



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Institute

Postadress
171 16 STOCKHOLM

Gatuadress
Karolinska sjukhuset
Solna

Telefon
08-729 71 00

Forskningssekretariatet

Forskningsplan för utlagd strålskydds- forskning 1994/95

ISSN 0282-4434

Pris: 40 kronor



Titelblad / Title page

Författare / Author:

Avdelning / Division:

Forskningssekretariatet

Dokumentets titel / Title of the document:

Forskningsplan för utlagd strålskyddsforskning 1994/95

Sammanfattning / Abstract:

Nyckelord (valda av författaren) / Key words (chosen by the author):

Strålskyddsforskning
Joniserande strålning
Icke-joniserande strålning

Antal sidor / Number of pages: 23

FORSKNINGSPLAN FÖR UTLAGD STRÅLSKYDDSFORSKNING 1994/95

Innehållsförteckning

INLEDNING	sid 3
ICKE-KÄRNKRAFTANKNUTEN FORSKNING	7
Joniserande strålning - artificiellt producerad	7
Diagnostik	7
Strålbehandling	8
Joniserande strålning - naturligt förekommande	9
Icke-joniserande strålning	10
UV-strålning	10
Lågfrekventa elektromagnetiska fält	11
Högfrekventa elektromagnetiska fält och mikrovågor	12
Magnetisk resonanstomografi (MRT)	12
Ultraljud	12
Konsultkostnader	12
KÄRNKRAFTANKNUTEN FORSKNING	13
Radioekologi	13
Tjernobyl	13
Biomovs II	14
Övrig radioekologi	15
Radioaktivt avfall	15
Haverier/Beredskap	17
Övrig kärnkraftanknuten forskning	18
Konsultkostnader	19
FORSKNING MED ALLMÄN INRIKTNING	20
Strålningssinriktad epidemiologi	20
Dosimetri	20
Strålningsbiologi/biomedicin	21
Radioekologi/bränslen	22
Övrigt	22
BILAGA	
Ekonomisk sammanställning	

FORSKNINGSPLAN FÖR UTLAGD STRÅLSKYDDSFORSKNING 1994/95

INLEDNING

Omfattning och ekonomi

Forskningsplanen för utlagd strålskyddsforskning avser i första hand sådan forskning vars resultat bedöms vara behövliga för institutets tillsynsverksamhet. Men den utlagda forskningen är också ett värdefullt stöd till institutet i dess roll som expertmyndighet och ett komplement till den forskning som bedrivs inom SSI. Forskningsmedlen används också till att stödja målinriktad grundläggande strålskyddsforskning. Till viss del sker detta via det samarbete med EU och dess forskningsprogram på strålskyddsområdet vilket inleddes 1990. Det skall dock noteras att EU:s strålskyddsforskning inte på något sätt syftar till att stödja sådan forskning, utan har en mycket tillämpad målsättning.

EU:s forskningsprogram på strålskyddsområdet är mycket omfattande och täcker in flera av de områden som ingår i SSI:s program. Större områden som inte ingår i detta EU-program är icke-joniserande strålning, kärnavfallsforskning samt FoU kring nedläggning av kärnkraftverk. Dessa områden ingår i stället i andra EU-program i vilka Sverige för närvarande inte deltar. Under budgetåret 94/95 påbörjas det fjärde ramprogrammet. Strålskyddsforskningen inom detta program väntas bli än mer målinriktad med tonvikt på större satsningar på färre projekt. Volymen kommer också att bli något mindre än under innevarande programtid.

Forskningsplanen för 94/95 speglar behovet under det sista året i en treårsplan och har därför inte genomgått några större omarbetningar i förhållande till de två föregående åren (92/93 och 93/94). Under året som gått har den av regeringen tillsatta utredningen om forskningsverksamheten på strålskyddsområdet presenterat sitt betänkande "Långsiktig strålskyddsforskning" (SOU 1994:40), se nedan. Remissvaren sammanställs under hösten 1994 och en proposition väntas under budgetåret. Detta kommer att påverka nästa forskningsplan.

Strålskyddsinstitutet har för budgetåret 94/95 erhållit totalt 21.240.000 kronor för utlagd strålskyddsforskning. Av detta belopp avser 9.536.000 kronor forskning med anknytning till kärnkraftproduktion. 4.104.000 kronor är avsett för övrig strålskyddsforskning och 3.300.000 kronor skall användas för att bekosta deltagandet i EU:s forskningsprogram för strålskydd. EU-medlen skall täcka de merkostnader som uppkommit till följd av att EU:s program utökats till att omfatta även 1994 och för kostnader till följd av kronans försvagning. I totalbeloppet ingår också särskilda medel för forskning inom beredskapsområdet, dels 1.300.000 kronor för studier som har anknytning till olyckor inom kärnenergiområdet, dels 3.000.000 avsedda för kompetensbevarande forskning inom området. De senare medlen, som erhållits under en treårsperiod, utnyttjas för att

finansiera nio doktorandtjänster. Tjänsterna, med olika radioekologiska inriktningar inkl mätteknik, är placerade i Umeå, Uppsala, Lund, Malmö och Göteborg.

Följande tabell sammanfattar de ekonomiska ramarna för innevarande treårsperiod.

	92/93	93/94	94/95
Avgiftsfinansierad forskning			
Kärnkraft	9.198.000	9.636.000	9.536.000
Beredskap	1.107.000	1.140.000	1.300.000
Bidragsfinansierad forskning			
Övrig	3.929.000	4.115.000	4.104.000
EG	2.800.000	2.800.000	3.300.000
	17.034.000	17.694.000	18.240.000
Avgiftsfinansierad forskning			
Stöd till beredskapsforskning	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Totalt	20.034.000	20.694.000	21.240.000

En sammanställning av den ekonomiska planen för 94/95 liksom budgetutfallet för 93/94 återfinns i bilaga.

Forskning inom SSI

Den forskning SSI bedriver med egen personal är i ekonomiska termer av ungefär samma volym som den utlagda forskningen. Den egna forskningen omfattas inte av denna plan, utan redovisas i första hand under huvudprogram 4 i institutets allmänna verksamhetsplan. Forskningen utföres huvudsakligen vid avdelningen för forskning och utveckling, men vissa forskningsinsatser utföres också vid institutets tillsynsavdelningar. För att sätta den utlagda forskningen i perspektiv till den egna har i planen kort redovisats var egen forskning bedrivs, och i några fall den ungefärliga arbetsinsats som läggs ner på respektive område.

Ansökningsförfarande

Strålskyddsforskning omfattar ett stort och inte i alla delar särskilt väldefinierat område. Det byggs upp av kunskaper hämtade från många av de naturvetenskapliga disciplinerna. Men även icke-naturvetenskapliga ämnen bidrar till forskningen inom strålskyddsområdet. Tyngdpunkten inom och mellan de olika delområdena kan variera från tid till annan liksom även tillgången på kompetenta forskare.

SSI:s utlagda forskningsprojekt initieras normalt utifrån problemställningar som identifierats inom institutet. SSI är inte en anslagsgivande myndighet utan forskningen utförs på uppdrag/beställning av SSI. Det är dock omöjligt för institutet att hålla kvalificerad kompetens inom alla de områden som strålskyddsforskningen omfattar. Detta kan få till följd att relevanta och forskningsbara frågeställningar inte uppmärksammas i tid. Det är för närvarande också relativt få grupper till vilka SSI vänder sig för att få forskning utförd. Det är därför viktigt att intressera nya forskargrupper för strålskyddsforskning även om detta kan innebära att grupper som idag har stöd från SSI förlorar detta eller får minskat stöd.

I huvudsak av dessa skäl, och för att bereda forskarna inom området tillfälle att formulera forskningsprojekten, genomfördes på prov under 1992/93 ett ansökningsförfarande. Efter bedömning i forskningsnämnden beställdes projekt till en kostnad av 2,2 miljoner kronor.

De projekt, som fått stöd genom ansökningsförfarandet, erbjöds söka fortsatta anslag under det gångna året. Samtliga kom också in med förnyade ansökningar och av dessa fick merparten fortsatt stöd. I avvaktan på eventuella beslut angående förslagen i strålskyddsforskningsutredningen, särskilt förslaget att SSI skall få rätt att dela ut anslag, planeras för närvarande inget nytt ansökningsförfarande. Forskningssektariatet planerar däremot att mera aktivt uppmana berörda forskare att komma in med intresseförfrågningar.

Utredning om strålskyddsforskning

Regeringen beslöt i april 1993 att tillsätta en utredning med uppdrag att kartlägga forskningsverksamheten inom strålskyddsområdet i landet samt att utreda strukturella frågor rörande grundforskning av betydelse för strålskyddsområdet. Till särskild utredare utsågs professor Sören Mattsson och till sekreterare avd.dir Leif Moberg. Till utredningen knöts en expertgrupp.

Utredningen redovisade sitt arbete i april 1994 (Långsiktig strålskyddsforskning, SOU 1994:40). I utredningen föreslås bl a att den riktade grundforskningen på strålskyddsområdet får ett starkare stöd, och att SSI får ett ansvar också för denna forskning samt rätt att dela ut forskningsanslag. Förslaget innebär också förändringar i forskningsnämndens roll. Kvaliteten i forskningen bör följas upp genom utvärderingar. Utredningen föreslår vidare att möjligheten till fortsatt forskning inom strålskyddsområdet efter avlagd doktorsexamen förbättras genom inrättande av nya tjänster. Utredningen redovisar också ett förslag till inriktning på den mer grundläggande strålskyddsforskningen för de närmaste åren. Dessutom ges en bred beskrivning av pågående forskning i Sverige.

För närvarande (oktober 1994) sammanställs inkomna remissvar och en regeringsproposition förväntas under 1994/95.

Forskningsinformation

Ambitionen är att mycket av den forskning som finansieras via SSI ska publiceras i goda vetenskapliga journaler. Utöver detta behöver många resultat också ges en vidare spridning.

En vidare information om resultat som framkommer genom SSI:s utlagda forskningsprojekt ges för närvarande genom olika kanaler. SSI:s kontaktperson för ett specifikt projekt för in resultaten i SSI:s arbete i de fall där detta är möjligt och relevant. Bredare information ges genom institutets tidskrift Strålskyddsnytt och dess engelskspråkiga motsvarighet, SSI News. För några projekt ordnas seminarier för att informera större grupper om resultaten. Slutrapporter distribueras till ett begränsat antal externa adressater. Gemensamt för dessa kanaler är att de kan förbättras, och avsikten är att förstärka informationsinsatserna under de närmaste åren.

Nya vägar för informationsspridning ska också sökas. En sådan som utnyttjats sedan ett år är att i tidskriften Teknik & Naturvetenskap lämna information om aktuell strålskyddsforskning. Tidskriften vänder sig främst till lärare och elever vid landets tekniska och naturvetenskapliga fakulteter. Tillsammans med institutets informationsenhet kommer forskningsinformationen till allmänheten att ses över under 94/95.

Möjligheten att samla forskare från vissa projektområden för att diskutera och informera om sitt område prövas. Under det gångna året anordnades två möten, där resultaten från pågående projekt inom den icke kärnenergi-relaterade forskningen presenterades. Vid den första hearingen behandlades de projekt, som fått stöd genom anslagsförfarandet, vid den andra av institutet initierade projekt. Erfarenheterna från dessa hearings var i stort positiva och fortsatta insatser av denna typ planeras.

Forskningssekretariatets nya databas över de utlagda forskningsprojektet är ett hjälpmedel också i informations-sammanhang.

Särskilda medel har budgeterats för informationsverksamheten (bilaga).

ICKE KÄRNKRAFTANKNUTEN FORSKNING

Joniserande strålning - artificiellt producerad

Artificiellt producerad joniserande strålning förekommer inom sjukvården, i industriella tillämpningar, inom forskning och utbildning samt i vissa konsumentartiklar. Av dessa användningsområden ger de medicinska strålkällorna de ojämförligt största dosbidragen. Såväl patienter som personal utgör här riskgrupper. Personalstråldoserna är i dag relativt små. Vad gäller stråldoserna till patienter bör alltid nytta vägas mot skada, men doserna bör hållas så låga som rimligt möjligt med hänsyn tagen till syftet med bestrålningen.

Inom detta område prioriterar SSI forskning kring medicinska strålkällor. Forskningen omfattar sedan ett par år tillbaka inte bara utnyttjandet av strålning inom diagnostiken utan i viss utsträckning också inom strålbehandling (terapi).

Diagnostik

De diagnostiska undersökningarna bidrar med en mycket stor del av kollektivdosen till den svenska befolkningen. Betydande reduktioner av stråldosen till patienter har dock åstadkommit under de senaste årtiondena, bland annat tack vare insatser från SSI. I det fortsatta arbetet bör stråldoser till barn och yngre personer särskilt uppmärksammas pga risken för sena skador.

Strålskyddsforskning med anknytning till såväl konventionell som ny teknik (dator-tomografi, angiografi, mammografi, SPECT, PET etc) samt alternativa och kompletterande metoder (MR, ultraljud) har prioriterats och ett flertal projekt har genomförts. Områdena bedöms fortsatt viktiga.

Nya apparater och ny metodik utvecklas kontinuerligt och introduceras inom sjukvården. Erfarenheten visar att detta inte alltid behöver leda till att stråldoserna minskar. Kunskapen om hur användningen av ny metodik och ny apparatur påverkar stråldos och andra för strålskyddet viktiga faktorer kan behöva underbyggas. Av speciellt intresse i dag är härvidlag digital radiografi och genomlysning.

Genomförda forskningsprojekt har visat på nödvändigheten av att studera bildkvalitet och informationsutbyte i förhållande till stråldos. Ett projekt med sådan inriktning har också EU-stöd. Ny teknik, arbetsmetodik och ökande ålder på apparatur är några faktorer som har betydelse i detta sammanhang. Likaså behövs en helhetsbild över hur stråldoserna fördelas på given person under diagnos- och/eller behandlingens gång. En betydande del av dessa projekt bedrivs med aktiv medverkan av SSI.

De stråldoser patienter och personal utsätts för kan i dag begränsas betydligt jämfört med vad som var fallet för bara något tiotal år sedan. Onödiga stråldoser kan successivt begränsas genom optimering av undersökningsmetoderna och överexponeringar uppstår i princip endast på grund av mänsklig felhantering eller oförutsedda apparatfel. En satsning på kvalitetssäkring av den diagnostiska undersökningen är viktig också från strålskyddssynpunkt.

Den informationsmängd, som de nyutvecklade metoderna inom diagnostiken erbjuder i form av detaljerad kunskap och digital bildbehandling, riskerar att ske på bekostnad av ökade stråldoser. Det är därför av betydelse att optimera den diagnostiska informationen.

För användningen av radioaktiva substanser i diagnostiskt syfte har de.. kontinuerliga uppföljningen av den s k "doskatalogen" bidragit till att data sammanställts i internationellt sammanhang (ICRP publikation 53 med addendum i publikation 62). Introduktion av nya radiofarmaka med nya egenskaper motiverar en fortsatt uppdatering av doskatalogen med bl a senaste biokinetiska data samt modeller för mag-tarm kanalen liksom en förfining av data med avseende på bl a ålder (foster, barn, ungdomar), könsfördelning och eventuella metaboliska variationer. Stråldoseerna från nuklearmedicin utgör cirka 10 procent av den totala strålbekstrålningen från medicinska strålkällor.

Användningen av monoklonala antikroppar i diagnostiskt syfte kan leda till nya frågeställningar av betydelse från strålskyddssynpunkt.

På grund av risken för fosterskador har på senare år särskild uppmärksamhet ägnats diagnostiska undersökningar av gravida kvinnor.

Strålbehandling

Inom området strålbehandling har strålskyddsaspekterna traditionellt vägt in på ett tidigt stadium. Ny metodik tillåter effektivare optimering av behandlingen.

Dagens behandlingsmetoder är i många fall mycket framgångsrika. Detta kan också ha till följd att sena skador av behandlingen kan hinna utvecklas. Speciell uppmärksamhet bör därför ägnas kunskaper om effekterna av bestrålning av barn, yngre personer samt kvinnor i fertil ålder med tanke på risken för eventuella fosterskador. Strålning utanför behandlad volym bör minimeras och hållas under kontroll.

Utvecklandet av nya acceleratorer, som möjliggör användning av mer högenergetiska fotoner samt andra strålslag, såsom protoner och neutroner, kan leda till att nya strålskyddsaspekter bör tas i beaktande.

Olika individer är olika känsliga för strålning. Metoder för att bestämma individuell strålkänslighet, för att avgöra om särskilt strålkänsliga individer också skulle vara mer benägna att utveckla cancer samt i vilken mån dessa individer skulle svara bättre eller sämre på strålterapi bör vara föremål för fördjupade studier.

Behovet av fördjupade kunskaper angående konventionell användning av radionuklider inom nuklearmedicinen (exempelvis jodterapi för behandling av struma) kvarstår. Effekterna av Augerelektronemitterande nuklider studeras i pågående projekt.

Användningen av intrakavitär och interstitiell radioterapi ökar i betydelse. Nya nuklider tas i bruk och kräver ny kunskap speciellt vad gäller dosimetri.

Användningen av monoklonala antikroppar som till stor del ännu befinner sig på ett grundforskningsstadium kan ge upphov till olika frågeställningar som är relevanta från strålskyddssynpunkt.

Joniserande strålning - naturligt förekommande

Forskningen på radonområdet utgör huvudparten inom detta område. Den stora radon-epidemiologiska studien avrapporterades i mars 1993 (se också avsnitt om epidemiologi). Det digra material som insamlats beräknas leda till fördjupade studier med anknytning exempelvis till problematiken rörande radon och rökning respektive passiv rökning, åldersberoende, latenstid, typ av cancer och betydelsen av eventuella genetiska faktorer. Möjligheten att radon också kan ge upphov till andra cancerformer än lungcancer, exempelvis leukemi, bör följas upp.

Aktuella forskningsfrågor på radonsidan rör bl a ytterligare förbättring av mätmetodik, uppföljningar av hur radonhalten fördelas på bostadsbeståndet och hur man kan begränsa radonexposition. Vidare finns behov av en ökad förståelse av mekanismerna för hur radon uppför sig i mark, kommer in i hus samt upptas i andningsvägarna.

Flera undersökningar av radonproblematiken har fått stöd via EU-anslaget och därmed kopplats samman med internationella projekt. Hit hör en studie av hur radonhalten i luft påverkas av olika parametrar såsom lufttryck, temperatur samt husets luftomsättning. Projektet omfattar experimentella metoder och teoretiska modellberäkningar. En annan studie som fått stöd av EU-medel behandlar mekanismen för hur radondöttrarna uppträder i luft vid olika luftkvaliteter och hur de inandas. Verifiering av teoretiska modeller avseende hur radon och dess döttrar inandas, upptas och eventuellt metaboliseras kan bli aktuell. Ett tredje projekt stött av EU-anslaget, som initialt stötts av SSI, är utveckling av en metod för uppskattning av den ackumulerade radonexpositionen genom att mäta radioaktivt bly i glas.

Långsiktiga effekter av åtgärder i byggnader bör följas upp.

Under året som gått har uppmärksamhet riktats mot radon i dricksvatten och den risk som detta kan medföra särskilt för mindre barn. Problemet kan enkelt och billigt åtgärdas genom att vattnet kokas innan tillagning. För en mera allmän reduktion av radonhalten i vatten behövs fördjupad kunskap om olika metoder och effekterna av dessa. Vad gäller radondöttrarna i dricksvatten är dessa enligt finländska mätningar inte något problem ur strålskyddssynpunkt. Detta kan antagligen förklaras av att merparten fastnar i brunnsväggar och dylikt.

Transport av radonhaltig jordluft via samspelet mark, schaktmassor, kulvertar och byggnader bör utredas ytterligare för att bättre kunna förutsäga radonhalten inomhus vid olika typ av byggnation. Markpåverkan vid bebyggelse och tillförlitligheten hos radonriskkartor, där maximala radonhalten i orörd mark är den viktigaste parametern, bör undersökas. Som underlag för bedömningar behövs också bättre kunskaper om de naturliga variationerna i mark, exempelvis mellan platser, typ av mark och i tiden. En mätmetod för markens permeabilitet skulle underlätta upprättandet av radonriskkartor. Radon- och radonhalternas tidsvariationer såväl i mark som inomhus bör ytterligare undersökas. Studier av detta slag genomföres med fördel i samarbete med andra finansiärer.

(Vissa frågeställningar rörande naturlig strålning behandlas även under avsnittet radio-ekologi/bränslen.)

Institutet bedriver sedan många år en omfattande egen forskning inom radonområdet. Metodutveckling, långtidsmätningar, tidsvariationer och modellstudier är aktuella områden. Institutet håller också en inofficiell nationell standard för radon och radondöttrar. Cirka 7 personår avsätts för budgetåret för studier av radon och toron.

Icke joniserande strålning

För icke joniserande strålning har den utlagda forskningen under de senaste åren koncentrerats till områdena UV-strålning och lågfrekventa elektromagnetiska fält. Denna ordning kan förväntas bestå under de närmaste åren.

Behovet av en klart definierad dosimetri speciellt vad gäller magnetfält bör särskilt uppmärksammas.

SSIs egna forskningsinsatser uppgår till ca 2 personår, och är koncentrerade till främst mättekniska frågeställningar inom såväl UV-området som området elektromagnetiska fält.

UV-strålning

Det får anses klarlagt att hundratals fall av allvarlig hudcancer uppkommer i Sverige årligen på grund av UV-strålning. Betydande informationsinsatser har gjorts och görs av flera myndigheter för att påverka utvecklingen i positiv riktning. De baskunskaper som ligger bakom informationsinsatserna kommer i stor utsträckning från tidigare externa och egna forskningsprojekt. Malignt melanom är den cancerform som ökar mest. Som en följd av tidigt ställda diagnoser och därpå insatta behandlingar så minskar dock risken för den som redan drabbats av sjukdomen att dö av denna.

Bland annat för att kunna utforma information på bästa sätt behövs ingående kunskaper inom ett flertal områden: cancerstatistik, fotobiologi, individuell känslighet, atmosfärens betydelse och geografiska variationer i UV-strålning, artificiella källor, medicinsk UV-behandling, beteenden och attityder till solbrunhet, exponering och dosimetri i olika situationer samt skyddsmedel som kläder, solglasögon och solkrämer.

Under det senaste året har riskerna med solstrålningen kvantifierats i form av ett så kallat UV-index. Pågående diskussioner om ett internationellt UV-index kan förväntas leda till behov av ytterligare forskningsinsatser.

En kontinuerlig 5-årig monitorering av UV-strålning har nu pågått i fyra år på fem orter i landet i samarbete med SMHI. I vilken utsträckning som monitoreringen kan drivas vidare med forskningsmedel efter nästa år är för närvarande oklart. Samarbete mellan de nordiska länderna har etablerats. Viss intern forskning om sambanden mellan stratosfäriskt ozon och UV-exponering pågår liksom mätteknisk utveckling med avsikt att utvinna ozondata ur äldre UV-mätningar. Övergripande frågor om påverkan på ozonskiktet hanteras av Statens naturvårdsverk.

Fortsatt forskning inom UV-området koncentreras till områdena beteenden och attityder till solbrunhet, exponering och dosimetri samt skyddsmedel, men också till studier av växelverkansmekanismer. Artificiella källor och medicinsk UV-behandling kan bli föremål för punktsatser om situationen så kräver. Eventuella individuella alarmsystem vid för hög exponering bör studeras.

Lågfrekventa elektromagnetiska fält

Hälsoeffekter av lågfrekventa elektromagnetiska fält har varit föremål för intensiv debatt de senaste åren. Det har varit svårt att klart belägga skador. Samhällets intresse för strålskyddsfrågor inom området är mycket stort, vilket framför allt beror på att flertalet svenskar är berörda, såväl i hemmet som på arbetet.

Kunskaperna om fältens biologiska verkningar är begränsade till fenomenologiska beskrivningar medan växelverkningsmekanismerna i stort sett är okända. Av speciellt intresse är cancer, fosterutveckling och s.k. "elöverkänslighet".

Inom området cancer och lågfrekventa fält finns internationellt ett tiotal yrkesepidemiologiska studier som pekar på ett signifikant samband mellan framförallt vissa leukemiformer och yrken med elektrisk anknytning. Vad gäller allmänheten finns ett antal epidemiologiska studier av cancer hos barn som bor nära elledningar. Flertalet av dessa pekar på signifikanta samband mellan leukemi (i något fall också vissa hjärntumörer) och exponering från kraftledningar.

De senast utförda studierna har varit av så hög kvalitet att sambandens existens inte kan anses osannolika. En stor svensk studie, till en del finansierad av SSI, avrapporterades under hösten 1992. Enligt denna observerades en ökad barnleukemifrekvens redan vid dubbla bakgrundsnivån. Man kan förvänta behov av kompletterande studier inom såväl epidemiologi som biologi och fysik.

Under hela 80-talet var frågor om fosterutveckling och graviditetspåverkan vid bildskärmsarbete av största intresse. Flera stora epidemiologiska studier påbörjades. De flesta är avslutade och flertalet har inte visat på något samband mellan fosterskador och bildskärmsarbete. Studierna har inte i något fall varit upplagda för att speciellt karakterisera magnetfältsexponeringen. De SSI-stödda projekten om verkan av pulserade magnetfält på fosterutvecklingen hos mus har fått flera internationella uppföljningar, i första hand i Finland, Sverige och Canada.

Så kallad elöverkänslighet har under den senaste tiden fått stor uppmärksamhet. Några klara samband har inte påvisats men om pågående experimentella arbeten kommer att ge indikationer på att exposition för elektriska eller magnetiska fält verkligen är en möjlig orsak till elöverkänslighet så ökar behovet av framtida forskningsprojekt.

Gemensamt för hela området biologiska effekter av lågfrekventa fält är det stora antalet mer eller mindre obekräftade observationer och avsaknaden av säkerställda verkningsmekanismer. En förändring av det utlagda forskningsprogrammet från korta satsningar på projekt av observationskaraktär till mera långsiktiga satsningar på grundläggande studier av växelverkningsmekanismer har därför bedömts motiverad. Frågeställningar som diskuterats rör transport av intracellulärt kalcium genom cellmembranet samt resonanseffekter av olika slag. Ett större projekt inom cell- och molekylärbiologins område om intracellulärt kalcium och lågfrekventa magnetfält har pågått i två år.

Ytterligare forskning bör stödjas i första hand på grundforskningsnivå.

Högfrekventa elektromagnetiska fält och mikrovågor

Allmänheten exponeras i ökande grad av sådan strålning (mobiltelefoner, digitala rad. apparater, nätverk, radiokommunikation mellan datorer etc). Termiska effekter är gränssättande för akuta skador. Gränsvärden formuleras i termer av elektriska och magnetiska fält utifrån fastställda gränser på värmeutveckling i kroppen. I vissa exponeringssituationer är kopplingen mellan fält och intern värmeutveckling svårhanterlig. Man har därför internationellt lanserat tankar om att karakterisera exponering i dessa situationer utifrån makroskopiskt mätbar ström i kroppen. En anpassning av svenska gränsvärden (yrkesmässiga och generella) kan förutses kräva mindre forskningsinsatser speciellt avseende kontaktströmmar.

Området får sägas vara väl tillgodosett med baskunskaper.

Magnetisk resonans tomografi (MRT)

Under de senaste åren har avancerad utrustning för magnetresonanstomografi införskaffats vid många sjukhus i landet. Användningen inom den kliniska diagnostiken medför att en ökande grupp av patienter exponeras för kraftiga statiska, lågfrekventa och radiofrekventa elektromagnetiska fält. Den dynamiska utvecklingen inom magnetresonanstomografin och spektroskopin kräver starkare magneter och snabbare bildgivande tekniker (sekvenser), vilket i sin tur leder till att patienter utsätts för snabbare ändringar av de lågfrekventa gradientfälten och en tilltagande absorption av radiofrekvent energi i kroppen. Med denna nya ultrasnabba teknik kan man komma att närma sig den gräns, där riskfyllda biologiska effekter kan uppträda. Det är därför angeläget att uppmuntra forskningsprojekt, som syftar till att klarlägga exponeringsförhållanden vid de olika nya bild- och spektrumgivande pulssekvenserna samt de av dessa förorsakade eventuella biologiska effekterna.

Ultraljud

För närvarande förutses inte några större insatser på området.

Konsultkostnader

Medlen används för mindre projekt som löpande aktualiseras under budgetåret, för kostnader för konsulter som hjälper till med utformning av forskningsprojekt etc samt för kvalificerade utredningsuppdrag.

KÄRNKRAFTANKNUTEN FORSKNING

Radioekologi

Den kärnkraftanknutna strålskyddsforskningen har under en följd av år haft tonvikten lagd på radioekologiska frågeställningar. SSI är den dominerande finansiären av radioekologisk forskning i Sverige.

(Viss forskning med anknytning till radioekologi behandlas under områdena "Radioaktivt avfall", "Haverier/beredskap" och "Radioekologi/bränslen")

Tjernobyli

Forskningen som initierats till följd av olyckan i Tjernobyli 1986 har gett upphov till en mångfald av resultat som redovisats i tidskriftsartiklar och vid konferenser. En omfattande redovisning av forskningsresultat från åren 1986-1991 publicerades under 1991 i en särskild samlingsvolym (The Chernobyl fallout in Sweden).

En mer kvalificerad analys och utvärdering av de resultat som framkommit från åtta års Tjernobyli-forskning bör komma till stånd under de kommande åren. Analysen kan innebära en strukturerad av ny kunskap, bekräftande av tidigare kunskap, tabellering av data viktiga i en beredskapssituation, utvärdering av data lämpade för modellberäkningar mm. Analysen bör också leda fram till ett program för de närmaste åren. Särskilda seminarier om dessa frågor kommer att arrangeras under året.

Några av de experiment och fältförsök som initierats till följd av det radioaktiva nedfallet från olyckan fortsätter under 94/95. En ökad vikt läggs vid att förbättra modeller som kan förklara erhållna data och ligga till grund för simuleringar av olika åtgärder, som i olika situationer kan bli aktuella för att minska miljöbelastningar och/eller påverka tidsförlopp i önskad riktning.

På det akvatiska området är insatserna koncentrerade till en fortsatt uppföljning av framförallt cesiums uppträdande i olika typer av insjöar och avrinningsområden till dessa. Eftersom tidsförloppet för många sjöar är mycket utdraget (tiotals år) kan insatser behövas i ytterligare ett antal år framöver, men med minskad provtagningsfrekvens och ett ökat inslag av utvärdering av resultaten. Av särskilt intresse är att söka bestämma den ekologiska halveringstiden i fisk, liksom att söka förstå de mekanismer/faktorer som är styrande.

SSI stöder med hjälp av särskilda beredskapsmedel en doktorandtjänst i limnisk radioekologi.

Inom den terrestra radioekologin har forskningen efter Tjernobyli-olyckan behandlat frågeställningar som rör jordbruk och skog. Radioekologiska frågor på rennärringsområdet har också studerats. Skogen är det område där kunskaperna sedan tidigare är mest begränsade. I skogliga ekosystem förväntas dessutom effekterna av Tjernobyli-olyckan kvarstå i tiotals år och konsumtion av skogsprodukter väntas ge ett väsentligt bidrag till kollektivdosen. Detta kräver fortlöpande uppföljning. Ett flertal olika frågeställningar rörande skogsekosystemet belyses i pågående projekt. Utläckage (kvantitet, tidsförlopp, påverkan av kalhuggning, dikning och skogsgödsling) av

framförallt cesium från skogsekosystemet (till bl a insjöar) tillhör det som bör studeras närmare. Studier av skogsekosystemet har fått stöd av EU-anslaget, men behöver kompletterande stöd från SSI. SSI stöder genom särskilda beredskapsmedel två doktorandtjänster inom skoglig radioekologi.

Sedan tidigare är det väl känt att cesiumaktiviteten i ren kommer att förbli hög i årtionden. SSI har väsentligen satsat resurser på att studera tidsutvecklingen av cesium i renlav, den växt som betyder mest för problemets omfattning och tidsförlopp. De provytor som lagts ut bör följas och utvärderas med cirka tre års mellanrum. Nästa provinsamling beräknas ske sommaren 1995.

Kunskapen om effekterna av radioaktivt nedfall inom jordbruket är förhållandevis god och baseras väsentligen på mätningar efter de atmosfäriska kärnvapenproven och på fältförsök och laboratorieundersökningar. Nedfallet efter olyckan i Tjernobyli är dock i vissa områden betydligt större än vad som var fallet under 60-talet. Det var vidare koncentrerat i tiden och föll på jordtyper som inte tidigare undersökts i större omfattning. Detta, liksom behovet av att bibehålla kunskap inom detta för livsmedelsförsörjningen viktiga område, motiverar fortsatta forskningsinsatser. SSI stöder genom särskilda beredskapsmedel två doktorandtjänster inom jordbrukets radioekologi.

SSI har inom ett nordiskt samarbetsprojekt knutit direkta kontakter med sovjetiska forskare i framförallt St Petersburg men också i Kiev och etablerat ett forskningssamarbete på radioekologiområdet och på området sanering av kontaminerade områden (se avsnittet haverier/beredskap).

SSI bedriver egen ekologisk forskning, framför allt med anknytning till skogliga ekosystem. Studierna bedrivs med ekonomiskt stöd framför allt från EU. En uppföljning av avrinningen i stadsmiljö ingår också SSI:s program. Cirka ett personår har avsatts för budgetåret 1994/95.

Under hösten 1995 genomförs, vid SSI och delvis vid FOA i Umeå, en stickprovsmätning av cesiuminnehållet i cirka 200 personer från hela landet. I anslutning till detta intervjuas ca 1000 personer om sina kostvanor och sk matkorgar samlas från 10 orter. Tillsammans med resultaten från helkroppsundersökningar av familjer som i sin kost har en stor andel skogsprodukter skall insamlade data ligga till grund för en förnyad uppskattning av livsmedelsdosens bidrag till kollektivdosen efter Tjernobyli.

BIOMOVS II

Modellstudien BIOMOVS första del avslutades hösten 1990. Under budgetåret 1991/92 beslöts att Sverige skall delta även i etapp 2 av BIOMOVS-studien, som är planerad pågå under åren 1991 - 1996. Förutom Sverige deltar Kanada och Spanien till finansieringen av projektledningen för BIOMOVS II. Som projektsektariat har kontrakterats den engelska konsultfirman Intera. Pågående arbete rör bl a användningen av Tjernobyldata för att testa modeller, frågan om referensbiosfärer inom avfallsområdet, omgivningspåverkan från uranbrytning, osäkerheter i modellförutsägelser och utveckling av ett valideringsprotokoll samt frågor rörande vissa speciella radionuklider som tritium.

Övrig radioekologi

SSI ska, enligt sin instruktion, arbeta med frågor om skydd av människor, djur och miljö mot skadlig verkan av joniserande och icke-joniserande strålning. Det är angeläget att utarbeta ett forskningsprogram som behandlar studier av strålningens effekter på olika organismer på såväl kort som lång sikt. Detta behov aktualiseras också när det gäller radioaktivt avfall och ett utkast till program kommer att tas fram under 94/95.

Beträffande Östersjön finns intresse att studera radionuklidinnehåll i vatten, sediment och biologiskt material. Det gäller bl a kartläggning av nivåerna av Cs och andra radionuklider och deras förändring i tiden (inom och mellan år). Jämfört med världshaven bibehålls relativt höga cesiumnivåer i Östersjöns olika delar. SSI stöder genom särskilda beredskapsmedel en doktorandtjänst inom marin radioekologi med särskild inriktning på Östersjön.

Utveckling av datormodeller, som bättre kan prediktera spridningen av radioaktiva ämnen i miljön, bör prioriteras högre än utveckling av rent deskriptiva modeller. De senare är idag de vanligast förekommande. Modellering av biosfären är annars ett område där kunskapsnivån är god och där erfarenheter och resultat bör kunna överföras till områden utanför strålningsområdet.

Ett nytt nordiskt samarbete inom radioekologiområdet påbörjas under 1994. SSI bidrar i viss utsträckning genom sina utlagda projekt till programmet.

Radioaktivt avfall

Ett omfattande forskningsarbete pågår nationellt och internationellt inom området radioaktivt avfall. I första hand åligger det kraftbolagen att genomföra det program som syftar till en säker förvaring av det radioaktiva avfall som uppkommer vid drift av kärnkraftreaktorer. Vad gäller frågor relaterade till förvar för använt kärnbränsle och högaktivt avfall har SSI behov av att genomföra insatser som ger underlag för framtagande av grundläggande strålskyddskriterier, för bedömning av SKB:s forskningsprogram, för att få kunskap om frågeställningar som kan uppkomma vid säkerhetsanalysen samt för att öka kunskapen inom ämnesområdet hos SSI:s personal inför kommande ansökningar om utformning och placering av ett slutförvar för högaktivt avfall.

Kravet på en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för viss verksamhet som kräver tillstånd enligt strålskyddslagen eller kärntekniklagen finns nu i gällande lagstiftning och avser exempelvis anläggningar för slutförvaring av större mängder radioaktivt avfall. Bland annat i syfte att inom SSI bygga upp nödvändig kompetens för att granska kommande ansökningar för slutförvaring av använt kärnbränsle och annat långlivat radioaktivt avfall utifrån ett MKB-perspektiv har SSI startat ett projekt benämnt MKB-95. Projektet kommer att pågå även under budgetåret 94/95. SSI har kontrakterat Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses i USA för att ta fram underlagsmaterial åt institutet. Projektet finansieras med andra medel och med forskningsmedel.

Ett område som SSI uppmärksammat tidigare är nedläggning av kärntekniska anläggningar (decommissioning). Strålskyddsfrågorna är dominerande inom detta område, då reaktorn inte längre innehåller något kärnbränsle. I första hand är det

kraftbolagen som har ansvaret för den forskning och utveckling som måste bedrivas för att på ett strålskyddsmässigt acceptabelt sätt riva och förvara komponenter och byggnadsmaterial från anläggningar som inte längre är i drift. SSI:s projekt har hittills huvudsakligen syftat till att förbättra kunskapsbasen. Forskningsinsatserna har koncentrerats till att bestämma och identifiera metoder för att beräkna nuklidinventariet i olika delar av reaktorsystemet. Speciellt har system långt från reaktortanken studerats. Fortsatta insatser inom detta område förutses även de närmaste åren även om omfattningen kan komma att minska.

I och med att kraftbolagens planering av kommande slutförvar för högaktivt avfall konkretiseras blir det aktuellt att i första hand närmare studera strålskyddsaspekter i anslutning till den planerade inkapslingsstationen för använt kärnbränsle.

Ett annat ämnesområde är friklassning av material som använts vid kärntekniska anläggningar och som är lågkontaminerat. Som underlag vid utarbetandet av riktlinjer för denna verksamhet behöver SSI svar på frågor om konsekvenser av olika alternativa handlingssätt såsom friklassning för återanvändning eller deponering. Kunskaper behövs även beträffande återanvändning av metaller, då man kan befara att anrikning av vissa radionuklider kan äga rum i samband med smältning av skrotpartier.

Skrotmarknaden är mycket internationell och man kan därför befara att utländskt material innehållande låga halter av radioaktiva ämnen kan komma in på den svenska marknaden. För att kunna upptäcka detta innan det återanvänds finns behov av att utveckla metoder för mätning av stora kvantiteter material med låg specifik aktivitet. Av liknande skäl finns behov att utveckla metoder för mätning av material där strålkällor kan ingå eller där de radioaktiva ämnena av andra orsaker är mycket inhomogent fördelade i materialet och där strålningen därför i stor utsträckning skärmas av kringliggande material.

Nuklidinnehållet i producerade avfallskollin bestäms huvudsakligen genom gammaspektrometriska mätningar. De nuklider som mäts på detta sätt bidrar på kort sikt mest till stråldosen till omgivningen av ett förvar. På längre sikt kan emellertid andra nuklider, vilka vid produktionstillfället är svåra att mäta, vara av intresse. Studier behövs både för att identifiera nuklider av intresse i detta sammanhang, och för att ta fram metoder för aktivitetsbestämning av dessa nuklider, eller finna samband mellan dessa svårsmätbara nuklider och andra nuklider som på ett enkelt sätt kan mätas. Även uppskattningar av olika bränslerelaterade nuklider respektive aktiverade korrosionsprodukter i olika avfallstyper kan vara av intresse att ta fram i detta sammanhang. Projekt som behandlar dessa frågor pågår.

Det bedöms viktigt att den mängd avfall som uppstår vid de kärntekniska anläggningarna blir så liten som rimligen kan begäras både vad avser aktivitet och volym, eftersom detta kan påverka stråldoserna till såväl personal som omgivning. SSI planerar att närmare följa de studier som redan pågår i kraftindustrins regi för att kunna påverka och initiera nya studier som är av speciellt strålskyddsintresse. Sådana enskilda studier kan t ex avse materialval, reaktorvattenkemi, avfallsbehandlingsmetod och administrativa rutiner. Sådana studier kan även ha intresse vid framtagning av dosreducerande åtgärder (se avsnittet Övrig kärnkraftanknuten forskning)

Haverier/Beredskap

Forskningsområdet haverier/beredskap omfattar insatser av mycket varierande slag. En stor del av beredskapsforskningen omfattar olika projekt inom radioekologiområdet. Dessa behandlas under avsnittet om Radioekologi. En del av medlen har under en följd av år utnyttjats för att bibehålla kompetens inom området och till viss del fortsätter detta stöd också under 94/95.

SSI har för 1992/93-94/95 erhållit särskilda medel (3.000.000 kronor per år) för att stödja kompetensbevarande forskning på beredskapsområdet. Medlen utnyttjats för att bekosta doktorandtjänster i Malmö-Lund, Göteborg, Uppsala och Umeå (se under avsnittet om radioekologi).

Utveckling och förbättring av datorprogram för utnyttjande inom beredskapen mot kärnkraftolyckor pågår kontinuerligt. Till detta hör också möjligheten att ta fram bättre väderprognoser och spridningsmodeller. Utvecklingen av en spridningsmodell i realtid för haveriutsläpp på europaskala har tidigare fått stöd från EU-anslaget och från SSI. Även en nyligen påbörjad fortsättning av detta projekt, som innebär en högre detaljeringsgrad samt en sannolikhetsanalys för deposition av radioaktiva ämnen över Sverige vid en utländsk kärnkraftolycka har fått EU-stöd. Detta projekt väntas pågå under en treårsperiod och behöva kompletterande stöd från SSI.

En fortsatt medverkan i de internationella projekt som följer upp Tjernobylolyckan kan bli aktuell. SSI deltar i det fortsatta nordiska samarbetet inom beredskapsområdet.

Begränsade insatser har gjorts inom området sanering av kontaminerade områden. En fortsättning i någon form kan förutses.

Tidigare haveristudier har i regel gällt händelser vid reaktorer under drift. På senare tid har det blivit aktuellt att studera händelser vid reaktorer under avställning, t ex under revisionsperioder, då mycket personal befinner sig i anläggningen samtidigt som vissa system är avstängda för översyn. Vid dessa händelser kan det förväntas att frågor rörande personalstrålskydd kommer att dominera, medan omgivningen berörs i mindre omfattning än vid en händelse vid en anläggning under drift.

Alla svenska kärnkraftverk är utrustade med haverifilter, där en stor del av de radioaktiva ämnen som går ut via ventilationssystemet kommer att absorberas. En mindre del kan förväntas nå omgivningen på andra vägar. Dessa s.k. diffusa läckagevägar behöver identifieras och en uppskattning göras av de mängder som kan komma att gå ut ofiltrerat dessa vägar.

Frågan om vilka jodformer som vid en olycka kan komma att ventileras till omgivningen via de filteranläggningar som installerats vid svenska kärnkraftverk är fortfarande inte fullt belyst. Detta gäller särskilt mängden metyljodid. Detta bör undersökas närmare.

SSI genomför egna insatser av forskningskaraktär inom området sanering efter kärnkraftolycka. Utvecklingsarbete genomförs på mobila mätsystem och tillhörande kalibreringsmetoder. Insatsen för budgetåret planeras till cirka 0,25 personår.

Övrig kärnkraftanknuten forskning

Detta område omfattar särskilt frågor som rör personalstrålskydd samt vissa frågor av mer teknisk natur exempelvis monitoringsystem och filter.

Kärnbränslet utnyttjas idag effektivare än tidigare med ökad utbränning som följd. Detta medför ökad neutronstrålning från bränslet, vilket gör att neutronstråldoserna vid reaktorer, transport, hantering av transportbehållare och mellanlagring av bränslet i CLAB behöver kontrolleras i större omfattning än tidigare. Innan detta kan göras på ett tillförlitligt sätt behövs insatser för framtagning av en lämplig neutrondosimeter. En studie av neutronenergi och neutrondosrater i olika omgivningar har genomförts under 92/93-93/94 med användning av instrument av olika typer. Utvärderingen av denna studie har nu avslutats och kommer att presenteras på vetenskapliga symposier under året. Denna första studie behöver emellertid följas av mer praktiskt inriktade studier innan SSI kan rekommendera lämplig metod för mätning och registrering av neutrondos vid arbete vid kärntekniska anläggningar.

Ett projekt rörande mätmetod för aktivitetsutsläpp i aerosolform under normaldrift och noggrannheten i dessa mätningar har genomförts under 93/94. En andra etapp för att visa metodens praktiska användbarhet väntas bli aktuell att genomföra vid någon kärnteknisk anläggning under året.

Mätning av mängden C-14 i ventilationsluften från kärnkraftverk har sedan länge varit ett problem. Framtagning av en metod för bestämning av C-14 utsläppet med hjälp av acceleratormasspektrometri har fått stöd av SSI liksom ett projekt för framtagande av en metod för bestämning av i vilken kemisk form C-14 huvudsakligen förekommer. Produktionssätt för C-14 i BWR och PWR samt påverkan av olika kemiska förhållanden i reaktorvattnet kan vara av intresse att studera i syfte att försöka påverka produktionen av C-14 eller finna en möjlighet att samla upp C-14 i avgaserna och långtidslagra i stället för att släppa ut till atmosfären.

Framtagning av en metod för mätning av ädelgaser och partiklar samtidigt i kärnkraftverkens omgivning skulle vara av intresse ur beredskapssynpunkt och eventuellt även kunna ge svar på frågan rörande de små mängder Co-60 som har hittats i prover från kärnkraftverkens omgivning, och vars förekomst inte helt kan förklaras.

Svenska kärnkraftverk har traditionellt uppvisat låga kollektivdoser till personal i jämförelse med utländska anläggningar. Under senare år har avsevärda förbättringar skett i de utländska anläggningarna medan de svenska varit i stort oförändrade fram till 1991. Under 1992 inträffade en kraftig ökning av kollektivdosen vid svenska reaktorer och denna ökning befaras fortsätta under kommande år om inte kraftfulla åtgärder sätts in. Ett projekt för att kartlägga orsakerna till de ökade kollektivdoserna samt inventera och värdera möjliga dosreducerande åtgärder påbörjades våren 1994. Projektet har fått arbetsnamnet DORIS och väntas pågå även under en del av bå 94/95. Projekt för att studera optimering och planering av strålskydd kan tänkas bli aktuellt som en uppföljning av DORIS projektet. Inom detta område har kraftindustrin ett stort ansvar, men det är viktigt att SSI tar fram för myndigheten viktigt basmaterial. I detta sammanhang kan även en studie om konflikten mellan säkerhet och strålskydd vara av intresse. Är det möjligt att utföra de återkommande provningarna så att dessa ger en lägre kollektivdos än hittills varit fallet?

SSI bedriver egen forskning avseende upptag och utsöndring från lungan av radioaktiva ämnen. Dessa studier är av betydelse dels ur arbetarskyddssynpunkt, men också för beredskapen mot kärnkraftolyckor. En insats motsvarande 1,5 personår planeras för denna verksamhet under året.

Konsultkostnader

Medlen används för mindre projekt som löpande aktualiseras under budgetåret, för kostnader för konsulter som hjälper till med utformning av forskningsprojekt etc samt för kvalificerade utredningsuppdrag.

FORSKNING MED ALLMÄN INRIKTNING

Strålningsinriktad epidemiologi

Epidemiologisk forskning har i Sverige stora förutsättningar att kunna genomföras på vetenskapligt hög nivå. Detta beror bl a på att det är jämförelsevis lätt att följa upp enskilda individer. Det finns goda register vad gäller folkbokföring, förekomst av sjukdomar, yrken och andra sociologiska data. Befolkningen är relativt stabil vad gäller såväl boendeort och yrken som arbetsplats.

Epidemiologiska studier är på grund av de höga kostnaderna för datainsamling och registerhantering dyrbara. Delfinansiering mellan olika forskningsfinansierande organ kan dock möjliggöra att fler projekt initieras. Detta var fallet för den radonepidemiologiska studien som redovisade sina resultat under våren 1993, och där SSI var huvudfinansiar. Detsamma gäller också studien om effekter av magnetfält från kraftledningar som avslutades under hösten 1992 och i vilken SSI endast deltog med ett mindre ekonomiskt bidrag medan huvuddelen av medlen kom från statens energiverk.

Den epidemiologiska studien om sena effekter från radioterapeutisk behandling av hemangiom främst hos barn, som har stötts av SSI under en följd av år, har också fått anslag via EU-medlen.

Möjligheten att genomföra en mer ingående epidemiologisk studie angående solljus och hudcancer bör undersökas. Detta förutsätter dock ytterligare finansiärer.

Dosimetri

Den dosimetri som bedrivs vid extern strålbehandling blir nu alltmer uniform över världen. Det dosimetriförfarande som IAEA publicerade under 1987 accepteras i allt fler länder. Det baserar sig fortfarande på luftjonkammare och en kalibrering fritt i luft för storheten kerma. En väsentligt gynnsammare startpunkt borde vara absorberad dos kalibrerad i vatten. Önskvärt vore också att ersätta luftjonkammaren med ett vattenekvivalent instrument. Ett antal sådana projekt är på gång eller under utarbetande. Behovet av forskning på området belyses av att ICRU har tillsatt en kommitté för analys av framkomliga vägar. Dosimetri vid olika sjukhus kan variera betydligt och bör närmare studeras.

Brachyterapi, där strålkällan placeras på kort avstånd från de vävnader som skall bestrålas, upplever en renässans. Dosimetri vid denna terapiform har varit eftersatt. När nu nya nuklider (Ir-192, Co-60, Cs-137) kommer till användning blir dosimetri mycket viktig för försöken att standardisera inmätning av strålkällor vid Brachyterapi.

Neutrondosimetri med instrument som bygger på mikrodosimetrisk teknik har testats ingående under en femårsperiod av olika forskargrupper i Europa. Tekniken har många fördelar, men också en svaghet i sin komplexitet, som i de flesta fall kräver god kompetens av handhavaren. Alternativa tekniker kommer därför att vara intressanta under flera år. I och med att SSI:s egna resurser på området är begränsade kan fler utlagda forskningsprojekt bli aktuella. (Se också under rubriken "Övrig kärnkraftanknuten forskning").

Inom strålskyddet införs nu de särskilda dosekvivalentstorheterna. De praktiska erfarenheterna kommer att vara viktiga att studera. Det gäller kanske särskilt för persondosimetrin där ett praktiskt kalibreringsförfarande fortfarande diskuteras.

Nya personburna mikrodosimetriska metodiker, som håller på att utvecklas, bör följas upp och stödjas. Hit hör direktavläsande instrument, bubbelgeler och användningen av biologiska prover, typ alaninkristaller, socker, eller dylikt, som bildar fria radikaler, som lätt kan mätas med ESR-spektrometri.

SSI bedriver egen dosimetrisk forskning. Studierna rör bland annat noggrannheten i röntgenstråldoser, neutronstråldoser och mättekniska frågor i samband med varians-kovariansmätningar. Cirka 3 personår avsätts för egen dosimetrisk forskning för budgetåret.

Strålningsbiologi/biomedicin

Utvecklingen inom biologisk forskning har varit synnerligen dynamisk. Nya metoder har tillkommit såväl vad gäller biologiska och biokemiska som fysikaliska metoder. I dag är det möjligt att i detalj studera vad som händer i cellen och på molekylär nivå och förstå mekanismerna för olika biologiska processer. En stor del av forskningen är ännu på grundforskningsnivå, men applikationer börjar komma i snabb takt. Några strålningsbiologiska projekt stöds via EU-medel. Det är viktigt dels att EU-projekten följs upp, dels att direkta kontaktvägar skapas till de institutioner där strålskyddskunskap inom detta område utvecklas. Ett sätt för optimalt användande av SSI:s begränsade resurser kan vara samfinansiering av vissa större projekt, så att kunskapen tillhandahålles tillsammans med olika kontaktvägar.

Studierna bör omfatta såväl joniserande som icke joniserande strålning.

De nya metoder som utvecklats, och som utifrån skador på cellernas kromosomer uppskattar den dos som en enskild person exponeras för (biologisk dosimetri), är av stort intresse från strålskyddssynpunkt. Fortsatt forskning rörande individuella variationer i strålkänslighet och de underliggande mekanismerna till denna variation är av intresse. Det kan även vara av intresse att utnyttja biologisk dosimetri för andra organismer än människa.

Studier av mekanismer för verkan av hög-LET strålning på celler har ökat i betydelse det senaste året med anledning av nya rön. Detta gäller framförallt studier som syftar till att öka förståelsen av de kromosomskador som har observerats i efterkommande cellgenerationer.

Andra områden av molekylärgenetisk forskning kan vara vilken eller vilka typer av strålskador de olika strålslagen ger upphov till samt hur reparationsmekanismerna fungerar. Apoptos, defekt DNA-reparation och cellcykelkontroll i samband med strålkänslighet och/eller strålresistens kan också vara områden som ryms inom SSI:s intresseområde.

Fria radikaler inducerade av joniserande strålning kan oskadliggöras av endogena cellulära försvarsmekanismer. Härvid spelar tiolerna och främst glutation den huvudsakliga rollen. Tiolerna kan utöva sitt skydd bl.a. genom att reglera frekvensen av

letal och subletal cellulära skador men även deras reparation. Även här kan genetiska skillnader ha stor betydelse.

SSI bedriver egen strålningsbiologisk forskning med inriktning mot ökad förståelse av mekanismerna bakom individuell strålkänslighet och verkan av olika strålkvaliteter (främst vid låga dosrater) på uppkomsten av mutationer i vita blodkroppar från människa samt mekanismer för strålningsinducerad celledöd. Denna typ av forskning omfattar 4 personer. Inom SSI:s lokaler har även två externa strålningsbiologiska forskargrupper samlokaliseras i ett strålningsbiologiskt centrum.

Radioekologi/bränslen

Ett problemområde som institutet har att beakta och som kommer att kräva vissa insatser av forskningskaraktär är de radiologiska konsekvenserna till följd av utnyttjande av biobränslen till energiproduktion. Ett projekt om energiskog har påbörjats under 92/93 och fortsätter under 94/95.

Undersökningar om utlakning och spridning av radionuklider från torvskedeponier omfattande också långtidseffekterna, har hittills utförts i mycket liten omfattning. Detta gäller även utsläpp av radioaktiva ämnen med rökgaserna från torv- och kolkraftverk.

När det gäller utlakning från askdeponier finns oklarheter beträffande vad pH-förändringar kan medföra på längre sikt. Är det t ex möjligt att i ett senare skede få en kraftig utlakning om pH sänks under ett visst värde? De utlakningsförsök som görs i laboratorieskala behöver översättas till verkliga deponier där hänsyn tas till främst vattenburen transport till yt- och grundvattendeponier. Vidare behövs studier av vattentransport till brunnar i närhet av deponierna.

Även utlakning av kol- och flisaska kan behöva studeras i framtiden även om behovet för tillfället är störst beträffande torvaska.

Forskningsinsatser på biobränsleområdet har som främsta syfte att ge underlag för de kriterier/föreskrifter som SSI skall utarbeta.

Ett annat område där insatser av forskningskaraktär kan behövas är att ansamling av naturligt radioaktiva ämnen i ledningar för olja och naturgas kan tänkas medföra problem för personal eller vid senare återanvändning av materialet.

Övrigt

Inom detta område ingår de riskforskningsprojekt som SSI finansierar. Ett av dessa, som genomförs i samarbete med EU, studerar bl a de psykologiska effekterna av Tjernobylolyckan i Ryssland, Ukraina och Vitryssland. SSI stöder också viss samhällsvetenskaplig forskning som är relaterad till kärnavfallsfrågan och radonproblematiken.

I denna post ingår även stöd till konferenser, bidrag till konferensresor, kostnader för gästforskare etc.

	1993/94	1993/94	1993/94	1994/95	Hpg		
	Budget	Beställt	Utbetalt	Budget			
INKOMSTER							
EJ KÄRNKRAFT							
Anslag	6915			7404	1A		
KÄRNKRAFT							
Bidrag	9636			9536	2		
Beredskap	1140			1300	3		
Beredskap stöd	3000			3000	3		
ÖVERFÖRING FRÅN 93/94				4000			
TOTALSUMMA	20691			25240			
UTGIFTER							
EJ KÄRNKRAFT							
jon str - artificiell	1800	2237	2802 (a)	1575	1		
jon str - naturlig	700	584	1712 (b)	600	4		
icke-jon str	900	840	ingår i (a)	800	1		
EG	2800	2800	2800	3300	4		
delsumma	6200	6461	7314	6275			
KÄRNKRAFT							
radicekologi	3600	2618	6075 (c)	3000	2		
radioaktivt avfall	1500	175	ingår i (c)	5500	2		
havari/beredskap	4140	3235	2359	4300	3		
övrig kärnkraftfo	1160	532	ingår i (c)	1100	2		
delsumma	10400	6560	8434	13900			
ALLMÄNT							
epidemiologi	400	0	ingår i (c)	400	2(1)		
dosimetri	400	120	ingår i (c)	400	2(4)		
strålningsbiologi	300	799	ingår i (b)	300	4		
ekologi/biobränslen	160	0	ingår i (c)	160	2(4)		
övrigt	300	428	ingår i (c)	300	2		
delsumma	1560	1347		1560			
UTREDNING, INFORMATION							
AT	155	171	ingår i (a)	250	1		
KE	261	116	ingår i (c)	389	2		
FoU				274	4		
Information				125	1,2		
delsumma	416	287		1038			
ADMINISTRATION							
FoS löner	1206	1206	963	1360	2		
FoS drift	260	260	195	280	4		
Gemensamt SSI	649	511	649	827	1,2,3,4		
delsumma	2115	1977	1807	2467			
TOTALSUMMA	20691	16632	17555	25240			

SSI-rapporter

- 94-01. Publikationer
SSI-Informationsenheten. Gratis
- 94-02. Magnetfält från barnkuvöser och
barnvärmebäddar.
Gert Anger 50 kr
- 94-03. Datorstödd patientdosimetri vid
angiografiska röntgenundersökningar.
Lasse Jangland, Ragnar Neubeck 50 kr
- 94-04. Persondosmätningar
Årsrapport 1993
Lars Bergman 25 kr
- 94-05. Kärnkraftindustrins
- aktivitetsutsläpp - yrkesexponeringar 1993
Huvudenheten för kärnenergi 50 kr
- 94-06. Environmental Impact Assessment of
the Swedish High -Level Radioactive Waste
Disposal System- examples of likely consid-
erations.
Huvudenheten för kärnenergi 50 kr
- 94-07. Radioactive Waste in the Russian
Federation.
Bertil Grundfelt, Björn Lindbom 50kr
- 94-08. The content and environmental im-
pact from the waste depository in Sillamäe.
Hans Ehdwall, et al. 50 kr
- 94-09. Säkerhets-och strålskyddsläget vid de
svenska kärnkraftverken 1993/94
SKI och SSI Gratis
- 94-10. Projekt Strålskydd Öst
Lägesrapport
GD-staben 70 kr
- 94-11. Tidsaspekter i samband med slutlig
förvaring av använt kärnbränsle.
En översiktlig naturvetenskaplig och juridisk
bakgrund.
B. Lindbom, M. Wiborgh, P. Molander 70kr
- 94-12. Radioekologisk omgivningskontroll
vid Barsebäcks kärnkraftverk 1984 - 1991
Georg Neumann 70 kr
- 94-13. Miljökonsekvensbeskrivning för
inkapslingsanläggning för högaktivt
kärnavfall. - exempel på frågeställningar
*Center for Nuclear Waste Regulatory Analysis,
San Antonio, Texas, USA 50 kr*
- 94-14. Ökande doser vid svenska kärn-
kraftverk
Statens strålskyddsinstutts rapport till
regeringen
Lars Malmquist et.al. 40 kr
- 94-15. An Overview of International Siting
Programmes for Radioactive Waste Disposal
Facilities:
Possible Lessons for Sweden
P.J. Richardson 60 kr
- 94-16. Utvärdering av normalieverksam-
heten vid riksmätplatsen 1993
Jan-Erik Grindborg et.al 40 kr
- 94-17. Forskningsplan för utlagd strål-
skyddsforskning 1994/95
Forskningssekretariatet 40 kr