



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Oxford Research AB, Stockholm

2016:07

Utvärdering av tre seniora forskar-
tjänster inom strålskyddsområdet

SSM perspektiv

Bakgrund och syfte

En central del i Strålsäkerhetsmyndighetens forskningsverksamhet är att utvärdera de satsningar som görs.

Denna rapport redovisar utvärderingen av en satsning på tre seniora forskartjänster inom strålskyddsområdet, vilka skulle anställas som lektorer eller professorer vid svenska universitet. Syftet med satsningen var "att stärka den nationella kompetensen inom den grundläggande strålskyddsforskningen och skapa en plattform för starka forskningsmiljöer." Satsningen tog formen av två tjänster vid Stockholms universitet och en vid Karolinska institutet. Statens Strålskyddsinstitut (SSI), och sedermera Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), har finansierat tjänsterna under en period av tre plus tre år 2008-2013. Totalt omfattade satsningen ca 6 miljoner kronor per år, maximalt 2 miljoner kronor per forskare och år, för att täcka kostnaderna för en forskare, en post-doktor/doktorand, vissa driftsmedel samt universitetets overhead- och lokalkostnader.

Hösten 2015 fick Oxford Research i uppdrag att utvärdera satsningen på de tre forskartjänsterna för att avgöra i vilken utsträckning och på vilket sätt den har bidragit till syftet. Utvärderingsarbetet bygger på ett vetenskapssociologiskt perspektiv och har genomförts med stöd av Olof Hallonsten, doktor i forskningspolitik och docent i vetenskapssociologi.

Resultat

Resultaten tyder på att utformningen av satsningen har varit ändamålsenlig. Däremot är måluppfyllelsen inom dosimetri låg i och med att forskningsmiljön har avvecklats. Utvärderingen pekar på vikten av att SSM och värdinstitutionerna i denna typ av satsningar agerar mer proaktivt för att säkra långsiktig återväxt.

Slutsatser

Utvärderingen identifierar ett antal direkta lärdomar som SSM kan dra inför liknande, framtida satsningar. Finansiären bör lägga betydande ansträngningar på att säkra sina intressen, genom tydliga krav och strategiska överläggningar med värdinstitutionerna, löpande under satsningens gång. Förutsättningarna för satsningen förändras genom omorganiseringar och personalomsättning vid värdinstitutionerna och finansiärens intressen måste bevakas. Värdinstitutionerna å sin sida bör integrera den ingångna överenskommelsen i långsiktiga strategier och i utvecklingsarbete. Möjligtvis kan en finansiär ställa krav på detta redan i ansökningsprocessen. Därutöver bör förmågan till akademiskt ledarskap vara ett centralt utvärderingskriterium för ansökningarna.

Projekt information

Kontaktperson SSM: Eva Simic

SSM referens: SSM2015-1734



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Oxford Research AB

2016:07

Utvärdering av tre seniora forskar- tjänster inom strålskyddsområdet

Datum: Mars 2016

Rapportnummer: 2016:07 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

Innehåll

English summary	3
1. Inledning	5
1.1 Om satsningen	5
1.2 Frågeställningar	6
1.3 Teori	7
1.3.1 Strålskyddsforskning är strategisk forskning	7
1.3.2 Modeller för att beskriva utveckling och samhällseffekter av forskning	7
1.4 Metod och material	9
1.4.1 Dokumentstudier	9
1.4.2 Platsbesök	9
1.4.3 Intervjustudie	9
1.4.4 Sammanställning av grundläggande data	10
1.4.5 Sakkunnigbedömning	10
2. Bakgrund och kontext	11
2.1 Vad är strålskyddsforskning?	11
2.1.1 Radiobiologi	11
2.1.2 Radioekologi	12
2.1.3 Dosimetri	12
2.2 Satsningens utgångspunkter, inriktning och målsättningar	12
2.3 Forskning och utbildning när satsningen initierades	14
2.3.1 Forskning och nätverk	14
2.3.2 Universitets- och högskoleutbildning	15
2.3.3 Finansiering	16
2.4 Strålskyddsområdets utveckling	17
3. Radiobiologi	21
3.1 Beslut och etablering vid Stockholms universitet	21
3.2 Uppstart av verksamheten	22
3.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer	23
3.4 Fortsatt verksamhet	25
4. Radioekologi	27
4.1 Beslut och etablering vid Stockholms universitet	27
4.2 Uppstart av verksamheten	28
4.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer	29
4.4 Fortsatt verksamhet	30
5. Dosimetri	33
5.1 Beslut och etablering vid Karolinska institutet	33
5.2 Uppstart av verksamheten	34
5.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer	35
5.4 Fortsatt verksamhet	36

6. Strålskyddsforskningens sammanhang och funktioner	37
6.1 Samhällsnytta	37
6.1.1 Beredskap och krishantering	37
6.1.2 Balanserad information	38
6.1.3 Oberoende granskning	39
6.2 Strålskydd som forskningsområde	39
6.2.1 Avgränsningar och öppna frågor	40
6.2.2 Finansieringslogik	41
7. Sammanfattande analys och slutsatser	43
7.1 Forskningsmiljöernas utveckling och bidrag till forskningen	43
7.2 Forskningens bidrag till det omgivande samhället	44
7.3 Förutsättningarna för en långsiktigt hållbar strålskyddsforskning	45
7.4 Slutsatser och rekommendationer	46
Bilaga 1 Källor	49
Skrivna källor	49
Intervjupersoner	50
Bilaga 2 Publikationslistor	51
Andrzej Wojciks publikationer	51
Clare Bradshaws publikationer	55
Hooshang Nikjoos publikationer	56

English summary

This report is the result of an evaluation of three senior researcher positions in radiation protection, funded between 2008 and 2013 through a special grant offered by the Swedish Radiation Safety Authority. Three fields were targeted in the initiative – radiobiology, radioecology and radiation dosimetry. The purpose of the initiative was ‘to strengthen national knowledge within basic radiation protection research and create a platform for strong research environments’. The grant amounted to some SEK 6 million per year, that is, SEK 2 million per researcher position per year.

Oxford Research has conducted the evaluation with the support of Olof Hallonsten, PhD in research policy and docent in the sociology of science. The evaluation team has taken as a starting point scientific studies of the development of science. The empirical results build on document studies of documentation from before, during and after the initiative, site visits, interviews, bibliometrics, and a peer review assessment. The purpose of the evaluation has been to assess the initiative based on its contribution to Swedish radiation protection research and to greater Swedish society.

The grants were awarded to Andrzej Wojcik, in radiobiology, and Clare Bradshaw, in radioecology, both at Stockholm University, and Hooshang Nikjoo, in radiation dosimetry, at Karolinska institutet, also in Stockholm. All grantees have fulfilled their obligations with the authority. The researchers and their corresponding groups have been active and successful during the period 2008-2013, to a somewhat varying degree. The main conclusion of the study is that the additionality of the funded activities is high, and that all grantees have contributed to strengthening the national supply of knowledge. The initiative has laid a foundation for a sustainable research environment in radiobiology, somewhat so for a research environment in radioecology, but not for a research environment in dosimetry, as no members of the research group will remain at Karolinska institutet as of the end of 2016.

In comparison to a zero alternative, i.e. a situation with no grants and no alternative use of the funds, the results suggest there has been significant value added through the efforts of the grantees and their research groups. Additionally, an alternative design of the initiative in the form of project funding is not likely to have resulted in such concentrated work within the specific, and to a Swedish context original, subfields of the grantees, or in establishing such a strong position in European and international research communities. However, additional added value could have been achieved through more proactive engagement by the funding authority and host institutions as regards securing the continued survival of the research environments. In a wider context, the Swedish Radiation Safety Authority could act to improve the conditions for radiation protection research by ensuring scientific relevance and promoting its rationale in a wider context, paying attention to the specific challenges faced by this research area.

1. Inledning

Denna rapport redovisar utvärderingen av en satsning på tre seniora forskartjänster inom strålskyddsområdet, vilka skulle anställas som lektorer eller professorer vid svenska universitet.¹ Syftet med satsningen var ”att stärka den nationella kompetensen inom den grundläggande strålskyddsforskningen och skapa en plattform för starka forskningsmiljöer.”² Satsningen tog formen av två tjänster vid Stockholms universitet och en vid Karolinska institutet. Statens Strålskyddsinstitut (SSI), och sedermera Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), har finansierat tjänsterna under en period av tre plus tre år 2008-2013. Totalt omfattade satsningen ca 6 miljoner kronor per år, maximalt 2 miljoner kronor per forskare och år, för att täcka kostnaderna för en forskare, en post-doktor/doktorand, vissa driftsmedel samt universitetets overhead- och lokalkostnader.

Satsningen har sin bakgrund i återkommande larm om utarmning av den nationella kompetensen inom grundläggande strålskyddsforskning, i flera utredningar.³ Bristande återväxt, särskilt vid pensionsavgångar för ett par professorer, har framhållits av forskare och tjänstemän som exempel på allvaret i situationen. En ledande professor, Karl-Johan Johansson vid dåvarande Institutionen för Radioekologi vid SLU i Uppsala, hade gått i pension innan millennieskiftet, utan att ersättas, och vid mitten av 2000-talet närmade sig professor Mats Harms-Ringdahl som ledde den dåvarande gruppen inom radiobiologi vid Stockholms universitet pensionering. År 2006 fick SSI uppdrag att ta fram en nationell forskningsstrategi för strålskydd⁴ och 2007 anslogs myndigheten ytterligare 10 miljoner kronor årligen för ”grundläggande strålskyddsforskning”.⁵ Tidigare gällde myndighetens uppdrag att finansiera endast tillämpad forskning.⁶ Utformningen av denna satsning beskrivs närmare nedan och dess bakgrund och kontext behandlas i kapitel 2.

Hösten 2015 fick Oxford Research i uppdrag att utvärdera satsningen på de tre forskartjänsterna för att avgöra i vilken utsträckning och på vilket sätt den har bidragit till syftet. Utvärderingens specifika frågeställningar beskrivs närmare nedan. Utvärderingsarbetet bygger på ett vetenskapssociologiskt perspektiv och har genomförts med stöd av Olof Hallonsten, doktor i forskningspolitik och docent i vetenskapssociologi.

1.1 Om satsningen

SSI avsatte sex miljoner kronor årligen till satsningen på de tre seniora forskartjänsterna, av de tio miljoner kronor som regeringen anslog. Resterande medel har utlysts som projektmedel och ligger inte inom ramarna för utvärderingen. SSI utformade satsningen på detta sätt, finansiering av tre seniora forskartjänster, mot bakgrund av farhågan att kommande pensionsavgångar skulle leda till att forskning inom området skulle avvecklas, genom att värdinstitutionerna inte skulle ersätta de forskare som lämnade för pensionering. Genom en satsning på meriterade seniora forskare, med ytterligare finansiering till

¹ SSI (2007). *Utlysning av forskartjänster inom strålningsbiologi, radioekologi och strålningsdosimetri*.

² SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.5

³ Se, till exempel, *Långsiktig strålskyddsforskning: Betänkande av utredningen om strålskyddsforskning* (SOU 1994:40); *Nationell strategi för finansiering av strålskyddsforskning* (SSI2002); samt SSI (2005) *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*.

⁴ Regeringen (2005). *Regleringsbrev för budgetåret 2006 avseende Statens strålskyddsinstitut*. (M2005/6430/A (delvis))

⁵ Regeringen (2006). *Regleringsbrev för budgetåret 2007 avseende Statens strålskyddsinstitut*. (M2006/5741/A (delvis); M2006/5899/A (delvis); M2006/579/Mk)

⁶ För en diskussion om distinktionen mellan grundläggande och tillämpad forskning, se avsnitt 1.3.1 nedan

junior personal, var tanken att satsningen skulle bidra till att långsiktigt hållbara forskarmiljöer skulle etableras, vilka skulle bidra såväl till kunskapsutveckling som till återväxt av forskare och spridning av spetskunskaper bredare i Sverige. Enligt våra intervjuer ansågs denna modell vara den uppenbart mest adekvata givet satsningens mål och syfte, och SSI:s tjänstemän och forskningsnämnd förde därför inte diskussioner kring en möjlig alternativ utformning av satsningen.

SSI utlyste forskartjänsterna inom följande tre fält: radio-/strålningsbiologi, radioekologi samt (radio-/strålnings-)dosimetri. Detta var i linje med SSI:s då nya forskningsstrategi, som utarbetats på uppdrag av regeringen.⁷ Kortfattat innebär radiobiologi studier av strålningens effekter på vävnad, radioekologi behandlar spridning av radioaktiva ämnen och effekterna av strålning i naturen medan dosimetri fokuserar på att kvantifiera mängden joniserande strålning som ett föremål har mottagit. Dessa fält utgör en kärna inom strålskydd som forskningsområde och beskrivs närmare i nästa kapitel.

Satsningens utformning föreskrev att ett svenskt universitet eller högskola skulle anställa de forskare som SSI tilldelade tjänsterna. Därför krävde SSI en avsiktsförklaring och underskrift från en sådan värdinstitution som en del av ansökan om tjänsterna från individuella forskare. Kraven på ansökningarna omfattade också ett forskningsprogram och beskrivningar av hur den vetenskapliga miljön vid värdinstitutionen förväntades samspela med forskningsaktiviteterna samt hur man avsåg att bedriva den framtida undervisningen.⁸

Beslutet om vilka ansökningar som skulle beviljas byggde på sakkunnigbedömningar av paneler med internationella experter inom de respektive fälten. Tre paneler med vardera tre aktiva forskare bedömde ansökningar inom varsitt fält. De formella besluten togs av SSI:s generaldirektör efter samråd med SSI:s forskningschef och forskningsnämnd och förhandlingar inleddes kring hur tjänsterna skulle tillsättas vid de universitet som lämnat sin avsiktsförklaring i de beviljade ansökningarna. Enligt de inblandade fanns inga grunder för att ifrågasätta sakkunnigbedömningen och de tog därför beslut helt i överensstämmelse med panelernas slutsatser. SSI beviljade Hooshang Nikjoo tjänsten inom dosimetri vid KI, Andrzej Wojcik tjänsten inom radiobiologi och Clare Bradshaw tjänsten inom radioekologi, båda vid SU.

Satsningen skulle vara långsiktig, därför utformades den som en treårig satsning med möjlig förlängning i ytterligare tre år, efter en utvärdering av verksamheten. SSM, som hade bildats 2008 och tagit över satsningen från SSI, genomförde utvärderingen internt genom en bedömning av överensstämmelsen mellan forskarnas egen rapportering och avtalets innehåll. Till grund för utvärderingen låg också en helhetsbedömning baserat på den inblick som SSM:s tjänstemän och forskningsnämnd hade i forskningsmiljöerna. De fann inte anledning att ifrågasätta verksamheten i något av fallen och tog därför beslut om en andra finansieringsperiod för samtliga tre tjänster.

1.2 Frågeställningar

Under 2015 upphandlade SSM ett ramavtal för utvärderingar av den forskningsverksamhet som myndigheten finansierar, som en del i en ny strategi för att kvalitetssäkra olika aspekter av forskningsverksamheten, SSM:s vetenskapliga kvalitet och relevans. Första uppdraget inom ramavtalet har varit att utvärdera denna satsning med avseende på hur den har bidragit till forskningen inom strålskydd och till det omgivande samhället. Utvärderingens frågeställningar tar därmed fasta på det nationella perspektivet i formuleringen av syftet med satsningen.

⁷ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*.

⁸ SSI (u.å.). *Utllysning av forskartjänster inom strålningsbiologi, radioekologi och strålningsdosimetri*.

Studien har styrts av följande två övergripande utvärderingsfrågor:

1. Vilka effekter har satsningen fått på den svenska forskningen inom strålskyddsområdet, genom de forskningsmiljöer som finansierats?
2. Vilken betydelse har satsningen för det omgivande samhället?

Avslutningsvis har vi en tredje utvärderingsfråga som är vägledande för den sammanfattande analysen, en så kallad meta-frågeställning. Den gäller förutsättningarna för att forskning inom strålskyddsområdet ska leva vidare och lyder som följer:

3. Hur ser förutsättningarna ut för att satsningen ska bidra till långsiktig hållbarhet inom strålskydd som forskningsområde i Sverige?

1.3 Teori

De teoretiska grunderna för utvärderingen består av dels en modell för att systematiskt särskilja forskning med avseende på dess syfte, för att tydliggöra strålskyddsforskningens funktion och hur den förhåller sig till kategorierna grundläggande och tillämpad forskning, dels modeller för hur forskningens utveckling och effekter på samhället kan ordnas i olika dimensioner och inflytandesfärer.

1.3.1 Strålskyddsforskning är strategisk forskning

I boken ”Pasteur’s Quadrant: Basic Science and Technological Innovation” klassificerar Stokes⁹ forskning i tre kategorier: grundforskning, tillämpad forskning, och strategisk forskning. Stokes indelning är gjord efter i vilken utsträckning forskningen fokuserar på följande två dimensioner: 1) att skapa ny kunskap utifrån fundamentala, principiella frågeställningar samt 2) att använda kunskap för att uppnå samhällseliga mål, såsom genom direkt tillämpning i industri, tjänsteekonomi, offentlig förvaltning, mm. Satsningen och strålskyddsforskningen kan sägas befinna sig i det Stokes kallar ”Pasteurs kvadrant”, det vill säga strålskyddsforskningen behandlar principiella och grundläggande frågeställningar, men kunskapen är påkallad av och användbar i processer i samhället.

Vi använder oss genomgående av Stokes terminologi i rapporten, och hänvisar till strålskydd som ett strategiskt forskningsområde. När vi använder termen ”grundläggande forskning” är det en hänvisning till SSI:s/SSM:s formuleringar, medan vi reserverar termen ”grundforskning” för Stokes koncept och använder det, och termerna strategisk respektive tillämpad forskning, för att beskriva specifika utvecklingslinjer i forskningsverksamheten.

1.3.2 Modeller för att beskriva utveckling och samhällseffekter av forskning

Strategisk forskning bidrar, trots sin grundläggande natur, med betydande mervärde i samhället genom effekter som behöver spåras i flera steg. Därför har vi vänt oss till vetenskapssociologisk forskning för att hitta inspiration till att operationalisera de övergripande utvärderingsfrågorna i frågeställningar inom ett antal relevanta dimensioner. Vi har främst utgått från två artiklar, en av Cooke¹⁰ och en av Perez Vico¹¹, som presenterar analysmodeller för att undersöka hur forskningsverksamhet och forskningsmiljöer utvecklas över tid och skapar avtryck, inomvetenskapligt och i samhället i stort.

⁹ Efter Stokes (1997). *Pasteur’s Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press.

¹⁰ Cooke, Jo (2005). *A framework to evaluate research capacity building in health care*. BMC Family Practice 6-44

¹¹ Perez Vico (2014). *An in-depth study of direct and indirect impacts from the research of a physics professor*. Science and Public Policy 41:701–719

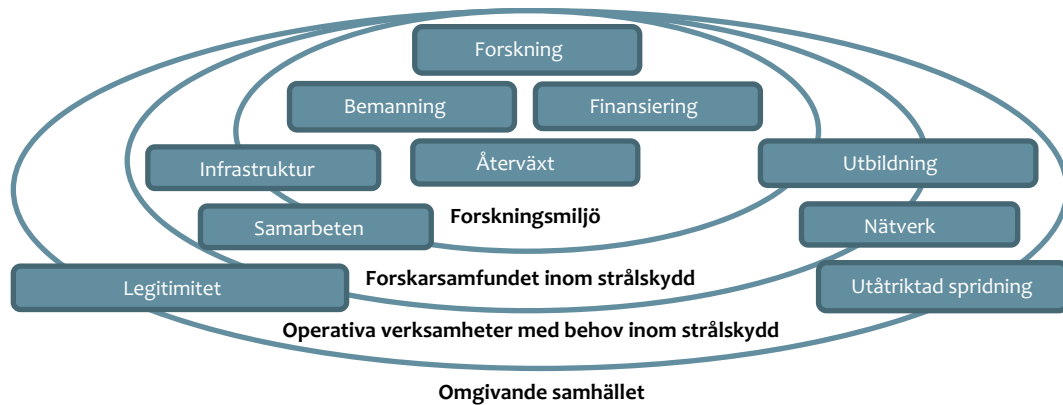
Analysmodellerna i Cooke och Perez Vico överlappar men har olika tyngdpunkter vilka motsvarar de två grundläggande utvärderingsfrågorna. Cooke har byggt en modell för att utvärdera kapacitetsbyggande inom forskningen, medan Perez Vico fokuserar på samhällseffekter av forskningen. Som underlag för utvärderingen kompletterar de därmed varandra.

Cookes modell kommer från vården och handlar om hur forskningskompetens kan byggas upp i en verksamhet som ska arbeta evidensbaserat. Från Cooke hämtar vi en inventering av vilka dimensioner som kan användas för att beskriva en forskningsmiljö, och vilka indikatorer som kan användas för att kvantifiera verksamheten utifrån dessa dimensioner.

Perez Vico har konstruerat en modell som åskådliggör forskningens effekter i flera steg, som ringar på en vattenyta. Målet med utvecklingen av modellen är att fånga forskningens samhällspåverkan på ett bredare och mera nyanserat sätt än de gängse modeller som ensidigt fokuserar på kvantifierbara effekter såsom patent och spin-offs. Med fallstudie-metodologi spårar Perez Vico orsakskedjor där primära effekter leder vidare till sekundära effekter i successivt bredare sfärer i det omgivande samhället. Från Perez Vicos modell lånar vi en förståelse för hur olika aspekter av forskningsverksamheten leder till bredare effekter, samt insikten att effekterna uppstår i successivt bredare inflytandesfärer. Vi lämnar däremot modelleringen av orsakskedjor från forskningsresultat till produktutveckling och marknadsintroduktion därhän. Strålskyddsforskningens främsta rättfärdigande ur ett samhällsperspektiv är att säkra högsta möjliga nivå av kunskap inom ett område med mycket starka samhällsintressen, som energiförsörjning och hälsorisker. I de resonemang som vi har tagit del av i intervjuer och strategier dominerar detta syfte över förväntningar på att producera rön som leder till värdeskapande genom kommersialisering eller andra former av praktisk implementering.

I studien fokuserar vi på de samhällseffekter som sker genom kunskapsbidrag till verksamhetsområden med anknytning till strålskydd. Kunskapsspridningens relation till den forskning som pågår inom fältet är mer komplex än en enkel modell för strategisk forskning; att ny kunskap finner användning genom tillämpning i nya lösningar. Det är en viktig dimension, men samtidigt är det inte nödvändigtvis de nyaste kunskaperna som behöver spridas till allmänhet och beslutsfattare. Ur det perspektivet är forskningens resultat instrumentella, det vill säga de tjänar ett annat syfte än deras direkta användning. Forskningsresultat är viktiga för forskningens erkännande, vilket innebär en kvalitetssäkring av kunskaperna, vilket i sin tur bidrar till deras legitimitet. Det är legitimiteten som är avgörande för att forskningen ska förmå att fylla funktionen att upprätthålla den generella kunskapen och kompetensen i samhället.

Både Cooke och Perez Vico betonar också den växelverkan som finns mellan framsteg och erkännande inom forskningen, legitimitet i det omgivande samhällets ögon och åtföljande resurser och prioriteringar, inte minst finansiering. Detta har vi tagit fasta på genom att inleda med att karaktärisera den enskilda forskaren och forskargruppen för att etablera en bild av forskarmiljöns bärkraft (utvärderingsfråga 1, kapitel 3-5). Ur forskargruppernas verksamhet spårar vi kunskapsspridning från grupperna, och skiftar perspektiv till att betrakta forskningsområdet ur ett samhällsperspektiv (utvärderingsfråga 2, kapitel 3-6). Avslutningsvis, i analysen, skapar vi en syntes genom att diskutera forskargruppernas verksamhet i ljuset av hur de betraktas i omgivande samhälle (utvärderingsfråga 3, kapitel 7). I analysen tar vi genomgående hjälp av en jämförande analys av de tre olika fallstudierna. Analysmodellen illustreras i figuren nedan.



1.4 Metod och material

Utvärderingen bygger på en kombination av olika metoder för att undersöka de olika dimensionerna av forskningsverksamheten och särskilja mellan olika inflytandesfärer.

1.4.1 Dokumentstudier

Utvärderingen har inte någon baslinjemätning från innan satsningen att utgå från. För att ändå uttala oss om satsningens effekt har vi sammanställt tillgänglig information om situationen innan de tre tjänsterna tillsattes, för att i möjligaste mån rekonstruera ett utgångsläge för satsningen. I utvärderingens första steg har underlaget för satsningen studerats. Ytterligare skrivet material har använts för att spåra forskargruppernas utveckling och resultaten av forskning, rekrytering, utbildning och forskningskommunikation.

Följande material ingår i underlaget, se referenslistan för en fullständig förteckning:

- Nationella strategier
- Nationella kompetenskartläggningar och utredningar
- Dokumentation från satsningen
 - Utlysning, ansökningar, bedömningar, beslut och avtal
 - Rapportering till SSM

1.4.2 Platsbesök

Forskningsmiljöerna har studerats genom platsbesök på institutionerna som är värdar för forskargrupperna. Under platsbesöken har vi genomfört intervjuer med den finansierade forskaren, en medlem i forskargruppen samt med en representant från institutionen. Vi har också sett på lokaler och viss infrastruktur. Vid besöket på KI genomfördes endast en intervju. Kompletterande intervjuer genomfördes över telefon. Sammanlagt har nio personer med anknytning till forskargrupperna intervjuats.

1.4.3 Intervjustudie

Utöver intervjuerna inom ramen för platsbesöken har vi genomfört en intervjustudie. Respondenterna har dels bestått av personer med insyn i satsningen och forskning inom området, dels sådana som har insyn i kunskaps- och kompetensbehov inom strålskyddsområdet. Sammanlagt 21 intervjuer har genomförts inom ramen för intervjustudien, med följande respondentgrupper:

- Ansvariga tjänstemän
- Avtalsskrivande prefekter¹²
- Representanter för svenska forskarnätverk
- Ansvariga för utbildningar med strålningsinnehåll
- Yrkesverksamma

Intervjuerna har genomförts som semi-strukturerade intervjuer med utgångspunkt i operationaliseringen av frågeställningarna i olika dimensioner och inflytandesfärer.

1.4.4 Sammanställning av grundläggande data

Vissa grundläggande data har sammanställts utifrån forskarnas rapportering, värdinstitutionernas ekonomiska redovisning och bibliometriska databaser. Den data som sammanställts är personal som deltagit i forskargruppverksamhet, den sammanlagda finansieringen till verksamheterna samt publikationer och citeringar i Web of Science och i Scopus.

1.4.5 Sakkunnigbedömning

En separat sakkunnigbedömning har genomförts av internationella experter inom de respektive forskningsfälten, en så kallad peer review. Två bedömare var har valts ut utifrån tre förslag från vardera av de granskade forskarna. Ett kriterium för urval av bedömare var att de inte har varit kolleger, eller haft en lärar-/studentrelation med någon av de granskade, vid någon tidpunkt. Då forskningsfältet har begränsad storlek även internationellt var det omöjligt att helt undvika att bedömarna haft professionella kopplingar till forskarna, men då dessa kopplingar inskränker sig till enstaka sampubliceringar ansågs de trots allt vara godtagbara. Två av bedömarna ingick i de paneler som bedömde ansökningarna till tjänsterna. En bedömare var inte ett av den granskade forskarens förslag utan valdes ut som kompletterande granskare då en av forskarna på förslag hastigt gick bort.

De sakkunniga försågs med följande material som grund för bedömningarna:

- CV med fullständig publikationslista sammanställt av den granskade forskaren
- h-index från Web of Science och Scopus för perioden 2008-, beräknat utifrån publikationslistan i CV
- Forskningsprogrammet i ansökningshandlingarna
- Slutrapporten till SSM
- Fem nyckelpublikationer utvalda av den granskade forskaren

De sakkunniga fick i uppdrag att bedöma forskarnas prestationer utifrån följande kriterier.

1. Forskningens kvantitet och kvalitet
2. Bidraget till forskningsfältet, ur ett nationellt och ett internationellt perspektiv
3. Potentialen för fortsatt utveckling och förnyelse

Varje sakkunnigbedömning dokumenterades i en rapport, med motiveringar och jämförelser med relevanta riktvärden och utvecklingen inom fältet.

¹² Prefekterna för de institutioner som anställde forskarna var ansvariga för att underteckna avtalen med SSM å värdinstitutionernas vägnar.

2. Bakgrund och kontext

Detta kapitel redovisar tillgängligt material kring satsningens bakgrund och inriktning, strålskyddsforskningens förutsättningar och dess utveckling, från tiden innan satsningen sjösattes och under tiden som den har pågått. Inledningsvis ger vi också en kort introduktion till strålskydd som forskningsområde, för läsare som saknar bakgrund inom området.

2.1 Vad är strålskyddsforskning?

Strålskyddsforskning inbegriper den forskning som är av betydelse för skydd av människor och miljö mot olika typer av strålning.¹³ Strålskyddsforskning är ett smalt och tvärvetenskapligt ämne som fokuserar på kunskap om fysikaliska och biologiska samband med anknytning till strålning. Forskningen bedrivs inom eller mellan discipliner som radiofysik/strålningsfysik, radiobiologi, radioekologi, kärnkemi, nukleärmedicin, med mera, vilket gör det svårt att exakt avgränsa forskningsområdet.¹⁴ Däremot är radiobiologi, radioekologi och dosimetri, bland annat enligt SSM:s kartläggning¹⁵ från 2015, att betrakta som centrala forskningsfält inom strålskyddsområdet.

Indelningen i ämnen motsvarar även utformningen av det gemensamma europeiska programmet för strålskyddsforskning, CONCERT. Utöver nationella programägare och programförvaltare inom strålskyddsforskning består CONCERT av plattformarna MELODI (plattformen för forskning om biologisk risk utifrån exponering för låga doser av strålning), ALLIANCE (den europeiska alliansen för radioekologisk forskning), EURADOS (den europeiska gruppen för forskning och utveckling inom dosimetri) samt NERIS (europeiska plattformen för dialog och metodutveckling inom krisberedskap). Beredskapsfältet ingår dock inte inom ramen för SSM:s klassificering. Inom ramen för CONCERT betraktas också medicinskt strålskydd som en egen disciplin.¹⁶

Som mål har strålskyddet att förhindra både akuta (genom fastställande av dos eller exponeringsgränser) och sena (främst cancer) skador till en nivå som klassas som acceptabel.¹⁷ Tillämpningsområden för forskning om den joniserande strålningen är främst naturlig strålning (som effekten radon i bostäder), strålskydd inom vården, kärnkraft (inklusive slutförvar), strålskyddsberedskap och skydd av miljön.

2.1.1 Radiobiologi

Inom radiobiologi studeras den joniserande och den icke-joniserande strålningens biologiska effekter. Fältet, som främst fokuserar på mikroorganismnivå, lyftes tidigt fram som ett viktigt fält inom området. Inom fältet undersöks relationen mellan strålningsdos och biologiska effekter. Tillämpningsområden är främst inom vården och till viss del kärnkraften, samt effekter av den naturliga bakgrundsstrålningen. Avgränsningen av radiobiologin som forskningsfält är inte entydig. I denna övergripande beskrivning passar forskning som avser höga stråldoser med tillämpningar inom medicinen. Inom

¹³ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.3. Strålning omfattar joniserande och icke-joniserande strålning.

¹⁴ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 15

¹⁵ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 48

¹⁶ Se Concert (2015). *Concert*. Tillgänglig på <http://www.concert-h2020.eu/>. Hämtad 2015-12-15.

¹⁷ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 6

den aktuella satsningens har man fokuserat på den del av fältet som avser låga stråldoser, och radiobiologi med tillämpningar i vården kan betraktas som medicinskt strålskydd, i linje med områdets organisering på EU-nivå.

2.1.2 Radioekologi

Radioekologi omfattar de radioaktiva ämnens spridning och omfördelning i miljön samt upptag och omsättning i växter och djur. Radioekologin som forskningsfält berör spridning av radioaktiva ämnen i små och stora doser och dess påverkan på naturen. Tillämpningsområden berör allt från effekter av små strålningsdoser till effekterna av en kärnkraftsolycka. Slutförvaret för utbränt kärnbränsle är också ett relevant tillämpningsområde för forskningen.

2.1.3 Dosimetri

Dosimetri omfattar teorin bakom storheten absorberad dos samt mätningar och beräkningar av denna storhet vid bestrålning av olika material och vävnader. För icke-joniserade strålning är fältet knuten till andra storheter.¹⁸ Tillämpningar inom strålskydd omfattar medicinska och industriella sektorer samt strålning i miljön inklusive bakgrundsstrålning. Den nära anknytningen till sjukvård och medicinsk strålningsfysik innebär att fältet inte har haft lika svag ställning som radiobiologi och radioekologi.

2.2 Satsningens utgångspunkter, inriktning och målsättningar

I en artikel i Dagens Nyheter från 2005 slog tolv ledande forskare och yrkesverksamma inom strålskydd larm och menade att svensk strålskyddsforskning befann sig i kris.¹⁹ Forskningskompetensen på området tynade bort och området var i akut behov av forskningsanslag, skrev författarna. Vid det tillfället hade forskningsbehovet på strålskyddsområdet redan utretts och påpekats vid ett flertal tillfällen²⁰ och SSM:s föregångare Statens Strålskyddsinstitut (SSI) var i färd med att genomföra en ny kartläggning över det strategiska kompetensbehovet på området.²¹

Mot denna bakgrund föreslog regeringen i budgetpropositionen för 2006 (Prop. 2005/06:1) att SSI:s budget skulle förstärkas.²² SSI:s anslag ökades med 10 miljoner årligen från 2007, med anvisningen att medlen skulle användas främst till att inrätta tre högre forskartjänster vid svenska universitet inom fälten radiobiologi, radioekologi och dosimetri (ca 6 miljoner årligen) samt till forskningsanslag med inriktning på mer grundläggande frågeställningar och kompetensbervarande (ca 4 miljoner årligen).

Medlen för forskartjänsterna inom respektive fält skulle, från 2008, täcka kostnader för en forskare, en postdokortjänst eller doktorand samt vissa drift- och overheadkostnader i en period på tre år, med möjlig förlängning i ytterligare tre år.²³ Två miljoner avsattes årligen till respektive forskningsfält (radiobiologi, radioekologi och dosimetri), medan projektmedel kunde sökas inom hela strålskyddsområdet.²⁴ Vidare erbjöd värdinstitutionen för radiobiologi (GMT vid SU) skriftligen att fortsätta finansiera den högre forskartjänsten

¹⁸ SSI (u.å.) *Utlysning av forskartjänster inom strålningsbiologi, radioekologi och strålningsdosimetri*

¹⁹ Holm m.fl. (2005). *Svenskt strålskydd i kris samtidigt som riskerna ökar*, <http://www.dn.se/debatt/svenskt-stralskydd-i-kris-samtidigt-som-riskerna-okar/>

²⁰ Se, till exempel, *Långsiktig strålskyddsforskning: Betänkande av utredningen om strålskyddsforskning* (SOU 1994:40) och *Nationell strategi för finansiering av strålskyddsforskning* (SSI2002)

²¹ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*

²² Finanseringen bekräftades i budgetproposition 2006/07:1.

²³ Till det tillkom ett startkapital på 500 000 kr

²⁴ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.6

efter sex år när SSI:s finansiering var slut. Den naturvetenskapliga fakulteten vid SU uttryckte också i en avsiktsförklaring sitt stöd för ett långsiktigt engagemang för tjänsterna inom radiobiologi och radioekologi. Motsvarande åtaganden från värdinstitutionen för tjänsten inom dosimetri gjordes inte skriftligen.

Satsningen utgjorde del i en strategi för att stärka den vetenskapliga kompetensen inom de tre aktuella forskningsämnena.²⁵ Särskilt skulle ”grundläggande forskning”, som bedömdes vara i extra stort behov av finansiering, stöttas genom satsningen.²⁶ Satsningen skedde i samband med att SSI:s finansieringsuppdrag utvidgades från tillämpad till både grundläggande och tillämpad forskning. Detta i enlighet med SSI:s regleringsbrev för budgetåret 2007, där det för första gången framgår avseende forskningsfinansiering att delar av anslaget kan användas till grundläggande forskning: ”Från anslagsposten skall högst 10 000 000 kronor användas till grundläggande strålskyddsforskning i enlighet med SSI:s nationella forskningsstrategi.”

En plan för satsningen beskrivs i SSI:s nationella forskningsstrategi från 2006. Syftet med satsningen var ”att stärka den nationella kompetensen inom den grundläggande strålskyddsforskningen och skapa en plattform för starka forskningsmiljöer.”²⁷ Varje forskartjänst hade fyra uppgifter, enligt de avtal som inrättades mellan SSI och respektive institutionen. Uppgifterna grundade sig både i att forska och skapa nätverk samt att undervisa och handleda. Specifik hade vare finansierad tjänst till uppgift att,

1. Bedriva forskning inom radiobiologi/radioekologi/dosimetri i enlighet med forskningsplan.
2. Handleda forskarstuderande i radiobiologi/radioekologi/dosimetri.
3. Bedriva undervisning inom radiobiologi/radioekologi/dosimetri, och
4. Samarbeta med annan relevant strålskyddsforskning.

Vidare fanns det enligt samma avtal specifika uppgifter kopplade till varje forskartjänst. Dessa beskrivs i tabellen nedan.

Tabell 1. Specifika uppgifter kopplade till forskartjänsterna.

Fält	Uppgift
Radiobiologi	Forskningen skall ha till syfte att skapa och förmedla kunskap om hur celler och organismer reagerar på den exponering av joniserande och icke-joniserande strålning som normalt förekommer i vår miljö. Det framgår också av avtalet att: Radiobiologi omfattar studier av den joniserande och den icke-joniserande strålningens biologiska effekter. Den långsiktiga kompetensuppbyggnaden skall ha som mål att belysa verkan av låga doser och dosrater på celler och de risker som uppkommer i form av cancer och andra effekter.
Radioekologi	Forskningen skall ha till syfte att skapa kunskap som kan utgöra underlag för beräkning av stråldoser och strålningseffekter på människa, djur och växter orsakade av antropogena eller naturliga radioaktiva ämnen i miljön. Sådan kunskap utgör också en grund för miljöövervakning inom strålskyddsområdet samt för bedömning av risker vid nyetablering av verksamhet som kan leda till förhöjda strålningsnivåer i miljön. Forskningen skall även förmedla kunskap som är till gagn för den nationella strålskyddsberedskapen i form av tillförlitliga modeller och strategier för datainsamling, tolkning av data, prognostisering och förslag till åtgärder vid inträffad händelse.
Dosimetri	Den långsiktiga kompetensuppbyggnaden/forskningen skall ha som mål att utveckla och förbättra metoder för bestämning av absorberad dos eller andra parametrar som relaterar till de biologiska effekterna av strålningen. I fältet ingår såväl experimentell verksamhet som teoretiska och beräkningsmässiga studier för att åstadkomma förbättrad dosimetri.

²⁵ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*.

²⁶ SSI har sedan 1977 finansierat tillämpad strålskyddsforskning. Mer grundläggande forskning har finansierats från 2007. (Se SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 48)

²⁷ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.5

I tabellen ovan anges tydliga tillämpningsområden för forskningen. För radiobiologin och radioekologin gäller det exempelvis riskbedömningar och för dosimetriforskningen finns en uttrycklig förväntning på förbättrade metoder och förbättrad dosimetri. Med Stokes terminologi beskriver vi därmed bäst forskningsinriktningen som strategisk forskning, snarare än grundforskning.

2.3 Forskning och utbildning när satsningen initierades

När satsningen sjösattes år 2008 var, som diskuterats ovan, kompetensläget inom strålskyddsområdet av ledande bedömare betraktat som fragilt. Flera svenska strålskyddsforskare var på väg att gå i pension utan att ett adekvat generationsskifte var säkrat.²⁸ Forskare upplevde att det var svårt att få finansiering för strålskyddsforskning, till stor del för att området är tvärvetenskapligt. SSI beskrev strålskyddsområdet som litet, vilket gör det extra utsatt för ”*generationsväxlingar, förändringar på arbetsmarknaden, ändringar i omvärldsbehov och ändrade betingelser för forskning och utbildning.*”²⁹ Speciellt radiobiologi och radioekologi lyftes fram som hotade ämnen där det fanns risk att forskning och utbildning skulle upphöra helt.

2.3.1 Forskning och nätverk

När satsningen sjösattes var forskning på strålskyddsområdet spridd vid flera universitet. Forskning med koppling till strålskydd bedrevs framförallt i Göteborg, Lund/Malmö, Umeå, Stockholm och även i Uppsala/SLU, på Karolinska institutet och i Linköping, främst på institutioner för medicinsk strålningsfysik/radiofysik. Forskningen utfördes i relativt små och brett inriktade grupper, som enligt SSI skulle gynnas av ett mer utvecklat samarbetet. Vidare var kompetensen till stor del personbunden, och ålderskurvan på forskare steg. Enligt intervjuerna som genomförts motsvarar uppställningen i Tabell 2 i avsnittet nedan väl hur fördelningen av aktiva institutioner såg ut även för tio år sedan, med skillnaden att antalet aktiva forskare antas ha varit högre.

Strålskyddsforskning hade successivt minskat under tjugo till tjugofem år, med undantag för en viss ökning i samband med Tjernobylyolyckan. Situationen för den strategiska strålskyddsforskningen har beskrivits närmare bland annat i Utredningen om strålskyddsforskning (SOU 1994:40), då i termer av grundläggande forskning. I de intervjuer vi genomfört har man beskrivit att universiteten inte såg strålskyddsforskning som sin basverksamhet och att professurer avvecklades när professorer gick i pension. Vidare var det svårt att få medel för att bedriva forskning på området. Forskningsområdet är tvärvetenskapligt och de enda riktade medlen i Sverige kom från SSI.

2.3.1.1 Radiobiologi

När det gäller radiobiologi bedrevs forskning främst vid Stockholms universitet, när låga stråldoser avses. Stockholms universitet har historiskt varit framstående på området och hade tidigare en institution för radiobiologi.³⁰ Institutionen upphörde under 1990-talet och blev istället del av institutionen för Genetik, Mikrobiologi och Toxikologi (GMT). Vidare var den professor som ledde den radiobiologiska forskningsgruppen vid GMT, Mats Harms-Ringdahl, på väg att gå i pension. Höga stråldoser uppnås inom vården och området betecknas ibland som medicinsk strålskyddsforskning, snarare än radiobiologi. Forskning inom radiobiologi vid institutioner med inriktning mot medicinska områ-

²⁸ Holm m.fl. (2005) *Svenskt strålskydd i kris samtidigt som riskerna ökar*, <http://www.dn.se/debatt/svenskt-stralskydd-i-kris-samtidigt-som-riskerna-okar/>

²⁹ SSI (2005) *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 4

³⁰ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 68

den eller strålningsfysik fanns i Uppsala och även vid Göteborg och KI. Den genomfördes främst vid institutionerna för medicinsk strålningsfysik/radiophysik vid KI respektive Göteborg, samt i Uppsala (medicinsk strålvetenskap).³¹

2.3.1.2 Radioekologi

Forskning inom radioekologi i Sverige minskade i takt med att forskningsmedel försvann. Tjernobylyolyckan innebar att ökade medel tilldelades fältet, men uppsvinget var relativt kortvarigt och forskning på fältet har succesivt minskat under 1990- och 2000-talet. Landets enda institution för radioekologi, lokaliserad vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), lades ner 1997.³² I samma veva lades också flera kurser inom radioekologi ner. Det var små forskningsgrupper främst vid Malmö/Lund, Göteborg, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) i Umeå och även vid SLU som höll området vid liv när SSM:s satsning drog igång. Radioekologisk forskning bedrivs också av SKB.

2.3.1.3 Dosimetri

Dosimetri som forskningsfält hade en starkare ställning än radioekologi eller radiobiologi när satsningen initierades. Dosimetri har en tydlig koppling till den kvalificerade utbildningen sjukhusfysiker. Forskning inom dosimetri bedrevs främst vid de universitet som hade en utbildning inom medicinsk strålningsfysik/radiophysik. Strålningsfysik/radiophysik var ett eget ämne vid Umeå, Stockholm, Linköping, Göteborg och Lund (Malmö).³³

2.3.1.4 Nätverk

Det fanns ett antal nationella nätverk på strålskyddsområdet, däremot var nätverken individbaserade och verkade för informationsutbyte snarare än forskningssamarbeten. SSI beskrev att det behövdes mer samarbete inom strålskyddsforskning. Nätverken inkluderade Vetenskapsakademins Nationalkommitté för strålskyddsforskning; Vetenskapsakademins Nationalkommitté för radiovetenskap sektion Elektromagnetiska fält inom biologi och medicin; Nordiska sällskapet för strålskydd; Svensk förening för radiophysik; Svensk förening för radiobiologi och Svensk förening för radioekologi.³⁴

2.3.2 Universitets- och högskoleutbildning

Strålskydd är ett tvärvetenskapligt ämne som inte förekommer som eget ämne vid universitet eller tekniska högskolor. Det finns inga längre utbildningar som specifikt är inriktade på strålskydd, och de flesta utbildningarna som förekommer på strålskyddsområdet är riktade mot vården. SSI:s utredning från 2005 om det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet drar slutsatsen att det fanns ett behov av utökad universitets- och högskoleutbildning på området när satsningen drog igång. Behovet var extra stort utanför kärnkraften och vården, för industriella tillämpningar utanför kärnkraften och gällande bakgrundsstrålning.³⁵

³¹ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 13

³² SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 49

³³ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 8

³⁴ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.6-7

³⁵ I SSM:s kartläggning från 2011 (*Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*) framkommer det att ett flertal utbildningar på kärnkraftsområdet startade ungefär samtidigt som denna satsning initierades, och att behovet av kärnkraftstekniker (i alla fall anno 2011) i stort sett täcks av den högre utbildning som finns. Kärnkraftens och vårdens behov av strålskyddsutbildning tillgodoses i huvudsak, konstaterar SSM.

Den mest omfattande utbildningen med koppling till strålskydd (främst dosimetri) är medicinsk strålningsfysik/radiofysik. Fem universitetsinstitutioner - Umeå, Stockholm, Linköping, Göteborg och Lund/Malmö - erbjöd utbildningen.³⁶ Inom utbildningen, som främst är en kvalificerad yrkesutbildning som är till för att utbilda sjukhusfysiker, ingår kurser inom dosimetri som ett av kärnämnen. Även vissa kortare kurser inom radiobiologi ingår.³⁷

I SSI:s rapport från 2005 om det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige beskrivs radiobiologi och radioekologi i termer av ”hotade ämnen”, med ”tynande tillvaro i landet”, en ”oviss framtid” och att ”forskning och undervisning har successivt minskat i omfattning.”³⁸ Stockholms Universitet hade, och har fortfarande, en av regeringen utpekad roll som ansvarig för utbildning i radiobiologi. Däremot menade SSI att den akademiska utbildningen på området var svag och att SU inte haft tillräckliga resurser att uppfylla sin roll.³⁹

I radiobiologi och radioekologi gavs enstaka kurser när satsningen drog igång. Vid Stockholms universitet fanns också ett mastersprogram i radiobiologi och toxikologi. Grundkurser i radioekologi gavs vid flera institutioner.⁴⁰

2.3.3 Finansiering

Finansiering för strålskyddsforskning kunde sökas från i princip alla forskningsråd samt andra relevanta forskningsfinansiärer som Cancerfonden. Vissa medel för forskning inom radioekologi kan också sökas från SKB. Inom EU ingick strålskyddsforskning (joniserande strålning) inom Euratom-programmet för forskning (*Nuclear fission – radiation protection*).⁴¹ Däremot beskrivs det som väldigt svårt att få finansiering för renodlade strålskyddsprojekt, inte minst för att strålskydd är ett tvärvetenskapligt område. I en utredning från SSM från 2011 står det att ”det har under en längre tid varit i stort sett omöjligt att erhålla forskningsmedel från forskningsråden för att finansiera grundforskning inom området.”⁴² Den finansiering som fanns beskrevs i regel som kortsiktig och avsåg vanligtvis inte renodlad strålskyddsforskning.

SSI var den enda finansiären med ett utpekad ansvar för strålskyddsforskning. Sedan 1977 har SSI gett medel för tillämpad forskning. Från 2007 utvidgades SSI:s ansvar till att även inkludera ”grundläggande forskning” och finansieringen utökades med 10 miljoner kronor årligen. Huvuddelen av dessa medel användes för att finansiera den aktuella satsningen. Övriga medel utlystes som projektbidrag. Utlysningar med inriktning mot tillämpad forskning har haft ungefär motsvarande omfattning som posten för ”grundläggande forskning”. Projektbidragen har begränsats till SEK 500 000 per år och anslag.⁴³

³⁶ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 12

³⁷ Andra utbildningar med visst strålskyddsinslag som leder fram till yrkesexamen är röntgensjuksköterskeprogrammet och biomedicinska analytikerprogrammet, se SSM, 2011, *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*, s. 26

³⁸ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 3

³⁹ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.8

⁴⁰ SSI (2005). *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*, s. 13

⁴¹ SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*, s.4

⁴² SSM (2011). *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*, s. 32

⁴³ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 48

2.4 Strålskyddsområdets utveckling

Om man ser till utvecklingen på strålskyddsområdet som helhet från 2008 till idag vittnar det inte om några avsevärda förbättringar. SSM konstaterar i sin utredning *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle* från 2011 att när det gäller kompetensläget på strålskyddsområdet ”finns det brister vad gäller [såväl] utbildningen som forskningen.”⁴⁴ SSM framför att det saknas strålskyddsutbildningar som tillgodoser utbildningsbehov utanför vården och kärnkraften och att det är önskvärt att utöka forskningen, samtidigt som situationen har förbättrats bland annat tack vare regeringens stöd till forskning inom strålskydd.⁴⁵

Av SSM:s kartläggning från 2015 om nationell kompetens inom strålskyddsområdet framgår att forskning och undervisning inom radiobiologi och radioekologi är på en kritiskt låg nivå medan dosimetrin klarar sig något bättre. Överlag har ”stödet till strålskyddsforskningen ... legat på samma nivå eller minskat och ... särskilt utsatta ämnen är radioekologi och strålningsbiologi för vilka utbildningsmöjligheterna har minskat och nu bedöms vara underkritiska.”⁴⁶ Vidare beskrivs forskningen på området fortfarande som splittrad och vanligtvis utförd antingen av små grupper eller individer med begränsad finansiering. Behovet av att skapa starkare forskargrupper kvarstår. SSM framför återigen förslaget att finansiera tre lektorstjänster och fem doktorand- och forskarasistenter, som först framfördes år 2005, för att säkra kompetensen inom radiobiologin och radioekologin.⁴⁷

Forskning på områdena bedrivs till stor del vid samma universitet som när satsningen initierades. Stockholm, Uppsala, Göteborg och Karolinska institutet är de universitet som i huvudsak bedriver radiobiologisk forskning, de tre sistnämnda med inriktning mot medicinska tillämpningsområden.⁴⁸ Institutionen för Genetik, Mikrobiologi och Toxikologi (GMT) vid Stockholms universitet upphörde 2013 och blev istället del av Institutionen för molekylär biovetenskap, Wenner-Grens institut (MBW).⁴⁹ Radioekologisk forskning bedrivs främst i Stockholm, Malmö och Göteborg, och till viss del också i Linköping. Stockholm har fokus på akvatiskt radioekologi medan övriga universitet har fokus på beredskapsfrågor. Viss radioekologisk forskning som berör jordbruk bedrivs också fortfarande vid SLU.⁵⁰ Som tidigare bedrivs dosimetrisk forskning vid institutioner för strålningsfysik/radiofysik.

Tabellen nedan visar antal disputerade forskare för fyra forskningsområden (radiobiologi, radioekologi, dosimetri, och annan strålskyddsforskning⁵¹). För att ta hänsyn till att forskare i regel inte lägger all sin tid på ett visst område är antal disputerade forskare också omräknade till antal heltidsforskare. Tabellen är tagen från SSM:s kartläggning om nationell kompetens från 2015. Den bygger på en enkät som skickades till 11 institutioner och FOI. Datan bör behandlas med viss försiktighet men ger en god överblick över antal disputerade forskare och doktorander på området.

⁴⁴ SSM (2011). *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*, s. 32

⁴⁵ SSM (2011). *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*, s. 29-30

⁴⁶ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 8

⁴⁷ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 60

⁴⁸ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 49

⁴⁹ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 68

⁵⁰ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 49

⁵¹ Vad som ingår i ”annan strålskyddsforskning” har inte specificerats närmre.

Sammantaget visar tabellen på att forskning på strålskyddsområdet är utspridd och bedrivs generellt i små grupper. Den tyder också på att radiobiologi och radioekologi fortfarande har en forskningsmässigt svagare ställning än dosimetri. Enligt undersökningen sker forskning motsvarande 29 heltider inom något av de fyra strålskyddsområdena medan 45 personer doktorerar.

Tabell 2. Antal disputerade forskare inom fyra forskningsfält inom strålskyddsområdet.

Institution	Radiobiologi		Radioekologi		Dosimetri		Annans strålskyddsforskning		
	Antal disp.	Andel forsk.	Antal disp.	Andel forsk.	Antal disp.	Andel forsk.	Antal disp.	Andel forsk.	Antal doktorander
GU/Radiofysik	1	0,2	2	0,3	8	1,8	6	0,6	11
KI/KS/Onkologi och Patologi	3	1,1					1	0,3	2
LiU/Radiofysik	2	0,6	1	0,3	5	1,5	7	2,1	7
LU/med.stråln.fysik			3	1,8	5	1,8	4	1,7	9
SLU/mark och miljö	1	0,2	3	1,2					1
SU/CRPR-MBW	4	3,2							4
SU/med.stråln.fysik							4	0,8	
SU/ekologi			3	2,2					
Umeå/FOI			1	0,3	5	2,3	8	2	4
UmU/stråln.vet			1	0,1	2	0,1	2	0,5	2
UU/ROS	1	0,1			3	0,8			4
UU/miljötox							2	0,4	1
SUMMA	12	5,4	14	6,2	28	8,3	34	8,4	45

Källa: SSM, 2015, Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet.

När det gäller utbildning har kursutbudet i radioekologi och radiobiologi minskat de senaste åren.⁵² Mastersprogrammet i radiobiologi och toxikologi vid Stockholms universitet lades ner i samband med att GMT ombildades till MBW, däremot kvarstår kursen inom radiobiologi (15 hp).⁵³ Enligt SSM ”sker [i princip] ingen utbildning av vare sig radioekologer eller strålningsbiologer idag.”⁵⁴ En ny masterutbildning inom medicinsk strålningsvetenskap med inriktning mot strålskydd tillkom 2012. Utbildningen, som till stor del fokuserar på beredskap och katastrofstrålskydd, planerades gemensamt av Göteborgs och Lunds universitet och finansierades av SSM.⁵⁵

Avseende finansiering kvarstår samma problematik som beskrivs för utgångsläget. SSM beskriver i 2011 att ”strålskyddsforskningen har relativt begränsad omfattning och har ofta svårt att få finansiering för renodlade strålskyddsprojekt.” och att flera uttrycker att området är underfinansierat.⁵⁶ Vidare har ändringar av finansiering till högskolor och universitet generellt inneburit att extern finansiering blir allt viktigare för att bedriva forskning. När det gäller EU-finansiering har omorganiseringar inneburit att finansierade program ska ha nationella medfinansierare. På strålskyddsområdet i Sverige blir medfinansieraren troligtvis SSM.⁵⁷

⁵² SSM (2015). Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet, s. 60

⁵³ SSM (2015). Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet, s. 68

⁵⁴ SSM (2013). Strålsäkerhetsmyndighetens omvärldsanalys med fokus på forskning 2013, s. 8

⁵⁵ <http://radfys.gu.se/utbildning/ny-stralskyddsutbildning>

⁵⁶ SSM (2011). Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle, s. 32

⁵⁷ SSM (2015). Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet, s. 60

SSM förblir den enda nationella finansiären med ett utpekat ansvar att finansiera forskning på strålskyddsområdet, och SSM:s finansiering till detta ändamål är omkring 20 till 25 miljoner årligen, uppdelat i ungefär lika delar för tillämpad respektive ”grundläggande forskning”. Detta innebär en reell minskning i SSM:s finansiering över tid.⁵⁸ Forskningsanslagen är enligt SSM i regel också små och utan långsiktighet.⁵⁹ SSM har fortsatt att använda anslagen för ”grundläggande forskning” till att finansiera forskartjänster. År 2014 utlyste SSM medel till fyra yngre forskare; två inom radiobiologi och två radioekologi. Forskarna erhåller SEK 2,5 miljoner var (1,5 miljoner första året och 1 miljon andra året) med möjlig förlängning i två år.⁶⁰ Medlen används till lön, drift och projektbidrag. Syftet med satsningen är att unga forskare ska ges möjlighet att bygga upp och utveckla en forskningsverksamhet inom respektive område.

⁵⁸ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 48

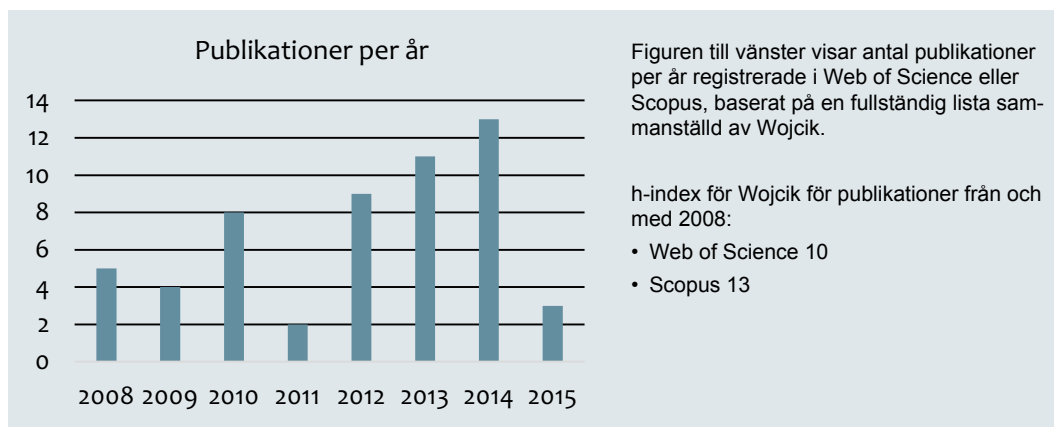
⁵⁹ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 57

⁶⁰ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*, s. 49

3. Radiobiologi

SSM:s finansiering inom radiobiologi tilldelades Professor Andrzej Wojcik. Wojcik har en bakgrund inom radiobiologi och strålskydd, speciellt inom strålningscytogenetik. Han kom närmast från en tjänst som professor och prefekt för Department of Radiobiology and Immunology vid Jan Kochanowski University i Kielce, Polen, samt chef över Laboratory of Biological Dosimetry vid the Institute of Nuclear Chemistry and Technology i Warszawa, Polen. När Wojcik sökte den SSI-finansierade tjänsten i radiobiologi arbetade han tillfälligt vid Europeiska Kommissionens Insitute for Energys High Flux Reactor i Petten, Nederländerna. Han blev professor vid Jan Kochanowski University i januari 2007 och disputerade år 1990. Han hade vid ansökningstillfället publicerat 47 fackgranskade artiklar.

Wojciks föreslagna forskningsprojekt titulerades *Studier på kromosomal och molekylärbiologisk nivå av olika strålkvaliteter på in vivo och in vitro modellsystem* och fokuserade på cytogenetiska och molekylära effekter av joniserande strålning med fokus på varierande dosrat och blandade fält. Wojcik hade som mål att bygga ett nytt laboratorium för klassisk och molekylär cytogenetik. I sin ansökan poängterade han också sin syn att bra forskning enbart kan utföras i kombination med undervisning, och att samarbeten (nationella och internationella) är oundgängliga för strålskyddsforskning, inte minst för att området är tvärvetenskapligt. Wojcik är idag (december 2015) kvar vid SU som ledare för forskningsgruppen.



3.1 Beslut och etablering vid Stockholms universitet

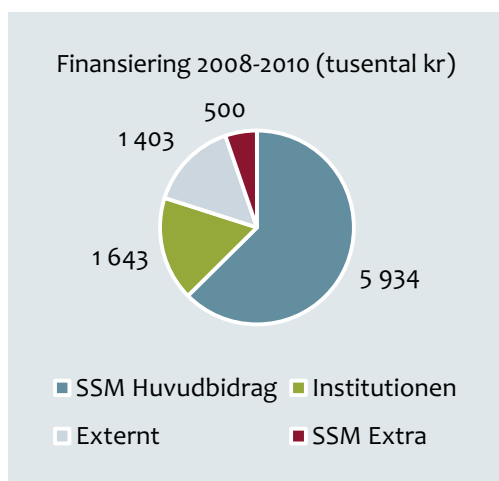
Totalt lämnade nio personer in kompletta ansökningar om tjänsten och SSI valde, på grundval av en expertutvärdering där två av tre sakkunniga angav Wojcik som förstahandsval, att tilldela tjänsten till honom. Tjänsten i radiobiologi etablerades vid Stockholm universitets (SU) institution för Genetik, Mikrobiologi och Toxikologi (GMT). SU hade, och har fortfarande, ett regeringsuppdrag att vidmakthålla utbildning inom radiobiologi. Mats Harms-Ringdahl, dåvarande professor (idag emeritus) vid GMT och gruppleadare för GMTs radiobiologigrupp, närmade sig pensionsålder och institutionen ansåg att de behövde knyta till sig ny kompetens. Vidare hade man förväntningar på att en ny tjänst inom radiobiologi skulle förstärka och förnya området, skapa fler internationella kontaktytor samt bidra med ny input för undervisning.

Under uppstarten av verksamheten fick Wojcik ett startbidrag på ytterligare SEK 500 000 från SSI, utöver huvudfinansieringen, och ett på SEK 1 miljon från GMT. Bidragen användes främst till att finansiera ny infrastruktur i form av strålningskällor. SU bidrog också med finansiering till en doktorandtjänst. Wojciks första tid vid GMT användes

således åt att bygga infrastruktur i samarbete med andra forskningsgrupper. Utöver det började Wojcik redan 2008 undervisa vid GMT samt rekryterade en doktorand. Tiden användes också till att knyta till sig kontakter och skapa nätverk inom och utom SU. Wojcik var, enligt sin ansökan till SSI, mån om att samarbeta med redan existerande forskningsgrupper på institutionen, vilket han också gjorde under finansieringsperioderna.

Sammantaget framstår det som att etableringen av tjänsten vid SU var lyckosam för både GMT och Wojcik, vilket beskrivs både från forskargruppens och från institutionens håll. Vi kan konstatera att GMT och dess forskare också var redo att satsa både med medel och med stöd och samarbete.

3.2 Uppstart av verksamheten



Under den första finansieringsperioden, från 2008 till 2010, påbörjade Wojcik sin forskning på GMT. Forskningen baserades på den forskningsplan som hade lämnats ihop med ansökan. Forskning inom två av tre projekt kunde påbörjas, nämligen: inverkan av föränderlig dosrat på cellulära effekter av joniserande strålning, och DNA-skador och reparation i celler exponerade för blandad strålning.⁶¹ Wojcik var också med i en handfull andra projekt bland annat med fokus på biologisk dosimetri och den strålskyddande effekten på celler av hypotermi.

Forskargruppen finansierades av medel från SSM, SU och EU-medel. SU bidrog med medel för att finansiera både infrastruktur och en doktorand, och medel tilldelades från ett antal EU-projekt. Jämfört med andra finansieringsperioder var antal publiceringar – totalt 17 stycken⁶² – något färre mellan 2008 och 2010, varav huvuddelen härstammade från tidigare forskning. Istället låg fokus på att anskaffa och bygga infrastruktur, bygga upp nätverk och etablera samarbeten, undervisa, delta och organisera konferenser samt påbörja forskning. Wojcik blev befordrad till professor vid GMT i maj 2010.

Radiobiologigruppen 2008-2010

Professor Andrzej Wojcik (Professor vid SU from 1/5 2010)
 Doktorand Elina Staaf
 Doktorand Karl Brehwens (2009-)
 Dr Ainars Bajinskis, Project Manager (maj 2010-)
 Dr Marta Deperas-Kaminska (dec 2010-)

Förutom Wojcik arbetade sex till åtta medarbetare från och till i Wojciks forskargrupp. Wojcik anlätade två doktorander under perioden: Karl Brehwens⁶³ (finansierad av SSI) och Elina Staaf (finansierad av GMT)⁶⁴. Brehwens och Staaf arbetade med varsitt av de tidigare nämnda forskningsprojekten. I gruppen ingick också ett antal mastersstudenter. Vidare etablerade Wojcik flera nationella och internationella forskarsamarbeten och i de flesta forskningsprojekt medverkade forskare vid GMT samt andra institutioner och universitet.

⁶¹ Det tredje projektet om kromosomaberrationer i lymfocyter forskades inte till stor del kring under första eller andra finansieringsperioden, främst på grund av svårigheter att identifiera lämpliga utförare och samarbetspartners.

⁶² Baserat på data från Web of Science/Scopus (antal artiklar för A. Wojcik, SU, mellan 2008 och 2010).

⁶³ Karl påbörjade sitt arbete inom forskargruppen som mastersstudent, och blev senare doktorand.

⁶⁴ Förutom Karl och Elina bi-handledde Andrzej Ramesh Yenstrapalli (Helmholz Zentrum München, Tyskland) under första finansieringsperioden.

I sin ansökan uttryckte Wojcik vikten av undervisning. Mellan 2008 och 2010 undervisade Wojcik två kurser vid SU årligen. Den ena kursen var en masterskurs i radiobiologi. På Wojciks initiativ organiserades flera platsbesök som enligt institutionen kom att bli en uppskattad del av kursen. Wojcik undervisade också delar av en masterskurs i cancerbiologi med fokus på strålning. Under hösten 2009 undervisade Wojcik en sexveckor lång kurs i cytogenetik på forskarnivå. Wojcik undervisade även på forskarnivå i biologisk dosimetri för studenter i medicinsk fysik vid KI, samt vid utbildningar av sjukhusfysiker.

Utmärkande för Wojciks första finansieringsperiod var de många samarbeten och nätverk han bidrog till. Under ledning av Mats Harms-Ringdahl etablerades Centrum för strålskyddsforskning (CRPR) vid GMT i november 2008 med syfte att skapa ett nationellt nätverk för utbildning och forskning inom strålskydd. Centret var till för att stimulera utbyte mellan forskningsområdena (radiobiologi, dosimetri, radioekologi). Wojcik var styrelsemedlem och bidrog till att organisera seminarier och workshops. CRPR har också varit ett centrum som har bidragit till att GMT kunnat medverka i flera europeiska samarbeten, exempelvis MELODI och ICRP som diskuteras nedan. Vidare startade två av Wojciks doktorander ett nätverk som heter SWE-RAYS med hjälp av bidrag från CRPR. SWE-RAYS (the Swedish Radiation Research Association for Young Scientists) är ett nätverk för doktorander och juniora forskare som arbetar med strålningsfrågor. Syftet med SWE-RAYS är att främja samarbete mellan forskargrupper verksamma i Sverige, samt främja karriärutveckling för unga forskare.

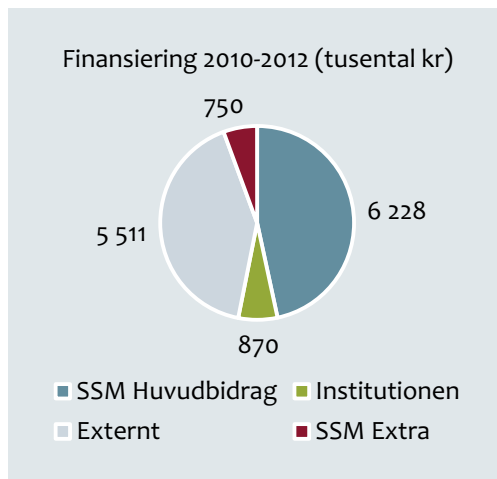
Utanför Sverige bidrog Wojcik till nätverk på nordisk och europeisk nivå. När det gäller biologisk dosimetri tog Wojcik över Daniela Stricklins plats i det nordiska nätverket för biodosimetri, ett nätverk som också innefattade STUK i Finland och NRPA i Norge, i samband med att laboratoriet för biodosimetri vid FOI lades ner och Daniela flyttade till USA. Nätverket fick under 2009 finansiering från Nordisk kärnsäkerhetsforskning (NKS) för ett projekt. Ett annat konsortium avseende biologisk dosimetri där Wojcik ingick var EU-projektet MULTIBIODOSE. MULTIBIODOSE, som föregicks av projektet TENEB under Wojciks ledning, startade i maj 2010. Det var ett treårigt samarbetsprojekt mellan 15 parter som finansierades av EU:s sjunde ramprogram för utveckling inom forskning och teknik (FP7) och syftade till att analysera ett antal biodosimetriska verktyg och anpassa dem till olika massförlustscenarier. Programmet samordnades av SU genom Wojcik. I Wojciks forskargrupp var Marta Deperas-Kaminska och Ainars Bajinskis anställda av MULTIBIODOSE-projektet.

Ett annat framstående europeiskt projekt, som kom att prägla inte minst Wojciks undervisning under andra finansieringsperioden, drog också igång mot slutet av den första finansieringsperioden, nämligen DoReMi. Mot slutet av 00-talet startades ett initiativ inom EU:s Euratomprogram att konsolidera strålskyddsforskning inom EU. Inom ramen för detta startade DoReMi i januari 2010 och är ett så kallat "FP7 network of excellence" som syftar till att koordinera forskning om effekterna av låga doser av joniserade strålning. DoReMi var ett operativt verktyg inom MELODI, ett europeiskt samarbete bestående av stora nationella organisationer och forskningsprogram som har långsiktiga engagemang tillägnad riskforskning om lågdosstrålning. CRPR (och Mats Harms-Ringdahl) var en av grundarna till MELODI. Wojciks roll inom DoReMi var inom utbildning.

3.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer

SSM beslutade att fortsätta finansiera Wojcik under den andra finansieringsperioden, mellan 2011 och 2013, på grundval av hans inlämnade rapportering.⁶⁵ På många sätt fortsatte Wojciks tid vid GMT att utvecklas på samma sätt som tidigare. De tidigare forskningsprojekten fortlöpte och publikationerna ökade i samband med att forskningen bar

⁶⁵ Andrzej fick förlängd dispositionstid under 2014.



frukt. Mellan 2011 och 2013 publicerades totalt 22 peer-review artiklar med Wojcik som medförfattare eller ensam författare, merparten under 2013.⁶⁶ Under 2014 publicerades ytterligare 13 peer-review artiklar. Wojciks forskningsgrupp fortsatte också bygga upp infrastruktur på institutionen i form av strålningskällor, i samarbete med andra grupper vid GMT

Wojcik tilldelades också forskningsmedel från Rymdstyrelsen för ett samarbetsprojekt (TARDISPACE) med Kristiansands universitet, Lunds universitet och University of Bogota som syftade till att studera effekten av strålning av tardigrader (björndjur).

Eliana Beltran-Pardo ingick i Wojciks forskargrupp och var anställd av TARDISPACE-projektet. Det europeiska samarbetet ökade också och Wojcik var involverad i ett fyra-årigt projekt – RENEb – som startade i januari 2012. Projektet uppstod från TENEB och har som mål att upprätta ett europeiskt nätverk i biologisk dosimetri. Nätverket ska omfatta organisationer från 16 länder som kan ge samordnat stöd vid en större kärnkrafts- eller radiologisk olycka i Europa.

Radiobiologigruppen 2011-2013

Professor Andrzej Wojcik
 Doktorand Karl Brehwens
 Doktorand Elina Staaf
 Doktorand Alice Sollazzo (2013-)
 Dr Ainars Bajunskis, Project Manager
 Dr Marta Deperas-Kaminska, FoAss (2010-2012)
 Dr Eliana Beltran-Pardo, Post-doc (2013-)

Wojcik fortsatte under andra finansieringsperioden att vara aktivt engagerad i undervisning och att sprida kunskap om strålning och strålskydd, och fortsatte även att handleda doktorander.⁶⁷ Undervisningen följde till stor del undervisningen under första finansieringsperioden, och Wojcik fortsatte att undervisa inom och utanför SU. Ett viktigt tillägg var att ett två veckor långt inslag vid namn CELOD (Cellular effects of low

doses) inorporerades i radiobiologikursen vid GMT. CELOD finansierades inom ramen för DoReMi och var en två veckor lång internationell kurs med fokus på cellulära effekter av låga strålningsdoser och låga dosrater. Institutionen och forskargruppen beskriver att man tack vare CELOD kunde öka kvalitén på radiobiologikursen, exempelvis genom att bjuda in internationella föreläsare. Kursen lockade årligen omkring 12-16 internationella deltagare, utöver de som redan läste radiobiologikursen vid SU.

Under den andra finansieringsperioden skedde också en omstrukturering på SU. GMT, där Wojciks forskargrupp hörde hemma, upphörde i 2013 och uppgick istället, ihop med ytterligare två institutioner, i institutionen för Molekylär Biovetenskap, Wenner-Grens institut (MBW). Omstruktureringen förde, enligt de intervjuer vi genomfört, initialt med sig vissa spänningar och ett behov av att hävda sitt forskningsområde. Inom den nya institutionen ansåg man inte att toxikologi (inklusive radiobiologi) var ett framtidsämne och professorer med anknytning till toxikologi återsattes inte. Mastersprogrammet i radiobiologi och toxikologi som tidigare hade undervisats vid GMT lades också ner. Två undantag var Wojcik och Thomas Helleday. Thomas Helleday bestämde sig däremot för att ta en tjänst på SciLifeLab vid KI.

⁶⁶ Baserat på data från Web of Science/Scopus (antal artiklar för A. Wojcik, SU, mellan 2011 och 2013).

⁶⁷ Andrzej handledde Karl Brehwens och Elina Staaf. Alice Sollazzo och Lei Cheng började också som doktorander under den andra finansieringsperioden. Vidare bi-handledde Andrzej Sara Shakeri-Manesh, Asal Fotouhi och Ramesh Yenstrapalli (Helmholz Zentrum, Munich, Germany).

3.4 Fortsatt verksamhet

Institutionen infriade sitt avtal om att fortsätta att finansiera Wojcik när SSMs finansiering upphörde, och Wojcik finansieras idag, enligt den ursprungliga överenskommelsen med GMT, av MBW. Wojcik förblir professor vid Stockholms universitet. Medan man kan konstatera att radiobiologi som forskningsfält under Wojciks tid vid SU har upprätthållits. I och med SSMs satsning och SUs fortsatta finansiering finns en oberoende kompetens på området kvar i Sverige som annars skulle utarmats i samband med Mats-Harms Ringdahls pensionsavgång. Vidare har medlen inneburit att forskning på området har fortlöpt.

Wojciks tid har präglats av nationella och internationella samarbeten. Dessa samarbeten fortsätter i dagsläget. Wojcik leder idag CRPR. Genom CRPR är Wojcik också med i International Commission on Radiological Protection (ICRP), en oberoende och rådgivande organisation för strålskydd. De europeiska projekten med fokus på strålskydd fortsätter också att utvecklas, bland annat genom OPERRA och CONCERT.

Radiobiologigruppen 2014-

Professor Andrzej Wojcik

Doktorand/Dr Karl Brehwens, Post-doc från feb 2014 (tom maj 2015) i COMET (radioekologi)

Dr Eliana Beltran-Pardo, Post-doc (tom 2014)

Doktorand Alice Sollazzo

Doktorand Lei Cheng

Dr Lovisa Lundholm, Post-doc (2015-2016)

Beata Brzozowska (2015-)

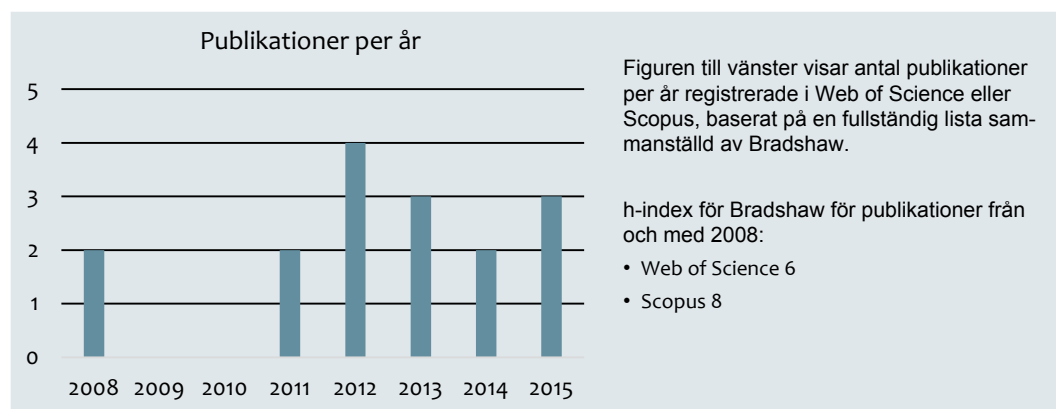
Som ett viktigt led att nå ut med kunskap om strålning och strålningens risker har Wojcik undervisat i gymnasiekurser på Blackebergs Gymnasium och the International English Gymnasium. Wojcik fortsätter med att nå ut till skolelever genom projektet RISKEDU, ett samarbete mellan SU, KTH, Blackebergs Gymnasium och Tumba Gymnasium som finansieras av Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond och som startade i juni 2015. Projektets syfte är generera kunskap om hur naturvetenskaplig undervisning kan stödja elevers beslutsförmåga i samhällsfrågor, i synnerhet när det gäller frågor som rör riskbedömning och joniserande strålning.

4. Radioekologi

Forskartjänsten i radioekologi förlades till dåvarande systemekologiska institutionen, nuvarande institutionen för ekologi, miljö och botanik, vid Stockholms universitet (SU). Tjänsten tilldelades Clare Bradshaw som har en utbildningsbakgrund inom ekologi, specifikt marinekologi. Bradshaw är doktor i ekologi/geologi från Edinburgh University (1997) och docent i marin systemekologi från Stockholms universitet (2006). Innan Bradshaw tillträdde tjänsten arbetade hon halvtid vid SU respektive halvtid vid Södertörns Högskola.

Bradshaw och hennes grupp är aktiva inom akvatiskt radioekologi och arbetar med ett systemekologiskt perspektiv. Forskningsprogrammet har fokuserat på hur radionuklider sprids och verkar inom akvatiska ekosystem generellt, och östersjöns ekosystem specifikt. Även interaktionseffekter mellan joniserande strålning och andra toxiska ämnen har undersökts, detta inom ramen för EU-projektet STAR och senare EU-projektet COMET. I internationella projekt har Bradshaw och hennes grupp fokuserat på att inkludera ekologiska perspektiv i det kollaborativa arbetet. Bradshaw har även bedrivit viss forskning och handledning inom ekologi vilken inte direkt relaterat till joniserande strålning eller radionuklider.

Bradshaw finansierades av SSMs forskningssatsning fram till och med 2013, dispositionstiden för forskningsmedlen förlängdes dock två gånger och avslutas vid årsskiftet 2015/16. Utöver finansiering från SSM har Bradshaw bland annat varit aktiv inom två större EU-projekt: STAR och COMET. Sedan den 1 januari 2014 har institutionen för ekologi, miljö och botanik tagit över Bradshaws tjänst och hennes lön betalas numera av institutionen. Från 2016 kommer Bradshaw att vara anställd som lektor vid institutionen och därmed även få full finansiering för en doktorand från institutionen.



4.1 Beslut och etablering vid Stockholms universitet

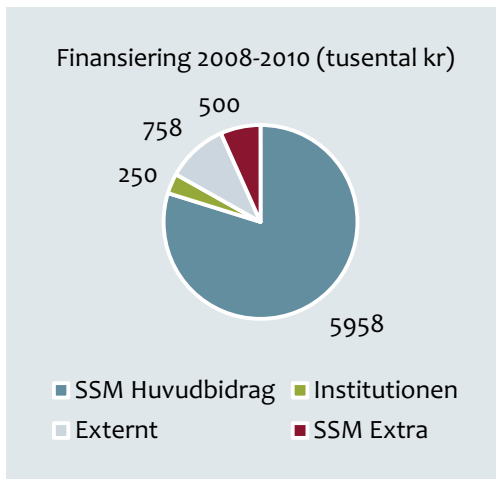
Bradshaw rekommenderades till tjänsten i radioekologi av den internationella bedömarkommittén som specifikt lyfte fram hennes ekologiska inriktning som relevant och nyskapande. Bradshaws situation skiljde sig något från de två andra forskarna som finansierades av SSM (Andrzej Wojcik, radiobiologi och Hooshang Nikjoo, dosimetri) då hon tidigare hade varit aktiv vid den systemekologiska institutionen vid Stockholms universitet. Mellan 2003 och 2005 arbetade Bradshaw med radioekologisk forskning vid systemekologiska institutionen på SU, hon finansierades då av ett Marie Curie stipendium. Detta tidigare arbete gjorde det naturligt för Bradshaw att föreslå institutionen och SU som en lämplig plats för forskartjänsten i radioekologi. Bradshaw hade sedan tidigare etablerat

samarbete med Ulrik Kautsky på SKB (Sveriges Kärnbränslehantering AB), även han tidigare disputerad från SU. Detta samarbete fördjupades efter att Bradshaw fått anställning vid institutionen inom ramen för SSM-satsningen.

Från institutionens sida sågs etableringen av Bradshaws tjänst som en möjlighet att hålla forskningsområdet radioekologi vid liv. Det fanns sedan tidigare ett visst samarbete med SKB och genom etableringen av tjänsten såg institutionen möjligheten till uppbyggnaden av kritisk massa inom området, vilket kunde möjliggöra deltagande i EU-projekt. Utöver de extra medel SSM tillförde i uppstartsfasen bidrog därför institutionen med ett startbidrag på 200 000 kr. Även fakulteten var positivt inställd till att både professuren i radioekologi samt professuren i radiobiologi etablerades på SU, fakulteten uttalade sitt stöd för satsningen och hade förväntningar på och önsknings om synergieffekter mellan de två grupperna.

Bradshaw tillträdde tjänsten den 1 februari 2008 och började direkt arbeta med forskningsassistent Karolina Stark som initialt till 50 % finansierades av egna medel från SSM och till 50 % av Bradshaws medel från SSMs forskningsansatsning. I uppstarten var även Linda Kumblad, främst finansierad av SKB, aktiv i gruppen och finansierades till 10 % av Bradshaws medel. Bradshaw deltog redan under det första året på flera seminarier, hon undervisade på kurser på grund- och mastersnivå, samt besökte franska strålskyddsmyndigheten för att etablera ett samarbete. Arbetet med att rekrytera doktorander till gruppen inleddes i april 2008.

4.2 Uppstart av verksamheten



Redan i november 2008 besökte Bradshaw och Stark the Institute for Radioprotection Nuclear Safety (IRNS) i Cadarache, Frankrike. Kontakter etablerades och planer för framtida gemensamma ansökningar samt samarbete kring användandet av infrastruktur utarbetades.

En process för att rekrytera doktorander inleddes i april 2008 och två kandidater valdes ut. En av kandidaterna var dock tvungen att avböja på grund av personliga skäl vilket ledde till att endast en doktorand, Benedict Jaeschke, anställdes den 24 november 2008. Planer för att rekrytera ytterligare en doktorand under 2009 fastslogs och den 1 november 2009 anställdes

Lena Konovalenko som doktorand i gruppen. Konovalenko var helt finansierad av SKB. Vidare handledde Bradshaw ytterligare en doktorand, Ingrid Tjernvoll mellan 2009 och 2014. Ingrid arbetade dock inte med akvatisk radioekologi utan disputerade inom akvatisk ekotoxikologi och var finansierad av FORMAS och av institutionen.

Radioekologigruppen 2008-2010

Docent Clare Bradshaw
 Dr Karolina Stark, Post-doc/FoAss
 Dr Linda Kumblad (endast början av 2008)
 Doktorand Benedict Jaeschke
 Doktorand Lena Konovalenko (2009-)

Under 2008 och 2009 publicerades tre artiklar med Bradshaw som medförfattare. Arbetet under den första finansieringsperioden var fokuserat på rekrytering, uppstart av projekt samt etablering av nätverk. Mot slutet av 2010 arbetat gruppen/medlemmar i gruppen på sex artiklar vilka sedan alla publicerades. Gruppen var mycket

aktiv inom nationella och internationell nätverk och presenterade sitt arbete på dryga tio olika konferenser. Bradshaw deltog även i flera nationella och internationella seminarier.

Sex masteruppsatser samt två kandidatarbeten handledes och löpande föreläsningar på tre kurser, samt enstaka föreläsningar på två kurser hölls.

Flera samarbeten etablerades. Karolina Stark arbetade med både SLU i Uppsala samt med Linköpings universitet. Ett viktigt långsiktigt arbete var Bradshaws arbete i STAR (Network of Excellence in Radioecology). I nätverket ingick flera europeiska strålsäkerhetsmyndigheter och ett fåtal universitet och nätverket arbetade under 2009 och 2010 med en större forskningsansökan inom FP7. SSM var ursprungligen tänkt som den svenska partnern i projektet, men istället fick Bradshaw ta den rollen som svensk part. Att SSMs kontakter kunde förmedlas till Bradshaw och radioekologigruppen var mycket viktigt för Bradshaws etablering i STAR-gruppen. I nätverket fanns även den franska strålsäkerhetsmyndigheten vilken Bradshaw haft kontakt med redan 2008. Ansökan skickades in i april 2010, godkändes och projektet startade i februari 2011. Både Bradshaw och Stark var även aktiva i en arbetsgrupp inom the International Union of Radioecology. Under 2010 påbörjade Bradshaw arbete med en publicering i samarbete med andra forskare inom arbetsgruppen.

Visst samarbete utvecklades även med radiobiologigruppen på institutionen för genetik, mikrobiologi och toxikologi (GMT), exempelvis radiobiologigruppens strålkällor har använts. För den radioekologiska gruppen fanns dock behov av större strålkällor vilka man senare skulle få tillgång till inom STAR-samarbetet. Gruppen var även aktiva inom Centre for radiation protection research, där Bradshaw deltog i olika seminarier.

Bradshaw föreläste om radioekologi både på kurser i ekotoxikologi samt marinbiologiska kurser, hon har även hållit en föreläsning i radioekologi på Andrzej Wojciks kurs i radiobiologi. Den radioekologiska föreläsningen vilken ingick inom kursen i radiobiologi har även hållits som en del av sjukhusfysikprogrammets kurspaket i radioekologi och omgivningsradiologi. Bradshaw har även handlett sex masteruppsatsstudenter.

Sammanfattningsvis var aktiviteten hög under den första perioden, men vissa förseningar fanns kopplade till rekryteringen av doktorander. Arbetet bestod inledningsvis främst i att etablera nätverk och knyta kontakter, och i det arbetet lyckades gruppen bra. Få artiklar publicerades under denna inledande fas, men en uppgående trend i produktiviteten kunde skönjas.

4.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer

Då STAR-projektet fick EU-finansiering anställdes Francisco Nascimento som post-doc i gruppen i maj 2011. Han finansierades till 50 % av projektmedel från STAR och 50 % av SSM:s finansiering till Bradshaw. Bradshaw, flera av hennes doktorander samt andra medlemmar av radioekologigruppen fortsatte under perioden att delta på flera internationella seminarier och möten. Bradshaw var under perioden fortsatt engagerade i vetenskapsakademien för strålskydd samt även i två internationella nätverk för radioekologi. Hon startade igång arbetet inom STAR, vilket planerades pågå under de kommande 4,5 åren. Aktiviteten inom the International Union of Radioecology (IUR) ökade. Bradshaw fortsatte att arbeta i den systemekologiska arbetsgruppen i IUR och engagerade sig även i en arbetsgrupp vilken behandlade interaktionseffekter av radioaktiv kontamination och andra miljögifter.



Under 2012 arbetade Bradshaw på en större projektansökan inom FP7 tillsammans med de övriga medlemmarna från STAR. I konsortiet ingick även fyra nya partners, två från Ukraina, en från Polen och en från Japan. Projektet COMET (COordination and iMplementation of a pan-European instrument for radioecology) godkändes och startade den 1 juni 2013, projektet kommer att pågå till 31 maj 2017 och är en viktig del i gruppens framtida möjligheter. Att Bradshaw tidigare hade varit delaktig inom STAR var nödvändigt för att ta plats i konsortiet som sökte projektmedel för COMET. Bradshaw och Stark har även varit aktiva inom ett IAEA-projekt (MODARIA) vilket pågått sedan 2012 och beräknas avslutas under 2015.

Gruppen producerade under den andra perioden klart mer artiklar än vad man tidigare gjort. Både relaterade till doktorandernas forskningsprojekt och projekt kopplade till SSM finansiering, men flera artiklar skrevs även tillsammans med partners inom STAR projektet. Vidare handleddes flera masteruppsatser inom ramen för gruppens arbete. Många av dessa uppsatser fungerade som pilotstudier för gruppens egna forskningsprojekt. Inom STAR deltog Bradshaw även i utvecklande av flera universitetskurser vilka strukturerades på ett sådant sätt att de även blev relevanta för personal från myndigheter och relevanta industrier. Exempelvis strukturerades kurser såsom intensivkurser. Mängden undervisning på SU var ungefär densamma som under föregående period.

Under 2013 etablerades Centre for Environmental Radioactivity (CERAD) i Norge. Inom centret finansierades åtta olika forskargrupper varav en var och är inriktad på systemekologi. Den norska forskargruppen är även, precis som Bradshaw och hennes grupp, aktiv i den systemekologiska arbetsgruppen i IUR. CERAD är en viktig samarbetspartner för framtida arbete med modellering och experiment och Bradshaws grupp etablerade redan under 2013 kontakter med centret och den systemekologiska forskargruppen där.

En större organisatorisk förändring genomfördes på SU under den andra finansieringsperioden. Den första januari 2013 bildades institutionen för ekologi, miljö och botanik vilken den systemekologiska institutionen gick upp i. Detta medförde att den ekotoxikologiska forskningen fick en något mer perifer roll på institutionen, men de organisatoriska förändringarna tycks inte ha påverkat den radioekologiska gruppen i betydande utsträckning.

Under perioden syntes Bradshaw även i media i och med katastrofen i Fukushima. Bradshaw deltog i vetenskapsradion, samt svarade på frågor från allmänheten.

Sammanfattningsvis fördjupades under den andra finansieringsperioden flera av de samarbeten som hade etablerats under den första finansieringsperioden. Arbetet inom EU-projekten kom igång och fler artiklar skrevs och publicerades. Gruppen kunde växa då finansiering fanns både från SSM samt från de större EU-projekten STAR och COMET. Bradshaws första doktorand, Benedict Jaeschke disputerade även mot slutet av perioden (2013) och anställdes av SKB.

4.4 Fortsatt verksamhet

På grund av initiala förseningar i rekryteringen av doktorander, föräldraledigheter och extern finansiering från såväl SKB som olika EU-projekt fanns medel från SSMs forskningssatsning kvar vid utgången av 2013. Att Bradshaw även varit aktiv inom det ekotoxikologiska området i stort och handlett en doktorand bidrog sannolikt även det till att medlen från SSM har finansierat forskning under en längre tid än planerat. Medlen har från 2014 och framåt delfinansierat deltagande i COMET och även delfinansierat Bradshaws nya doktorand Anna-Lea Golz. Bradshaws medel finansierar 50 % av Golz doktorandtid, institutionen resten. Medel från COMET har också finansierat en tjänst som post-doc för Karl Brehwens, disputerad från Andrzej Wojciks grupp 2014.

Bradshaw kommer från och med år 2016 att anställas som lektor på institutionen och då få en doktorand helt finansierad av institutionen. Rekrytering av denna doktorand kommer att inledas under 2016. Enligt representanter för institutionen är det sannolikt att Bradshaw i samband med detta, eller strax därefter, kommer att kunna befordras till professor. Från institutionens sida var tanken att Bradshaw skulle anställas som professor så snart hon hade handlett två doktorander, men på grund av förändringar i de akademiska meriteringsreglerna var hon tvungen att först anställas som lektor. Tidigare fanns möjlighet att från docent befordras till professor så länge docenten i fråga hade handlett minst två doktorander som disputerat inom ämnet. Från år 2013 förändras systemet och det krävdes då att individen även hade varit universitetslektor. Att institutionen inte från början anställde Bradshaw som lektor berodde på att det inte ansågs nödvändigt att låta SSI-tjänsten passera genom tjänsteförslagsnämnden på institutionen, detta eftersom idén redan från början var att anställa Bradshaw som professor så snart hennes första två doktorander hade disputerat.

Radioekologigruppen 2011-2013

Docent Clare Bradshaw
Dr Karolina Stark, FoAss
Dr Fransisco Nascimento, Post-doc
Doktorand Benedict Jaeschke
Doktorand Lena Konovalenko

Radioekologigruppen 2014-

Docent Clare Bradshaw
Dr Karolina Stark, FoAss
Dr Fransisco Nascimento, Post-doc (tom 2014)
Dr Karl Brehwens, Post-doc från feb 2014 (tom maj 2015) inom COMET
Doktorand Lena Konovalenko (tom 2015)
Doktorand Anna-Lea Golz (2014-)

Aktiviteten i det pågående EU-projektet COMET fortsätter fram till 2017 och inom projektet har Bradshaw förutom forskningsarbete även konstruerat kurser för yrkesaktiva. I nuläget finns inga nya större EU-projekt på gång. Djupare kontakt har etablerats med det norska centret för radioekologisk forskning, CERAD. Bradshaw har deltagit i expertpaneler hos CERAD och Golz har gått kurser samt deltagit i projekt och använt infrastruktur på centret.

Bradshaw och gruppen har även haft kontakter inom det tvärvetenskapliga centret Swetox. I nätverket ingår 11 svenska universitet och verksamheten utgår från Astra Zenecas gamla labbmiljöer i Södertälje. Förhoppningen är nätverket i framtiden ska söka projektmedel inom EU:s ramprogram för forskning och innovation.

Lena Konovalenko, som finansierades av SKB, disputerade 2015 och började sedan arbeta på konsultföretaget Facilia AB. Även Benedict Jaeschke arbetar idag på Facilia AB, efter att mellan 2013-2015 ha arbetat på SKB. Facilia arbetar med konsultverksamhet inom strålskydd och miljöanalys. Bradshaws två doktorander är därmed båda fortsatt aktiva inom radioekologi i Sverige.

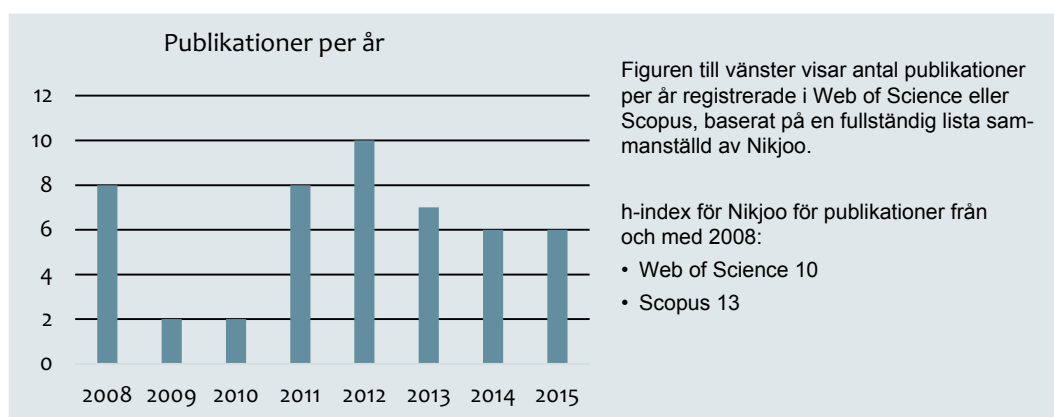
Karolina Stark som varit aktiv i gruppen sedan den startades har finansiering till och med den 14 februari 2016. Hon har i sitt arbete som FoAss tidigare finansierats av egna SSM medel, Bradshaws medel från SSM, samt medel från STAR/COMET-projekten. Francisco Nascimento är inte längre en del av radioekologigruppen, men har en post-doc tjänst på institutionen för ekologi, miljö och botanik. För att finansiera sin forskning arbetar han med en mängd projekt inom marin ekotoxikologi men är även aktiv inom akvatisk radioekologi och samarbetar med Bradshaw.

Sammanfattningsvis kan om det radioekologiska området sägas att det är tvärvetenskapligt och ligger, när det angrips från ekologiskt håll, nära ekotoxikologin. Beroende på vilken finansiering som finns att tillgå finns risken, utifrån SSMs synvinkel, att Bradshaws grupp rör sig mot mer generell ekotoxikologi för att på så sätt finansiera sin forskningsverksamhet. Medlemmarna i gruppen beskriver att arbetet i gruppen i olika forskningsarbeten bidragit med ett ekologiskt perspektiv på radioekologi. Denna bild styrks även av andra forskare inom strålskydd samt samarbetspartners. Ekologigruppen beskriver att de i de större europeiska radioekologiska forskningsprojekt bidragit med ett systemekologiskt perspektiv vilket där inte funnits, denna bild bekräftas även av andra samarbetspartners. För samhället i stort har gruppen relevans ur ett större beredskapsperspektiv.

5. Dosimetri

Tjänsten inom dosimetri tilldelades Hooshang Nikjoo och förlades till Institutionen för Onkologi-Patologi vid Karolinska institutet (KI) i Stockholm. Nikjoos utbildningsbakgrund är inom fysik. Han är doktor inom radiofysik från South Bank Polytechnic, London (1984). Senast kom Nikjoo från en position som seniorforskare vid NASA Johnson Space Center i Houston, USA.

Nikjoos forskningsprogram har handlat om metoder att förstå processen från den fysikaliska interaktionen mellan strålning och ett medium till biologisk skada, och föreslå mekanistiska tillvägagångssätt att bedöma riskerna med joniserande strålning. Nikjoos tjänst finansierades av SSM i ytterligare ett år efter att den ursprungliga satsningen avslutades 2013. Hans anknäpning till institutionen upphör under 2016. Övriga medarbetare som deltagit i forskargruppens arbete är inte längre kvar vid institutionen.



5.1 Beslut och etablering vid Karolinska institutet

Den internationella gruppen av forskare som bedömde ansökningar till tjänsten inom dosimetri beskrev Nikjoo som den överlägset mest meriterande sökande. Tjänsten förlades vid KI, Nikjoos eget val. Han kände till professor Anders Brahme som länge varit en internationellt erkänd forskare inom dosimetri och medicinsk fysik. Under ett drygt årtionde innan Nikjoos tjänst tillsattes ledde Brahme forskning inom *Forskningscentrum för strålbehandling*, vilket låg vid den institution som Nikjoo skulle komma att ansluta sig till. Brahmes forskning, finansierad av en drygt tioårig (1995-2007) satsning inom VINNOVA:s Kompetenscentrumprogram, var internationellt erkänd.⁶⁸ Från KI:s sida fanns förhoppningar att Nikjoo och Brahme tillsammans skulle bidra till att bygga en stark forskningsmiljö. Brahme gick dock snart i pension och fokuserade på andra frågor, däribland den företagsverksamhet som startats upp under tiden med finansiering från VINNOVA.

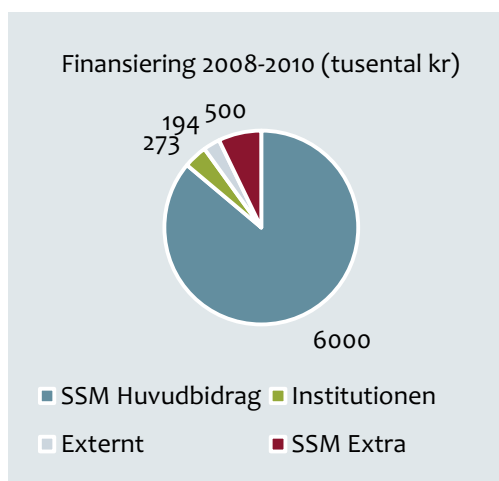
Under uppstarten av verksamheten fick Nikjoo extra startbidrag från SSM och från KI, vilket gick till datorer och mjukvara, samt en forskningsassistent på deltid, som anställdes samtidigt som Nikjoo. Nikjoos mest omfattande samarbete med befintliga svenska forskare initierades också redan i samband med etableringen vid KI. Lennart Lindborg, nyligen pensionerad från tjänsterna som chef vid SSI:s dosimetrilab och som adjungerad professor vid KI, hade uppmanat Nikjoo att söka tjänsten. De hade samarbetat tidigare, redan under Nikjoos tid i Oxford. Lindborg återknöt kontakten med Nikjoo och påbörjade ett gemensamt projekt som han planerat för sedan tidigare. Vid ankomsten var Nikjoo

⁶⁸ Engelmark Cederborg (2006). *KI-forskning toppar utvärdering*. Tentakel Tillgänglig på <http://www.vr.se:90/Tentakel/OldEditions/Nummer/2006-06/Artikelsida/4849.html>. Hämtad 2015-12-21.

också snabbt aktiv i att framträda i svenska nätverk för strålskyddsforskning. Redan under första halvåret höll Nikjoo tre presentationer/seminarier bland annat vid SSI och för Kungliga Vetenskapsakademien, utöver flera internationella presentationer.

Sammantaget framstår det som att Nikjoo snabbt påbörjade forskning och extern spridning i Sverige och vid KI. Processen att rekrytera en första doktorand påbörjades också under etableringen av verksamheten. Verksamheten verkar inte ha hindrats av att Nikjoos ställning vid KI inte var klarlagd; han anställdes inte som professor förrän i början av 2009, till följd av att förhandlingarna mellan KI och SSI/SSM om hur tjänsten formellt skulle utformas drog ut på tiden.

5.2 Upstart av verksamheten



Den första finansieringsperioden löpte från 2008 till 2010. Den nya forskargrupp som bildades fokuserade på att starta upp och genomföra forskning. Nikjoo publicerade få artiklar i tidskrifter med peer review under denna period. Under 2008 publicerades resultat från tidigare forskning; resultaten från forskningen vid KI var inte klara för publicering förrän mot slutet av perioden. Aktiviteten var dock hög, vilket framgår av senare publikationer, men också under den första perioden presenterades aktiviteterna brett, både av Nikjoo och av hans doktorander. Nikjoo var inbjuden talare eller gav seminarier vid över 20 tillfällen, två tredjedelar vid internationella workshops och fors-

karmöten och övriga vid nationella lärosäten och nätverksmöten. Doktorandstudenterna deltog i en handfull spridningstillfällen var, främst lokalt, men även ett par internationella sammanhang i form av en presentation vid ett forskarmöte och ett par postersessioner vid internationella konferenser.

Forskargruppen finansierades i sin helhet av medlen från SSM, utöver mindre resestipendier från bland andra Radiumhemmet och Vetenskapsrådet. Nikjoo använde medlen från SSM för att finansiera två doktorander och ytterligare en forskningsassistent. Den första, Thiansin Liamsuwan, började redan sommaren 2008 och den andra, Reza Taleei, rekryterades snart därpå och började på KI våren 2009. Ytterligare en forskningsassistent anställdes också, på deltid, redan sommaren 2008. Knappt ett år efter att Nikjoo påbörjat sin verksamhet vid KI fanns där fem medarbetare. Därutöver pågick samarbetet med Lindborg, och med Nikjoos internationella samarbetspartners i bland annat Japan, USA, Storbritannien och Grekland.

Dosimetrigruppen 2008-2010

Professor Hooshang Nikjoo
Doktorand Reza Taleei
Doktorand Dr Thiansin Liamsuwan
Peter Girard, deltid forskningsassistent
Tommy Sundström, deltid forskningsassistent
Professor Emeritus Lennart Lindborg (obetald)
Dr Olle Israelsson (2010-), annan finansiering

Inledningsvis gjorde Nikjoo också ansatser att utveckla nätverk och utbildning på KI och bredare i forskarsamhället i Sverige. Han var en förespråkare för att CRPR skulle bildas och för sammanslagning av de svenska föreningarna för forskning inom strålskyddsområdet. Nikjoo höll flera presentationer runt om i Sverige varje år, både för nätverk inom strålskyddsområdet och på universitet. Inom ramarna för forskargrup-

pens verksamhet anordnade han en veckovis journal club och regelbundna seminarier för studerande på högre nivå, efter hur studenter introduceras till forskarprofessionen enligt anglo-amerikansk modell. Dessa aktiviteter pågick under hela Nikjoos tid vid KI. Nikjoo

föreslog också förändringar av undervisningens upplägg, och höll någon enstaka föreläsning på grundkurser under sitt första år i Sverige. Idéerna fick inte genomslag, och Nikjoo var inte nöjd med information och förutsättningar inför undervisningen på grundnivå och engagerade sig inte mer i frågan under sin tid vid KI. Nikjoo har dock bidragit med föreläsningar vid enstaka tillfällen på masterkurser i medicinsk fysik vid KI och på andra håll, samt årligen på masterkursen i radiobiologi vid SU.

Nikjoos ansträngningar för att bidra till undervisning i Sverige har istället tagit sig uttryck i kurser för forskarstudenter, dock främst under den andra finansieringsperioden. Den första kursen av flera för studenter inom forskarutbildning anordnades 2010 och fokuserade på dator-baserade matematiska simuleringar. Där deltog både svenska och internationella doktorander.

Den första finansieringsperioden präglades av forskning internt i forskargruppen och av att stärka den kollegiala miljön bland doktorander och studenter. Nikjoos ansatser till utveckling av nätverk inom strålskyddsområdet och till samarbete med andra forskare vid KI och i Sverige tog däremot inte fäste. Nikjoo har angett att intresset från det svenska forskarsamhället att samarbeta med honom har varit lågt. Som för de andra områdena inom strålskydd visade det sig också vara svårt att få del av medel från andra finansieringskällor, av vilka Nikjoo främst har sökt från svenska forskningsråd och stiftelser.

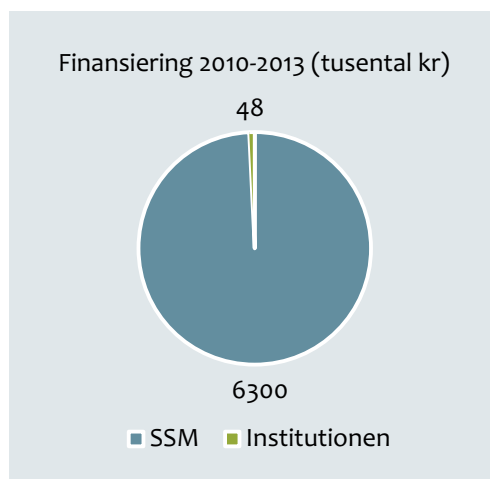
5.3 Konsolidering och nya utvecklingslinjer

Under den andra finansieringsperioden, från 2011 till 2013, bar gruppens forskning frukt. Resultaten publicerades i tidskrifter med peer review i en omfattning om närmare ett tiotal artiklar per år. Främsta medförfattare var medarbetarna i gruppen samt Lindborg. Nikjoo publicerade också i viss utsträckning med befintliga internationella samarbetspartners. Nikjoos doktorander disputerade 2012 respektive 2013, med erkänt goda resultat.

Gruppen utökades inte med ytterligare medarbetare under den andra finansieringsperioden. Utöver ett liknande startbidrag från KI, som inför den inledande finansieringsperioden, tilldelades gruppen inte ytterligare finansiering. Startbidraget användes till hård- och mjukvara i form av datorer och programvara. Nikjoo sökte medel, från svenska forskningsfinansiärer, men beviljades inte ytterligare finansiering.

Under den andra perioden utnyttjade Nikjoo sina internationella nätverk för att anordna workshops och seminarier på hög nivå med internationellt erkända forskare som gäster. Ett sådant evenemang anordnades varje år, med inriktning mot datorbaserade simuleringar, systembiologi respektive låg-energielektroner. Nikjoo deltog i lägre grad i utåtriktade aktiviteter i form av presentationer eller seminarier i svenska nätverk och aktiverade sig inte på samma sätt i att förespråka förändringar på KI och inom strålskyddsforskningen i Sverige.

Nikjoo anordnade fortsatt kurser för forskarstuderande, inom mikrodosimetri och inom interaktioner mellan strålning och materia. Han ansåg att utbildningen för forskarstuderande inom strålskydd i Sverige behövde samordnas och att dessa kurser var ett nödvändigt tillskott. Ett kurstillfälle föll dock bort, just till följd av bristande samordning, då Nikjoo ställde in sin kurs eftersom han uppfattade att motsvarande kurs skulle ges på ett annat universitet, vilket inte ska ha blivit fallet. Med utgångspunkt i en av kurserna tog



Dosimetrigruppen 2011-2013

Professor Hooshang Nikjoo
Doktorand Reza Taleei
Doktorand/Dr Thiansin Liamsuwan, postdoc (2012- mar 2013)
Dr Peter Girard, forskningsassistent 2011, (obetald forskare 2012-)
Tommy Sundström, halvtid forskningsassistent (tom sep 2012)
Professor Emeritus Lennart Lindborg (obetald)

Nikjoo initiativ till att författa en lärobok i mikrodosimetri, ett projekt som Lindborg engagerades i. Nikjoo gjorde fortsatt enstaka föreläsningar på kurser för masterstudenter. Under den andra finansieringsperioden bidrog Nikjoos doktorander också som assistenter vid kurser inom medicinsk fysik vid KI.

Det kan konstateras att verksamheten inte fortsatte att expandera i samma takt under den andra finansieringsperioden. De befint-

liga projekten fullföljdes med goda resultat, men motsvarande förnyelse verkar inte ha skett. Nya samarbeten och ytterligare finansiering uteblev, vilket ledde till att gruppen krympte när Nikjoos doktorander lämnade KI för nya uppdrag som de blivit erbjudna från annat håll redan innan de hade disputerat. Därför var tjänster för doktoranderna vid KI inte aktuellt.

5.4 Fortsatt verksamhet

Dosimetrigruppen 2014

Professor Hooshang Nikjoo
Professor Emeritus Lennart Lindborg (obetald)

Vid slutet av andra finansieringsperioden, efter förhandlingar mellan KI och SSM, förlängde SSM finansieringen av tjänsten fram till Nikjoos pensionering, under 2015. Sedan Nikjoo pensionerades saknar han

finansiering och är anknuten till KI som professor emeritus, en anknytning som upphör under nästa år. Av de övriga gruppmedlemmarna är ingen kvar vid KI. Lindborg har arbetat vidare med den lärobok som Nikjoo tog initiativ till, tillsammans med ytterligare en medförfattare, men är inte aktiv inom forskningen mer än begränsat i perioder då han är pensionär sedan länge. Nikjoo har inte tagit del i det arbetet med läroboken mer än då det initierades, men gav en kurs för forskarstuderande även under 2014. Efter 2013 har han fortsatt att publicera i tidskrifter med peer review, tillsammans med sina tidigare doktorander och internationella samarbetspartners.

Den typ av teoretiskt grundad mikrodosimetri som Nikjoo har varit aktiv inom är inte utbredd i Sverige. Närliggande forskning sker främst inom medicinsk fysik. Intervju-personer vittnar om att den medicinska fysiken i allt större utsträckning förväntas bidra till klinisk verksamhet. Forskningsprojekt som Nikjoos, som tar sikte på långsiktiga och grundläggande forskningsfrågor, har inte haft hög prioritet i Sverige. Forskning inom Nikjoos delområde genomförs av någon enstaka person på andra håll i Sverige, dock inte med samma internationella erkännande. Sammantaget tyder detta på att expertisen inom området i Sverige utarmas nästan helt i och med att Nikjoo lämnar KI. KI förbereder dock för nyrekrytering av två professorer inom medicinsk fysik, då de nuvarande professorerna båda har passerat pensionsåldern. Dessa tjänster ska dock riktas mot mer tillämpade frågeställningar med fler beröringspunkter med den kliniska verksamheten.

6. Strålskyddsforskningens sammanhang och funktioner

Resultatet av satsningen påverkas av forskningens sammanhang. Strålskyddsforskningens karaktär och funktioner är förutsättningar för hur forskningen kan bedrivas och vilka möjligheter som finns för en fortsatt verksamhet. Strålskyddsforskningens roll i samhället är komplex. Som strategisk forskning syftar den till att bidra till lösningar i relation till praktiska samhällsfenomen. Samtidigt beskrivs behoven i form av mer generella kompetensbehov för att säkra samhällsintressen och en god krisberedskap. Studien indikerar att dessa mervärden inte utgör tillräckligt starka drivkrafter för en gynnsam grogrund för forskning inom området.

6.1 Samhällsnytta

Sammanställningen av intervjupersonernas uppfattningar indikerar att forskningens främsta samhällsfunktion är att den upprätthåller kompetens och legitimitet inom ett område med avgörande samhällsintressen. Givetvis finns öppna frågeställningar som, om de besvaras, på sikt kan bidra till nya lösningar i samhället, se avsnittet nedan. Huvudsakligen är det dock att upprätthålla tillräckligt hög kompetens för att fylla andra funktioner som identifieras som grundläggande för berättigandet av ett riktat stöd.

6.1.1 Beredskap och krishantering

En avgörande samhällsnytta med forskningen är att den upprätthåller kompetens som är nödvändig ur ett beredskapsperspektiv. Avancerad kunskap inom strålskydd behövs vid en kris eller en olycka för att det ska finnas kapacitet att analysera situationen och ge beslutsunderlag för åtgärder. En aktiv forskare beskrev den kunskap som behövs vid ett utsläpp som ”bred strålskyddskunskap”, som inte går att avgränsa till endast ett av de tre aktuella forskningsfälten. Alla kunskaper, mätning, analys av spridning och av effekter, behövs, för att få kontroll över ett utsläpp, även om det är begränsat.

En av de yrkesverksamma intervjupersonerna menade att forskare aktiva inom akademien inte skulle spela en aktiv operativ roll vid en olycka:

”Jag skulle förvåna mig om de skulle få en aktiv operativ roll [i en krissituation]. Utan det är ju i arbete i planeringssammanhang inför som... Jag menar, när det gäller operativt så tror jag inte den typen av kunskap tillför någonting utan det ska man ha gjort. Sedan kan det ju alltid komma i efterhand. Nu efter Fukushima pågår det mycket utveckling, men inte just under ett skarpt läge.” – Yrkesverksam inom strålskydd 1

Citatet beskriver en sanning med modifikation, då forskare inom akademien är aktiva inom det expertstöd för beredskap vid radiologiska och nukleära katastrofer nödsituationer som SSM organiserar.⁶⁹ Flera av de universitet som lyfts fram i SSM:s kartläggning⁷⁰ om nationell kompetens från 2015 (se avsnitt 2.4 ovan) är också värdar för nationella beredskapslaboratorier. Den strategiska forskningen inom de tre forskningsfälten är dock inte synonyma med beredskapsforskning, enligt indelningen av strålskyddsområdet på EU-nivå.⁷¹

⁶⁹ SSM (2013). *Expertstöd vid radiologiska och nukleära nödsituationer*.

⁷⁰ SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag. Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*.

⁷¹ Se avsnitt 2.1.

Kunskaper inom de utpekade forskningsfälten behövs i anslutning till beredskapsarbetet, för att göra avvägningar på förhand och bidra med mätning och analys i efterhand, men ingår inte i den rent operativa krisberedskapen. I själva verket finns ett mervärde med oberoende experter som är fristående från den operativa krisberedskapen. Ett par aktiva forskare lyfte vikten av att det finns experter vars oberoende legitimeras av deras akademiska meriter och position vid en kris:

”Den nationella kompetensen hos forskarna inom området är väldigt viktig eftersom när det har... När Tjernobyl inträffar eller när Fukushima inträffar, eller när någonting annat inträffar så ringer massmedia och frågar att 'Vad har hänt? Vi har fått de här svaren från SSM' och så vidare 'men vad anser ni oberoende forskare om det här?'” – Forskare inom strålskydd 1

Det finns också en tillgänglighetsaspekt i denna analys då en forskare inom akademien fyller en funktion som allmänhetens expert vid en nödsituation, eftersom alla med operativa roller i krisberedskapen är fullt upptagna. I en sådan situation finns starka samhällsintressen båda vad gäller oberoendet och tillgången till expertis. Den distanserade men ändå centrala funktion som den strategiska akademiska strålskyddsforskningen spelar inom beredskap kan heller inte enkelt fyllas av att anlita internationell expertis. Trycket på samtliga strålskyddsexperter vid en nödsituation är mycket högt. Allmänheten i andra länder ställer också krav på information om spridning och risker:

”[Det finns ett behov av att] det finns oberoende experter inom strålskyddsområdet som kan föda in och ge... använda sin kompetens när det behövs vid exempelvis katastrofer eller olyckor, större eller mindre. Så det... då räcker inte myndigheterna till och jag tyckte att det syntes redan vid Fukushimaolyckan nu där alla på SSM hade fullt upp med sitt eget och det var inte många som hade tid med massmedia och press och då fick vi andra ute på universitet och högskolorna och på sjukvården, vi fick ta den rollen. När nåt händer, man kan inte ringa till utlandet om hjälp då heller, för de hade fullt upp de också.” – Forskare inom strålskydd 2

Det finns också andra aspekter av att det är nödvändigt med nationell kompetens. Dels underlättas det långsiktiga och löpande beredskapsarbetet och spridning av ny strålskyddskunskap. Dels kan det vara nödvändigt att vara väl förtrogen med de nationella förutsättningarna för att kunna bidra med en adekvat analys:

”Jag tror att det är bra om det finns folk inom Sverige också. Detsamma gäller alla länder, men till exempel Sverige har ganska speciell sorts miljö. Den kanske liknar Finland på nåt sätt men kanske, om experterna bara fanns i Frankrike. De förstår inte hur viktig den här arktiska miljön till exempel... och skog och, tallskog, och Östersjön och bräckvattensjö. Så det behövs lokal kompetens tror jag, som förstår lokala [förutsättningar] på ett bättre sätt än kanske nån annan, eller något annat land skulle ha.” – Forskare inom strålskydd 3

6.1.2 Balanserad information

En oberoende röst med expertis inom strålskyddsområdet är inte bara nödvändig i en krissituation. Den allmänna kunskapen om strålning är låg och det finns en bred skepsis mot och rädsla för strålning, samtidigt som strålning eller strålände ämnen används i avgörande samhällsfunktioner som i energiförsörjningen och vården. Allmänheten har en bristande uppfattning om de faktiska riskerna, och överskattar dem i vissa fall men underskattar dem i andra.

Ett konkret tillfälle då oberoende, vederhäftig och balanserad information är nödvändig är då media lyfter strålskyddsfrågor. Den starka laddningen kring strålning, kopplat med medielogiken för att nå ut med budskapet, inskräper vikten av en saklig och oberoende röst som kan utvärdera källor och underlag till larmrapporter. En forskare lyfter ett konkret, nyligt exempel i anslutning till olyckan i Fukushima:

”Vi hade ju det här seminariet bara för två veckor sedan. Då finns det en engelsk forskare som heter Chris Busby som anser att våra strålskyddsmodeller underskattar risker med 7 000 gånger. [Förklarar varför det är en orimlig slutsats utifrån kända kunskaper.] Och det står han och säger där. Och han har sagt det i många sammanhang, och han har en hord personer som tror att han har rätt. Östhammars nyheter dagen därpå skrev att risken för cancer i Östhammar är alldeles underskattad och Chris Busby vill nu starta... Och folk blir ju jätterädda och så får vi skriva någonting då som pekar på vad internationella forskningssamfundet säger: Chris Busbys undersökningar som han har publicerat är utvärderade och förkastade. Det stämmer inte med... hans epidemiologiundersökningar är biased. Men han får ändå plats.” – Forskare inom strålskydd 1

Det finns också ett intresse från medierna att forskare ska delta i samband med särskilda händelser eller om strålning aktualiseras på andra sätt. Men balanserad information från en oberoende röst behövs inte bara som motvikt vid dåligt underbyggda eller feltolkade larm. Det är också en förutsättning för det löpande demokratiska samtalet kring samhällsviktiga verksamheter som behandlar strålning. Utöver kärnkraften och vården är det viktigt i diskussioner kring slutförvar av utbränt kärnbränsle, och naturligt förekommande bakgrundsstrålning i privata och kommersiella sammanhang. Även yrkesverksamma identifierar motsvarande behov av oberoende balanserad information:

”Den mesta utav forskningen inom det här området den görs ändå utav myndigheter och industrier. Det är svårt också att få en sund vetenskap, eller att få en plattform som utomstående verkligen förstår är vetenskaplig. Den är väldigt tillämpad och det är många som ska styra både på myndighetssidan och på vårans sida.” – Yrkesverksam inom strålskydd 2

6.1.3 Oberoende granskning

En specifik funktion, som anknyter till den akademiska forskningens roll i det demokratiska samtalet, är samspelet med myndigheter och andra verksamheter som hanterar strålningsfrågor. En oberoende akademi kan fungera som en motpart för granskning och kvalitetssäkring av de operativa verksamheterna. Sådan granskning är viktigt för att långsiktigt säkra kvaliteten i verksamheterna som arbetar med strålskydd. Detta gäller inte minst kärnbränsleförvaret och frågorna kring dess utformning och risker som har nämnts av både forskare och yrkesverksamma i intervjustudien:

”... att det finns en oberoende part som kan, ja, där man kan ifrågasätta – har vi ett bra skydd för människorna, de här som nu bor i Forsmark och ska få ett slutförvar?” – Forskare inom strålskydd 1

Kvalitetssäkring genom oberoende granskning fyller också en bredare funktion genom att vederhäftig kritik lägger grunden för en långsiktigt hållbar legitimitet. Allmänheten har en skeptisk inställning till strålning vilket påverkar förutsättningarna för myndigheter andra verksamheter som arbetar operativt med strålning. Legitimiteten påverkas också av hur utbildningen anordnas, om kunskapsgrunden kommer från en akademisk institution eller sker inom ramen för en anställning i en operativ verksamhet. I en krissituation kommer ofrånkomligen ifrågasättanden.

”Även om man kan säga att vi vet oerhört mycket om strålning jämfört med andra kemikalier och sånt i samhället, och hur giftiga de är. Men det är ändå så att när något händer, då ifrågasätts det ändå, kunskapsläget.” – Forskare inom strålskydd 2

6.2 Strålskydd som forskningsområde

Grundläggande strålskyddforskning som forskningsområde är inte slutgiltigt definierat. Dels är det ett utpräglat tvärvetenskapligt område. Dels finns en spänning i att prata om ”grundläggande forskning” inom strålskydd då skyddsaspekten redan implicerar en tillämpning. Utmaningar i att ringa in fältet och samla stöd för avgörande frågor är försvårande omständigheter för satsningar på området.

6.2.1 Avgränsningar och öppna frågor

Strålskyddsområdet är tvärvetenskapligt till sin natur eftersom strålning i sig är ett fysikaliskt fenomen medan strålskydd behandlar strålningens verkan på människor, djur, miljö och samhälle. Indelningen i forskningsfält som satsningen använder motsvarar i någon mån vilka discipliner som kombineras med strålningskunskapen, tydligast för radiobiologi och radioekologi, medan dosimetri inte har en tydlig disciplin som kombineras med den fysikaliska kunskapen om strålning.

Vi har mött uppfattningen att strålningsfysik och detektion av strålning är välutvecklade fält med god förståelse för de grundläggande fenomenen. Det finns löpande behov inom mer tillämpade frågeställningar kring att förfinas teknik, mätmetoder och kalibrering, men större kunskapsluckor finns främst i gränslandet mot andra discipliner. En forskare menar att:

”Mätningen är inte problemet. Det finns väldigt sofistikerade dosimetrar som kan mäta doser i vilken situation som helst. Fysiken för det är löst. Men om man vill svara på frågor som gäller låga doser, cancer och risker... det centrala problemet inom strålskyddsforskning är uppskattning av risker.” – Forskare inom strålskydd 4

För att bedöma risker behövs kunskap från andra discipliner. Trots tydligheten i vilka discipliner som ligger till grund för radiobiologi och radioekologi är det inte helt klart vad som bör ingå i de olika fälten. I kapitel 2 ovan beskrivs strålskyddsområdets utveckling där det framgår att forskning inom såväl radiobiologi som radioekologi bedrivs vid fler än en handfull universitet i Sverige, om än i små forskargrupper. De forskare som har fått stöd inom ramen för den aktuella insatsen karaktäriseras av inriktning på låga doser och långvarig exponering, vad gäller Andrzej Wojcik, och på ekologiska och ekotoxikologiska frågeställningar inom radioekologi, vad gäller Clare Bradshaw. Närmare den medicinska fysiken/radiofysiken, som har en starkare kompetensbas, sker forskning kring högre stråldoser och inom den del av radioekologin som enligt vissa intervjupersoner kan kallas omgivningsradiologi, vilket tydliggör att det inte primärt är ekologisk forskning.

Inom dosimetrin kan Hooshang Nikjoos forskningsprojekt klassificeras som mikrodosimetri och kontrasteras mot traditionell dosimetri. Nikjoos forskningsområde fokuserar på biofysiska processer på mikro- och nanometerskalor. På andra änden av spektrumet inom dosimetri finns frågor kring teknisk utveckling och optimering av och rutiner för användning av instrument, som anknyter närmare till mätteknikområdet och är mer direkt tillämpbara exempelvis i en klinisk verksamhet.

Vilka öppna frågor som ligger i fokus beror på hur fälten betraktas. Sakkunnigbedömarna har bland annat lyft fram ekologiska frågeställningar i Bradshaws forskning, mikrodosimetrin i Nikjoos forskning och effekter på celler av kombinerade stressorer (strålning och/eller kemikalier) i Wojciks. Dessa forskningsfrågor kan betraktas som att strålningsperspektivet är ett särskilt fall inom grundforskning i en annan disciplin, ekotoxikologi, biofysik respektive molekylärbiologi/cellbiologi. Det är inte klart att de strålningsrelaterade frågorna är de mest avgörande för samhället i och med att det kan finnas större kända risker för negativa hälso- och miljöeffekter från andra faktorer, för att återkoppla till det inledande citatet i avsnittet om uppskattning av risker som huvudfrågan inom strålskyddsområdet. Två av intervjupersonerna förklarade följande:

”Jag kan inte verkligen säga att det ur vetenskaplig synpunkt är så viktigt att syssla med strålskyddsforskning. Ok, man använder strålning som ett verktyg. [Beskriver användningsområden för strålning som redskap för att undersöka andra frågeställningar.] Men det jag verkligen tror är att det är viktigt att behålla en viss kunskap inom strålskydd. Vad är strålning? Hur farligt är strålning? Och jag menar vad hände i Fukushima, eller efter Fukushima, i Tyskland till exempel, i andra länder också? Det visar att man måste ha kunskap annars missbedömer man risker.” – Forskare inom strålskydd 5

”Antingen är vi dåliga på att sälja in [våra projekt] eller så syns de inte så viktiga som andra [frågor] när man ska jämföra med något likadant, och det kan jag hålla med om egentligen. Jag tycker det finns värre problem där ute.” – Forskare inom strålskydd 3

Samtidigt är bilden av öppna frågor inom området inte enhetlig. Andra intervjupersoner beskrev kunskapsutvecklingen i sig som den viktigaste samhällsnyttan. De nämnde bland annat olösta frågor kring individuell känslighet för strålning och kring slutförvaret som fundamentala och betydelsefulla för samhället. Ytterligare andra intervjupersoner har poängterat att den ökade användningen av strålning i vården motiverar forskning inom strålskydd.

6.2.2 Finansieringslogik

Forskningsrådets nuvarande logik för finansiering av forskning bygger på öppen konkurrens och sakkunniga bedömare. Flera intervjupersoner hävdar att det är i princip omöjligt att få medel från de statliga forskningsråden, vilket förklaras av att strålskyddsforskningen ses som tvärvetenskaplig eller tillämpad. Möjligtvis kan detta förstås som en principiell svårighet att conceptualisera tvärvetenskapliga frågeställningar som fundamentala, snarare än som en tillämpning av befintlig kunskap från en disciplin inom en annan disciplin. En forskare beskrev att:

”[Vi] har aldrig lyckats att få pengar varken från Cancerfonden eller från Vetenskapsrådet och jag antar att det är för att vi är för mycket tillämpade, vi gör tillämpad forskning. Det kallas inte för spetsforskning.” – Forskare inom strålskydd 5

SSM och medel från EU är de enda källorna som särskilt inriktar sig mot strålskyddsområdet. I SSM:s kompetenskartläggning från 2011⁷² menade de tillfrågade forskarna att SSM:s medel inte var tillräckliga för att täcka forskningsbehoven nationellt. I våra intervjuer beskriver forskare att för att genomföra strålskyddsforskning får man föra in den i ett större sammanhang i projekt med frågeställningar som är mer attraktiva för forskningsråden. Det är dock inte möjligt för alla typer av frågeställningar. Andra alternativ eller strategier för att få forskningsfinansiering är att söka medel för mer tillämpad forskning, för dem som det är möjligt, eller söka medel för projekt som inte behandlar strålning. Tillgången till projektmedel för fundamentala, tvärvetenskapliga frågeställningar med en strålningskomponent är därmed avgörande för att forskningen ska genomföras.

⁷² SSM (2011). *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*.

7. Sammanfattande analys och slutsatser

I detta kapitel genomför vi en sammanfattande analys, genom att jämföra utvecklingen inom de olika aspekter av forskningsverksamheten som vi har studerat, dels mellan de olika forskargrupperna, dels med läget då satsningen initierades. I enlighet med teoriramen från Cooke ser vi tydligt att forskningsmiljöernas styrka och förmåga att bidra till forskningen och i förlängningen till samhällsnytta beror på en komplex uppsättning faktorer i växelverkan; forskningsmiljöer behöver kritisk massa och en heterogenitet i kompetenser och verksamheter. Detta kopplar också till Perez Vicos modell för hur forskningens bredare positiva samhällspåverkan bör sökas i längre orsakskedjor med flera nivåer eller steg av direkta och indirekta effekter. Det ger en nyanserad bild av hur stort genomslag de olika tjänsterna har. I det sista avsnittet sammanfattar vi utvärderingens resultat i några avslutande slutsatser. Den huvudsakliga slutsatsen är att aktiviteternas additionalitet genomgående har varit hög och att den i samtliga fall har bidragit till att stärka den nationella kompetensen. Satsningen har uppfyllt syftet om en plattform för starka forskningsmiljöer fullt ut i fallet radiobiologi och knappt alls i dosimetri, medan radioekologin har förutsättningar för att uppfylla syftet.

7.1 Forskningsmiljöernas utveckling och bidrag till forskningen

Samtliga grupper har varit aktiva och framgångsrika under perioden med finansiering från SSM, dock i varierande grad. Särskilt Wojcik har utmärkt sig genom att prestera genomgående högt inom samtliga aspekter, forskningens produktivitet, tillgång till finansiering, bemanning av gruppen, forskningsinfrastruktur och samarbeten. Bradshaw har inte varit lika produktiv i termer av publikationer. Dock startade Bradshaw från mindre gynnsamma förutsättningar, dels var hon mer junior, dels hade hon inte haft radioekologi som sitt huvudsakliga forskningsområde. Nikjoos forskning har varit erkänt framstående, men han har inte erhållit ytterligare finansiering eller etablerat nya samarbeten.

Vad gäller **den forskning som genomförts** har Nikjoo och Wojcik haft liknande nivåer av produktivitet och genomslag, mätt i antal publikationer och citeringar. De får mycket goda vitsord från sakkunnigbedömarna som pekar ut viktiga bidrag till fältet. I Nikjoos fall konstateras att han hållit liv i fältet mikrodosimetri medan Wojciks forskning på blandade strålfält och individuell strålkänslighet lyfts fram som betydelsefulla. Bradshaw har inte varit lika produktiv och hennes publikationer har inte haft lika stort genomslag. Sakkunnigbedömarna har bedömt hennes bidrag som tillfredsställande, och noterar att hon inte hade strålningsinriktningen som sitt huvudsakliga forskningsfält när hon fick tjänsten, men att hon har etablerat sig som en internationellt erkänd radioekolog. De poängterar särskilt att hon har bidragit till fältet med ett ekologiskt ekosystemperspektiv och förväntar sig att genomslaget i citeringar ska öka.

Både Bradshaw och Wojcik har erhållit **ytterligare finansiering** till sin forskning, i betydande omfattning (Bradshaw totalt sett ytterligare 5,7 miljoner kr och Wojcik 9,4 miljoner kr under 2008-2013). Wojcik har erhållit mer ytterligare medel och fler anslag än Bradshaw. EU är den främsta ytterligare finansieringskällan för både Bradshaw och Wojcik. Bradshaw har också fått betydande finansiering från SKB. Nikjoo har däremot inte erhållit ytterligare medel, utöver begränsade resebidrag (knappt 200 000 kr och endast under första perioden 2008-2010).

Samtliga grupper har en **bemanning** om en handfull medarbetare. Alla tre har anställt och handlett två doktorander vardera som har arbetat inom det aktuella forskningsfältet och därutöver sysselsatt flera forskningsassistenter. Bradshaw har även haft en post-doc och en FoAss som bedrivit egen forskning. Wojciks grupp har tagit emot flera gästforskare,

inom projekten TARDISPACE och MULTIBIODOSE. Här kan vi, med stöd i Perez Vicos teoretiska modell, anta att dessa resultat leder till orsakskedjor med effekter i flera steg, både i Sverige och internationellt, när personer som bär på kunskap och nätverkskontakter rör sig till nya miljöer.

Särskilt Wojcik har skaffat och byggt ny **infrastruktur** för att genomföra experiment. I samarbete med andra enheter på SU har gruppen tagit fram nya och unika strålkällor, som också nyttjats av bland annat Bradshaw och hennes medarbetare. Bradshaw har fått tillgång till infrastruktur genom samarbeten med andra medan Nikjoos forskning inte kräver särskild infrastruktur. Sådan användning kan i hög grad förväntas leda till fortsatta framsteg och resultat som ligger längre fram i tiden eller utanför ramen för denna analys att påvisa eller bevisa, men som ingår i de orsakskedjor av primära, sekundära och senare effekter som Perez Vicos teoriram identifierar som troliga och rimliga att förvänta.

Särskilt Wojcik men även Bradshaw har etablerat viktiga **samarbeten** under sin tid vid SU, särskilt inom EU med projekt som MULTIBIODOSE för Wojcik och STAR för Bradshaw. Både Wojcik och Bradshaw har skapat samarbeten genom internationella nätverk som ICRP och IUR. Både Wojcik och Bradshaw har också initierat samarbeten i Norden, Wojcik genom ett projekt inom det nordiska nätverket för biodosimetri och Bradshaw med CERAD i Norge. Wojcik har också skapat forskningssamarbeten som resulterat i att gästforskare deltagit i gruppens arbete och Bradshaw har fortsatt ett omfattande samarbete med SKB. Nikjoo har upprätthållit samarbetet med sina internationella samarbetspartners men har inte etablerat nya samarbeten, med undantag för Lindborg.

7.2 Forskningens bidrag till det omgivande samhället

De bredare effekterna av satsningen för forskarsamfundet och omgivande samhället är tydligast på EU-nivå och genom Wojciks och Bradshaws aktiviteter. Genom att grupperna har tagit en erkänd roll i internationella och europeiska nätverk har satsningen bidragit till att Sveriges position i det internationella forskarsamfundet. Satsningen har inte bidragit till kraftsamling nationellt i motsvarande grad, med undantag för juniora forskare, där nätverket Swe-Rays bidragit till nationell samling. Utbildningsmässigt har det starkaste bidragit varit i Stockholm, med undantag för Nikjoos arbete med läroböcker, doktorandkurser och symposier och workshops på hög nivå. Samtliga dessa effekter kan i hög grad förväntas leda till sekundäreffekter, ”ringar på vattnet” eller effekter i successivt bredare inflytandesfärer, som inte är möjliga att kvantifiera inom ramen för denna analys men som bör beaktas i en samlad bedömning av satsningens mervärden.

Wojcik och Bradshaw har varit aktiva i både internationella och nationella **nätverk**. Båda har etablerat sig som noder i internationella nätverk för strålskyddsforskning, bland annat genom de stora EU-projekt som de deltagit i. Wojcik är representerad i det för strålskyddsområdet centrala ICRP och Bradshaw i radioekologisamfundet IUR:s arbetsgrupp för ekologi. Wojcik deltar i ICRP som representant för CRPR, vilket han etablerade under ledning av Mats Harms-Ringdahl. Från de sakkunnigas bedömningar går att utläsa att CRPR har fått en starkare, och erkänd, ställning i det internationella forskarsamfundet, än i Sverige. Däremot har föreningen Swe-Rays för juniora forskare inom strålskydd och strålning, som grundades av en av Wojciks doktorander, växt till ett stort och aktivt nätverk. Wojciks initiativ till ett nordiskt projekt inom biodosimetri är också ett bidrag till beredskapen i Norden i och med att det samordnar nödvändiga laboratorieresurser. Särskilt Wojcik har också varit aktiv i det svenska nätverket inom Svensk förening för radiobiologi. Nikjoo har inte byggt hållbara nätverk under sin tid i Sverige. Att Nikjoo har utnyttjat sitt internationella erkännande för att anordna symposier och workshops på hög nivå med internationella auktoriteter har potentiellt gett ett indirekt bidrag till nätverksbyggande.

Samtliga har bidragit till **utbildning** på masternivå. Wojcik särskilt mycket som medarrangör för strålningsbiologikursen om 15 hp vid SU. Bradshaw och Wojcik har också

handlett flera masterstudenter. Nikjoo har å sin sida gjort betydande bidrag till svenska och internationella forskarstuderande och svensk forskarutbildning genom avancerade doktorandkurser. Han bidrog också till en professionell kollegial miljö för studerande vid KI genom seminarier och regelbundna möten i en journal club. Wojcik och Bradshaw har också engagerat sig i utbildning i bredare sfärer. Wojcik har tagit emot gymnasieklaser i sitt lab och arbetar nu med ett projekt med fokus på gymnasienivå och på riskbedömning, finansierat av Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond. Bradshaw har designat utbildning på universitetsnivå för att passa myndigheter och yrkesverksamma, och utvecklat särskilda kurser för yrkesverksamma, inom projekten STAR och COMET, dock inte med utgångspunkt i Sverige.

Wojciks utbildningsinsatser riktade mot gymnasiet har karaktären av mer **utåtriktad spridning**. Även Bradshaws forskning som är betydelsefull för SKB är en form av bredare spridning av kunskaperna. Inom forskarsamfundet har Bradshaws ekologiska ingång till radioekologin också uppmärksammats, enligt intervjupersoner och sakkunnigbedömningar. Det svenska språket har varit ett hinder för att spridning till allmänheten, exempelvis i medier. Dock har både Wojcik och Bradshaw lärt sig svenska och gjort något enstaka framträdande, särskilt i radio. Nikjoo behärskar inte svenska språket lika väl. Hans utåtriktade spridning består i första hand av ett betydande antal seminarier och presentationer, för svenska lärosäten och nätverk särskilt under den första finansieringsperioden. Nikjoo har dock även medverkat till tillkomsten av två läroböcker för universitetsnivå, en av dem ska publiceras under nästa år. Denna typ av spridning av kunskap och resultat är svår att kvantitativt belägga och kartlägga i detalj, men ingår i den bredare syn på forskningens samhällseffekter som Cooke, men särskilt Perez Vico, påtalat och som delvis ligger till grund för analysen här: Det finns skäl att anta att forskningsmiljöerna, och kanske särskilt de kring Wojcik och Nikjoo, har haft och kommer att ha större positiv samhällspåverkan i flera steg än vad som kan fångas in i en studie av denna typ.

7.3 Förutsättningarna för en långsiktigt hållbar strålskyddsforskning

Både radioekologin och radiobiologin vid SU är i starkare ställning vid genomförandet av utvärderingen än innan satsningen sjösattes. Radioekologin har stärkts, då en liten grupp har etablerat sig jämfört med tidigare då viss radioekologisk forskning genomfördes inom ramen för ekotoxikologi, medan radiobiologin snarare har genomgått ett framgångsrikt generationsskifte. Det internationella erkännandet är betydelsefullt för en långsiktig forskningsverksamhet medan förutsättningarna att få medel från andra svenska finansiärer än SSM är fortsatt dåliga.

När det gäller de enskilda gruppernas **återväxt** framstår främst Wojcik och även Bradshaw som framgångsrika i det att verksamheten fortsätter och förnyas. Båda har anställt nya doktorander och är fortsatt aktiva inom forskningsområdet. Särskilt lovande är att Bradshaw hade ett stort antal sökande till doktorandtjänsten som tilldelades Anna-Lea Golz. Däremot är det en svaghet att Bradshaw ännu inte har blivit professor vid SU. Miljön inom radiobiologi är större än den inom radioekologi, men det fanns ingen etablerad verksamhet när Bradshaw påbörjade sin tjänst. På lång sikt är forskningsinriktningarna dock beroende av vilka konkreta projekt Wojcik och Bradshaw får medel för att genomföra. Nikjoos grupp är däremot upplöst och hans egen anknytning till KI avslutas under 2016. Återväxten har inte säkrats och den personliga kompetensen i form av disputerade doktorander och forskningsassistenter har lämnat KI.

När det gäller forskningens **legitimitet** har den framstående forskning som genomförts, och i Bradshaws fall en nyskapande ingång till ämnet, bidragit till erkännande inom forskarsamfundet inom strålskydd, vilket sakkunnigbedömningarna vittnar om. Wojcik och Bradshaw har vunnit internationell legitimitet vilket framgår av deras positioner i internationella nätverk och finansiering från EU-program för forskning. De har också deltagit

i svensk media vilket tyder på ett bredare nationellt erkännande. Ingen har dock etablerat sitt fält som legitim grundforskning bland svenska forskningsråd. Svenska samarbeten är också få. Nikjoos förmåga och prestationer är brett erkända men han har inte uppnått legitimitet som partner för ytterligare forskningssamarbeten.

7.4 Slutsatser och rekommendationer

Hur framgångsrik en satsning är beror inte bara på i vilken utsträckning syftet har uppnåtts utan bedöms också utifrån vilka **mervärden** som kan spåras jämfört med en alternativ utveckling, satsningens additionalitet. Avvecklingen av radioekologisk forskning vid SLU är ett exempel på en möjlig alternativ utveckling, om det inte vore för satsningen. Det är troligt att forskning inom radiobiologi och radioekologi vid SU utan satsningen hade varit begränsad till enstaka projekt, exempelvis inom ramen för toxikologiska och ekotoxikologiska sammanhang. Vid KI hade en alternativ rekrytering, enligt institutionens prioriteringar, troligtvis skett inom ett fält som låg närmare klinisk tillämpning och som fokuserade på höga doser. *Jämfört mot ett nollalternativ syns därmed betydande mervärden med satsningen.*

En alternativ utformning av satsningen, exempelvis genom utlysning av hela potten som projektmedel hade inneburit en stärkning av finansieringen till det svenska forskarsamhället inom strålskyddsområdet. Utvärderingens källor indikerar dock att forskningen inom de specifika delfälten, låga doser strålning, radioekologi med ekologisk inriktning och mikrodosimetri, är närmast unik i Sverige. *Därmed utgör satsningens inriktning på tre specialiserade och framgångsrika forskare ett mervärde även i jämförelse med en alternativ utformning.* För radioekologi och för radiobiologi uppvisar satsningen också betydande mervärden i form av omfattande deltagande i europeiska och internationella nätverk. Nikjoo har också bidragit till att sprida ledande kunskaper till forskarstuderande och till det svenska forskarsamfundet. Det är svårt att hävda att separata projektmedel hade lett till lika omfattande internationella resultat. Svagheten med upplägget är att dessa mervärden främst har varit lokala till Stockholmsområdet och att de i viss mån är personberoende.

Resultaten tyder på att utformningen av satsningen har varit ändamålsenlig. Däremot är måluppfyllelsen inom dosimetri låg i och med att forskningsmiljön har avvecklats. Att Bradshaw inte har hamnat i befodringsgången inom SU är också en svaghet. **Alternativa handlingsätt** som under satsningens gång hade kunnat påverka detta utfall gäller främst kontakterna mellan SSM och värdinstitutionerna. *SSM och värdinstitutionerna hade kunnat agera mer proaktivt för att säkra långsiktig återväxt.* I Bradshaws fall är de ändrade förutsättningarna inom befodringsgången en oväntad händelse, men hade kunnat förebyggas med tydligare krav på gängse rutiner för anställning. I Nikjoos fall hade man under första perioden konstaterat att samarbeten i nätverk och konkreta projekt inte utvecklades som önskat. Det var en signal att kompetensöverföringen behövde säkras på annat sätt, exempelvis genom att erbjuda doktorander eller forskningsassistenter i gruppen fortsatt anställning, eller genom att medvetet verka för att involvera dem i lokala samarbeten.

SSM kan dra några direkta **lärdomar** inför eventuella liknande, framtida satsningar. *Finansiären bör lägga betydande ansträngningar på att säkra sina intressen*, genom tydliga krav och strategiska överläggningar med värdinstitutionerna, löpande under satsningens gång. Förutsättningarna för satsningen förändras genom omorganiseringar och personalomsättning vid värdinstitutionerna och finansiärens intressen måste bevakas. Värdinstitutionerna å sin sida bör integrera den ingångna överenskommelsen i långsiktiga strategier och i utvecklingsarbete. Möjligtvis kan en finansiär ställa krav på detta redan i ansökningsprocessen. *Därutöver bör förmågan till akademiskt ledarskap vara ett centralt utvärderingskriterium för ansökningarna.* Fallet Nikjoo visar att akademisk och pedagogisk kompetens inte är tillräckliga för att skapa förutsättningar för en långsiktigt hållbar forskningsmiljö.

Slutligen illustrerar utvärderingen en problematik inom forskningsområdet vad gäller avgränsningar och legitimitet ur ett vetenskapligt perspektiv. Strålskyddsforskningens mervärden är svåra att mäta och kapitalisera på. De manifesteras fullt ut endast på nationell nivå, i det demokratiska samtalet, eller vid en nukleär eller radiologisk katastrof. Ställningen som strategisk forskning är därmed svår att motivera, samtidigt som de grundläggande frågeställningarna inte uppfattas som grundforskning ur ett vetenskapligt perspektiv, exempelvis enligt forskningsrådets bedömningar. Detta indikerar att det finns ett behov av att **skapa förutsättningar** för långsiktig hållbarhet inom forskningsområdet, genom att tydliggöra vilka forskningsfrågor som är centrala och synliggöra deras mervärden. *Det är tydligt att SSM:s stöd till fundamentala frågeställningar är avgörande för den strategiska forskningens fortlevnad.* Forskningens oberoende är dock en grundläggande förutsättning för att den ska fylla sina mervärden och därmed finns starka intressen att säkra finansiering från andra källor än SSM, inte bara ur ett rent ekonomiskt perspektiv. *SSM kan agera för att säkra transparent och ändamålsenlig sakkunnigbedömning av egna finansieringsmedel, både i bedömning av ansökningar och i utvärdering av projekt, i linje med vetenskapliga prioriteringar.* Det är till exempel relevant att fråga till vilken grad SSM ska styra forskningens inriktning med avseende på fält och forskningsfrågor. *En tydlig karaktärisering av viktiga forskningsfält och forskningsfrågor i relation till kompetensbehov inom området är en förutsättning för att besvara den frågan.* För att säkra den vetenskapliga relevansen i en sådan karaktärisering är det möjligt att en det är nödvändigt att föra en dialog med forskningsråd och ledningsnivån vid universitet och högskolor.

Bilaga 1 Källor

Skrivna källor

- Concert (2015). *Concert*. Tillgänglig på <http://www.concert-h2020.eu/>. Hämtad 2015-12-15.
- Cooke (2005). *A framework to evaluate research capacity building in health care*. BMC Family Practice 6-44
- Engelmark Cederborg (2006). *KI-forskning toppar utvärdering*. Tentakel 2006:6. Tillgänglig på <http://www.vr.se:90/Tentakel/OldEditions/Nummer/2006-06/Artikelsida/4849.html>. Hämtad 2015-12-21.
- Holm m.fl. (2005). *Svenskt strålskydd i kris samtidigt som riskerna ökar*. Dagens Nyheter. Tillgänglig på <http://www.dn.se/debatt/svenskt-stralskydd-i-kris-samtidigt-som-riskerna-okar/>. Hämtad 2015-12-21.
- Perez Vico (2014). *An in-depth study of direct and indirect impacts from the research of a physics professor*. Science and Public Policy 41:701–719
- Regeringen (2005). *Regleringsbrev för budgetåret 2006 avseende Statens strålskyddsinstitut*. (M2005/6430/A (delvis))
- Regeringen (2006). *Regleringsbrev för budgetåret 2007 avseende Statens strålskyddsinstitut*. (M2006/5741/A (delvis); M2006/5899/A (delvis); M2006/579/Mk)
- SOU 1994:40 *Långsiktig strålskyddsforskning: Betänkande av utredningen om strålskyddsforskning*.
- SSI (2006). *Nationell forskningsstrategi inom strålskyddsområdet*.
- SSI (2007). *Utlysning av forskartjänster inom strålningsbiologi, radioekologi och strålningsdosimetri*.
- SSI (2002) *Nationell strategi för finansiering av strålskyddsforskning* (SSI2002)
- SSI (2005) *Det strategiska kompetensbehovet inom strålskyddet i Sverige – översikt och förslag*.
- SSI (u.å.). *Utlysning av forskartjänster inom strålningsbiologi, radioekologi och strålningsdosimetri*.
- SSM (2015). *Bilaga 2 Rapport av Regleringsbrevsuppdrag, Nationell kompetens inom strålskyddsområdet*.
- SSM (2013). *Expertstöd vid radiologiska och nukleära nödsituationer*.
- SSM (2013). *Strålsäkerhetsmyndighetens omvärldsanalys med fokus på forskning 2013*.
- SSM (2011). *Kompetensläge för ett strålsäkert samhälle*.
- SSM (2010). *Forskning 2010:03. Forskningsstrategi 2010-2014*.
- Stokes (1997). *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press.

Intervjupersoner

Namn	Organisation	Datum
Bradshaw, Clare	Stockholms universitet	2015-11-25
Dalianis, Tina	Karolinska institutet	2015-11-23
Elmgren, Ragnar	Stockholms universitet	2015-11-27
Forssell-Aronsson, Eva	Göteborgs universitet	2015-11-06
Fridell, Kent	Karolinska institutet	2015-11-23
Gedda, Lars	SSM	2015-10-23
Grander, Dan	Karolinska institutet	2015-12-03
Gudowska, Irena	Stockholms universitet	2015-11-30
Harms-Ringdahl, Mats	Stockholms universitet	2015-11-16
Hedman, Mattias	Karolinska sjukhuset	2015-11-24
Hennigor, Staffan	Forsmarks kraftgrupp	2015-11-27
Isaksson, Mats	Göteborgs universitet; Svensk förening för radioekologi	2015-11-27
Jensen, Dag	Tidigare vid Stockholms universitet	2015-11-24
Kautsky, Nils	Stockholms universitet	2015-11-25
Kautsky, Ulrik	SKB	2015-11-25
Lindborg, Lennart	Tidigare vid SSI/Karolinska institutet	2015-11-30
Lundholm, Lovisa	Stockholms universitet	2015-11-16
Mattsson, Sören	Lunds universitet	2015-11-24
Merck, Peter	Dekra Industrial; Föreningen för oförstörande prövning	2015-11-30
Moberg, Leif	Tidigare vid SSM	2015-11-05 samt 2015-12-15
Nascimento, Francisco	Stockholms universitet	2015-11-25
Nikjoo, Hooshang	Karolinska institutet	2015-11-13
Sydoff, Marie	Lunds universitet; Swe-Rays	2015-11-27
Tingberg, Anders	Lunds universitet; Svensk förening för radiofysik	2015-11-23
Wojcik, Andrzej	Stockholms universitet	2015-11-16

Bilaga 2 Publikationslistor

Publikationslistorna bygger på forskarnas egna publikationslistor ur vilka vi redovisar artiklar som är registrerade i antingen Web of Science eller i Scopus senast 2015-11-01.

Andrzej Wojciks publikationer

Cheng L, Lisowska H, Sollazzo A, Wegierek-Ciuk A, Stepień K, Kuszewski T, Lankoff A, Haghdoost S, Wojcik A. *Modulation of radiation-induced cytogenetic damage in human peripheral blood lymphocytes by hypothermia*. Mutation Research, 2015, in press.

Fotouhi A, Cornella N, Ramezani M, Wojcik A and Haghdoost S. *Investigation of micronuclei induction in MTH1 knockdown cells exposed to UVA, UVB or UVC*. Mutation Research, 2015, in press.

Wegierek-Ciuk A, M Arabski, P Kedzierawski, A Florek, D Solowiej, S Gozdz, H Lisowska, A Kowalik, M Kowalska, A Wojcik, J Polanska, A Lankoff. Searching for in vitro biomarkers of susceptibility to prostate and cervical cancers by analysis of chromosomal instability, γ -H2AX foci, polymorphisms in DNA repair genes and apoptosis. Journal of Preclinical and Clinical Research 2015, in press.

Kulka U, Ainsbury L, Atkinson M, Barnard S, Smith R, Barquinero JF, Barrios L, Bassinet C, Beinke C, Cucu A, Darroudi F, Fattibene P, Bortolin E, Monaca SD, Gil O, Gregoire E, Hadjidekova V, Haghdoost S, Hatzi V, Hempel W, Herranz R, Jaworska A, Lindholm C, Lumniczky K, M'kacher R, Mörtl S, Montoro A, Moquet J, Moreno M, Noditi M, Ogbazghi A, Oestreicher U, Palitti F, Pantelias G, Popescu I, Prieto MJ, Roch-Lefevre S, Roessler U, Romm H, Rothkamm K, Sabatier L, Sebastià N, Sommer S, Terzoudi G, Testa A, Thierens H, Trompier F, Turai I, Vandevoorde C, Vaz P, Voisin P, Vral A, Ugletveit F, Wieser A, Woda C, Wojcik A. *Realising the European network of biodosimetry: RENEb-status quo*. Radiat Prot Dosimetry. 2014 Sep 9. pii: ncu266. [Epub ahead of print].

Jaworska A, Ainsbury E, Fattibene P, Lindholm C, Oestreicher U, Rothkamm K, Romm H, Thierens H, Trompier F, Voisin P, Vral A, Woda C, Wojcik A. *Operational guidance for radiation emergency response organisations in Europe for using biodosimetric tools developed in EU MULTIBIODOSE project*. Radiation Protection Dosimetry, in press, 2014.

Weyler L, Engelbrecht M, Forsberg MM, Brehwens K, Vare D, Vielfort K, Wojcik A, and Aro H. *Restriction endonucleases from invasive Neisseria gonorrhoea cause double-strand breaks and distort mitosis in epithelial cells during infection*. PLOS ONE, in press.

Sibony D, Y.S. Horowitz, L. Oster, A. Wojcik, A. Sollazzo. *Combined measurement of dose and a/g radiation-field-components using the shape of composite peak 5 in the glow curve of LiF:Mg,Ti*. Radiation Measurements 71: 86-89, 2014.

Ainsbury EA, Al-Hafidh J, Bajinskis A, Barnard S, Barquinero JF, Beinke C, de Gelder V, Gregoire E, Jaworska A, Lindholm C, Lloyd D, Moquet J, Nylund R, Oestreicher U, Roch-Lefevre S, Rothkamm K, Romm H, Scherthan H, Sommer S, Thierens H, Vandevoorde C, Vral A, Wojcik A. *Inter- and intra-laboratory comparison of a multi-biodosimetric approach to triage in a simulated, large scale radiation emergency*. Int J Radiat Biol. 90:193-202, 2014.

Thierens H, Vral A, Vandevoorde C, Vandersickel V, de Gelder V, Romm H, Oestreicher U, Rothkamm K, Barnard S, Ainsbury E, Sommer S, Beinke C, Wojcik A. *Is a semi-automated approach indicated in the application of the automated micronucleus assay for triage purposes?* Radiat. Prot. Dosim. 159:87-94, 2014.

- Shakeri Manesh S, Deperas-Kaminska M, Fotouhi A, Sangsuwan T, Harms-Ringdahl M, Wojcik A, Haghdoost S. *Mutations and chromosomal aberrations in hMTH1-transfected and non-transfected TK6 cells after exposure to low dose rates of gamma radiation*. Radiat Environ Biophys. 53:417-425, 2014.
- Deperas-Kaminska M, Bajinskis A, Marczyk M, Polanska J, Wersäll P, Lidbrink E, Ainsbury E, Guipaud O, Benderitter M, Haghdoost S, Wojcik A. *Radiation induced changes in levels of selected proteins in peripheral blood serum of breast cancer patients as a potential triage biodosimeter for large-scale radiological emergencies*. Health Physics, 107:555-563, 2014.
- Romm H, Ainsbury E, Bajinskis A, Barnard S, Barquinero JF, Barrios L, Beinke C, Puig-Casanovas R, Deperas-Kaminska M, Gregoire E, Oestreicher U, Lindholm C, Moquet J, Rothkamm K, Sommer S, Thierens H, Vral A, Vandersickel V, Wojcik A. *Web-based scoring of the dicentric assay, a collaborative biodosimetric scoring strategy for population triage in large scale radiation accidents*. Radiat Environ Biophys. 53:241-254, 2014.
- Lisowska H, Brehwens K, Zölzer F, Wegierek-Ciuk A, Czub J, Lankoff A, Haghdoost S, Wojcik A. *Effect of hypothermia on radiation-induced micronuclei and delay of cell cycle progression in TK6 cells*. International Journal of Radiation Biology 90: 318-324, 2014.
- Brehwens K, Bajinskis A, Haghdoost S, Wojcik A. *Micronucleus frequencies and clonogenic cell survival in TK6 cells exposed to changing dose rates under controlled temperature conditions*. International Journal of Radiation Biology 90:241-247, 2014.
- Romm H, Ainsbury E, Barnard S, Barrios L, Barquinero JF, Beinke C, Deperas M, Gregoire E, Koivistoinen A, Lindholm C, Moquet J, Oestreicher U, Puig R, Rothkamm K, Sommer S, Thierens H, Vandersickel V, Vral A and Wojcik A. *Validation of semi-automatic scoring of dicentric chromosomes after simulation of three different irradiation scenarios*. Health Phys, 106:764-771, 2014.
- Ainsbury EA, Barnard S, Barrios L, Fattibene P, de Gelder V, Gregoire E, Lindholm C, Lloyd D, Nergaard I, Rothkamm K, Romm H, Scherthan H, Thierens H, Vandevoorde C, Woda C and Wojcik A. *Multibiodose radiation emergency triage categorisation software*. Health Phys, in press, 2014
- Fotouhi A, Woldai Hagos W, Ilic M, Wojcik A, Harms-Ringdahl M, de Gruijl F, Mullenders L, Jansen JG, Haghdoost S. *Analysis of mutant frequencies and mutation spectra in hMTH1 knockdown TK6 cells exposed to UV radiation*. Mutation Research 751-752:8-14, 2013.
- Beltrán-Pardo E, Jönsson I, Wojcik A, Haghdoost S, Harms-Ringdahl M, Bermúdez-Cruz RM, Bernal Villegas JE. *Effects of ionizing radiation on embryos of the tardigrade Milnesium cf. tardigradum at different stages of development*. PLOS ONE 8 (9), e72098, 2013.
- Salomaa S, Prise KM, Atkinson MJ, Wojcik A, Auvinen A, Grosche B, Sabatier L, Jourdain JR, Salminen E, Baatout S, Kulka U, Rabus H, Blanchardon E, Averbek D, Weiss W. *State of the art in research into the risk of low dose radiation exposure - findings of the 4th MELODI workshop*. Journal of Radiation Protection 33:589-603, 2013.
- Beltran-Pardo, E., Jönsson, K.I., Wojcik, A., Haghdoost, S., Bermúdez-Cruz, R.M., Bernal Villegas, J.E. *Sequence analysis of the DNA-repair gene rad51 in the tardigrades Milnesium cf. tardigradum, Hypsibius dujardini and Macrobiotus cf. harmsworthi*. J. Limnol. 72(s1): 80-91, 2013.
- Yentrapalli, R, O. Azimzadeh, A. Sriharshan, K. Malinowsky, J. Merl, A. Wojcik, M. Harms-Ringdahl, M.J. Atkinson, K-F. Becker, S. Haghdoost and S. Tapio. *The PI3K/Akt/mTOR pathway is a key player in the premature senescence of primary human endothelial cells exposed to chronic radiation*. PLoS One 8(8):e70024, 2013.

- Romm H, E. Ainsbury, S. Barnard, L. Barrios, J.F. Barquinero, C. Beinke, M. Deperas, E. Gregoire, A. Koivistoinen, C. Lindholm, J. Moquet, U. Oestreicher, R. Puig, K. Rothkamm, S. Sommer, H. Thierens, V. Vandersickel, A. Vral, A. Wojcik. *Automatic scoring of dicentric chromosomes as a tool in large scale radiation accidents*. Mutation Research 756:174-183, 2013.
- Skiöld S, Näslund I, Brehwens K, Andersson A, Wersall P, Lidbrink E, Harms-Ringdahl M, Wojcik A, Haghdoost S. *Radiation-induced stress response in peripheral blood of breast cancer patients differs between patients with severe acute skin reactions and patients with no side effects to radiotherapy*. Mutation Research 756: 152-157, 2013.
- Kacprzak J, Kuszewski T, Lankoff A, Müller W-U, Wojcik A, Lisowska H. *Individual variations in the micronucleus assay for biological dosimetry after high dose exposure*. Mutation Research 756:196-200, 2013.
- Staaf E, Deperas-Kaminska M, Brehwens K, Haghdoost S, Czub J, Wojcik A. *Complex aberrations in lymphocytes exposed to mixed beams of ²⁴¹Am alpha particles and X-rays*. Mutation Research 756: 95-100, 2013.
- Yentrapalli R, Azimzadeh O, Barjaktarovic Z, Sarioglu H, Wojcik A, Harms-Ringdahl M, Atkinson MJ, Haghdoost S, Tapio S. *Quantitative proteomic analysis reveals induction of premature senescence in human umbilical vein endothelial cells exposed to chronic low-dose rate gamma-radiation*. Proteomics, 13:1096-1107, 2013.
- Lisowska H, Wegierek-Ciuk A, Banasik-Nowak A, Braziewicz J, Wojewodzka M, Wojcik A, Lankoff A. *The dose-response relationship for dicentric chromosomes and γ -H2AX foci in human peripheral blood lymphocytes: influence of temperature during exposure and intra- and inter-individual variability of donors*. International Journal of Radiation Biology 89: 191-199, 2013.
- Padjas A, Kedzierawski P, Florek A, Kukulowicz P, Kuszewski T, Gozdz S, Lankoff A, Wojcik A, Lisowska H. *Comparative analysis of three functional predictive assays in lymphocytes of patients with breast and gynaecological cancer treated by radiotherapy*. Journal of Contemporary Brachytherapy 4: 219–226, 2012.
- Staaf E, Brehwens K, Czub J, Haghdoost S, Wojcik A. *Gamma-H2AX foci in cells exposed to a mixed beam of X-rays and alpha particles*. Genome Integrity 3:8-13, 2012.
- Kulka U, Ainsbury L, Atkinson M, Barquinero JF, Barrios L, Beinke C, Bogner G, Cucu A, Darroudi F, Fattibene P, Gil O, Gregoire E, Hadjidekova V, Haghdoost S, Herranz R, Jaworska A, Lindholm C, Mkacher R, Mörtl S, Montoro A, Moquet J, Moreno M, Ogbazghi A, Oestreicher U, Palitti F, Pantelias G, Popescu I, Prieto MJ, Romm H, Rothkamm K, Sabatier L, Sommer S, Terzoudi G, Testa A, Thierens H, Trompier F, Turai I, Vandersickel V, Vaz P, Voisin P, Vral A, Ugletveit F, Woda C, Wojcik A. *Realising the European network of Excellence in Biological Dosimetry*. Radiat Prot Dosimetry 151:621-625, 2012.
- Staaf E, Brehwens K, Haghdoost S, Pachnerova-Brabcova K, Czub J, Braziewicz J, Nievaart S, Wojcik A. *Characterization of a setup for mixed beams exposure of cells to ²⁴¹Am alpha particles and X-rays*. Radiation Protection Dosimetry 151:570-579, 2012.
- Wojcik A, Obe G, Lisowska H, Czub J, Nievaart V, Moss R, R Huiskamp, Sauerwein W. *Chromosomal aberrations in peripheral blood lymphocytes exposed to a mixed beam of low energy neutrons and gamma radiation*. Journal of Radiological Protection 32: 261-274, 2012.
- Staaf E, Brehwens K, Haghdoost S, Nievaart S, Czub J, Braziewicz J, Wojcik A. *Micronuclei in human peripheral blood lymphocytes exposed to mixed beams of X-rays and alpha particles*. Radiation and Environmental Biophysics 51: 283-293, 2012.

- Dang L, Lisowska H, Shakeri Manesh S, Solazzo A, Staaf E, Haghdoost S, Brehwens K, Wojcik A. *Radioprotective effect of hypothermia on cells – a multiparametric approach to delineate the mechanisms*. International Journal of Radiation Biology 88: 507-514, 2012.
- Brzozowska K, Pinkawa M, Eble MJ, Müller WU, Wojcik A, Kriehuber R, Schmitz S. *In vivo versus in vitro individual radiosensitivity analysed in healthy donors and in prostate cancer patients with and without severe side effects after radiotherapy*. International Journal of Radiation Biology 88:405-413, 2012.
- Brehwens K, Bajinskis A, Staaf E, Haghdoost S, Cederwall S, Wojcik A. *A new device to expose cells to changing dose-rates of ionising radiation*. Radiation Protection Dosimetry 148: 366- 371, 2012.
- Ainsbury EA, Bakhanova E, Barquinero JF, Brai M, Chumak V, Correcher V, Darroudi F, Fattibene P, Gruel P, Guclu I, Horn S, Jaworska A, Kulka U, Lindholm C, Lloyd D, Longo A, Marrale M, Monteiro Gil O, Oestreicher U, Pajic J, Rakic B, Romm H, Trompier F, Veronese I, Voisin P, Vral A, Whitehouse CA, Wieser A, Woda C, Wojcik A, Rothkamm K. *Review of retrospective dosimetry techniques for external ionising radiation exposures*. Radiation Protection Dosimetry 147: 573-592, 2011.
- Fotouhi A, Skiöld S, Osterman-Golkar S, Wojcik A, Jenssen D, Harms-Ringdahl M, Haghdoost S. *The reduction of 8-oxo-dG in the nucleotide pool by hMTH1 leads to reduction in mutations in human cells exposed to UVA*. Mutation Research, 715:13-18, 2011.
- Deperas-Kaminska M, E.M. Zaytseva, J. Deperas-Standylo, G.V. Mitsyn, A.G. Molokanov, G.N. Timoshenko, A. Wojcik. *Inter-chromosomal variation in aberration frequencies in human lymphocytes exposed to charged particles of LET between 0.5 and 55 keV/μm*. International Journal of Radiation Biology, 86:975-985, 2010.
- Johannes C., A. Dixius, M. Pust, R. Hentschel, I. Buraczewska, E. Staaf, K. Brehwens, S. Haghdoost, S. Nievaart, J. Czub, J. Braziewicz, A. Wojcik. *The yield of radiation-induced micronuclei in early and late-arising binucleated cells depends on radiation quality*. Mutation Research, 701:80-85, 2010.
- Lisowska H, M. Deperas-Kaminska, S. Haghdoost, I. Parmryd, A. Wojcik. *Radiation-induced DNA damage and repair in human gamma-delta and alpha-beta T-lymphocytes analysed by the alkaline comet assay*. Genome Integrity, 1:8, 2010.
- Brehwens K., E. Staaf, S. Haghdoost. A.J. Gonzalez, A. Wojcik. *Cytogenetic damage in cells exposed to ionizing radiation under conditions of a changing dose-rate*. Radiation Research 173, 283–289, 2010.
- Jucha A. Z. Koza. A. Wojck. A. Lankoff. *FociCounter: a freely available PC programme for quantitative and qualitative analysis of gamma-H2AX foci*. Mutation Research 696:16-20, 2010.
- P.G.S. Prasanna, W.F. Blakely, J.-M. Bertho, J.P. Chute, E.P. Cohen, R.E. Goans, M.B. Grace, P.K. Lillis-Hearne, D.C. Lloyd, L.C.H. W. Lutgens, V. Meineke, N.I. Ossetrova, A. Romanyukha, J.D. Saba, D.J. Weisdorf, A. Wojcik, E.G. Yukihiro, T.C. Pellmar. *Synopsis of Partial-Body Radiation Diagnostic Biomarkers and Medical Management of Radiation Injury Workshop*. Radiation Research, 173: 245-253, 2010.
- C. Lindholm, D. Stricklin, A. Jaworska, A. Koivistoinen, W. Paile, E. Arvidsson, J. Deperas-Standylo, A. Wojcik. *Premature chromosome condensation (PCC) assay for dose assessment in mass casualty accidents*. Radiation Research, 173: 71-78, 2010.
- Wojcik A, Lloyd D, Romm H, Roy L. *Biological dosimetry for triage of casualties in a large-scale radiological emergency: capacity of the EU member states*. Radiation Protection Dosimetry 138:397-401, 2010.
- J.H. Hendry, S.L. Simon, A. Wojcik, M. Sohrabi, W. Burkart, E. Cardis, D. Laurier, M. Tirmarche, I. Hayata. *Human exposure to high natural background radiation: what can it teach us about radiation risks?* Journal of Radiological Protection 29: A29–A42, 2009.

- K. Brzozowska, C. Johannes, G. Obe, R. Hentschel, J. Morand, R. Moss, A. Wittig, W. Sauerwein, J. Liniecki, I. Szumieli, A. Wojcik. *Effect of temperature during irradiation on the level of micronuclei in human peripheral blood lymphocytes exposed to X-rays and neutrons*. International Journal of radiation Biology 85: 891–899, 2009.
- L. Maddukuri, E. Speina, M. Christiansen, D. Dudzińska, J. Zaim, T. Obtulowicz, S. Kabaczyk, M. Komisarowski, Z. Bukowy, J. Szczegielniak, A. Wójcik, J.T. Kuśmierk, T. Stevnsner, V.A. Bohr, B. Tudek. *Cockayne syndrome group B protein is engaged in processing of DNA adducts of lipid peroxidation product trans-4-hydroxy-2-nonenal*. Mutation Research 666: 23-31, 2009.
- J. Czub, D. Banaś, A. Błaszczak, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak, M. Jaskóła, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Łukaszek, Z. Szepliński, A. Wójcik. *Cell survival and chromosomal aberrations in CHO-K1 cells irradiated by carbon ions*. Applied Radiation and Isotopes 67: 447-453, 2009.
- J. Czub, D. Banaś, A. Błaszczak, J. Braziewicz, I. Buraczewska, J. Choiński, U. Górak, M. Jaskóła, A. Korman, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Łukaszek, Z. Szepliński, A. Wójcik. *Biological effectiveness of ¹²C and ²⁰Ne ions with very high LET*. International Journal of Radiation Biology 84:821-829, 2008.
- J. Morand, J. Deperas-Standylo, W. Urbanik, R. Moss, S. Hachem, W. Sauerwein, A. Wojcik. *Confidence intervals for Neyman-type A distributed events*. Radiation Protection Dosimetry 128: 437–443, 2008.
- A. Wojcik, I. Buraczewska, S. Sommer, K. Brzozowska, J. Pregowski, A. Witkowski, D. Garmol, S. Pszona, W. Bulski. *Enhanced level of micronuclei in peripheral blood lymphocytes of patients treated for restenosis with ³²P endovascular brachytherapy*. Cardiovascular Revascularization Medicine, 9:149–155, 2008.
- A. Lankoff, J. Sochacki, L. Spoo, J. Meriluoto, A. Wojcik, A. Wegierek, L. Verschaeve. *Nucleotide excision repair impairment by nodularin in CHO cell lines due to ERCC1/XPF inactivation*. Toxicology Letters, 179:101-107, 2008.
- P.K. Włodarski, R. Maksym, M. Oldak, S. Jozwiak, A. Wojcik, J. Jozwiak. *Tuberin-heterozygous cell line TSC2ang1 as a model for tuberous sclerosis-associated skin lesions*. International Journal of Molecular Medicine 21:245-250, 2008.

Clare Bradshaws publikationer

- Nascimento FJA, Svendsen C, Bradshaw C. *Combined effects from gamma irradiation and fluoranthene exposure on carbon transfer from phytoplankton to zooplankton*. Environmental Science & Technology (doi: 10.1021/acs.est.5b03128)
- Bradshaw C, Näslund J, Hansen J, Kozłowski-Suzuki B, Sundström B, Gustafsson K (2015). *Hexabromocyclododecane affects benthic-pelagic coupling in an experimental ecosystem*. Environmental Pollution 206: 306-314 (doi: 10.1016/j.envpol.2015.07.012)
- Jaeschke BC, Lind O-C, Bradshaw C, Salbu B (2015) *Retention of radioactive particles and associated effects in the filter-feeding marine mollusc Mytilus edulis*. Science of the Total Environment 502: 1–7 (doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.09.007)
- Bradshaw C, Kapustka L, Barnhouse L, Brown J, Ciffroy P, Forbes V, Geras'kin S, Kautsky U, Bréchnignac F (2014) *Using an Ecosystem Approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints*. Journal of Environmental Radioactivity 136: 98-104 (doi:10.1016/j.jenvrad.2014.05.017)
- Konovalenko L, Bradshaw C, Kumblad L, Kautsky U (2014) *Radionuclide transfer in marine coastal ecosystems, a modelling study using metabolic processes and site data*. Journal of Environmental Radioactivity 133: 48-59 (doi:10.1016/j.jenvrad.2013.05.003)

- Erichsen AC, Konovalenko L, Møhlenberg F, Closter R, Bradshaw C, Aquilonius K, Kautsky U (2013) *Radionuclide transport and uptake in coastal aquatic ecosystems: a comparison of a 3D dynamic model and a compartment model*. *Ambio* 42:464–475 (doi: 10.1007/s13280-013-0398-2)
- Jaeschke B and Bradshaw C (2013) *Bioaccumulation of tritiated water in phytoplankton and trophic transfer of organically bound tritium to the blue mussel, Mytilus edulis*. *Journal of Environmental Radioactivity* 115: 28–33 (doi: 10.1016/j.jenvrad.2012.07.008)
- Hinton TG, Garnier-Laplace J, Vandenhove H, Dowdall M, Adam-Guillermin C, Alonzo F, Barnett C, Beaugelin-Seiller K, Beresford NA, Bradshaw C, Brown J, Eyrolle F, Fevrier L, Gariel J-C, Gilbin R, Hertel-Aas T, Horemans N, Howard BJ, Ikäheimonen T, Mora JC, Oughton D, Real A, Salbu B, Simon-Cornu M, Steiner M, Sweeck L, Vives i Batlle J (2013) *An Invitation to Contribute to a Strategic Research Agenda in Radioecology*. *Journal of Environmental Radioactivity* 115:73-82 (doi: 10.1016/j.jenvrad.2012.07.011)
- Allan I, Nilsson H, Tjensvoll I, Bradshaw C, Næs K (2012) *PCDD/F release during benthic trawler-induced sediment re-suspension*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 31(12): 2780–2787 (doi: 10.1002/etc.1999)
- Bradshaw C, Tjensvoll I, Sköld M, Allan IJ, Molvær J, Magnusson J, Naes K, Nilsson H (2012) *Bottom trawling resuspends sediment and releases bioavailable contaminants in a polluted fjord*. *Environmental Pollution* 170: 232-241 (doi: 10.1016/j.envpol.2012.06.019)
- Vanhoudt N, Vandenhove H, Real A, Bradshaw C, Stark K (2012) *A review of multiple stressor studies that include ionising radiation*. *Environmental Pollution* 168:177-192 (doi:10.1016/j.envpol.2012.04.023)
- Bradshaw C, Kautsky U, Kumblad L (2012) *Ecological stoichiometry and multi-element transfer in a coastal ecosystem*. *Ecosystems* 15: 591–603 (doi: 10.1007/s10021-012-9531-5)
- Allan IJ, Nilsson NC, Tjensvoll I, Bradshaw C, Næs K (2011) *Mobile passive samplers: Concept for a novel mode of exposure*. *Environmental Pollution* 159:2393-2397.
- Bréchignac F, Bradshaw C, Carroll S, Jaworska A, Kapustka L, Monte L, Oughton D (2011) *Recommendations from the International Union of Radioecology to Improve Guidance on Radiation Protection*. *Integrated Environmental Assessment and Management* 7(3): 411-413 (doi: 10.1002/ieam.242)
- Thorsson MH, Hedman JE, Bradshaw C, Gunnarsson JS, Gilek M (2008). *Effects of settling organic matter on the bioaccumulation of cadmium and BDE-99 by Baltic Sea benthic invertebrates*. *Marine Environmental Research* 65: 264-281 (doi:10.1016/j.marenvres.2007.11.004)
- Hedman JE, Bradshaw C, Thorsson MH, Gilek M, Gunnarsson JS. (2008) *Fate of contaminants in Baltic Sea sediments: the role of bioturbation and settling organic matter*. *Marine Ecology Progress Series* 356: 25-38 (doi: 10.3354/meps07218)

Hooshang Nikjoos publikationer

- Liamsuwan T, Uehara S, Nikjoo H., 2015, *Microdosimetry of the full slowing down of protons using Monte Carlo track structure simulations*. *Radiat Prot Dosimetry*. 2015 Sep;166(1-4):29-33. doi: 10.1093/rpd/ncv204. Epub 2015 Apr 22. PMID: 25904698
- Lindborg L, Hultqvist M, Carlsson Tedgren Å, Nikjoo H., 2015, *Nanodosimetry and RBE values in radiotherapy*. *Radiat Prot Dosimetry*. 2015 Sep;166(1-4):339-42. doi: 10.1093/rpd/ncv196. Epub 2015 May 6. PMID: 25953788

Protti N, Geninatti-Crich S, Alberti D, Lanzardo S, Deagostino A, Toppino A, Aime S, Ballarini F, Bortolussi S, Bruschi P, Postuma I, Altieri S, Nikjoo H. *Evaluation of the dose enhancement of combined ^{10}B + ^{157}Gd neutron capture therapy (NCT)*. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Sep;166(1-4):369-73. doi: 10.1093/rpd/ncv300. Epub 2015 Aug 5. PMID: 26246584

Watanabe R, Rahmanian S, Nikjoo H. 2015, *Spectrum of Radiation-Induced Clustered Non-DSB Damage - A Monte Carlo Track Structure Modeling and Calculations*. Radiat Research. 2015 May;183(5):525-40. doi: 10.1667/RR13902.1. Epub 2015 Apr 24. PMID: 25909147

Sankaranarayanan K, Nikjoo H. 2015, *Genome-based, mechanism-driven computational modeling of risks of ionizing radiation: The next frontier in genetic risk estimation?* Mutat Res Rev Mutat Res. 2015 Apr-Jun;764:1-15. doi: 10.1016/j.mrrev.2014.12.003. Epub 2014 Dec 31.

Taleei R, Girard PM, Nikjoo H, 2015, *DSB Repair Model for mammalian Cells in Early S and G1 phases of the cell cycle: Application to damage induced by ionizing radiation of different quality*. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen. 2015 Feb;779:5-14. doi: 10.1016/j.mrgentox.2015.01.007. Epub 2015 Jan 23.

Shirin Rahmanian, Reza Taleei, Hooshang Nikjoo, 2014, *Radiation Induced Base Excision Repair (BER): A mechanistic mathematical approach*. DNA Repair, 22:89-103

Liamsuwan T, Hultqvist M, Lindborg L, Uehara S, Nikjoo H, 2014, *Microdosimetry of proton and carbon ion beams*, Medical Physics, 41(8): 081721

D. Liljequist, H. Nikjoo, 2014, *On the validity of trajectory methods for calculating the transport of very low energy (<1 keV) electrons in liquids and amorphous media*. Radiation Physics and Chemistry, 99, 45-52

Nikjoo H., and Liamsuwan T. *Biophysical Basis of Ionizing Radiation*. In: Anders Brahme, editor-in-chief. Comprehensive Biomedical Physics, Vol 9, Amsterdam: Elsevier; 2014. 1st Edition: 65-104.

Shirin Rahmanian, Reza Taleei, Hooshang Nikjoo, 2014, *Radiation Induced Base Excision Repair (BER): A mechanistic mathematical approach*. DNA Repair, 22:89-103

Taleei R, Nikjoo H, 2014, *Response to the letter of Bogdi and Foray: On the coherence between mathematical models of DSB repair and physiological reality*. Mutation Research, 761:50-52

Emfietzoglou D, Kyriakou I, Garcia-Molina R, Abril I, Nikjoo H. 2013, *Inelastic Cross Sections for Low-Energy Electrons in Liquid Water: Exchange and Correlation Effects*. Radiat Res. 2013 Oct 18. [Epub ahead of print] PMID: 24131062, [PubMed - as supplied by publisher]

Taleei R, Nikjoo H, 2013, *Biochemical DSB-Repair Model for mammalian Cells in G1 and early S phases of the cell cycle*, Mutat. Res.: Genet. Toxicol. Environ. Mutagen, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2013.06.004>

Lindborg L, Hultqvist M, Carlsson Tedgren A, Nikjoo H, 2013, *Lineal energy and radiation quality in radiation therapy: model calculations and comparison with experiment*, Phys Med Biol. 58(10):3089-3105

Taleei R, Nikjoo H, 2013, *The Nonhomologous End-Joining (NHEJ) Pathway for the Repair of DNA Double-Strand Breaks: I- A Mathematical Model*. Radiation Research, 179(5):530-9

Taleei R, Girard P, Sankaranarayanan K, Nikjoo H, 2013, *The Nonhomologous End-Joining (NHEJ) mathematical model for the repair of double-strand breaks: II- Application to damage induced by ultrasoft X-rays and low energy electrons*. Radiation Research, 179(5):540-8

- Liamsuwan T and Nikjoo H, *Cross sections for bare and dressed carbon ions in water and neon*, Phys. Med. Biol., 2013, 58: 641-672.
- Liamsuwan T and Nikjoo H, *A Monte Carlo track structure simulation code for the full-slowing-down carbon projectiles of energies 1 keV/u–10 MeV/u in water*. Phys. Med. Biol. 2013, 58:673-701.
- Krishnaswami Sankaranarayanan, Reza Taleei, Shirin Rahmanian, and Hooshang Nikjoo, 2013, *Ionizing radiation and genetic risks. Formation mechanisms underlying naturally-occurring DNA deletions in the human genome and their potential relevance for bridging the gap between induced DNA double-strand breaks and deletions in irradiated germ cells*. Mutation Research Reviews., 753:114-130 <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrrev.2013.07.003>
- Liamsuwan T, Emfietzoglou D, Uehara S, Nikjoo H. *Microdosimetry of low-energy electrons*., Int J Radiat Biol. 2012, 88:899-907
- Bousis C, Emfietzoglou D, Nikjoo H. *Monte Carlo single-cell dosimetry of I-131, I-125 and I-123 for targeted radioimmunotherapy of B-cell lymphoma*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:908-915
- Bousis C, Emfietzoglou D, Nikjoo H. *Calculations of absorbed fractions in small water spheres for low-energy monoenergetic electrons and the Auger-emitting radionuclides 123I and 125I*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:916-921
- Taleei R, Nikjoo H, *Repair of the double-strand breaks induced by low energy electrons: A modelling approach*, Int J Radiat Biol. 2012, 88:948-53
- Emfietzoglou D, Kyriakou I, Abril I, Garcia-Molina R, Nikjoo H. *Inelastic scattering of low-energy electrons in liquid water computed from optical-data models of the Bethe surface*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:22-8.
- Liljequist D, Liamsuwan T, Nikjoo H, *Elastic scattering cross section models used for Monte carlo simulation of electron tracks in media of biological and medical interest*. Int. J. Radiat Biol. 2012, 88:29-37
- Liamsuwan T, Nikjoo H. *An energy-loss model for low- and intermediate-energy carbon projectiles in water*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:45-9.
- Nikjoo H and Girard P, *A model of DNA damage in the human cell nucleus*. Int J Radiat Biol., 2012, 88:87-97.
- Girard PM, Laughton C, Nikjoo H. *Determination of DNA structural detail using radio-probing*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:123-8.
- Taleei R, Hultqvist M, Gudowska I, Nikjoo H. *A Monte Carlo evaluation of carbon and lithium ions dose distributions in water*. Int J Radiat Biol. 2012, 88:189-94.
- Nikjoo H, Uehara S, Emfietzoglou D, Pinsky L. *A database of frequency distributions of energy depositions in small-size targets by electrons and ions*. Radiat Prot Dosimetry. 2011, 143:145-51.
- Macgibbon JH, Emerson S, Liamsuwan T, Nikjoo H. *EDDIX--a database of ionisation double differential cross sections*. Radiat Prot Dosimetry. 2011, 143:162-5.
- Taleei R, Weinfeld M, Nikjoo H. *A kinetic model of single-strand annealing for the repair of DNA double-strand breaks*. Radiat Prot Dosimetry. 2011, 143:191-5.
- Baverstock K, Nikjoo H. *Can a system approach help radiobiology?* Radiat Prot Dosimetry. 2011, 143:536-41.
- Liamsuwan T, Uehara S, Emfietzoglou D, Nikjoo H. *A model of carbon ion interactions in water using the classical trajectory Monte Carlo method*. Radiat Prot Dosimetry. 2011, 143:152-5.

- Sankaranarayanan K, Nikjoo H. *Ionising radiation and genetic risks. XVI. A genome-based framework for risk estimation in the light of recent advances in genome research.* Int J Radiat Biol. 2011, 87:161-78.
- Liamsuwan T, Uehara S, Emfietzoglou D, Nikjoo H. *Physical and biophysical properties of proton tracks of energies 1 keV to 300 MeV in water.* Int J Radiat Biol. 2011, 87:141-60.
- Lindborg L, Nikjoo H. *Microdosimetry and radiation quality determinations in radiation protection and radiation therapy.* Radiat Prot Dosimetry. 2011;143:402-8.
- Bousis C, Emfietzoglou D, Hadjidoukas P, Nikjoo H. *Monte Carlo single-cell dosimetry of Auger-electron emitting radionuclides.* Phys Med Biol. 2010, 55(9):2555-72.
- Nikjoo H, Lindborg L. *RBE of low energy electrons and photons.* Phys Med Biol. 2010 May 21;55(10):R65-109.
- D. Emfietzoglou, I. Kyriakou, I. Abril, R. Garcia-Molina, I.D. Petsalakis, H. Nikjoo (2009). *A dielectric response study of the electronic stopping power of liquid water for energetic protons and a new I-value for water.* Phys Med Biol Phys Med Biol. 2009, 54(11):3451-72.
- Bousis, C., Emfietzoglou, D., Hadjidoukas, P., Nikjoo, H. (2009). *A Monte Carlo study of cellular S-factors for 1 keV to 1 MeV electrons.* Physics in Medicine and Biology. 2009, 54(16):5023-5038.
- H. Nikjoo, D. Emfietzoglou, D. E. Charlton, (2008) *The Auger effect in physical and biological research.* International Journal of Radiation Biology, 84(12), 1011-1026.
- D. Emfietzoglou, K. Kostarelos, P. Hadjidoukas, C. Bousis, A. Fotopoulos, A. Pathak, & H. Nikjoo, (2008), *Subcellular S-values for low energy electrons: A comparison of Monte Carlo simulations and continuous slowing down calculations.* International Journal of Radiation Biology, 84(12), 1034-1044.
- Girard P M, Nikjoo H, Laughton CL, (2008), *Simulation of 125I-based radioprobe experiments to study DNA quadruplex structure and topology.* International Journal of Radiation Biology, 84(12), 1045-1049.
- Tim Goorley, Michel Terrissol, Hooshang Nikjoo (2008), *Calculated Strand Breaks from 125I in Coiled DNA.* International Journal of Radiation Biology, 84(12), 1050-1056.
- H. Nikjoo, D. Emfietzoglou, R. Watanabe and S. Uehara, (2008), *Can Monte Carlo Track Structure Codes Reveal Reaction Mechanism in DNA Damage and Improve Radiation Therapy?* Rad Phys Chem, doi:10.1016/j.radphyschem. 2008.05.043
- H Nikjoo, S Uehara, D Emfietzoglou, A Brahme, (2008), *Heavy charged particles in radiation biology and biophysics,* New Journal of Physics, 10, 075006
- R. W. Howell, R. F. Martin, H. Nikjoo, E. Pomplun, M. Terrissol, R. Watanabe, L. Yasui, Amin I. Kassis, S. James Adelstein (2008), *Meeting overview.* International Journal of Radiation Biology, 84(12), 957-958.
- Bousis C, Emfietzoglou D, Hadjidoukas P, Nikjoo H. (2008), *A Monte Carlo study of absorbed dose distributions in intermediate energy electrons based on different condensed-history transport schemes.* Phys Med Biol. 53, 3739-3761.



2016:07

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-171 16 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-mail: registrator@ssm.se
Web: stralsakerhetsmyndigheten.se