametrar undersöks för tidig behandlingsrespons	Patrik Brynolfsson
Nuklearmedicin 8.30 – 10.00 Bryggan B	Head-to-head comparison of a Si-photomultiplier-based and a conventional photomultiplier-based PET-CT system	Jenny Oddstig
	Attenueringskorrektion med statistisk dekomposition för PET/MR i bäckenområdet	Elin Wallsten
	Bildförbättring och aktivitetskvantifiering av gammakamerabilder utifrån användning av listmode-data	Erik Larsson
	Införande av gemensam strålskyddsinformation till patienter och anhöriga efter nuklearmedicinska undersökningar i region Stockholm	Ulrika Estenberg
Röntgen & Strålskydd 8.30 – 10.00 Bryggan C	Estimating Patient Organ Dose with Computed Tomography – A Review of Present Methodology and Required DICOM Information: Report of AAPM Task Group 246 and EFOMP	Jonas Andersson
	Multifas CT Angiografi med Spectral CT för kvantitativ analys vid strokeutredning	Veronica Fransson
	Artificial intelligence together with mechanical imaging in mammography	Anna Bejnö
	Introducing PySkinDose, a novel framework for patient peak skin dose estimation in interventional radiology	Max Hellström
	Evaluation of head protection shield during X-ray guided interventions	Maria Larsson

## Swedish healthcare professionals' views about working in radiotherapy

Jesper Lindberg<sup>\*1,2,3</sup>, Paul Holmström<sup>1</sup>, Stefan Hallberg<sup>3</sup>, Thomas Björk-Eriksson<sup>3,4</sup> and Caroline Olsson<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiation Physics, Institute of Clinical Sciences, Sahlgrenska Academy, Gothenburg University, Gothenburg, Sweden*

<sup>2</sup>*Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden*

<sup>3</sup>*Regional Cancer Centre West, Western Sweden Healthcare Region, Gothenburg, Sweden*

<sup>4</sup>*Department of Oncology, Clinical Sciences, Sahlgrenska Academy, Gothenburg University, Gothenburg, Sweden*

**Purpose/Objective:** The radiotherapy (RT) community faces great challenges to meet the growing cancer incidence, especially regarding workload and recruitment of personnel. Workflow-related issues affect involved professions differently since they have specific expertise and various roles in the workflow. To identify solutions to existing problems in RT, we collected national information in 2018 to obtain an objective understanding of the current working situation and workflow bottle necks.

**Materials/Methods:** All 17 (photon-based) RT departments in Sweden were invited to participate in the study. We performed a survey directed to managers and employees in RT and collected data through on-site visits and postal study-specific questionnaires. Descriptive statistics were calculated for each profession and for small, medium and large departments (2/3-4/ $\geq 5$  linacs).

**Results:** Altogether, 364 filled-in questionnaires were returned (32/332 managers/employees; 94% response rate). Managers reported a general need for more staff (all professions). Small departments reported no problems with waiting times (0/3); whereas 2/3 of medium and large departments did (medium: 5/8, large: 2/3). All professions had a positive attitude towards working in RT (mean=86%, 0/100%=negative/positive attitude) and, given sufficient staffing and equipment, ranked cooperation (within/between professions) as the most important factor for a good work environment. Organizational issues were ranked highest among reoccurring events that were most frustrating/had most negative effect on the work environment. The most severe workflow-related problem were reported to originate at the target definition.

**Conclusion:** We found that Swedish RT staff generally enjoy their work and that small departments were less affected by work-related issues. To improve working conditions in RT, activities focusing on organizational issues and cooperation within/between professions are important. Our data indicate that improved routines at target definition are warranted by all involved professions to increase work effectivity and reduce frustration among RT staff.



# Surface guided radiotherapy increases setup accuracy for breast cancer patients

Annika Mannerberg<sup>1</sup>, Malin Kügele<sup>1,2</sup>, Lovisa Berg<sup>3</sup>, Anneli Edvardsson<sup>3</sup>, Sara Alkner<sup>3</sup>, Charlotte Thornberg<sup>3</sup>, Sven Å. J. Bäck<sup>2</sup> and Sofie Ceberg<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Medical Radiation Physics, Department of clinical sciences, Lund University, Lund, Sweden

<sup>2</sup>Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

<sup>3</sup>Division of Oncology and Pathology, Institute of Clinical Sciences, Lund University, Skåne University Hospital, Sweden

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate if the patient setup could be improved for tangential and locoregional breast cancer patients, using surface guided radiotherapy compared to the conventional method of laser based setup (LBS).

**Materials and Methods:** A total of 139 tangential and locoregional breast cancer patients were enrolled in this study. For the tangential breast cancer patients, only the breast received treatment, while both breast site and the axillary lymph nodes were irradiated for the locoregional treatment. Of the 63 patients receiving tangential treatment, 26 were positioned using LBS and 37 using surface based setup (SBS). For the 76 locoregional breast cancer patients, 34 were positioned with LBS and 43 with SBS. LBS included aligning skin markers with in-room lasers. For SBS, an optical surface scanning system (Catalyst™, C-Rad Positioning AB, Uppsala, Sweden) was instead used for daily positioning using both single and three camera systems. For both setup methods, the patient position was confirmed by verification images. The match results from verification imaging were used in order to compare the two setup methods.

**Results:** SBS decreased the setup deviation significantly compared to LBS for both tangential and locoregional treatments ( $p < 0.01$ ). For patients receiving tangential treatment, 95% of the treatment sessions were within the clinical tolerance of  $\leq 4$  mm in any direction (lateral, longitudinal or vertical) using SBS, compared to 84% for LBS. Corresponding values for patients receiving locoregional treatment were 70% and 54% for SBS and LBS, respectively. No significant difference was observed when comparing setup using a single camera system or a three camera system.

**Conclusions:** The results show that the laser based setup approach can advantageously be replaced by surface based setup for breast cancer patients. Daily surface guided radiotherapy improves patient setup without additional imaging dose to the patient, regardless of whether a single or three camera system is used for setup.

## **FLASH – Instant radiotherapy**

**Elise Konradsson<sup>1</sup>, Gabriel Adrian<sup>1,2</sup>, Michael Lempart<sup>2</sup>, Börje Blad<sup>2</sup>, Sofie Ceberg<sup>1</sup>, Jacob Engellau<sup>2</sup>, Sophie Eriksson<sup>1</sup>, Annika Mannerberg<sup>1</sup>, Sven Bäck<sup>2</sup>, Per Munck af Rosenschöld<sup>2</sup>, Silke Engelholm<sup>2</sup>, Kristoffer Petersson<sup>2</sup>, Crister Ceberg<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Clinical Sciences Lund, Lund University, Lund*

*<sup>2</sup>Dept of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund*

FLASH radiotherapy, i.e. radiotherapy with ultra-high dose rates (> 30 Gy/s), is a research field that has drawn great attention the last couple of years and has the potential to revolutionize the field of radiotherapy. Pre-clinical studies show that these ultra-high dose rates reduce the toxicity to normal tissue, compared to conventional dose rates, resulting in a larger difference in radiobiological effect between tumor and normal tissue. Radiation delivery with these ultra-high dose rates also means very short treatment times, which eliminates the geometric uncertainties due to patient movement during the treatment and make the treatment more comfortable and convenient for the patients.

Research in this field is limited by the low availability of accelerators able to deliver FLASH beams, and most experiments have been conducted using prototype research linear accelerators. However, our group have modified a clinical linear accelerator to enable radiation delivery at these ultra-high dose rates. We now have a unique setup with a clinical linear accelerator that can be modified for FLASH radiotherapy within minutes.

Our project aims to translate FLASH radiotherapy from its current state to clinical trials. This requires dosimetric advances to enable an accurate delivery of a given dose, and we are currently investigating if the built-in transmission chamber can be used for monitoring of the beam, despite the rapid drop in ion collection efficiency at high dose rates. We also need to elucidate the cellular and molecular mechanisms behind the observed radiobiological effects. We have conducted cell studies to investigate the importance of oxygen tension in order to achieve the FLASH effect. Further studies are needed to find the optimal combination of parameters in order to maximize the differential therapeutic effect and to validate this in animal models.

*: Presenting author: [elise.konradsson@med.lu.se](mailto:elise.konradsson@med.lu.se)*



# **Intrafractional fiducial marker tracking during volumetric modulated arc therapy (VMAT) in prostate cancer patients**

**Ingun Ståhl, Magnus Gustafsson and Ulrika Lindencrona**

*Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg*

**PURPOSE** The purpose of this work was to evaluate and clinically implement Triggered Imaging in combination with Gold Anchor fiducials in VMAT prostate cancer patients.

**METHOD** Triggered Imaging is a TrueBeam (Varian Medical Systems, USA) function that uses kV imaging during treatment to monitor intrafractional motion of implanted fiducials. The fiducial position in each kV image are automatically located and compared to the expected positions calculated from the treatment planning CT. If Auto Beam Hold is enabled, the treatment will be paused whenever the difference exceeds a user-definable tolerance.

The fiducial detectability and the Auto Beam Hold function were evaluated using a phantom containing three Gold Anchor fiducials (uncoiled length 20 mm). The phantom was moved in steps of 1 mm during Triggered Imaging with image acquisition in 0° and 270°.

A pilot study including ten VMAT prostate cancer patients was performed with Triggered Imaging during three fractions. All patients had three Gold Anchor fiducials implanted in the prostate. The kV images were acquired in intervals of 30° and the accuracy of the fiducial tracking was visually assessed in each image.

Triggered Imaging with Auto Beam Hold has been clinically implemented at Sahlgrenska University hospital and is now used for the majority of the VMAT prostate cancer patients. Maximum allowed fiducial length is 6 mm and no more than two fiducials may overlap. A fiducial motion tolerance of 7 mm is used.

**RESULTS** The phantom tests showed good fiducial detectability and the Auto Beam Hold function paused the treatment when the phantom movements exceeded the chosen tolerance.

In the patient study, Triggered Imaging worked well in 9 out of 10 patients. The system had more problem detecting elongated fiducials and fiducials that overlapped in lateral images.

Triggered Imaging with Auto Beam Hold has now been used for over 100 VMAT prostate cancer patients. Few problems have occurred so far with used inclusion criteria and tolerance.

**CONCLUSIONS** Triggered Imaging with Auto Beam Hold works well in combination with Gold Anchor fiducials. Further method development is ongoing and the next step is to reduce the tolerance from 7 to 5 mm.

*Presenting author: [ingun.stahl@vgregion.se](mailto:ingun.stahl@vgregion.se)*

# **Delineation of risk organs in the pelvis with a convolutional neural network. A pilot study using annotated CT's used for radiotherapy treatment planning.**

**Minarik D<sup>1</sup>, Enqvist O<sup>2</sup>, Trägårdh E<sup>3</sup>, Bjurberg M<sup>1</sup>, Sartor H<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*VE Onkologi och strålningsfysik, SUS*

<sup>2</sup>*Eigenvision AB, Malmö*

<sup>3</sup>*VO Bild och funktion, SUS*

**Introduction:** Delineation of target volumes and risk organs for radiotherapy treatment planning is a time-consuming effort for the radiation oncologist. Semi-automatic and automatic delineation methods based on classical image processing exist but is not always accurate and the time savings may only be moderate compared to a manual delineation. With the onset of machine learning, especially semantic segmentation, i.e. classification of all pixels or voxels in an image, with a convolutional neural network (CNN), the possibility to delineate risk organs and standardized target volumes fast and accurately has increased. Training of a CNN however requires a large number of annotated CT images, which is a tedious task to acquire. In this study we have used treatment plan CT's with already annotated risk organs and clinical target volumes to train a CNN.

**Material and methods:** The CNN used is standard segmentation network but modified to minimize memory usage during training. We used CT's from 76 patients with cervical cancer and 200 with anal cancer that received radiation therapy at Skåne University Hospital. In this pilot study we used five volumes in our model: left and right femoral head, urinary bladder, bowel bag and the pelvic lymph node target volume (CTVN). The Dice score was used to evaluate the accuracy of the model.

**Results:** The Dice score was on average 0.9 and 0.9 for the left and right femoral head, 0.8 for the bladder, 0.7 for the bowel bag and 0.7 for the CTVN.

**Conclusion:** We have shown that it is possible to train a CNN with a decent accuracy with already annotated treatment plan CT's. The delineated volumes from treatment plan CT's do not always strictly follow organ boundaries and are sometimes inaccurately defined which leads to the same inaccuracies in the CNN. More annotated data may therefore be needed compared to if the annotation task has been attuned to the problem at hand.

*Presenting author: David.minarik@med.lu.se*



# En smartphone app för interaktiv realtidssimulering av MR-bilder

S Månsson<sup>1</sup>

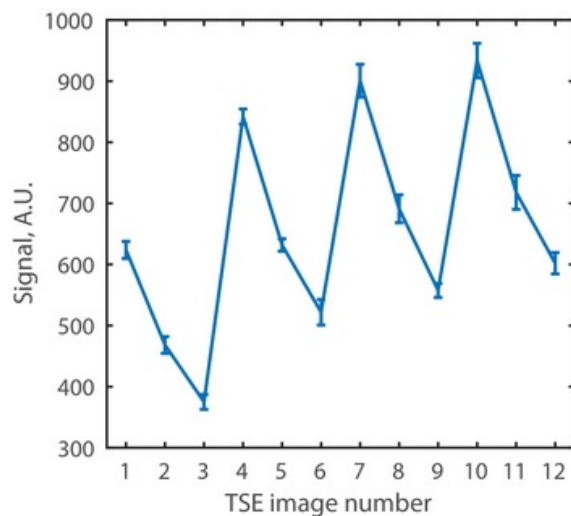
<sup>1</sup>Strålningsfysik/Skånes universitetssjukhus, Malmö

## Purpose

An MRI simulation tool was implemented as a smartphone/tablet app. The purpose was to create an intuitive tool, available to a broad range of healthcare professionals. The app is aimed at users who want to explore how scan parameters affect the MR image, with a higher degree of realism than existing smartphone apps, e.g. [1], but without the complexity of general-purpose simulators [2-4].

## Methods and Implementation

Images of healthy volunteers were acquired with informed consent. The imaging protocol consisted of a single-slice, multi-echo turbo spin echo (TSE) sequence with three echo times, repeated with four repetition times. By manual selection of a point in any of the 12 TSE images, a signature for the corresponding tissue was created (Figure 1).



**Figure 1.** Signature (signal intensities) across the 12 TSE images, for the selected pixel.

After selecting  $N$  signatures, the following equation is solved for the vector  $\mathbf{C}$  in each pixel of the image:

$$[\mathbf{S}_1 \mathbf{S}_2 \dots \mathbf{S}_N]_{12 \times N} \mathbf{C}_{N \times 1} = \mathbf{Y}_{12 \times 1}$$

where  $\mathbf{S}_n$  denotes the  $n$ -th signature vector,  $\mathbf{C}$  is a  $N \times 1$  amplitude vector, and  $\mathbf{Y}$  represents the pixel values from the 12 TSE images. All TSE images can thus be represented by the signature vectors  $\mathbf{S}_n$  multiplied by the  $N$  maps  $\mathbf{C}$  (hereafter denoted clusters),

Once the clusters  $C$  are computed, an arbitrary imaging sequence can be simulated by calculating new signatures based on the signal equation for the sequence and the relaxation times of the clusters. With this computation model, the signal equation needs to be evaluated once for each cluster, not for each pixel of the image.

## Results

The simulation model was implemented on Apple iPhone and iPad. Sequence parameters could be changed interactively and the simulated image was updated without noticeable delay. All features and the interactive functionality of the app will be demonstrated live during the presentation.

## References

- [1]. MRI Sim. <http://www.icatsoftware.co.uk/radiology.htmls>. Software no longer updated.
- [2]. Benoit-Cattin H, Collewet G, Belaroussi B, Saint-Jalmes H, Odet C. The SIMRI project: a versatile and interactive MRI simulator. *Journal of magnetic resonance* 2005;173(1):97-115.
- [3].Stocker T, Vahedipour K, Pflugfelder D, Shah NJ. High-performance computing MRI simulations. *Magnetic resonance in medicine* 2010;64(1):186-193.
- [4]. Xanthis CG, Venetis IE, Chalkias AV, Aletras AH. MRISIMUL: a GPU-based parallel approach to MRI simulations. *IEEE transactions on medical imaging* 2014;33(3):607-617.

: Presenting author: [sven.mansson@med.lu.se](mailto:sven.mansson@med.lu.se)

# Nya diffusionsparametrar undersöks för tidig behandlingsrespons

Patrik Brynolfsson<sup>1</sup>, Lars. E. Olsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk Strålningsfysik, Lunds Universitet, Malmö

Med diffusionsviktad MRI (dMRI) kan man skatta vattenmobiliteten i vävnad. Olika strukturer i vävnaden begränsar vattnets rörelse på olika sätt; ökad celltäthet i en tumör kan minska mobiliteten isotropt, medan t.ex. nervbanor kan minska vattenmobiliteten vinkelrätt mot nervbanornas riktning och ger upphov till en anisotrop vattendiffusion. Celltäthet och struktur kan variera mycket inom volymen för en voxel, så diffusionsmätningar är makroskopiska medelvärden av olika diffusionsegenskaper, så kallade *mikromiljöer* inom en voxel. Med konventionell dMRI kan man inte avgöra hur dessa mikromiljöer är fördelade i varje voxel.

Konventionell dMRI mäter vattenmobiliteten i en riktning i taget (linjär diffusion). Genom att mäta mobiliteten i tre ortogonala riktningar kan man skatta medeldiffusiviteten (MD) i en vävnad. Om man mäter diffusionen i många riktningar kan man beräkna *Fractional Anisotropy* (FA), vilket beskriver hur anisotrop den makroskopiska diffusionen är. Även FA är en makroskopisk beskrivning av olika mikromiljöer inom en voxel [1].

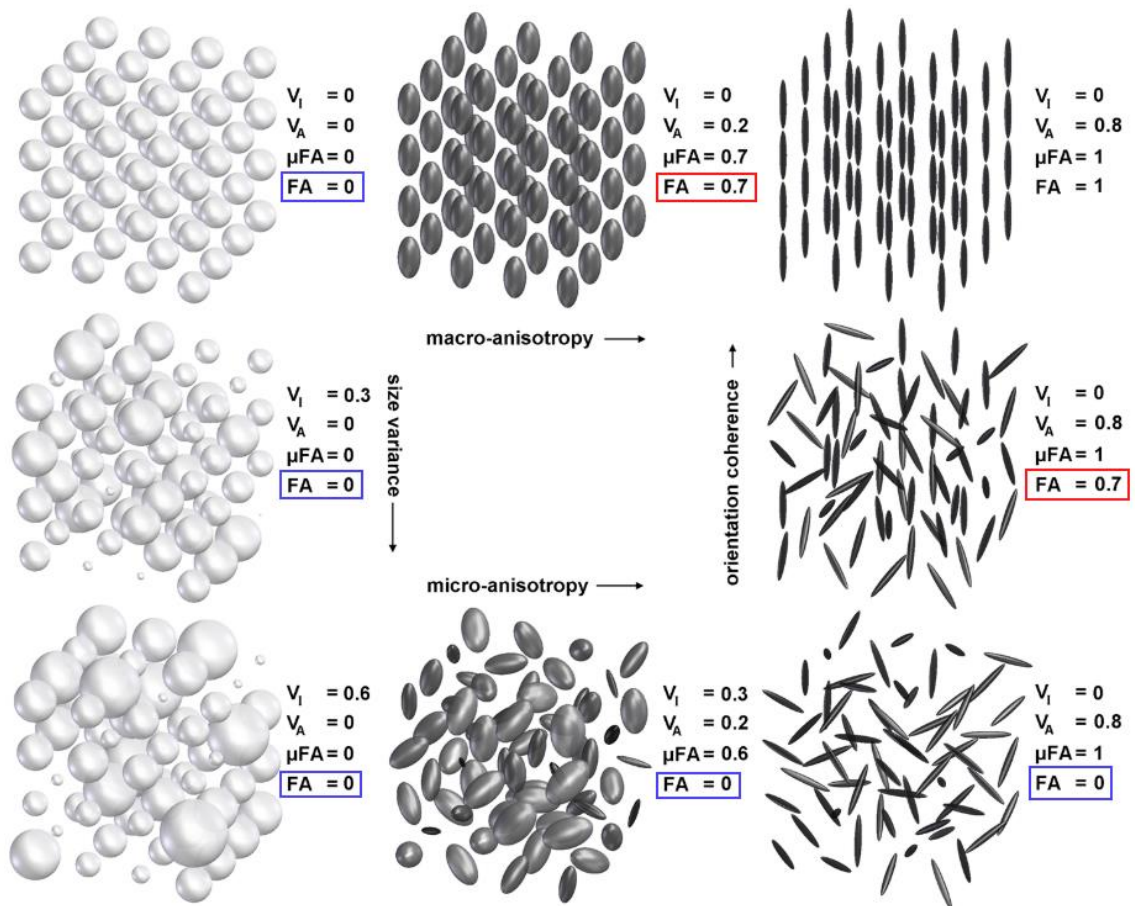
På Lund Universitet utvecklas en ny pulssekvens, diffusional variance decomposition (DIVIDE), för diffusionsmätningar där man förutom linjär diffusion kan mäta både sfärisk och planär diffusion. Med denna information kan man beräkna variansen i både isotrop ( $V_I$ ) och anisotrop ( $V_A$ ) diffusion hos mikromiljöerna inom varje voxel. DIVIDE-parametrarna ger en djupare kunskap om vävnadens struktur (se Fig. 1 och 2), vilket har visats i Szczepankiewicz et al. där korrelationen mellan DIVIDE-parametrar och histologi var 0.95 och 0.83 för  $V_A$  respektive  $V_I$  [2].

I nuvarande projekt kommer vi undersöka hur dessa parametrar förändras under pågående strålbehandling av hjärnmetastaser. Vår förhoppning är att kunna identifiera bildmarkörer för tidig behandlingsrespons som kan appliceras vid behandling av t.ex. gliom, en sjukdom med snabb progress och långsam utvärdering där konventionell diffusionsmätning inte ger tillförlitliga resultat.

[1]. Westin, C.-F., et al. (2016). Q-space trajectory imaging for multidimensional diffusion MRI of the human brain. *Neuroimage*, 6(1).

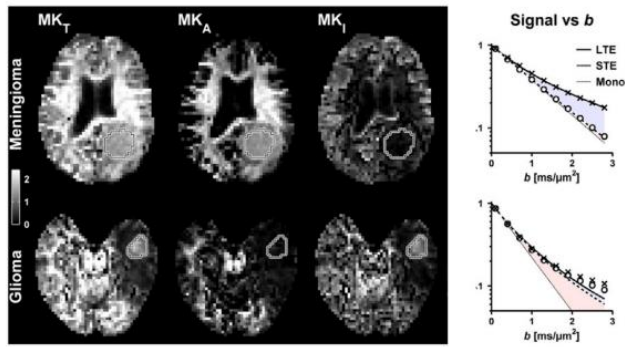
[2]. Szczepankiewicz, et al. (2016). The link between diffusion MRI and tumor heterogeneity: Mapping cell eccentricity and density by diffusional variance decomposition (DIVIDE). *NeuroImage*, 142.



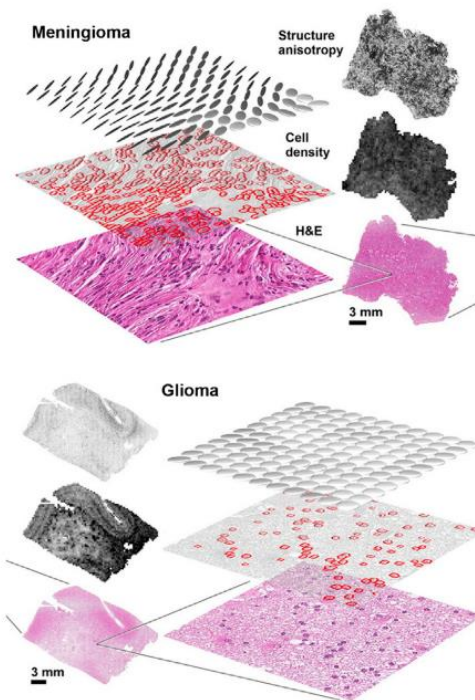


Figur 1. Bilden visar åtta voxlar med samma MD, men med olika diffusionsegenskaper i de ingående mikromiljöerna. Voxlar med samma FA-värde har markerats med blå resp röd färg. Alla blå- respektive rödmarkerade voxlar har samma makroskopiska diffusionsegenskaper, men kan särskiljas med DIVIDE-tekniken.

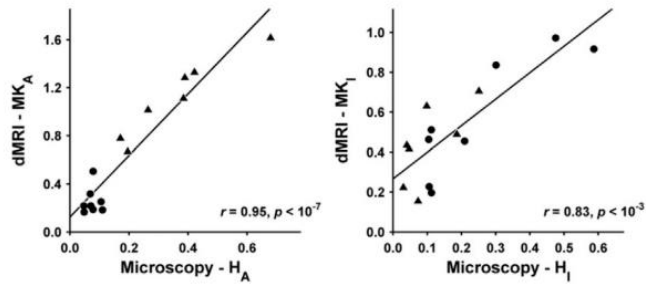
### A. Diffusional variance decomposition



### B. Analysis of histology images



### C. Validation by correlation to histology



Figur 2. (A) Parameterkartor för total, anisotrop och isotrop varians ( $V_T$ ,  $V_A$ ,  $V_I$ ) för ett meningiom och ett gliom. (B) Kvantitativ mikroskopi hos båda tumörerna. (C) Korrelationen mellan DIVIDE-parametrar och histologi för strukturell anisotropi (1) och varians i celldensitet (2).

# Skonsam Strålterapi – The Movie

C. GUSTAFSSON<sup>1,2</sup>, C. SIVERSSON<sup>3</sup>, S. LINDGREN<sup>4</sup>, T. NYHOLM<sup>5</sup>, L.E. Olsson<sup>1,2</sup>

1) *Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund, Sweden (Operative Project Manager - Gentle Radiotherapy)*

2) *Department of Translational Medicine, Medical Radiation Physics, Lund University, Malmö, Sweden*

3) *Spectronic Medical AB, Helsingborg, Sweden*

4) *Department of Medical Engineering and Radiation Physics, University Hospital of Umeå, Umeå (Administrative Project Manager - Gentle Radiotherapy)*

5) *Department of Radiation Sciences, Umeå University, Umeå, Sweden*

## Purpose

The Gentle Radiotherapy project is part of a Swedish innovation program, funded by VINNOVA. The present phase of the program started 2016 and will end 2019. Members of the project are multiple Swedish University hospital clinics, in collaboration with their academic institutions. Participants from the industry are also members of the consortium.

The project strives to create a large-scale national platform, with fully integrated clinical MRI-only radiotherapy. Each participating clinic is implementing an MRI-only workflow for a specific anatomy. Further, the national platform is expected to deliver clinical research, product development and education.

For any new treatment, it can be challenging to get acceptance and reach clinical implementation. Interest and acceptance by many different stakeholders need to be acquired: medical doctors and the clinics in a broad sense, hospital management at different levels and other decision makers in the healthcare system. The aim of this study was to create a dedicated showcase for MRI-only radiotherapy with the purpose to attract different stakeholders.

## Materials and Methods

A digestible format for large and broad scale communication of the project results was desirable. A movie production in English, describing the MRI-only radiotherapy workflow for prostate cancer in Lund was therefore initiated and produced by the movie production company *One Two Three Squirrel*. The content and outline was drafted in close collaboration with the production company.

## Results

Three short videos were recorded in a hospital environment, describing the prostate MRI-only radiotherapy process. The movies address clinical motivation, treatment planning and treatment delivery. Despite the short format, professional recorded videos during scientific supervision can capture the results from several years of scientific and clinical work. In less than a coffee break, a person can be introduced to MRI-only radiotherapy, understand the process and apprehend the take home messages, see <http://www.gentleradiotherapy.se>.



## **Conclusions**

With online publishing we expect the results of the Gentle Radiotherapy project to reach an extended audience beyond the scientific community, i.e. healthcare providers, industry including the important decision-making stakeholders as well as the society as a whole. The production, can be refereed to and used by any research team around the world for the benefit of MRI-only radiotherapy.

\* *Presenting author: christian.JamtheimGustafsson@skane.se*

## Sveriges första MR-Linac<sup>a</sup> – initiala erfarenheter

**Martin Lundmark<sup>1</sup>, Håkan Sjöstrand<sup>1</sup>, Ulf Isacsson<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Sektionen för sjukhusfysik, Akademiska sjukhuset, Uppsala*

**Bakgrund:** Strålbehandling idag ges som standard med dosplaner baserade på målvolymer och riskorgan definierade på veckogamla CT-bilder. Vid behandlingstillfället kontrolleras patientens positionering med röntgenbilder skapade med kV-, eller till och med MV-energi. Detta trots att många målvolymer är svårdefinierade på röntgenbilder och att omkringliggande vävnad (och därmed målvolymer) kan vara mycket rörliga i förhållande till benstrukturer. Den förbättrade mjukdelskontrasten från MR har därför möjlighet att bidra till förbättringar gällande både strukturdefiniering och positionering. Med funktionalitet som adaptation till dagliga anatomiska förändringar har strålbehandling med MR-Linac förutsättningarna att dessutom bidra till minskade marginaler och därmed minskade biverkningar och bättre behandlingsresultat.

**Material och metod:** 2014 togs beslutet att köpa in en MR-Linac till Akademiska Sjukhuset. Detta efter förslag från den arbetsgrupp som gavs uppdrag att undersöka den utveckling som pågick och som kunde tänkas vara operativa om fem-tio år. Den nya maskinen skulle installeras på den nya strålbehandlingsavdelningen som då var på planeringsstadiet. Därmed kunde bygget anpassas till de speciella krav som ställdes för att tillgodose installationen av en MR-Linac.

**Resultat:** Under hösten 2019 tas den helt nya vårdbyggnaden i drift på Akademiska sjukhuset. På strålbehandlingsavdelningen finns totalt sex bunkrar, fyra dedikerade till reguljära linacs och två anpassade för installation av MR-Linacs. Utöver detta finns även två HDR-brachy bunkrar, inklusive en kontaktterapiapparat, den sedvanliga CTn och en ny 3T MR. Installationsarbetet med MR-Linacen har pågått under 2018-2019 och den första patienten planeras att behandlas i början av november 2019.

Både installation, inmätning och klinisk driftstagnation är stora utmaningar då erfarenheten världen över är väldigt begränsad med, än så länge, endast tio installationer. Den första patienten någonsin behandlades i maj 2017 och den första apparaten övergick från forskningsapparat till klinisk behandlingsapparat i juni 2018 i och med dess CE-märkningen.

Att behandlingsapparatens bunker på Akademiska sjukhuset byggts våren 2016, alltså ca två år innan första CE-märkning, ger en fingervisning om den flexibilitet som krävts för att tillmötesgå de förändrade förutsättningar och specifikationer som skett under byggets gång.

<sup>a</sup> Unity, Elekta AB

# Head-to-head comparison of a Si-photomultiplier-based and a conventional photomultiplier-based PET-CT system

Jenny Oddstig<sup>1</sup>, Gustav Brolin<sup>1</sup>, Elin Trägårdh<sup>2</sup>, David Minarik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Radiation Physics, Skåne University Hospital and Lund University, Lund and Malmö, Sweden*

<sup>2</sup>*Clinical Physiology and Nuclear Medicine, Skåne University Hospital and Lund University, Malmö, Sweden*

**Aim/Introduction:** Recently, a novel generation of PET-scanners, based on silicon (Si)-photomultiplier (PM) technology, was introduced. Concurrently, there has been a development of new reconstruction methods, with the aim of increasing the detection of small lesions without increasing the noise level. The combination of new detector technology and new reconstruction algorithms have been found to increase image quality. However, it is currently unknown to what extent the improved image quality is due to hardware improvements or improved reconstruction algorithms. The aim of this study was to compare the ability to detect small hotspots in phantoms using a SiPM-based (GE Discovery MI) and a conventional PM-based PET-CT scanner (GE Discovery 690), with identical reconstruction protocols in order to isolate the properties of the hardware.

**Methods:** Two different phantoms (NEMA-body and Jaszczak) with small fillable spheres (31 $\mu$ l-26.5ml) and different sphere-to-background ratios (SBR) were scanned in one bed position of 10 minutes on both scanners. The acquired data were rebinned into sinograms corresponding to different acquisition durations (15 s – 600 s) and reconstructed using identical reconstruction parameters on both scanners. ROI were drawn in all images in spheres and in background. The recovery coefficient (RC) and spherepeak/backgroundpeak-value were calculated and compared between the scanners. The detectability of each sphere at each acquisition time was graded on a three-level scale: clearly visible (2), visible but not distinguishable from background noise (1), and not visible (0). The sensitivity was calculated as the sum of the scores divided with the highest possible score.

**Results:** RC-curves for the NEMA body phantom was near-identical for both scanners at SBR 10:1 and acquisition times 90-600s. For smaller spheres (31-500 $\mu$ l) in the Jaszczak phantom, the sphere/background-ratio was 1.22 higher for the MI scanner at SBR 15:1. The ratio decreased for lower SBR, with a ratio of 1.03 at SBR 3.85:1.

Regarding the detectability of spheres, the sensitivity was 99% and 97% for the MI and 690, respectively, for SBR 15:1. For SBR 7.5, the sensitivity was 91% and 96% for the MI and 690, respectively. For SBR 3.85:1, the sensitivity was 68% and 62% for the MI and 690, respectively.

**Conclusion:** Marginally better detectability in small spheres at low noise levels was seen for the SiPM-based scanner but the difference was smaller at higher noise levels. It was difficult to detect differences between the scanners, suggesting that the SiPM-based detectors are not the primary reason for improved image quality.

Presenting author: [jenny.oddstig@skane.se](mailto:jenny.oddstig@skane.se)



## Attenueringskorrektion med statistisk dekomposition för PET/MR i bäckenområdet

A Elin Wallstén<sup>1,2</sup>, B Jan Axelsson<sup>1</sup>, C Joakim Jonsson<sup>1</sup>, D Tufve Nyholm<sup>1</sup>, E Camilla Thellenberg Karlsson<sup>2</sup> and F Anne Larsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institutionen för Strålningsvetenskaper, Radiofysik, Umeå Universitet, Umeå,

<sup>2</sup>Institutionen för Strålningsvetenskaper, Onkologi, Umeå Universitet, Umeå

Kvantifiering i PET-bilder vid användning av PET/MR är idag begränsad av den MR-baserade attenueringskorrektionen. En vanlig metod för attenueringskorrektion i bäckenet är baserad på en dual-echo Dixon MR-sekvens för segmentering av fett och vatten, som därmed inte tar hänsyn till ben. I detta arbete utvärderar vi en ny metod för attenueringskorrektion med en algoritm baserad på statistisk dekomposition av T2-viktade MR-bilder.

Algoritmen [1], som ursprungligen är avsedd för dosberäkningar vid strålbehandling, användes för att beräkna CT-substitut (sCT) som även inkluderar benvävnad. Prostatacancerpatienter valdes från PARAPLY-studien, där patienterna undersöktes med <sup>11</sup>C-acetat PET/MR och CT under samma dag. CT-bilderna anpassades till samma geometri som PET- och MR-bilderna med icke-rigid registrering. CT-bilder, sCT-bilder och Dixon-baserade attenueringsmappar (MRAC) användes tillsammans med PET-rådata för att rekonstruera attenueringskorrigerade PET-bilder med hjälp av PETrecon toolbox [GE Healthcare].

De två MR-baserade metoderna för attenueringskorrektion (sCT och Dixon) jämfördes med den CT-baserade metoden med root mean square error (RMSE).

PET/MR-bilderna samlades in med en Signa PET/MRI (GE Healthcare), och CT-bilderna togs med en Brilliance Big Bore (Phillips Healthcare). Studien kommer att inkludera 12 patienter, varav 6 patienter har analyserats hittills.

Resultaten visar att upptag i mjukvävnad mellan benstrukturer överskattades med 13% för MRAC-PET, och att felet reducerades till 5% med sCT-PET. För hela patientvolymen ledde MRAC-PET till en underskattning av aktiviteten med i medel 6%, jämfört med 1% för sCT-PET. RMSE reducerades från 8,8% för MRAC-PET till 3,6% för sCT-PET. Det är därmed tydligt att den föreslagna metoden, baserad på statistisk dekomposition av T2-viktade bilder, reducerar kvantifieringsfel i PET-bilder av bäckenet jämfört med den vanliga använda Dixon-baserade metoden.

### Referenser

[1] Siversson, C., Nordström, F., Nilsson, T., Nyholm, T., Jonsson, J., Olsson, L. E. (2015). Technical Note : MRI only prostate radiotherapy planning using the statistical decomposition algorithm. *Medical Physics*, 10(42), 6090–6097. <https://doi.org/10.1118/1.4931417>

[2] ClinicalTrials.gov ID NCT01962324

: Presenting author: [elin.wallsten@regionvasterbotten.se](mailto:elin.wallsten@regionvasterbotten.se)

# Bildförbättring och aktivitetskvantifiering av gammakamerabilder utifrån användning av listmode-data

Erik Larsson\*, Frida Westerbergh och Gustav Brolin

*Strålningsfysik, VO Hematologi, onkologi och strålningsfysik, Skånes universitetssjukhus, Lund*

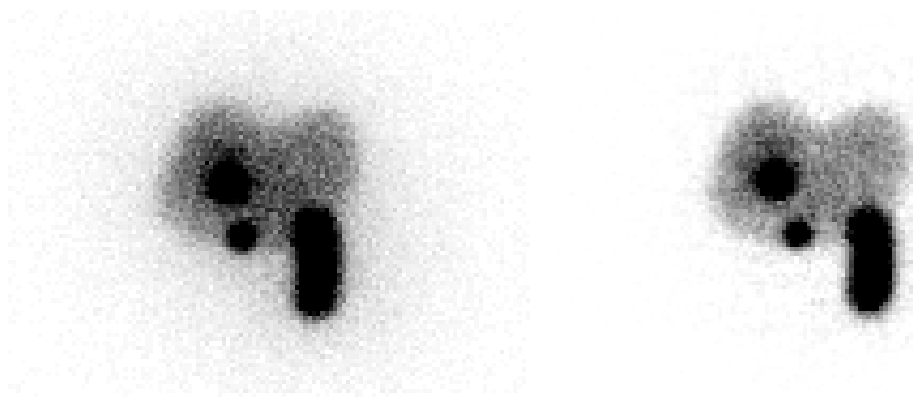
GE:s gammakameramodeller Discovery NM670/630 och senare sparar data i listmode-format. Genom avtal med GE har vi fått specifikationerna för att kunna avkoda listmode-data och extrahera spektral och temporal data på pixelnivå. Detta öppnar upp för att utveckling av nya metoder för bildförbättring och kvantifiering.

Syfte: Undersöka potentialen att kunna korrigera för spridning och kollimatorpenetration med hjälp av teoretisk modellering av energispektrum från  $^{131}\text{I}$ .

Metod: Utifrån Monte Carlo-simuleringar har spektrala komponenter för primära kollimerade fotoner, primära septumpenetrerande fotoner, och spridda fotoner beräknats. Den primära komponenten korrigeras för attenuering utifrån vattenekvivalent tjocklek som beräknas från CT eller lokaliseringsbild för CT. För varje pixel anpassas en viktad summa av de spektrala komponenterna till det uppmätta spektrat (cps/keV) och vikten för den primära kollimerade komponenten sparas i en ny bild. Den nya bilden är således i det ideala fallet fri från attenuering, spridning och septumpenetration, där pixelvärdet blir lika med aktivitet.

Metoden utvärderades på fantomdata. Ett antropomorfiskt fantom fylldes med  $^{131}\text{I}$  i två sfärer, njure och lever och en SPECT/CT-insamling med högenergikollimator utfördes. Aktiviteten i den bearbetade bilden mättes i ett ROI över njuren och ett ROI som täckte hela fantomet.

Resultat: Figur t.v. visar en okorrigerad geometrisk medelvärdesbild från två motstående 45 sekunders projektioner [364+-10%]. Figur t.h. visar motsvarande beräknad aktivitetsbild. Gråskalan i bilderna är trunkerade till 35% av maxvärde i respektive bild. Uppmätt aktivitet i njuren och hela fantomet var 93% respektive 94% av sann aktivitet.



Konklusion: Resultat visar att denna metoden effektivt kan minska effekter av spridning och penetration för förbättrad bildkvalitet. Metoden fungerar bra för aktivitetskvantifiering i planara bilder, och kan även nyttjas för kvantitativ SPECT genom rekonstruktion av korrigerade motstående projektioner.

# Införande av gemensam strålskyddsinformation till patienter och anhöriga efter nuklearmedicinska undersökningar i region Stockholm

Ulrika Estenberg<sup>1</sup>, Cornelia Held<sup>1</sup>, Anna Roa<sup>1</sup>, Sofi Wickström<sup>2</sup>, Malin Darpö<sup>3</sup>, Tove Öhrman<sup>3</sup>, Adrian Gonon<sup>4</sup>, Lena Forsberg<sup>4</sup>, Åse von Stedingk Bohman<sup>4</sup>, Anna Idahosa<sup>4</sup> och Birgitta Janerot<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Medicinsk Strålningsfysik och Nuklearmedicin, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm

<sup>2</sup>Vo Bilddiagnostik, Sjukhusfysik och IT, Södersjukhuset AB, Stockholm

<sup>3</sup>Enheten för Sjukhusfysik, Danderyds sjukhus AB, Stockholm

<sup>4</sup>Klinisk fysiologi, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm

## Bakgrund och Syfte

I region Stockholm finns det tre sjukhus som bedriver nuklearmedicinsk verksamhet; Södersjukhuset, Danderyds sjukhus och Karolinska Universitetssjukhuset (med verksamhet både i Solna och Huddinge). På initiativ av Karolinska Universitetssjukhuset bildades 2017 "Nuklearmedicin Stockholm" med syfte att arbeta med regionsövergripande frågeställningar inom nuklearmedicin för att säkerställa att alla patienter som är i behov av nuklearmedicinsk undersökning ska kunna erbjudas sådan i rätt tid och med god och likvärdig kvalitet. Arbetet har hittills fokuserat på perspektiven kompetensförsörjning och rekrytering, radiofarmakaförsörjning, omvårdnadsutveckling och harmonisering av nuklearmedicinska undersökningar. Inom arbetsgruppen för omvårdnadsutveckling har vi arbetat fram en entydig och överensstämmande strålskyddsinformation till patienter och anhöriga. Syftet med arbetet har varit att samma information ska förmedlas till patienter och anhöriga oavsett på vilket sjukhus inom regionen undersökningen sker.

## Metod

I arbetsgruppen finns alla nuklearmedicinska verksamheter representerade via olika yrkeskategorier (sjukhusfysiker, läkare, röntgensjuksköterskor/BMA). En nationell arbetsgrupp utsedd av Svensk Förening för Nuklearmedicin (SFNM) tog 2013 fram förslag på formuleringar för strålskyddsinformation till patienter och anhöriga i samband med nuklearmedicinska undersökningar. Dessa förslag har omarbetats för att anpassas till de undersökningar som utförs i region Stockholm. Dosrestriktionerna som anges i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter har också tagits i beaktande vid framtagande av informationsmaterialet. Arbetsgruppen har även diskuterat fram hur informationen ska distribueras.

## Resultat

Arbetet har till dags datum resulterat i informationsblad för myocardscintigrafi, skelettscintigrafi, antigranulocytsintigrafi och datscan. Även kallelserna har uppdaterats med information om att patienterna ska kontakta den nuklearmedicinska avdelningen om de har eller arbetar med barn under 6 år. Patienten får muntlig information när de kontaktar avdelningen. De skriftliga informationsbladen delas ut i samband med undersökningen.

## Slutsatser

En gemensam och överensstämmande strålskyddsinformation underlättar både för patienter och personal. Patienterna får samma information i hela region Stockholm och personalen vet vilken strålskyddsinformation som är relevant att ge till de olika patienterna och dess anhöriga. Det har varit värdefullt att arbetsgruppen förutom sjukhusfysiker även bestått av

röntgensjuksköterskor, BMA och läkare eftersom dessa möter patienterna i det dagliga arbetet och på så sätt vet vilka frågeställningar som uppkommer.

*Presenting author: [ulrika.estenberg@sl.se](mailto:ulrika.estenberg@sl.se)*



# **Estimating Patient Organ Dose with Computed Tomography – A Review of Present Methodology and Required DICOM Information: Report of AAPM Task Group 246 and EFOMP**

**Jonas Andersson**<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiation Sciences, Radiation Physics, Umeå University, 901 85 Umeå*

## **Introduction**

The radiation absorbed dose or ‘dose’ that a patient receives from a routine CT examination is considered to yield very low risk of harm when properly used to obtain a diagnostic benefit, i.e., when the justification and optimization of a given examination have been taken into account. However, a gap is recognized in the ability of the conventional CT radiation dosimetry metrics, the Computed Tomography Dose Index (CTDI) and Dose Length Product (DLP), to accurately represent individual patient organ doses. Organ dose is generally regarded as one of the best metrics to quantify individual radiation burden.

## **Purpose and Overview**

The purpose of this report is (1) to summarize the current state-of-the-art in estimating organ doses from CT examinations and (2) to outline a roadmap for standardized reporting of essential parameters necessary for estimation of organ doses from CT imaging in the DICOM standard. To address these purposes, the report includes a comprehensive discussion of (1) the various metrics, concepts, and methods that may be used to achieve estimates of patient organ dose and of (2) the DICOM standard for CT.

This Joint Report of the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 246 and the European Federation of Organizations for Medical Physics (EFOMP) contains three major sections and an Appendix. Section 1 (with additional material in the Appendix) provides a review of basic CT dosimetry metrics, their uses and limitations in the context of organ dosimetry, and the DICOM information currently associated with parameters that affect CT dose metrics, and consequently, organ dose estimates. Section 2 provides an overview of present and emerging organ dose estimation methods reported in the literature, e.g., for the lens of the eye, breast tissue, colon and skin. Finally, the report concludes with Section 3, which provides a discussion on the sources and magnitudes of uncertainty for different organ dose estimation methods.

\* Task group chair and presenting author: [jonas.s.andersson@umu.se](mailto:jonas.s.andersson@umu.se)

# Multifas CT Angiografi med Spectral CT för kvantitativ analys vid strokeutredning

Veronica Fransson<sup>21</sup>

*Röntgen- och MR-enheten SUS, Region Skåne, Lund*

Vid stroke dör 2 miljoner hjärnceller per minut i områden som inte förses med blod, vilket gör det livsviktigt att snabbt sätta diagnos och ge behandling till patienten. Detta examensarbete fokuserade på att undersöka ett nytt sätt att utvärdera bilder vid strokeutredning. Vid misstanke om akut stroke tas patienten till CT för att utreda orsaken, d.v.s. blödning eller blodpropp, samt för information om lokalisation och allvarlighetsgrad. På Skånes Universitetssjukhus i Lund genomförs en multifas CT angiografi där bilder tas i tre faser, och i vissa fall även en CT perfusion, med kontinuerlig bildtagning i en minut. Båda undersökningarna innebär en kontrastmedelsinjektion för patienten. Multifasundersökningen utvärderas visuellt medan data från perfusionsundersökningen används för att kvantitativt beräkna det stroke-drabbade området. För att minska ned på både dos, undersökningstid och kontrastmedelsinjektion undersöks det därför ifall kvantitativ analys av multifasundersökningen skulle kunna ersätta perfusionsundersökningen.

9 patienter valdes ut som genomgått både multifas- och perfusionsundersökningen, 4 med och 5 utan detekterad perfusionsstörning. Undersökningarna genomfördes på IQon Spectral CT (Philips) som är en Dual Energy CT. IQon Spectral CT har ett röntgenrör och en detektor, bestående av två lager så att de hög- och lågenergetiska delarna av röntgenspektret samlas in och genererar signal i varsin detektor. Dual Energy CT utnyttjar materials olika attenuering vid höga och låga energier för att differentiera materialsammansättning. Detta kan användas för att kvantifiera jod, vilket är intressant då kontrastmedel ofta är jodbaserade.

Två olika uppsättningar HU-värden, motsvarande en konventionell bild med ett 120 kV-spektra och bild med en rekonstruerad monoenergi på 40 keV, samt jodkoncentration mättes i vaskulära områden i hjärnan för varje fas efter kontrastinjektion. Detta producerade kurvor som beskrev mängd kontrastmedel som funktion av tid. Ett område definierades som sjukt ifall det hade en fördröjd ankomst av kontrastmedel jämfört med samma område i den andra hjärnhalvan. Resultatet visade att sjuka områden på multifasanalysen sammanföll med detekterad perfusionsstörning. Det är därmed troligt att kvantitativ analys av multifasundersökningen kan användas för att detektera stroke. Det observerades också att mätning på jodkoncentration gav en större skillnad mellan friskt och sjukt än HU-värden, vilket indikerar att mätning på jod är känsligare än HU-värden.

*: Presenting author: veronica.fransson@skane.se*

## Artificial intelligence together with mechanical imaging in mammography

Anna Bejnö<sup>1\*</sup>, Gustav Hellgren<sup>1</sup>, Alejandro Rodriguez-Ruiz<sup>2</sup>, Sophia Zackrisson<sup>3</sup>, Anders Tingberg<sup>1</sup> Magnus Dustler<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Medical Radiation Physics, Department of Translational Medicine, Faculty of Medicine, Lund University, Skåne University Hospital, Malmö, Sweden

<sup>2</sup>ScreenPoint Medical, Toernooiveld 300, 6525 EC Nijmegen, The Netherlands

<sup>3</sup>Diagnostic Radiology, Department of Translational Medicine, Faculty of Medicine, Lund University, Skåne University Hospital, Malmö, Sweden

**Background:** Artificial intelligence (AI) applications are increasingly seeing use in breast imaging, particularly to assist in or automate the reading of mammograms. Another novel technique is mechanical imaging (MI) which estimates the relative stiffness of suspicious breast tissue components by measuring the distribution of pressure on the compressed breast. AI and MI have individually shown great possibilities within the field of mammography, but the use of the two techniques together have never been evaluated.

**Purpose:** To investigate the feasibility of combining AI and MI information in breast imaging to provide further diagnostic information.

**Methods:** Mammograms with findings scored on a suspiciousness scale by an AI tool, and pressure distributions of forty-six women recalled from screening were included in the analysis. The cases were divided into three groups by diagnosis; biopsy-proven cancer, biopsy-proven benign and non-biopsied, very likely benign. For all three groups, the relative increase of pressure (relative to background pressure) on the finding marked most suspicious by the AI-software was recorded.

**Results:** Between women with cancer and healthy women, the results indicated differences in increased pressure over the AI-findings. A significant correlation between the relative pressure increase over an AI-finding and the AI score was established in the group with cancer ( $P=0.043$ ), but neither group of healthy women showed such a correlation.

**Conclusion:** This study suggests that AI and MI find independent markers that coincide in breast cancer. Therefore, the two methods combined have the potential to increase the accuracy of mammography screening, but this needs to be further evaluated.

\* Presenting author: [Anna.Bejno@skane.se](mailto:Anna.Bejno@skane.se)

# Introducing PySkinDose, a novel framework for patient peak skin dose estimation in interventional radiology

Max Hellström<sup>1</sup>, Christoffer Granberg<sup>1</sup>, Josef A Lundman<sup>1</sup> and Jonas Andersson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiation Sciences, Radiation Physics, Umeå University, SE-901 85 Umeå, Sweden

## Purpose

During image-guided interventional radiology (IR) procedures, X-ray induced skin injuries may occur due to high absorbed patient skin dose. A dose metric that estimates the peak absorbed skin dose (PSD) is therefore of importance, both in terms of patient-specific follow-up and for imaging protocol optimisation.

Action levels for skin injury follow-up are commonly based solely on the interventional reference point (IRP) cumulative air Kerma. This metric lack influence of physical dependencies to estimate PSD, e.g., irradiation geometry, conversion of air Kerma to absorbed skin dose, scattered radiation, and pre-patient attenuation. Several important irradiation event specifics are reported by radiology equipment in the radiation dose structured report (RDSR), as described in the NEMA DICOM standard. The purpose of this work was to develop an improved skin dose metric, in the form of an automated PSD estimation application based on RDSR data from IR procedures.

## Methods

Pertinent correction methods and data for PSD estimation were summarised by literature review and beam quality- and geometry dependent functions were developed in the Python™ programming language v3.6 (Python Software Foundation). An automated workflow was implemented, which converts IRP air Kerma to spatially located skin dose by ray-tracing the primary X-ray beam while applying skin dose correction factors.

## Results

This work resulted in the release of PySkinDose, an open-source Python™ package for RDSR based PSD estimation with a script included for running it as a program. The program is highly customisable and includes an interactive tool for skin dose plotting and irradiation event visualisation. PySkinDose uses an independent parameter convention and provides a framework for parsing and generalising RDSR from different IR device suppliers.

## Conclusion

The estimation of patient PSD with IR procedures is greatly assisted by information found in IR device RDSR. With refined dose metrics, the specificity of patient PSD estimates may be increased, e.g., compared to the IRP air Kerma. Combining RDSR information and novel methods for refining patient dose metrics found in the literature can improve the management of patients after IR procedures. Absolute dose measurements should be conducted in order to validate the reliability of the program.



# EVALUATION OF HEAD PROTECTION SHIELD DURING X-RAY GUIDED INTERVENTIONS

**Maria Larsson<sup>\*1</sup>, Petra Apell<sup>2</sup>, Pernilla Jonasson<sup>1</sup> and Charlotta Lundh<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Sahlgrenska University Hospital, Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Göteborg*

<sup>2</sup>*Ten Medical Design, Göteborg*

**Purpose:** In clinical interventions, medical personnel are subjected to X-ray exposure. Lead shields and personal radiation-protection equipment are routinely used, but sometimes difficult to position and as a result, head and extremities are sometimes poorly protected.

In this pilot study, a new head shield of 0,25 mm Pb equivalence – HeadPeace (Ten Medical Design AB) was evaluated – for the ability to reduce radiation doses in clinical routine interventions.

**Method:** Fourteen clinically interventionalists wore HeadPeace, in which thermoluminescent dosimeters (TLD), DXTRAD Extremity Dosimeters were positioned to measure scattered radiation both inside and outside of HeadPeace during X-ray guided clinical interventions. Participants followed radiation-protection routines and HeadPeace was worn as complementary.

In order to evaluate depth doses, a study in an anthropomorphic phantom (Rando Alderson, CA, USA) was performed, 60 TLD-dosimeters were positioned at different depths 0.5 - 5 cm. Thereafter, the phantom was radiated with and without HeadPeace and with only a ceiling hanged lead shield for comparison.

**Result:** Result from the clinical study show that on the left side of the head all absorbed doses were statistically reduced by the HeadPeace. However, on the right side, there were no significance. The phantom study showed only a few measuring-points where the absorbed dose was statistically significantly reduced. The reduction was superficial up to 2cm depth on the left side in the phantom underneath the HeadPeace, at the very top of the head. The ceiling-mounted lead shield statistically significantly reduced the absorbed dose in all measuring points.

**Conclusion:** The absorbed doses were significantly lower on the inside compared to the measuring points outside HeadPeace. However, concern need to be taken to scattered radiation, reaching the inner brain, from the eye-, cheek- and chin direction, which HeadPeace do not cover. Hence, a new prototype of radiation protection equipment taking this into account is being evaluated to maximize protection when ceiling-mounted lead-shields cannot be used.

<sup>\*</sup> *Presenting author: maria.ev.larsson@vgregion.se*

# FÖRETAGSSESSION

Torsdag 14 november 11.45 – 12.30

Bryggan A-C

Under företagssessionen hålls tre presentationer simultant – en ur varje grupp.

Varje presentation är 5 minuter lång följt av 1 minut paus för skifte av företag.

Moderator Sofie Ceberg kommer inför varje skifte att signalera gemensamt för hela salen.

Åhörare är fria att röra sig mellan de olika grupperna under sessionen.

<b>Grupp 1 – Bryggan A</b>	<b>Grupp 2 – Bryggan B</b>	<b>Grupp 3 – Bryggan C</b>
<i>A: RTI Group AB B: Tesika Teknik AB C: Scanflex Medical AB D: Comfort Medical E: Gammadata Instrument AB F: Siemens Healthineers G: Philips</i>	<i>A: YourRad AB B: Scandidos AB C: C-Rad Positioning AB D: Vision RT E: RaySerachLaboratories AB F: Varian Medical Systems Scandinavia A/S G: Electa Instrument AB</i>	<i>A: Curium Sweden AB B: HOY Scandinavian ApS C: Hermes Medical Solutions AB D: Brainlab E: GE F: Radiotherapy equipment Scandinavia AB G: LIONESS Therapeutics</i>

## KORTA PRESENTATIONSBESKRIVNINGAR FRÅN FÖRETAGEN

RTI Group AB	Info om RTI:s olika lösningar för att snabba upp och effektivisera kvalitetskontroll/besiktning av röntgenutrustningar på sjukhus och tandläkarkliniker. Gäller såväl våra produkter (Piranha och Cobia) som vår mjukvara (Ocean).
YourRad AB	Produktnyheter: <ul style="list-style-type: none"><li>• MVision AI: Mjukvara för auto-contouring av prostata, H&amp;N, bröst. CE-märkt – Artificiell Intelligens-<i>ej</i> atlas baserad.</li><li>• IBA: QA för strålbehandling, myQA Daily och SciMoCa Monte Carlo secondary dose check. SpaceOAR: Prostata-rektum spacer som minskar stråldos till rektum med 70%.</li></ul>
Curium Sweden AB	Vi önskar kortfattat berätta om företaget samt om några produkter.

## KORTA PRESENTATIONSBESKRIVNINGAR FRÅN FÖRETAGEN FORTS.

Tesika Teknik AB	RaySafe 452: Nytt instrument för strålskyddsmätningar.
Scandidos AB	Delta4 Phantom+ MR: Pre-treatment verification system that is fully compatible with existing MR-linacs. The system measures dose distribution in the isocentric region giving instant results and pass/fail analysis. - TPV (Treatment Plan Verification): Secondary dose calculation tool with Monte Carlo dose engine giving fast and accurate dose comparison results.
HOY Scandinavian ApS	Kort presentation av HOY Scandinavian.
Scanflex Medical AB	Vi önskar prata om Scanflex Integer, ett komplett system för identifiering, kontroll och uppföljning av sjukhusets samtliga strålskyddsplagg.
C-Rad Positioning AB	Ytskanning vid strålbehandling. Set-up, Rörelseövervakning och Gating.
Hermes Medical Solutions AB	Hermes Medical Solutions - Introduktion och NM applications utbud.
Comfort Medical	Vi kommer att presentera A/personlig strålskyddsutrustning samt B/teknisk strålskyddsutrustning.
Vision RT	Vi önskar kort att berätta om vårt ytskanningssystem.
Brainlab	Vi är det enda företaget inom RT som arbetar dedikerat inom SRS (Stereotaktiska behandlingar), vi har både mjukvara och hårdvara för SRS behandlingar inom indikationer Craniel, Spinal och Multimets.
Gammadata Instrument AB	Lösning för persondosimetri.
RaySearch Laboratories AB	Maskininlärning i RayStation (TPS) och RayCare (OIS). RayStation - Dosplaneringssystem, Strålterapi RayCare - OIS
GE	Deep Learning som metod i rekonstruktion av CT-bilder
Siemens Healthineers	Teamplay - Dataanalytisk plattform för aggregering och analys av metadata och monitorering av nyckeltal relaterade till bildgivande system. Kärnan i teamplay utgörs av de två applikationerna usage och dose.
Varian Medical Systems Scandinavia A/S	Halcyon
Radiotherapy equipment Scandinavia AB	Mätinstrument för kvalitetssäkring av avancerad strålbehandling av cancer.
Philips	Philips kommer ge en inblick i de senaste innovationerna inom MR och CT; bl.a. helium-fri MR & spectral CT
Elekta Instrument AB	Short summary of the first year of clinical experience with Elekta Unity MR linac.
LIONESS Therapeutics	MR-Linac, BNCT, acceleratorer för protoner och lätta joner.

# POSTERSESSION

Torsdag 14 november 15.30 – 16.15

Bryggan A-C

Under postersessionen hålls tre presentationer simultant – en ur varje grupp.

Varje presentatör har 4.5 minuter till förfogande för presentation, följt av 4.5 minuter diskussion.

Moderator Johan Sjöberg kommer inför varje skifte mellan presentation/diskussion att signalera gemensamt för hela salen.

Åhörare är fria att röra sig mellan de olika postergrupperna under sessionen.

Postergrupp 1	Postergrupp 2	Postergrupp 3
<i>A: MR in Radiation Therapy: Are Immobilization Masks Really Necessary During MRI-scans of Head-Neck Patients?</i> (Yosef Al-Abasse)	<i>A: Kalibrering av nya aktivitetsmätare för kliniskt bruk med spårbarhet till internationell standard (Gustav Brolin)</i>	<i>A: On the clinical implementation of conformity index for radiotherapy of prostate (Jonas Scherman)</i>
<i>B: MR-Physics: What Is A Sufficient Level of Staffing?</i> (Tomas Jonsson)	<i>B: Friklassning av lokaler och byggnader på Karolinska Universitetssjukhuset (Rebecca Edén &amp; Jennifer Arnesson)</i>	<i>B: Dosimetriska effekter på grund av osäkerheter i vävnadstolkning för prostatacancerbehandlingar vid extern strålterapi (Marcus Krantz)</i>
<i>C: Strålskyddsmätningar i kliniska verksamheter - Dosimetri med NaClpellets (Petter Wilke)</i>	<i>C: Presults for the al-Brachy study: Utilizing deep learning for needle reconstruction in prostate brachytherapy (Christoffer Andersén)</i>	<i>C: Driftsättning av åtta Varian TrueBeam linjäracceleratorer vid Nya Karolinska Universitetssjukhuset (Mohammed Ghazal)</i>
<i>D: Bildkvalitet vid rasterfri mammografi (Sara Asplund)</i>	<i>D: Tyrosinkinashämmare kan öka effekten från strålbehandling av medullär tyreoidcancer (Viktor Sandblom)</i>	<i>D: Eight different open face masks compatibility with surface guided radiotherapy (Malin Kügele)</i>

# MR in Radiation Therapy: Are Immobilization Masks Really Necessary During MRI-scans of Head-Neck Patients?

Al-Abasse Y, <sup>\*</sup>1 Tisell A<sup>1,2</sup>, Larsson P<sup>1</sup>, Lundberg P<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Radiation Physics, Department of Medicine and Health, Linköping University, Linköping, Sweden

<sup>2</sup>Centre for Medical Image Science and Visualization (CMIV), Linköping University, Linköping, Sweden

## Purpose

In radiation therapy (RT), the reproducibility of the patient positioning between the imaging modality and the treatment machine is likely very important for an optimal treatment outcome. Thus, in head-and-neck (HN) radiotherapy, thermoplastic immobilization masks are often used. Computed tomography (CT) is a widely used modality and is often still considered to be the gold-standard modality. However, magnetic resonance imaging (MRI) is often also used to support the delineation of the target as well as the organ of risks due to its superior soft-tissue contrast. Since immobilization masks are not compatible with the conventional diagnostic head-neck volume coils, flexible surface coils are used for detection [1]. The long-term aim of this study is to investigate whether it is possible to exclude the mask during the MR-examination by registering MRI-images from two healthy volunteers with and without mask. The aim of the present work is to evaluate the use of a rigid registration between the two setups and to quantify a registration error.

## Materials and Methods

The experiment was performed on two healthy volunteers with informed consent. A 3D coronal Cube T1 sequence (totally time of 6 min and 36 sec) was used in a 3 T Architect GE MRI. For each volunteer, two conceptually different HN-setups were applied; (i) one conventional RT-setup with mask, flat table and flexible surface coils and (ii) one in the diagnostic HN-coil. The images were registered rigidly using *imregister*, in Matlab 2019a, which is an intensity-based image registration function that includes translation and rotation. Signal-to-noise ratio (SNR) was calculated for each setup and volunteer by drawing three elliptical region-of-interests (ROI) in the neck-region. Subtraction images were calculated by subtracting the target image (with mask) from the registered image in three orientations.

## Results

Rigidly registered images from volunteer 1 and 2 are shown in Figure 1. The estimated registration errors in three well-defined points (see arrows in Figure 1B) are represented in Table 1. The SNR using the diagnostic HN-coil resulted in 30 % better SNR in average than the RT HN-setup using flexcoils. The subtraction images in Figure 1 (D, E and F) show i) signal differences between the two HN-setups due to different coil-sensitivities and ii) misalignment in white and black regions between the target and registered images.

## Discussion

The registration between the images from the two setups showed that the rigid registration cannot replace the mask due to the large misalignment which is not accepted in RT (i.e., < 2 mm) [2,3]. The larger SNR that was obtained across the images was a significant advantage when the diagnostic HN-coil was used. A limitation is that the observations are



based on two samples, and studying a larger cohort would be useful in the future.

## Conclusion

The rigid registration is not enough to replace the mask during the MR-examination due to the large obtained deviation between the registered and the target (with mask) image. To obtain the same SNR, the conventional HN-setup would be about 70 % longer than the examination in the diagnostic HN-coil. In future studies, treatment plans based on the registered images should be done to estimate an error in the treatment plan generated from the registered HN-images.

## References

1. Mandija S, D'Agata F, Navest RJM, Sbrizzi A, Tijssen RHN, Philippens MEP, Raaijmakers CPJ, Seravalli E, Verhoeff JJC, Lagendijk JJW and van den Berg CAT (2019) Brain and Head-and-Neck MRI in Immobilization Mask: A Practical Solution for MR-Only Radiotherapy. *Front. Oncol.* 9:647.
2. Karger CP, Höss A, Bendl R, Canda V, Schad L (2006). Accuracy of device-specific 2D and 3D image distortion correction algorithms for magnetic resonance imaging of the head provided by a manufacturer. *Physics in Medicine and Biology* 51 (12):N253.
3. Crijns SPMaR, B.W. and Lagendijk, J.J.W. (2011). Real-time correction of magnetic field inhomogeneity-induced image distortions for MRI-guided conventional and proton radiotherapy. *Physics in Medicine and Biology* 56 (1):289-297.

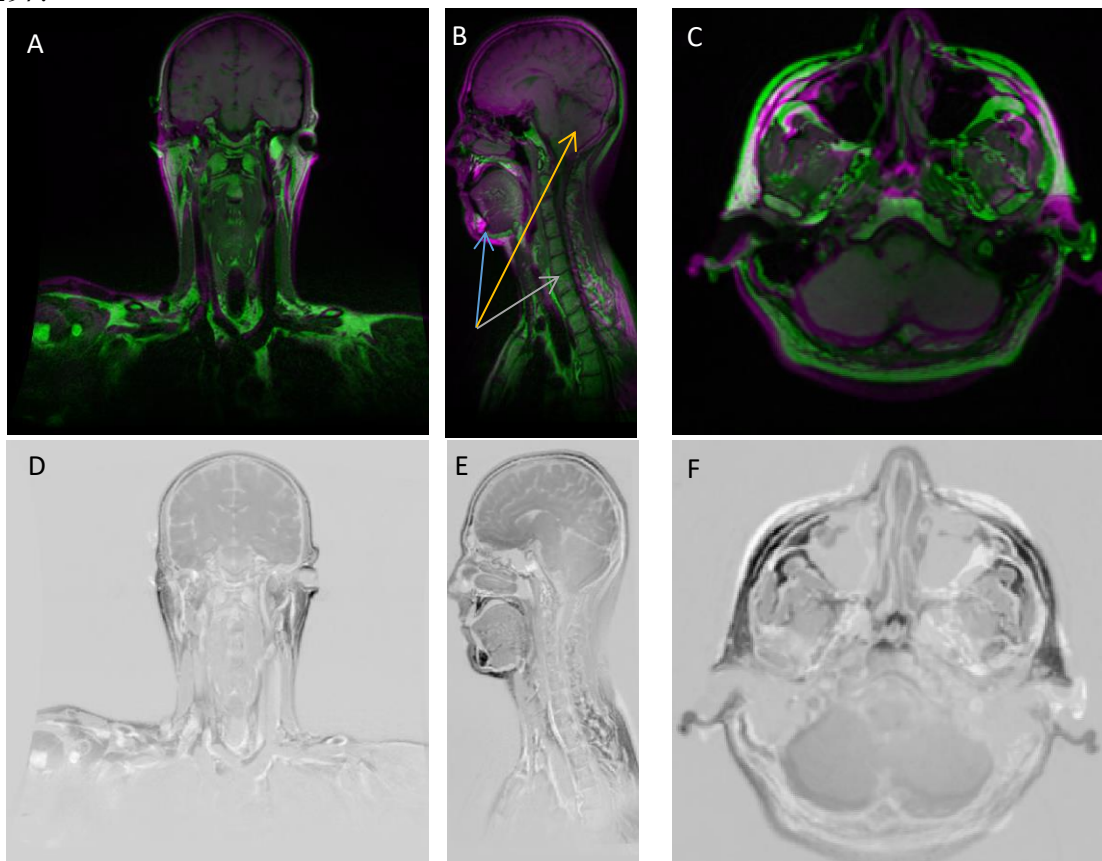


Figure 1: The MRI-images from both HN-setups (green is with mask and purple is without) are registered for volunteer 1 and shown in coronal (A), sagittal (B) and axial (C) orientation. The second column is showing the subtraction images from the two HN-setups for the same volunteer in coronal (D), sagittal (E) and axial (F) orientation. Three well-defined (arrows in B) points were chosen to estimate the registration error.

Table 1: The estimated error between the two HN-setups in three well-defined points (vertebra, chin and cerebellum) according to the arrows in Figure 1.

	<b>Estimated error (x, y and z) in vertebra [mm]</b>	<b>Estimated error (x, y and z) in cerebellum [mm]</b>	<b>Estimated error (x, y and z) in chin [mm]</b>
<b>Volunteer 1</b>	(3, 3, 4)	(2, 4, 2)	(2, 5, 6)
<b>Volunteer 2</b>	(1, 1, 2)	(5, 2, 3)	(3, 0, 3)

# MR-Physics: What Is A Sufficient Level of Staffing?

Lundberg P<sup>1,3</sup>, Al-Abasse Y<sup>1</sup>, Tisell A<sup>1,3</sup>, and Jonsson T<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department Radiation Physics, Department of Medicine and Health, Linköping University, Linköping.*

<sup>2</sup>*Unit of MR-Physics, Medical Radiation Physics and Nuclear Medicine, Karolinska University Hospital*

<sup>3</sup>*Center for Medical Imaging and Visualization (CMIV), Linköping University, Linköping.*

## Introduction

In the hospital, the MR-physicist is part of a network consisting of multi-professional specialties including radiographers, radiologists, clinicians, medical engineers etc [1, 2]. The major processes that an MR-physicist's unique expertise can be applied to are purchasing and site planning, quality assurance, safety issues involving both equipment and medical as well as non-medical implants, teaching, optimization of techniques and clinical research. As this is a complex list of partially competing tasks, it becomes a significant challenge to determine an appropriate level of staffing in MR-physics; especially when considering the accelerating growth of the number of clinical exams of an ever-increasing complexity. Guidelines on how to determine an appropriate staffing level are far between although a few attempts have been presented. However, those are mainly focusing on ionizing-radiation physics and radiography [3-5], and to our knowledge, the only such attempt for MR-physics is an updated policy statement by IPEM [6-7]. The aims of this work were therefore twofold, to (i) establish a longitudinal overview of present national staffing in MR-physics, as well as (ii) to develop, test and evaluate a couple of different models for staffing that should be useful in both academic as well as non-academic environments.

## Materials and Methods

(i) We have acquired longitudinal data for staffing in MR-physics of most of the major hospitals in Sweden, both regional and academic teaching hospitals, including an account of the number of scanners available at each site. (ii) Moreover, we also implemented the model proposed by IPEM (2002-2016), as well as a modified version with variable staffing level defined in whole-time-equivalents (WTE; the same as 'full-time equivalents', FTE). In addition, we have developed a more detailed scheme (MRSTAFFING) that is divided in five separate sections: clinical methods, professional development, teaching, research, and administrative overhead. Each section is divided into up to ten different activities. The result is presented as time (h) per week, as well as per year, as is summarized as WTE (%).

## Results

The longitudinal survey of MR-physics staffing indicates that the typical level, at an academic hospital, is approximately 0.5 WTE per scanner (1.5 or 3 T), more at sites with particularly ambitious R&D-activities, and less to much less (or none) at regional hospitals. The original IPEM-model suggests a staffing level of 0.7 WTE per scanner, for academic hospitals (using Linköping and Karolinska as a proxy), whereas our modified IPEM-scheme (modIPEM) suggests a staffing level of 0.48 WTE per scanner (Linköping as a proxy). The extended model has been tested using a selection of different individuals and scanners.

## Discussion

The goal of this work was to establish a procedure for determining a both predictable and reasonable level of staffing for a wide range of MR-operations ranging from non-academic regional hospitals to research oriented hospitals, based on a model that should be sufficiently

: Presenting author: [tomas.jonsson@sll.se](mailto:tomas.jonsson@sll.se)

detailed, but still relatively straightforward to apply. This would be highly useful for predicting at least a minimum level of staffing in MR-physics at times when economic pressure requires particular attention to cost saving-measures.

It was very clear from the outset (based on the statistical overview of present MR-physics staffing across Sweden), that staffing undoubtedly depends on the types and number of clinical and R&D-tasks, as well as overall workload, all of which are both hospital and system dependent. We therefore came to the conclusion that predictions should be based on a relatively comprehensive approach for recording workload, and also the specific tasks performed (as opposed to the simple IPPEM-model), as all scanners may not necessarily require the same level of service. The statistics we gathered described the historic and present situation in a large number of hospitals in Sweden, and it was primarily intended to serve both as a baseline for the modeling, and hopefully also for judging the suitability of the three separate models which we implemented.

In our view, the original IPPEM-model only appears to be useful for obtaining quick, but crude, estimates of staffing. In contrast, the modIPPEM we believe would be more appropriate, but still relatively simple to apply. However, the most ambitious, most useful, as well as not unreasonably complicated model (MRSTAFFING) is what we would like to recommend. At this stage, a limitation is that we have only applied the MRSTAFFING-model to a limited number of scanners and physicists (in Linköping), the intent is to validate it in more detail in the near future. Moreover, we recommend that the values of the parameters in the model are updated periodically, probably every three to five years. If there is a sufficient interest, we would also like to invite other MR-physicists to an in-depth discussion on the theme.

## Conclusion

A suggestion for staffing in MR-physics can be estimated using either of the proposed models presented here, albeit with different accuracy and applicability. A suitably easy to use scheme (as suggested here) will be highly useful for determining, or arguing for, a suitably ambitious staffing level that is well tuned to the demands of any particular MR-operation.

## Literature

1. Mcleay T, (2002) *Why I need a Physicist*, Scope 11: 11-12
2. Claire Dempsey (2018) *Medical physics workforce modelling: do we need what we want?* Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine (2018) 41:565–566; Van Dyk J, Battista JJ (2018) *Letter to the editor: medical physics workforce modelling: do we need what we want?* Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine (2018) 41:567–568.
3. Salvat C, Isambert A, Le Du D, Valéro M, Guilhem MT, Rouse C, Dieudonné A, Blanchard V, Pierrat N, Salvat C. (2015) *Medical physics personnel for medical imaging: requirements, conditions of involvement and staffing levels-French recommendations*. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Apr;164(1-2):130-3. doi: 10.1093/rpd/ncu312. Epub 2014 Oct 16
4. Society of Radiographers (2016) [Safety in Magnetic Resonance Imaging: Staffing of MR-units](#)

5. Evans S, Christofides S, Brambilla M (2016) *EFOMP Policy Statement : The European Federation of Organisations for Medical Physics. Policy Statement No. 7.1: The roles, responsibilities and status of the medical physicist including the criteria for the staffing levels in a Medical Physics Department approved by EFOMP Council on 5th February 2016* Physica Medica 32 (2016) 533–540.
  6. IPEM (Institute of Physics and Engineering in Medicine) (2002; 2017) *Policy Statement: The role of the Clinical Scientist in Magnetic Resonance Imaging units conducting human diagnostic imaging*
  7. IPEM (The Institute of Physics and Engineering in Medicine) (2002) *Policy Statement: The Role of the Clinical Scientist in MR and the Recommended Minimum Staffing Levels for the Scientific support of MRI and Spectroscopy*, ISBN 1 903613 12 4
-



# Strålskyddsmätningar i kliniska verksamheter - Dosimetri med NaCl-pellets

**Petter Wilke**

*Institutionen för translationell medicin, Lunds universitet, Lund*

Inom medicinsk strålsäkerhet och personlig dosimetri finns det idag inom vården en ständig strävan mot att förbättra redan etablerade metoder samt att utvärdera nya tänkbara metoder för att mäta och kvantifiera den strålning som vårdpersonal kan utsättas för i sitt arbete. Det finns en uppsjö av metoder för att bestämma doser till personal inom vården och den förmodligen mest använda är en variant kallad Termoluminescent Dosimeter (TLD). Då dessa dosimetrar tenderar att vara kostsamma att både tillverka och handa så begränsas möjligheterna att ha många samtidiga mätpunkter vid samma mättillfälle. Dessutom är TLD baserade på litiumfluorid som är ett giftigt material och som har en begränsad livslängd. Det kan därför vara önskvärt att utvärdera billigare och mer lätthanterliga alternativ såsom vanligt hushållssalt, som i tidigare studier har visat sig besitta goda dosimetriska egenskaper. I denna studie har syftet varit att utvärdera hur saltbaserade dosimetrar, i form av små pellets, presterar i kliniska applikationer. I studien som gjorts har vanligt kommersiellt hushållssalt pressats samman till pellets och placerats på händerna hos personal inom brachyterapi och radiofarmakaproduktion så väl som på väggar och dörrar i rum där radiofarmaka tillverkas och hanteras, varpå de sedan utvärderats avseende de stråldoser de erhållit. I studien har det utvärderats vilka för- och nackdelar salt i pelletsform har som potentiella dosimetrar avseende placering, storlek, dosegenskaper, reproducerbarhet samt hur de förhåller sig till redan etablerade metoder såsom TLD. Resultaten utav studien visar på saltpellets utmärkta egenskaper för att uppskatta stråldoser till arbetsmiljö och personal inom kliniska applikationer samt att många mätpunkter vid samma tillfälle skapar en god bild över hur personal rör sina händer i strålfält samt hur ett strålfält kan se ut i en lokal. Detta kan i sin tur utgöra en stabil grund för att optimera personalens arbete, samt ligga till grund för att visa var fler mätningar bör göras för att minimera personalens exponering för strålning.

Petter Wilke

[petter.wilke@skane.se](mailto:petter.wilke@skane.se)

[petter@wilke.me](mailto:petter@wilke.me)

## Bildkvalitet vid rasterfri mammografi

Sara Asplund<sup>1</sup> och Maria Edegran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bild- och funktionsmedicin, NU-sjukvården, Uddevalla

<sup>2</sup>Mammografienheten, NU-sjukvården, Uddevalla

Rasterfri bildtagning med spridningskorrektion syftar inom mammografin till att sänka stråldosen till körtelvävnaden (AGD) utan att bildkvaliteten försämras. I denna studie användes Siemens algoritm PRIME, som enligt leverantören reducerar stråldosen med upp till 30 % för de lägsta brösttjocklekarna. Syftet med studien var att jämföra bildtagning med och utan PRIME med avseende på bildkvalitet, stråldos samt selektionsfrekvens och cancerdetektionsrat.

Bildmaterialet utgjordes av screeningundersökningar av 163 kvinnor som blivit undersökta både med och utan PRIME. Materialet analyserades av fyra erfarna granskare genom att en rankning av varje undersökning gjordes för ett antal bildkvalitetskriterier.

Resultatet, när det gällde dosbesparingen, visade att PRIME innebar en sänkning av AGD med 15-20 %. För de minsta brösttjocklekarna (10-19 mm) var dosbesparingen 28 %, även om resultatet för dessa tjocklekar inte var statistiskt signifikant i denna studie.

Leverantörens rapporterade dosbesparing var upp till 30 %, men för en större brösttjocklek (25-34 mm), för vilka en dosbesparing på 20 % kunde ses i denna studie.

Enligt resultaten från bildkvalitetsutvärderingen var PRIME sämre än vanlig bildtagning med raster för två av sex kriterierna. Det kan därför inte uteslutas att bildkvaliteten är något försämrad då PRIME används. Ett ytterligare kriterium gällde huruvida bildkvaliteten var tillräcklig för tidig upptäckt av bröstcancer eller inte. På detta kriterium blev samtliga fall utom två godkända. Dessa fall blev underkända både för bilderna tagna med och utan PRIME, vilket indikerar att metoderna troligen är likvärdiga i detta avseende.

I studien gjordes också en analys av selektionsfrekvens och detektionsrat. Under perioden med PRIME var både selektionsfrekvens och detektionsrat något högre än under de föregående månaderna. Detta antyder att PRIME, trots att bildkvaliteten kan upplevas som sämre, skulle kunna användas utan att diagnostiken äventyras.

Slutsatserna från studien var att PRIME kan minska stråldoserna med 15-20 % vid en bildkvalitet som medger tidig upptäckt av bröstcancer utan att någon negativ effekt på varken selektionsfrekvens eller detektionsrat kan påvisas. Trots detta bör införande av rasterfri bildtagning inom mammografi, liksom införandet av ny teknik i allmänhet, göras med försiktighet och medvetenhet om att bildkvaliteten kan påverkas. Den sammantagna bedömningen av studien ledde till beslutet att PRIME började användas i den aktuella verksamheten.

## **Kalibrering av nya aktivitetsmätare för kliniskt bruk med spårbarhet till internationell standard**

**Gustav Brolin<sup>1</sup>, Cecilia Hindorf<sup>1</sup>, Lena Jönsson<sup>1</sup>, Jenny Oddstig<sup>1</sup>, Mikael Peterson<sup>1</sup>,  
Anna Stenvall<sup>1</sup>, Tomas Olsson<sup>1</sup> och Katarina Sjögren Gleisner<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Strålningsfysik, VO Hematologi, Onkologi och Strålningsfysik, Skånes universitetssjukhus, Lund*

<sup>2</sup>*Avdelningen för medicinsk strålningsfysik, Lunds universitet*

I Sverige finns inget nationellt metrologiskt system för mätningar av aktivitet som ger spårbarhet till internationell standard. För kliniska radiofarmaka mäts ofta aktiviteten med utgångspunkt i de kalibreringsfaktorer som kommer direkt från tillverkarna av aktivitetsmätarna. Utan spårbarhet blir mätnoggrannheten osäker och överensstämmelsen i aktivitetsangivelser från olika sjukhus kan inte garanteras.

I Lund finns sedan ett par år tillbaka en aktivitetsmätare (Fidelis, Southern Scientific, UK) som är en kopia av sekundärstandardkammaren vid National Physical Laboratory (NPL). Eftersom mätaren kalibreras vid NPL är det möjligt att göra aktivitetsmätningar med spårbarhet till NPL:s primärstandard för ett stort antal olika radionuklider.

Syftet med detta arbete har varit att utnyttja Fidelis för korskalibrering av de fem nya aktivitetsmätare (VIK-202 5051, Comecer) som nyligen inköpts och tagits i drift vid Klinisk fysiologi och nuklearmedicin (Sus Lund) och att därigenom få spårbarhet i uppmätt administrerad aktivitet till patienterna vid kliniken.

Kalibreringstrålkällor framställdes i referensgeometrin för Fidelis, dvs. en glasvial av specifik typ (10R Schott, Type 1+) med aktiviteten löst i 4 ml vätska. Lösningarnas volym bestämdes noggrant genom vägning med kalibrerad våg och aktiviteterna mättes med Fidelis och kalibreringsfaktorer från NPL, så att aktivitetskoncentrationerna kunde beräknas. Från lösningarna drogs aktivitet i de olika sprutor som används vid kliniken (1, 2 och 5 ml). Uppdragen volym bestämdes genom vägning, varefter aktiviteten enligt Fidelis beräknades. Därefter mättes sprutorna i de kliniska aktivitetsmätarna med förinställda kalibreringsfaktorer (IBC-NM, Comecer), den relativa avvikelsen beräknades, och nya kalibreringsfaktorer bestämdes för att ge minimal avvikelse.

De relativa avvikelserna mot Fidelis vid mätning med fabriksinställningar var: <sup>99m</sup>Tc: +4%, <sup>111</sup>In: +4%, <sup>123</sup>I: +21%, <sup>18</sup>F: +4%, och <sup>68</sup>Ga: +7%. Resultaten gäller som medelvärde för de olika sprutvolymerna som används för respektive nuklid, med sprutorna i egentillverkade preparathållare. Skillnaderna mellan olika sprutstorlekar var i de flesta fall liten relativt avvikelsen mot Fidelis. Av denna anledning och av praktiska skäl används samma faktor oberoende av sprutstorlek, och geometriberoendet hanteras som en komponent i den totala mätosäkerheten (under utredning).

Fidelis har använts som referens vid kalibrering av andra aktivitetsmätare och för andra radionuklider, inklusive <sup>131</sup>I och <sup>177</sup>Lu. Kontakta författarna för mer information.

*: Presenting author: gustav.brolin@skane.se*

# Friklassning av lokaler och byggnader på Karolinska Universitetssjukhuset

Jennifer Arnesson<sup>1</sup>, Rebecca Edén<sup>2</sup>, Ulrika Estenberg<sup>2</sup> och Patrick Vreede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Studsvik Consulting AB, Studsvik, Nyköping

<sup>2</sup>Medicinsk Strålningsfysik och Nuklearmedicin, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm

## Bakgrund och Syfte

Verksamheten vid Karolinska Universitetssjukhuset i Solna påbörjade flytt till en ny sjukhusbyggnad 2016. I flertalet av de lokaler som lämnades har verksamhet med radionuklider förekommit, i några har strålbehandlingsverksamhet bedrivits. Friklassning av dessa lokaler måste ske innan en ny verksamhetsutövare övertar lokalerna. Syftet med arbetet har varit att ta fram en metodik för friklassning av lokaler som är anpassad till den typ av verksamhet som bedrivits vid sjukhuset samt att få lokalerna friklassade genom ansökan till Strålsäkerhetsmyndigheten.

## Metod

För de lokaler där radionuklider tidigare hanterats och där inducering/aktivering av byggnadsmaterial varit möjlig gjordes en bedömning kring risken för radioaktiv förorening. Vid bedömningen lades stor vikt vid vilka aktivitetsmängder som hanterats i lokalerna samt de berörda radionuklidernas halveringstid.

För de lokaler där behov av mätning bedömdes föreligga tillämpades en statistisk mätmetodik. Genom att genomföra mätningar på slumpvis valda punkter kunde tiden för mätningarna minimeras. Det möjliggjorde också en effektiv mätmetodik i de fall mätning genomfördes över ett flertal lokaler vid ett tillfälle. Mätresultaten kunde sedan utvärderas statistiskt och en övre gräns för kvarvarande förorening kunde beräknas med 95 % konfidens.

I de lokaler där linjära accelerators varit placerade genomfördes initialt konservativa simuleringar för att påvisa att inducering i byggnadsstrukturer inte skulle vara möjlig i storleksordning med de gränsvärden som är satta av Strålsäkerhetsmyndigheten. Då detta inte kunde påvisas genomfördes mätningar i några av de berörda lokalerna. Mätningarna påvisade att viss inducering av byggnadsstrukturerna kunde detekteras, men långt ifrån friklassningsgränserna.

## Resultat

Av ca 30 000 lokaler kunde den radioaktiva verksamheten kopplas till ca 400 lokaler. Av dessa behövdes enbart mätningar utföras på ca 150 lokaler. Inga lokaler visade sig vara kontaminerade över friklassningsgränsen. I ett fåtal lokaler påträffades förhöjda värden på material. Detta var främst på platser vid vattenlås, utsläppsplatser och kylskåp samt handtag.

## Slutsatser

Metodik som beskrivs är tillämpbar på alla verksamheter med liknade radionuklider och snarlika verksamheter. Metoden har visat sig fungera väl och vara mycket tidsbesparande i förhållande till den tidigare rådande metodiken med allomfattande mätningar.

\* Presenting author: jennifer.arnesson@studsvik.com och rebecca.eden@regionjh.se

# Results for the aI-Brachy study: Utilizing deep learning for needle reconstruction in prostate brachytherapy

Christoffer Andersén<sup>1</sup>, Tobias Rydén<sup>2</sup>, Per Thunberg<sup>1</sup> and Jakob Heydorn Lagerlöf<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Physics, Faculty of Medicine and Health, Örebro University, Örebro, Sweden

<sup>2</sup>Department of Medical Physics and Biomedical Engineering, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

<sup>3</sup>Department of Medical Physics, Karlstad Central Hospital, Karlstad, Sweden

## Purpose

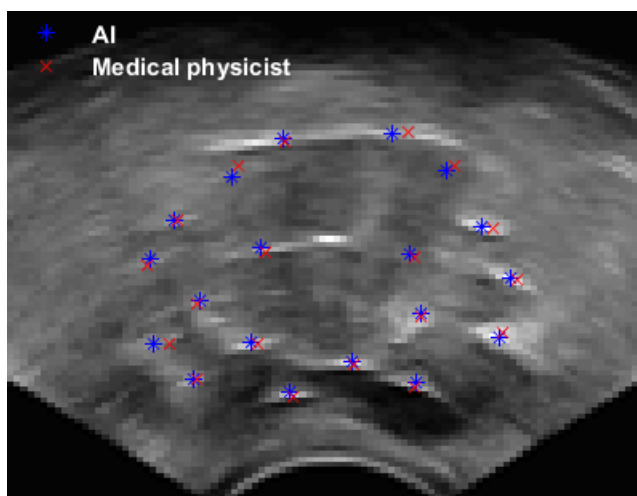
To develop a deep neural network for automatic reconstruction of needles in ultrasound images depicting the prostate during brachytherapy treatment of prostate cancer.

## Methods

Ultrasound tomographies of the prostate from 907 treatments were used to train the artificial intelligent (AI) algorithm. The image matrices were downsampled to 128x128x128 and were used as in-data when training the AI, a 27 layer convolutional neural network.

The needles were identified manually by medical physicists using conventional software. These reconstructions were used as gold standard when training the algorithm.

An additional set of examinations were used for validation where the needle reconstructions by the AI were compared to the manual reconstructions. The root mean square deviation (RMSD) of needle position, including the central part (70 slices) of the needle was measured in order to avoid influence from artefacts around the needle tip. The result was also evaluated through visual inspection (see image). The times spent for manual vs. AI reconstruction were compared.





## Results

RMSD for manual vs. AI reconstruction is on average (n=170)  $1.18 \pm 1.0$  mm, whereas the difference between two manual operators is  $0.02 \pm 0.06$  mm, which suggests that the AI is inferior to manual operators. The visual inspection, however, shows AI to be very accurate in positioning the needles. Manual reconstruction took approximately 11.0 minutes, whereas the time for the trained AI is negligible in comparison. Worth noticing regarding RMSD calculations is that, due to limited image resolution, small values may be under-estimated, hence overestimating the difference between the reconstruction methods.

## Conclusions

The study implies that an AI may reconstruct needles for brachytherapy treatments of prostate cancer. The larger deviations between AI algorithm and manual operators, compared to between human operators appears to disagree with the high accuracy of the visual evaluation. However, visually, manual needle reconstructions appear to deviate more from the ultrasound image than do the AI reconstructions. This discrepancy is mainly caused by manual reconstruction software assuming straight needles, unlike the AI.

We conclude that AI gives the opportunity to save a substantial amount of treatment planning time, when the patient is anesthetised.

Further studies are needed to determine whether different reconstruction methods impact treatment plans.

*: Presenting author: Christoffer.Andersen@regionorebrolan.se*

# Tyrosinkinashämmare kan öka effekten från strålbehandling av medullär tyreoidcancer

Viktor Sandblom<sup>1,\*</sup>, Johan Spetz<sup>1</sup>, Emman Shubbar<sup>1</sup>, Mikael Montelius<sup>1,2</sup>, Ingun Ståhl<sup>1,2</sup>, John Swanpalmer<sup>1,2</sup>, Ola Nilsson<sup>3</sup>, Eva Forssell-Aronsson<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Avdelningen för radiofysik, Institutionen för kliniska vetenskaper, Sahlgrenska Cancer Center, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet, Göteborg*

<sup>2</sup>*Terapeutisk strålningsfysik, Medicinsk fysik och teknik, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg*

<sup>3</sup>*Avdelningen för patologi och genetik, Institutionen för biomedicin, Sahlgrenska Cancer Center, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet, Göteborg*

**SYFTE** Medullär tyreoidcancer (MTC) är en neuroendokrin cancertyp som har sitt ursprung i sköldkörtelns hormonproducerande C-celler. Många MTC överuttrycker receptorer för somatostatin vilket möjliggör radionuklidterapi med exempelvis <sup>177</sup>Lu-oktreotat. Få patienter botas dock helt och optimering av behandlingen behövs. Ett sätt att optimera behandlingen är att kombinera <sup>177</sup>Lu-oktreotat med ett annat läkemedel i syfte att öka effekten från strålningen. Nyligen godkändes två tyrosinkinashämmare (vandetanib och cabozantinib) för behandling av MTC. Syftet med denna studie var att undersöka ifall en ökad effekt kan fås då strålbehandling kombineras med tyrosinkinashämmare för behandling av MTC.

**METOD** Nakna möss (BALB/c) transplanterades med humana MTC-celler (GOT2) och behandlades med extern strålbehandling och/eller tyrosinkinashämmare. Behandlings-effekten, som tumörvolym efter behandling, jämfördes med den hos obehandlade möss. För att möjliggöra detektion av en eventuellt ökad behandlingseffekt hos de möss som fick kombinationsbehandling (både strålbehandling och tyrosinkinashämmare) valdes den absorberade dosen och mängden läkemedel så att en suboptimal effekt erhöles då respektive behandling gavs som singelbehandling.

**RESULTAT** Kombinationsbehandling resulterade i störst minskning av tumörvolym och längst tid till progression. Exempelvis hade tumörvolymen hos de möss som fick kombinationsbehandling minskat med ca 70-75% efter två veckor jämfört med obehandlade möss. Även som singelbehandling resulterade båda behandlingar i en tydlig effekt på tumörvolymen, med en minskning på ca 50-65% efter två veckor.

**KONKLUSIONER** Effekten från strålbehandling av möss med MTC-tumörer kan ökas genom kombinationsbehandling med tyrosinkinashämmare. Framtida studier bör utvärdera möjligheten att använda en kombination av <sup>177</sup>Lu-oktreotat och tyrosinkinashämmare för behandling av patienter med MTC.

# On the clinical implementation of conformity index for radiotherapy of prostate

J Scherman<sup>\*1</sup> and E Wieslander<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiation Physics, Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Sweden

The purpose of this study was to evaluate if any difference was observed in the conformity index for prostate volumetric arc therapy (VMAT) treatment plans after a clinical implementation of a guiding value.

The conformity index used was Paddick's Conformity Index (PCI) [Paddick 2000]. PCI is a measure of how well a prescribed isodose volume conforms to the size and shape of a target volume and is calculated according to:

$$PCI = (TV_{PIV})^2 / (TV \cdot PIV),$$

where  $TV_{PIV}$  is the target volume covered by the prescriptions isodose volume, TV is the Target Volume and PIV is the prescription isodose volume.

A retrospective analysis of conformity index for four pelvic VMAT-treatments was performed by the authors [Scherman and Wieslander 2018], where a specific PCI clinical guiding value of 0.89 was implemented for prostate VMAT-plans. A small script was created where treatment planners could calculate the PCI.

Treatment plans were retrieved by extracting data for prostate patients 7 months prior to and 7 months after the implementation. A total of 575 prostate VMAT-plans were included in this current study, 284 prior to the clinical implementation and 291 after the clinical implementation.

Mean PCI values for the two distributions were both 0.91. No statistically significant difference was observed between the two distributions ( $p = 0.81$ , using a two-sided unpaired Wilcoxon signed-rank test). Comparing the two distributions it was observed that plans with  $PCI \geq 0.89$  were 76% prior to the clinical implementation and 86% after the clinical implementation of the guiding value showing an increase of 10 percentage points.

A successful clinical implementation was performed and a decreased number of treatment plans with lower PCI was observed, however, no statistically significant difference was found between the two distributions. The script is continued to be used in the clinic, also for other diagnoses, as guidance during the treatment planning process.

\* Presenting author: [jonas.scherman@skane.se](mailto:jonas.scherman@skane.se)

# Dosimetriska effekter på grund av osäkerheter i vävnadstolkning för prostatacancerbehandlingar vid extern strålterapi

M. Krantz\*<sup>1</sup>, A. Lund<sup>1</sup> och R. Chakarova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Medicinsk Fysik och Teknik, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg, Sverige

<sup>2</sup> Avdelningen för Radiofysik, Göteborgs universitet, Göteborg, Sverige

## Syfte

I ett tidigare arbete identifierades att förekomst av guldmarkörer, kontrast i urinblåsan och tolkning av rektum var faktorer som kan påverka vävnadssegmentering och orsaka skillnader mellan dosfördelningar från dosplaneringssystemet och en oberoende dosberäkning (Monte Carlo (MC)). Detta arbete syftar till att kvantifiera dosimetriska effekter vad gäller absorberad dos till målvolymen på grund av osäkerheter i vävnadstolkning för prostatacancerbehandlingar vid extern strålterapi.

## Metod

CT-underlag från fler än 200 VMAT-planer för behandling av prostatacancer granskades. Tre grupper av dosplaner valdes: (i) 18 planer med CT-artefakter i PTV på grund av närvaro av guldmarkörer men ingen kontrast i urinblåsan eller synlig luft i rektum som en del av PTV; (ii) 15 planer med kontrast i urinblåsan som en del av PTV men inga artefakter pga. guldmarkörer eller luft i rektum i PTV; (iii) 15 planer med luft i rektum som en del av PTV men ingen kontrast i urinblåsan i PTV. Dosberäkningar utfördes av Eclipse™ algoritmer, AAA och Acuros XB (dos till medium (AXBm)) och med ett MC-system (dos till vatten/medium (MCv)/(MCm)) baserat på EGSnrc. Dosfördelningar beräknades på de ursprungliga CT-underlagen och på modifierade CT-underlag genom att välja Hounsfield-tal till noll i PTV, urinblåsan eller rektum för de respektive grupperna. DVH-parametrar såsom medeldos till CTV och PTV samt PTVD<sub>98%</sub> och PTVD<sub>2%</sub> jämfördes för att utvärdera de olika faktorernas inverkan på dosfördelningarna.

## Resultat

PTVD<sub>98%</sub> var mest känslig för osäkerheter i vävnadstolkning, särskilt för guldmarkörer och luft i rektum. Den maximala skillnaden mellan AAA och MCv var 2.8 % (i) och 5.4 % (ii) och mellan AXBm och MCm 1.1 % (i) och 4.5 % (ii). Variationerna reducerades till  $\pm 2.1$  % när PTVD<sub>98%</sub> bestämdes på modifierade CT-underlag med HU = 0 i PTV eller rektum. När det gäller kontrast i urinblåsan visade alla DVH-parametrar liknande resultat för beräkningar på de olika CT-underlagen. Medianskillnaden mellan AAA, AXBm, MCv och MCm för medeldosen till CTV och PTV var inom 0.5 % för alla fall. Genomsnittliga dosavvikelser upp till 2.4 % observerades för individuella planer.

## Slutsats

Förekomst av guldmarkörer och inkludering av ändtarmsluft i PTV kan öka variationen i beräkningen av PTVD<sub>98%</sub>. Inga kliniskt relevanta dosimetriska effekter upptäcktes dock.

\*Marcus Krantz: [marcus.krantz@vgregion.se](mailto:marcus.krantz@vgregion.se)

# Driftsättning av åtta Varian TrueBeam linjäracceleratorer vid Nya Karolinska Universitetssjukhuset

M. Ghazal<sup>1,2</sup>, L. Södergren<sup>1</sup>, J. Söderström<sup>1</sup>, M. Westermark<sup>1</sup>, T. Pommer<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Medicinsk strålningsfysik och nuklearmedicin, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm*

**Introduktion:** Under perioden från september 2018 till april 2019 driftsattes åtta Varian TrueBeam linjäracceleratorer (Varian Medical Systems, Palo Alto) med fotonenergier 6X, 6XFFF, 10XFFF och 15X samt elektronenergierna 6 MeV, 9 MeV och 12 MeV (två av linjäracceleratorerna) vid Nya Karolinska Universitetssjukhuset. Fotonenergierna mättes in för Analytical Anisotropic Algorithm (AAA) och elektronenergierna mättes in för Electron Monte Carlo (EMC). Alla foton- och elektronenergier beammatchades för att erhålla dosimetrisk ekvivalenta linjäracceleratorer.

**Metoder:** Den första installerade linjäracceleratorn valdes som referens. Fotonernas energi matchades genom jämförelse av diagonala profiler i  $d_{\max}$  för 40x40 cm<sup>2</sup> fält i vatten. Fotonernas strålkvalité kontrollerades genom att bestämma Tissue Phantom Ratio ( $TPR_{20,10}$ ) där riktlinjer från IAEA TRS-398 (6X och 15X) och TRS-483 (6XFFF och 10XFFF) användes. Dosimetric Leaf Gap (DLG) kalibrerades enligt Varians instruktioner. För kalibrering samt kontroll av bländarposition utvecklades en bildplattebaserad metod. Elektronernas energi justerades genom att matcha räckvidderna  $R90$ ,  $R80$  och  $R50$  i centralaxeln i vatten. Matchningen validerades genom jämförelser av djupdoser och profiler för ett antal olika geometrier.

Inmätningen för AAA samt EMC gjordes enligt Varians instruktioner. De två parametrarna som konfigurerades i AAA var *spot size* och DLG. AAA-modellen validerades genom mätningar i vatten och med Quasar, MatriXX och Delta4-fantomen. EMC-modellen validerades mot mätningar i vatten med öppna samt blockdefinierade fält.

**Resultat:** Utjämningsområden i de 40x40 cm<sup>2</sup> diagonala profilerna matchades till <0,5 %. DLG kalibrerades på alla linjäracceleratorer till 1,4±0,03 mm och bländarpositionen kalibrerades med 0,5 mm noggrannhet mot de nominella värdena.  $TPR_{20,10}$  avvek som mest 0,2% jämfört med referenslinjäracceleratorn. Elektronernas  $R90$ ,  $R80$  och  $R50$  matchades till ≤0,1 mm. Medelgamma (2%, 2mm) för alla valideringsmätningar av matchningen var 100%.

DLG konfigurerades i AAA till 1,8 mm (6X) och *spot size* till 0,5 mm i x-led och 0 mm i y-led (alla energier). Ca 90 mätningar av olika parametrar (profiler, djupdoser, output faktorer mm.) utfördes för valideringen av AAA. Medelgamma (2%, 2 mm) för alla valideringsmätningar av djupdoser och profiler var 100% för AAA och 99,5% för EMC.

**Slutsats:** Utmärkt överensstämmelse uppnåddes mellan de åtta linjäracceleratorerna samt mellan dosberäkningsalgoritmerna och mätdata. Det är fullt genomförbart att driftsätta åtta linjäracceleratorer under sju månaders heltidsarbete.

± Presenterande författare: mohammed-ali.ghazal@sll.se

# **Eight different open face masks compatibility with surface guided radiotherapy**

Malin Kügele<sup>1,2</sup>, Elise Kondradsson<sup>1,2</sup>, Mattias Nilsing<sup>3</sup>, Sofie Ceberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Hematology, Oncology and Radiation Physics, Skåne University Hospital, Lund, Sweden

<sup>2</sup>Medical Radiation Physics, Department of Clinical Sciences, Lund University, Lund, Sweden

<sup>3</sup>Research and development, C-RAD Positioning AB

## **Object**

Open face masks can be combined with optical surface scanning (OS) for patient positioning and real time monitoring during radiotherapy treatment. For the open mask, the OS system aims to detect the patient skin surface only and any unwanted signal from the mask might affect the OS performance. An increasing number of mask materials are about to be introduced to the radiotherapy environment, but few studies have been carried out investigating the compatibility with OS system.

The aim of this study was to evaluate 1) eight different open face masks compatibility with the OS system Catalyst™ (C-RAD Positioning AB, Uppsala, Sweden) and 2) the positioning accuracy using a novel surface algorithm for stereotactic radiosurgery (SRS).

## **Method**

Eight open face masks from several vendors were molded onto a head phantom with markers. The OS system cropped away the mask and only used the skin surface for positioning. The phantom was initially positioned in isocenter position using CBCT and a reference image was captured. In order to test the SRS algorithms accuracy, an offset in the phantom position of 1 cm in all translational directions was introduced. The OS system calculated couch shifts were automatically shifted using the OS system. A CBCT was acquired to verify the phantom position. For each mask, the marker position was evaluated in anterior-posterior (AP-PA), left-right (L-R), superior-inferior (S-I) position, respectively.

## **Result**

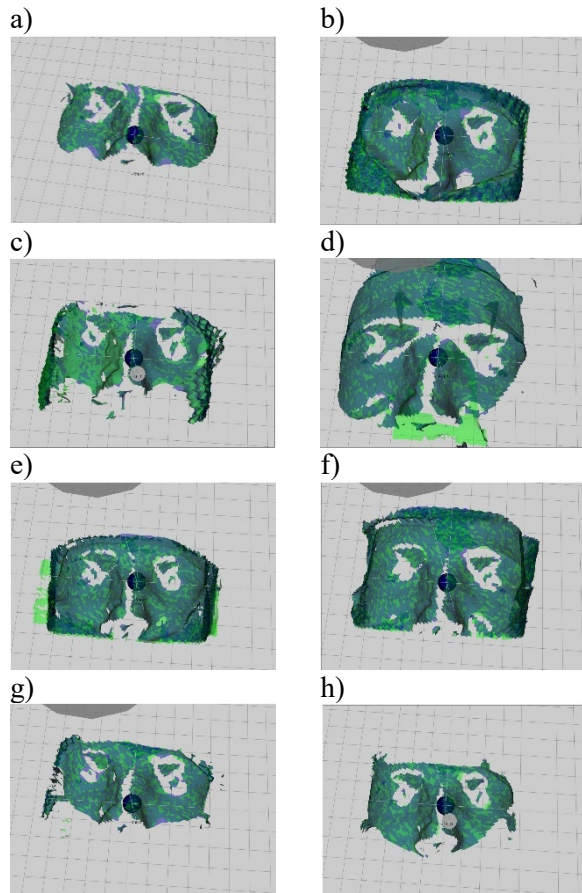
The range of the width and height of the masks were 6-12 cm and 12.5-29 cm, respectively, which resulted in different sized surfaces for the OS system to use for the positioning calculation (figure 1). The median (range) position of the marker on the phantom surface for all masks were 0.0 (-0.1 - 0.1), 0.1 (-0.1 - 0.1), 0.1 (-0.1 - 0.5) mm in AP-PA, L-R and S-I directions, respectively (table 1).

## **Conclusion**

Overall, all of the masks were compatible in combination with the OS system and the novel SRS algorithm. Regardless of the size of the skin surface, a high accuracy for surface based positioning using the novel SRS algorithm was observed.

\* Presenting author: [malin.kugele@skane.se](mailto:malin.kugele@skane.se)





**Figure 1.** Surface scanned by the optical surface scanning (OSS) system for eight open masks, showing the different sized surfaces the OSS system used for the positioning. The novel stereotactic radiosurgery (SRS) algorithm was used to match the live surface (green) and the reference surface (blue) for positioning.

**Table 1.** The positioning result from the CBCT for eight different open masks positioned with the OSS system.

	Anterior- Posterior (mm)	Left- Right (mm)	Superior- Inferior (mm)
Mask a	-0.1	0.1	-0.1
Mask b	0	0	0
Mask c	0.1	0	-0.1
Mask d	0	0	0.5
Mask e	-0.1	0.1	0
Mask f	0	0.1	0.1
Mask g	0	0.1	0.1
Mask h	0	-0.1	0.1

## Webbaserad strålskyddsutbildning i Skåne (och resten av landet)

**A Tingberg\*, ML Aurumskjöld, S Brockstedt och M Gunnarsson**

*Strålningsfysik, Skånes Universitetssjukhus, Malmö*

Enligt SSM FS 2018:5 skall ”Varje arbetstagare som deltar vid en medicinsk exponering ha den kompetens som behövs för att exponeringen ska kunna genomföras på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt”. Tidigare har vi försökt undervisa alla berörda inom Region Skåne genom traditionell katedral undervisning.

Vi har ofta sett problem med att vissa personalgrupper har haft svårt att hitta tid för att delta i våra kurser. Dessa personalgrupper har scheman som ofta är fullbokade med patienter. Dessutom är strålskyddsutbildning bara en av ett stort antal utbildningar som de måste genomgå, t.ex. hygien, läkemedelshantering, etc. För att möjliggöra för dem att genomgå strålskyddsutbildning har vi därför skapat webbaserade utbildningar. Detta löser problemet med utbildningarnas tillgänglighet.

Materialet i de webbaserade utbildningarna är identiskt med det som används vid katedral undervisning. Personalen har alltså möjlighet att välja vilket som passar dem bäst. Vi på Strålningsfysik vill gärna träffa dem, i alla fall när de är nyanställda. Vid repetitionsutbildningarna (vart tredje år) gör de med fördel dessa via webben.

Strålskyddsutbildningen är uppbyggd av tre moduler. Beroende på vilka arbetsuppgifter man har måste man genom uppgifterna till tre moduler. Den första modulen ”Grundläggande strålsäkerhetsutbildning”, ska alla som kommer i kontakt med strålning (röntgen, nuklearmedicin och strålbehandling) göra. Modulen ” Strålskydd röntgen” vänder sig till personal som befinner sig inne i rummet där exponering eller genomlysning sker. ”Röntgenteknik, fysik” är obligatorisk för alla som ansvarar för att utföra exponering eller genomlysning, t.ex. röntgensjuksköterska eller opererande läkare. Dessa tre kurser tar ca 2 timmar att genomföra. Varje kurs avslutas med ett kunskapstest, och vid godkänt resultat utdelas ett certifikat som är giltigt i tre år.

Förutom att kurserna finns i Region Skånes ”Utbildningsportal”, så finns de dessutom tillgängliga öppet på Internet (Vårdgivare Skåne – välj Webbutbildning i Utbildningskalender). Alla är välkomna att använda dem och vi tar tacksamt emot synpunkter och förbättringsförslag!

\*Presenting author: [anders.tingberg@skane.se](mailto:anders.tingberg@skane.se)

# DELTAGARLISTA

Adrian Fleet	Radiotherapy equipment Scandinavia AB	Erik Troue Jensen	HOY Scandinavian ApS
Agnes Jarhall	Region Kalmar län	Erik Wåhlin	Region Stockholm
Agnetha Gustafsson	Region Östergötland	Eva Norrman	Region Örebro län
Albert Sundvall	Region Stockholm	Eva Wallström	Västra Götalandsregionen
Alexander Hanga	Region Sörmland	Evelin Mattsson	Region Stockholm
Alf Ahlberg	Comfort Medical AB	Ezgi Ilan	Region Uppsala
Ana Maria Rodriguez Sanchez	Region Östergötland	Felicia Halleby	Region Örebro län
Anders Olsson	Tesika Teknik AB	Florian Singer	Brainlab Sales GmbH
Anders Tingberg	Region Skåne	Fredrik Nordström	Västra Götalandsregionen
André Sønnergaard	Vision RT	Fredrik Wellman	Region Skåne
Andreas Österlund	Region Dalarna	Gustav Alfredsson	Mediel AB
Angelica Svalkvist	Västra Götalandsregionen	Gustav Brolin	Region Skåne
Anja Almén	Strålsäkerhetsmyndigheten	Haakon Natvig	Radiotherapy equipment Scandinavia AB
Anna Bejnö	Region Skåne	Hanna Holstein	Lunds universitet
Anna Carlander	Unilabs AB	Hans-Erik källman	Region Dalarna
Anna Ljusberg	Region Östergötland	Hans-Olov Rosenbrand	Region Värmland
Anna Lundin	Region Stockholm	Hector Silva Vidal	Region Blekinge
Anna Ärlebrand	Region Uppsala	Helena Lizana	Region Västerbotten
Anne Larsson Strömvall	Region Västerbotten	Henrik Båvenäs	Region Västmanland
Anne Thilander Klang	Västra Götalandsregionen	Henrik Eriksson	Scanflex Medical AB
Annette Fransson-Andreo	Region Stockholm	Henrik Holmgren	Region Kronoberg
Annika Hall	Skandionkliniken	Henrik Sundström	Region Jämtland Härjedalen
Annika Mannerberg	Lunds universitet	Håkan Pettersson	Region Östergötland
Annika Sartz	Region Örebro län	Ida Eriksson	Region Värmland
Ann-Sofie Forsten	Mediel AB	Ingun Ståhl	Västra Götalandsregionen
Axel Larsson	Västra götalandregionen	Jakob Eriksson	Region Jönköpings län
Barbara B. Balwa	Region Sörmland	Jakob Heydorn Lagerlöf	Region Värmland
Bernt Nordin	LIONESS Therapeutics	Jakobína Grétarsdóttir	Västra Götalandsregionen
Carl Magnus Nilsson	IBA Dosimetry GmbH	Jennifer Arnesson	Studsvik Consulting AB
Caroline Adestam Minnhagen	Region Kalmar län	Jennifer Dhont	Vrije Universiteit Brussel
Charlotta Lundh	Västra Götalandsregionen	Jenny Granstrom	Elekta Instrument AB
Charlotta Tilk	Elekta Instrument AB	Jenny Oddstig	Region Skåne
Christian Jamtheim Gustafsson	Region Skåne	Jerker Edén Strindberg	Södersjukhuset AB
Christian Kloska	PTW	Jesper Lindberg	Västra Götalandsregionen
Christina Söderman	Region Kronoberg	Jessica Ylvén	Västra Götalandsregionen
Christoffer Andersén	Region Örebro län	Jimmy Börjesson	Region Halland
Crister Ceberg	Lunds universitet	Joakim Nilsson	Varian Medical Systems Scandinavia A/S
Daniel Alamidi	Philips AB	Johan Olsrud	Region Skåne
Daniel Gälman	Region Norrbotten	Johan Renström	Region Värmland
Daniel Ljungberg	Scanflex Medical AB	Johan Sjöberg	Region Stockholm
David Minarik	Region Skåne	Johanna Dalmo	Västra Götalandsregionen
Didem Karpuz	Västra Götalandsregionen	Johanna Kramar	Region Sörmland
Dina Tamras Skårfors	Danderyds sjukhus AB	Johnny Kallin	Region Örebro län
Dirk Freynhagen	C-Rad Positioning AB	Jon Holm	GE Healthcare
Disa Åstrand	Region Stockholm	Jonas Andersson	Region Västerbotten
Ebi Rasouli	Region Blekinge	Jonas Scherman	Region Skåne
Eleonor Vestergren	Västra Götalandsregionen	Jörgen Olofsson	Region Västerbotten
Elin Cederkrantz	Region Halland	Karin (Cecilia) Sandqvist	Praktikertjänst AB
Elin Lidström	Region Västernorrland	Karin Andersson	Skandionkliniken
Elin Martinsson	Region Halland	Karin Åberg	Region Örebro län
Elin Svensson	Region Stockholm	Karolina Strand	Hermes Medical Solutions AB
Elin Wallstén	Region Västerbotten	Kristina Ydström	Region Skåne
Elise Konradsson	Lunds universitet	Lars E. Olsson	Region Skåne
Emilia Palmér	Göteborgs universitet	Lars Lilja	C-Rad Positioning AB
Emma Wikberg	Västra Götalandsregionen	Laura Antonovic	RaySearch Laboratories AB
Erik Larsson	Region Skåne	Louise Blomkvist	Region Stockholm
		Louise Strandberg	Västra Götalandsregionen

Love Kull	Region Norrbotten	Sofie Wickström	Södersjukhuset AB
Lukas Lundholm	Göteborgs universitet	Sonny La	Region Blekinge
Magnus Forss	YourRad AB	Staffan Jacobsson Svärd	Region Stockholm
Maja Sohlin	Västra Götalandsregionen	Stefan Mårtensson	Gammadata Instrument AB
Malin Darpö	Danderyds sjukhus AB	Stefan Skare	Region Stockholm
Manne Joweini	Siemens Healthineers	Susanna Crafoord-Larsen	Region Jönköpings län
Marcus Krantz	Västra Götalandsregionen	Susanna Olausson	Region Sörmland
Maria Hultenmo	Västra Götalandsregionen	Sven Bäck	Region Skåne
Maria Larsson	Västra Götalandsregionen	Sven Månsson	Region Skåne
Marie Sydoff	Lunds universitet	Sören Möller	Varian Medical Systems
Marie-Louise Aurumskjöld	Region Skåne	Ted Nilsson	Scandinavia A/S
Mark Lubberink	Region Uppsala	Thanh Tra Pham	Region Stockholm
Marthina Lundgren	Region Skåne	Therése Geber Bergstrand	Region Dalarna
Martin Bolin	Region Stockholm	Tobias Hellstrand	Region Skåne
Martin Lundmark	Region Uppsala	Tomas Jonsson	YourRad AB
Mathias Nielsen	RaySearch Laboratories AB	Tomas Ohlsson	Region Stockholm
Mattias Nickel	Region Kalmar län	Tom-Johnny Gundersen	Region Skåne
Mattias Sandström	Region Uppsala	Tommy Andreasson	Philips AB
Max Hellström	Umeå universitet	Tommy Knöös	Västra Götalandsregionen
Michael Ljungberg	Lunds universitet	Tony Patrén	Region Skåne
Mikael Bergfjord	Västra Götalandsregionen	Torsten Cederlund	Curium Sweden AB
Mimmi-Caroline Bolin	Region Stockholm	Tufve Nyholm	Strålsäkerhetsmyndigheten
Mohammed Ghazal	Region Stockholm	Ulf Petersen	Umeå universitet
Nadja Rystedt	Region Västerbotten	Ulrika Estenberg	Danderyds sjukhus AB
Narine Geghamyan	Aleris Diagnostik	Ulrika Lindencrona	Region Stockholm
Nils Kadesjö	Region Stockholm	Veronica Fransson	Västra Götalandsregionen
Olle Mattsson	RTI Group AB	Viktor Hansson	Region Skåne
Olof Enquist	Chalmers tekniska högskola	Viktor Sandblom	Comfort Medical AB
Patrick Pettersson	Västra Götalandsregionen	Ylva Hammarström Larsson	Västra Götalandsregionen
Patrick Vreede	Studsvik Consulting AB	Ylva Lindgren	Region Dalarna
Patrik Brynolfsson	Region Skåne	Ylva Surac	Region Sörmland
Patrik Dalsjö	Curium Sweden AB	Yusef Al-Abasse	Västra Götalandsregionen
Patrik Pollare	Hermes Medical Solutions AB	Zelga Malke	Region Östergötland
Paula Gluchowski	Region Jönköpings län	Åsa Ärlig	ScandiDos AB
Per Hållström	Region Gävleborg		Region Jönköpings län
Per-Arne Wahlgren	Philips AB		
Per-Erik Åslund	Region Uppsala		
Peter Bernhardt	Göteborgs universitet		
Petra Bergström	Västra Götalandsregionen		
Petter Wilke	Region Skåne		
Pontus Svenmarker	Region Västerbotten		
Rassul Yunussov	Region Stockholm		
Rebecca Edén	Region Jämtland Härjedalen		
Robert Eklund	Scanflex Medical AB		
Robert Forsberg	Radiotherapy equipment Scandinavia AB		
Roger Forsman	Region Västernorrland		
Sabine Lee	Danderyds sjukhus AB		
Sandra Sandström	Region Västernorrland		
Sara Asplund	Västra Götalandsregionen		
Sara Brockstedt	Region Skåne		
Sara Bruce	Region Uppsala		
Sara Olsson	Region Kronoberg		
Sara Svensson	Region Västmanland		
Sergio Munoz	Brainlab Sales GmbH		
Sheida Rakhshan	Region Stockholm		
Simone Eriksson	Siemens Healthineers		
Sofi Holmquist	Region Kalmar län		
Sofia Hellman	Region Jämtland Härjedalen		
Sofia Kopf Bäckström	Region Västmanland		
Sofia Kvernby	Region Uppsala		
Sofia Skyttner	Region Stockholm		
Sofia Åström	Region Norrbotten		
Sofie Ceberg	Lunds universitet		