



r

**SSI Rapport**

SSI report

**2002:09** ANSI GERHARDSSON, THOMMY GODÅS,  
PETER HOFVANDER, INGEMAR LUND,  
LARS MALMQVIST OCH HANNA ÖLANDER GÜR

*Personalstrålskydd inom  
kärnkraftindustrin under 2001*



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

**FÖRFATTARE/ AUTHOR:** Ansi Gerhardsson, Thommy Godås, Peter Hofvander, Inge-  
mar Lund, Lars Malmqvist, Hanna Ölander Gür

**AVDELNING/ DIVISION:** Avdelningen för personal- och patientstrålskydd / Depart-  
ment of Occupational and Medical Exposures

**TITEL/TITLE:** Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2001 / Occupational  
Radiation Protection at the Swedish Nuclear Industry during 2001

**SAMMANFATTNING:** Denna rapport presenteras en sammanställning av stråldoser  
till personal och av erfarenheter från strålskyddsarbetet inom den svenska kärnkraft-  
industrin under år 2001.

**SUMMARY:** This report provides a summary of occupational doses and of experienc-  
es in radiation protection activities at the Swedish Nuclear Industry during 2001.

**SSI rapport : 2002:09**  
**maj 2002**  
**ISSN 0282-4434**

Författarna svarar  
själva för innehållet  
i rapporten.

*The conclusions and  
viewpoints presented  
in the report are  
those of the author  
and do not necessarily  
coincide with those  
of the SSI.*



## Innehållsförteckning

<b>STRÅLDOSER TILL PERSONAL.....</b>	<b>5</b>
<b>ERFARENHETER FRÅN STRÅLSKYDDSVERKSAMHETEN.....</b>	<b>8</b>
BARSEBÄCK .....	8
FORSMARK.....	9
OSKARSHAMN.....	10
CLAB.....	11
RINGHALS .....	12
STUDSVIK .....	13
WESTINGHOUSE ATOM .....	14
<b>APPENDIX A STRÅLDOS PER YRKESKATEGORI.....</b>	<b>15</b>
<b>APPENDIX B STRÅLDOS REDOVISAD I INTERVALL .....</b>	<b>18</b>
<b>APPENDIX C KÄRNTEKNISKA ANLÄGGNINGAR.....</b>	<b>20</b>
<b>APPENDIX D SSI:S TILLSYNSVERKSAMHET.....</b>	<b>22</b>
<b>APPENDIX E ORDLISTA.....</b>	<b>23</b>



# Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2001

I denna rapport ges en översiktlig beskrivning av strålskyddsarbetet vid de svenska kärntekniska anläggningarna under år 2001. Vidare presenteras en sammanställning av personalstråldoser.

Syftet med rapporten, som ges ut årligen, är att ge allmänhet och särskilt intresserade en samlad information om personalstrålskyddet vid de svenska kärnkraftverken, CLAB (Central Lager för Använt Bränsle), SFR (Slutförvar För Radioaktivt driftavfall), Westinghouse Atom AB:s uranbränslefabrik i Västerås samt industrianläggningen i Studsvik. Informationen grundar sig på fakta som SSI tar del av via sin tillsynsverksamhet.

## Stråldoser till personal

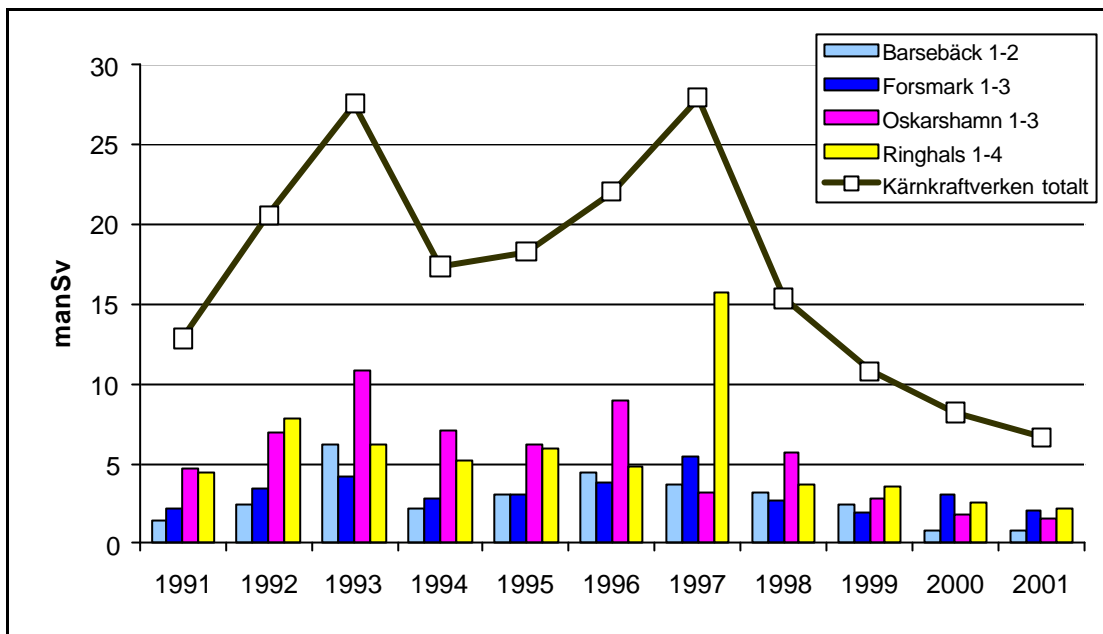
Den totala stråldosen till personal vid de svenska kärnkraftverken blev 6,7 manSv för år 2001 och det är den lägsta som uppmätts sedan år 1976. Inkluderar man även verksamheterna vid industrianläggningen i Studsvik och uranbränslefabriken i Västerås, Westinghouse Atom AB, blev den totala stråldosen 7,3 manSv. Medeldosen till personalen blev 1,8 mSv vilket är lägre än närmast föregående år (år 2000: 2,0 mSv, 1999: 2,2 mSv). Under året erhöll 3639 personer en registrerbar dos. Ingen person har fått stråldoser över fastställda dosgränser. Högsta registrerade stråldos under år 2001 blev 19,6 mSv (år 2000 fick en person en stråldos över 20 mSv och under 1999 var motsvarande antal sex personer).

Personalstråldoser från intag av radioaktiva ämnen beräknas från mätningar utförda i så kallade helkroppsmätare. Doserna har under åren varit regelmässigt låga. Två personer har under år 2001 erhållit intag där rapporteringsgränsen (0,25 mSv) har överskridits. En person vid Forsmark erhöll 0,3 mSv och en person vid CLAB erhöll 1,1 mSv.

År 2001 blev det fjärde året i följd med sjunkande stråldoser. Det är enligt SSI:s bedömning effekter av det långsiktiga arbetet med att reducera strålnivåerna samt ett förbättrat arbetssätt som gett detta resultat. De ombyggnader som genomförts vid en del reaktorer har också medfört ett minskat behov av underhåll och provning. Strålnivåerna är vid de flesta reaktorerna är fortsatt låga, till stor del beroende på tidigare införda dosreduceringsåtgärder.

Under år 2001 var revisionerna vid Forsmark 1, Forsmark 2, Oskarhamn 1 och Oskarhamn 3 av liten omfattning. Endast bränslebyte och begränsade underhållsarbeten utfördes under dessa korta avställningar, vilkas längd varierade mellan 12 och 16 dygn. Vid Forsmark 3 genomfördes omfattande ombyggnads- och underhållsarbeten men dosutfallet blev ändå lågt. Vid de övriga svenska reaktorerna var revisionen av normal omfattning.

Av kraftbolagens planer framgår att en ökad omfattning på underhålls- och ombyggnadsarbeten är att vänta, vilket troligtvis resulterar i något högre stråldoser kommande år. SSI gör ändå bedömningen att strålskyddsläget är gott.



Figur 1. Årlig total strådos (manSv) till personal vid svenska kärnkraftverk.

Figur 1 visar dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken mellan åren 1991 och 2001. Vissa år har större ombyggnadsarbeten lett till högre strådosor än normalt, t.ex. i samband med åtgärderna under 1992-93 efter silhändelsen i Barsebäck samt vid moderniseringen av Ringhals 1 år 1997. I tabell 1 redovisas strådosorna för samtliga kärntekniska anläggningar under år 2001. I tabellerna 2 och 3 redovisas strådosorna fördelade på yrkeskategorier respektive dosintervall. Dosuppgifter för enskilda anläggningar återfinns i Appendix A och B.

Enligt SSI:s föreskrifter (SSI FS 1998:4) om dosgränser gäller att den effektiva dosen till en arbetstagarare inte får överstiga 50 mSv under ett kalenderår. Dessutom får inte dosen under fem på varandra följande kalenderår överstiga 100 mSv. Inga personer har fått strådosor över femårsgränsen. Under perioden 1997-2001 har ingen person erhållit en femårsdos över 70 mSv.

**Tabell 1. Sammanställning av stråldoser till personal vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2001**

	Total årsdos (manSv)	Max individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäck	0,8	10,9	1,1	698
Forsmark	2,1	15,8	1,8	1171
Oskarshamn	1,6	13,9	1,6	955
Ringhals	2,2	16,8	1,7	1290
Studsvik	0,5	16,9	2,6	197
Westinghouse Atom	0,1	4,4	1,0	103

Eftersom en enskild person kan få registrerad stråldos vid flera olika anläggningar kan inte antalet personer med registrerad stråldos summeras över anläggningarna. Av samma orsak kan den högsta enskilda stråldosen vara högre än den högsta registrerade individdosen per anläggning.

**Tabell 2. Stråldos per yrkeskategori vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2001**

Yrkeskategori	Kollektivdos (mmanSv)	Antal	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	526	234	2,2	11,2
Mek.reparatörer	3014	1269	2,4	19,6
Servicepersonal	978	487	2,0	12,4
Ställningsbyggare	237	113	2,1	14,0
Isolerare	494	127	3,9	16,8
Driftpersonal	881	573	1,5	16,9
Provningspersonal	440	264	1,7	13,8
El & instrumentpersonal	446	527	0,8	7,4
Kemister	138	144	1,0	4,9
Övriga	173	302	0,6	6,1

**Tabell 3. Antal personer i olika dosintervall vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2001**

Intervall	All personal	Egen personal	Entreprenörer
0 - 1,0	2156	888	1268
1,1 - 2,5	876	297	579
2,6 - 5,0	510	141	369
5,1 - 10,0	316	86	230
10,1 - 15,0	68	24	44
15,1 - 20,0	12	4	8
20,1 - 25,0			

# Erfarenheter från strålskyddsverksamheten

## BARSEBÄCK

### Sammanfattning av verksamheten

Verksamheten vid Barsebäcksverket har under året förflutit väl. Den sammanlagda stråldosen till personalen blev, liksom året innan, 0,8 manSv.

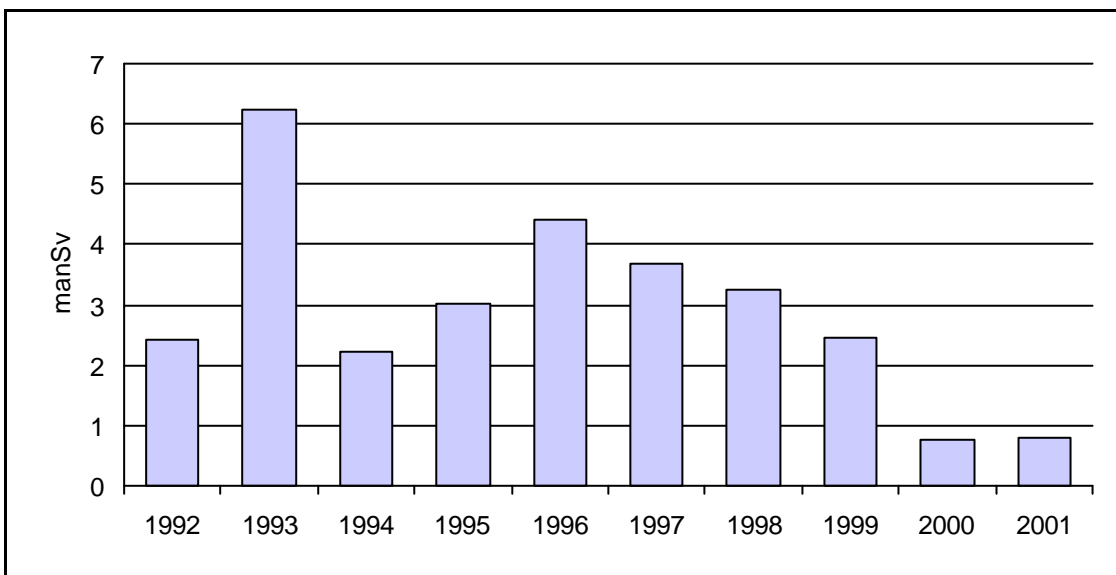
Barsebäck 1 har varit under fortsatt servicedrift. Aktivitets- och volyminventering samt inventering av anläggningsdokumentation har påbörjats.

Revisionen vid Barsebäck 2 var av normal omfattning och pågick under fem veckor. Vissa förberedelser inför det större moderniseringsarbete som ska genomföras under år 2002 utfördes. Den totala stråldosen blev 0,54 manSv.

Den avstängda reaktorn Barsebäck 1 har under året tömts på allt bränsle. En tredjedel av bränslet överfördes till Barsebäck 2 och resterande bränsle har transporterats till CLAB för mellanlagring inför slutlig förvaring. Från strålskyddssynpunkt har transporten av bränsle fungerat väl.

Strålnivåerna vid Barsebäck 2 var oförändrade eller svagt förhöjda jämfört med förra årets revision.

Energiproduktionen (TWh netto) vid block 2 uppgick till 4,5 TWh.



Figur 2. Stråldoser vid Barsebäck 1992-2001.

### Händelser

Inga onormala stråldoser har rapporterats. Ett tillbud vid radiografering inträffade under revisionen. Tillbudet medförde dock inga stråldoser över registreringsgränsen 0,1 mSv.

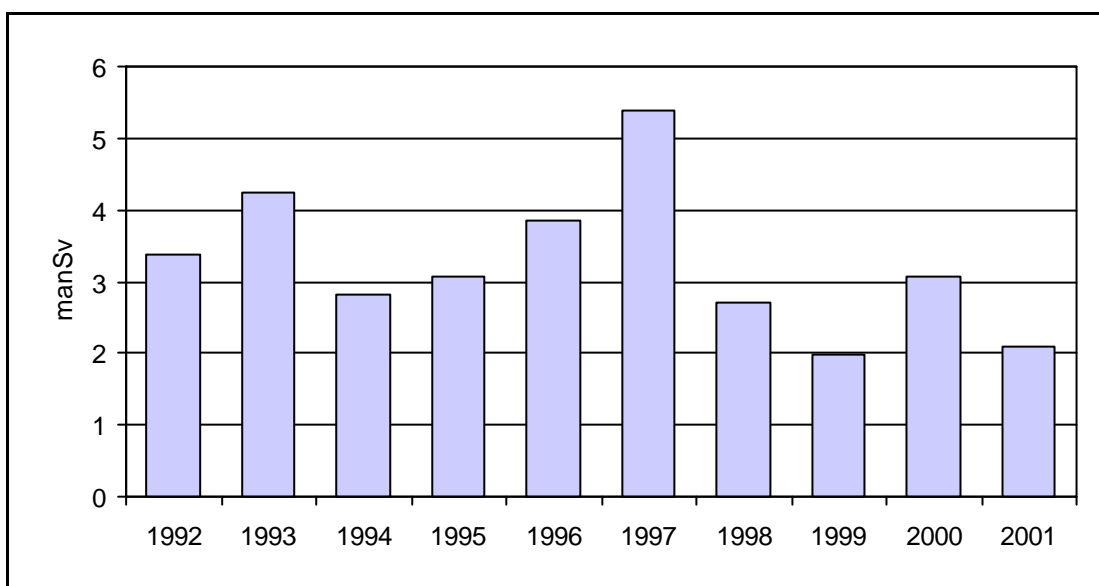


## FORSMARK

### Sammanfattning av verksamheten

Den totala stråldosen vid Forsmarksverket blev 2,1 manSv.

Forsmark 1 och Forsmark 2 var avställda under cirka tolv dygn vardera. Bränslebyten och begränsade underhållsarbete utfördes under revisionerna. Den sammanlagda stråldosen vid Forsmark 1 blev 0,25 manSv och vid Forsmark 2 0,24 manSv. En fjärdedel av dessa stråldoser erhöles vid underhållsarbetet av turbinerna. Dosutfallet vid Forsmark 1 blev något högre än planerat på grund av att strålnivåerna i anläggningen var högre än vad som förutsetts. Orsaken till detta var att aktivitet lösgjordes från reaktorbränsle i samband med nedkyllningen av reaktorn.



Figur 3. Stråldoser vid Forsmark 1992 -2001.

Revisionen vid Forsmark 3 varade i nästan sju veckor och utöver bränslebyte och normalt underhåll utfördes omfattande ombyggnadsarbeten. Delar av de reaktornära rörsystemen samt vissa röranslutningar (stutsar) till reaktortanken byttes ut. En lyckad kemisk rengöring (dekontaminering) ledde till låga stråldoser till personalen trots omfattande underhållsarbeten. Den sammanlagda stråldosen för revisionen vid Forsmark 3 blev 1,2 manSv.

Strålnivåerna vid Forsmark 1 har fortsatt att minska med undantag av nivåerna under tanklocket, som har ökat med cirka 50 %. För Forsmark 2 är strålnivåerna i stort förändrade och Forsmark 3 visar oförändrade eller svagt förhöjda värden jämfört med föregående år.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 7,3, 7,4 och 8,2 TWh för respektive Forsmark 1, 2 och 3.

### Händelser

Inga onormala stråldoser eller allvarigare tillbud har rapporterats. Under året har ett antal mindre bränsleskador identifierats vid alla tre reaktorblocken. Ett intag av radioaktiva ämnen i samband med demontering och klippning av silverring från reaktortanklocket resulterade i en in-teknad dos på 0,3 mSv.

## OSKARSHAMN

### Sammanfattning av verksamheten

Verksamheten vid Oskarshamnsverket har förflutit normalt. Den totala stråldosen till personalen blev 1,6 manSv vilket är det lägsta utfallet sedan 1975.

Den låga stråldosen förklaras delvis av att Oskarshamn 1 inte ställdes av för normal revision i avvaktan på att det stora moderniseringsprojektet MOD skulle starta. Istället genomfördes i mars månad ett kort driftstopp under 13 dygn för omladdning av bränsle samt åtgärd av en liten bränsleskada. Starten av MOD-projektet blev senarelagd och inleddes i december år 2001. Strålnivåerna vid Oskarshamn 1 har fortsatt att öka. Detta beror dels på att tidigare rengjorda rörsystemytor återfått ett oxidskikt innehållande radioaktiva ämnen, dels på att lös aktivitet spritts i systemen i samband med avställningsdriften.

Revisionen vid Oskarshamn 2 genomfördes under 24 dygn utan några strålskyddsmässiga problem. Stråldosen blev 0,7 manSv vilket historiskt sett är ett lågt värde, men ändå högre än vad som förutsetts. Strålnivåerna i anläggningen hade sedan föregående år ökat med 10 -15 procent vilket bidrog till att stråldoserna blev högre än förväntat. Under revisionen utfördes också del extra arbetsmoment som inte fanns med i den tidiga planeringen.

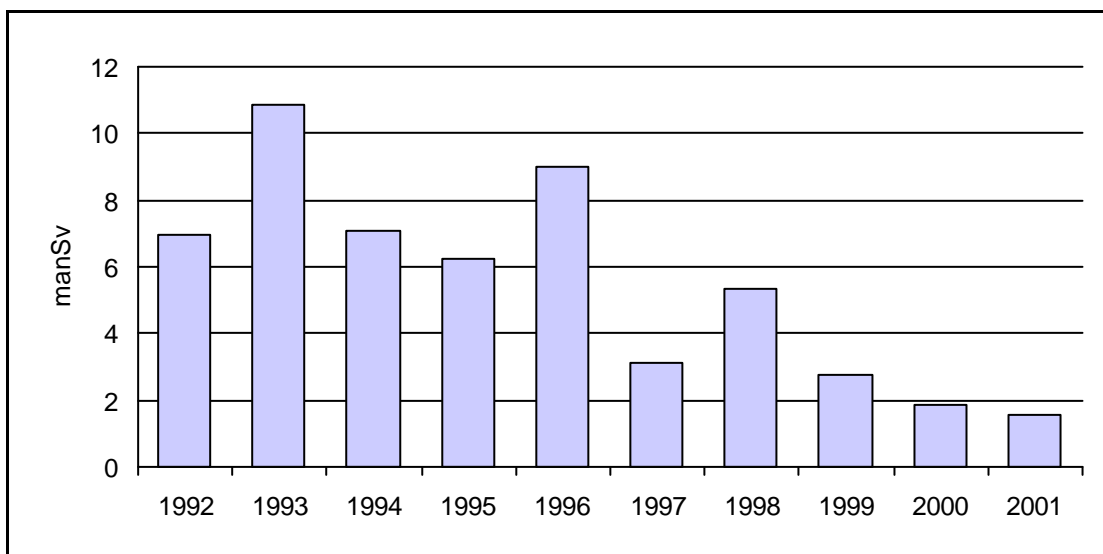
Vid Oskarshamn 3 genomfördes under 16 dygn en till omfattningen liten revision och stråldosen blev 0,19 manSv – den lägsta revisionsdosen sedan starten. Strålnivåerna i Oskarshamn 3 var fortfarande låga vilket bidrog till det låga dosutfallet. Fram till revisionsavställningen drevs blocket med en mindre bränsleskada, men utan negativa strålskyddseffekter. Under hösten år 2001 uppkom däremot en något större bränsleskada vilket medförde att OKG Aktiebolag ställde av blocket och bytte ut det skadade bränslet.

Strålnivåerna vid Oskarshamn 1 är högre än för år 2000. Vid Oskarshamn 2 och 3 har strålnivåerna ökat respektive sjunkit något.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 3,1, 4,8 och 9,1 TWh för respektive Oskarshamn 1, 2 och 3.

### Händelser

Inga händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har inträffat under året.

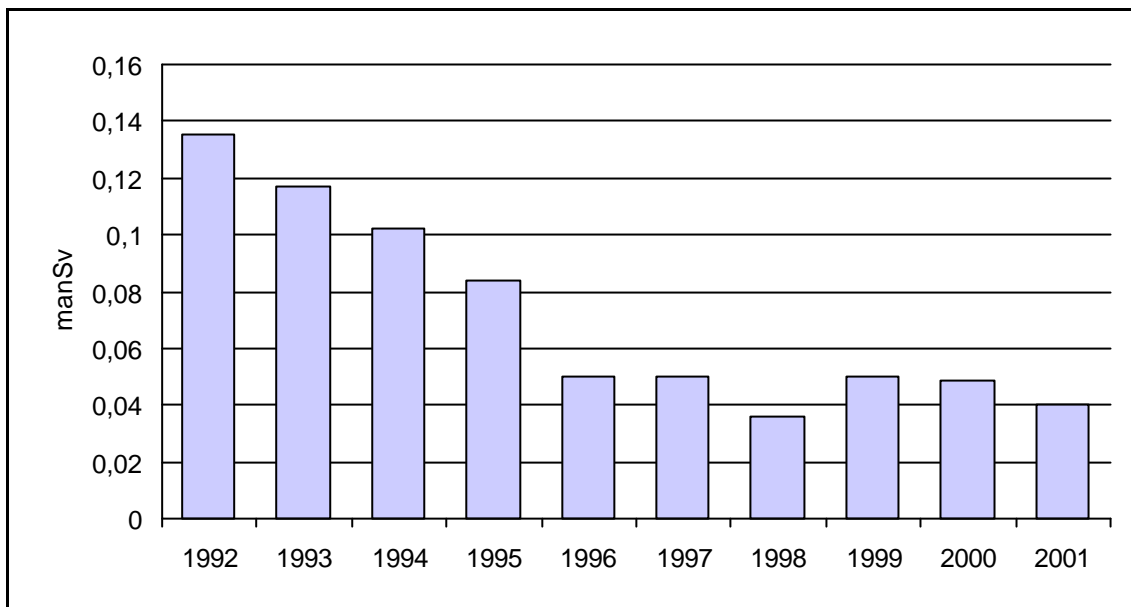


Figur 4. Stråldoser vid Oskarshamn 1992 -2001.

## CLAB

Strådosutfallet för CLAB blev 0,04 manSv för år 2001, vilket är en sänkning med 20 % jämfört med föregående år. Utvecklingen över en 10 -årsperiod visas i figur 5.

I samband med att aktivt material skulle flyttas över till en ny behållare inträffade ett missöde som medförde spridning av aktivitet i lokalen. Tre personer fick intag av radioaktiva ämnen. Den intecknade dosen till en av personerna blev 1,1 mSv.



Figur 5. Stråldoser vid CLAB 1992 -2001.

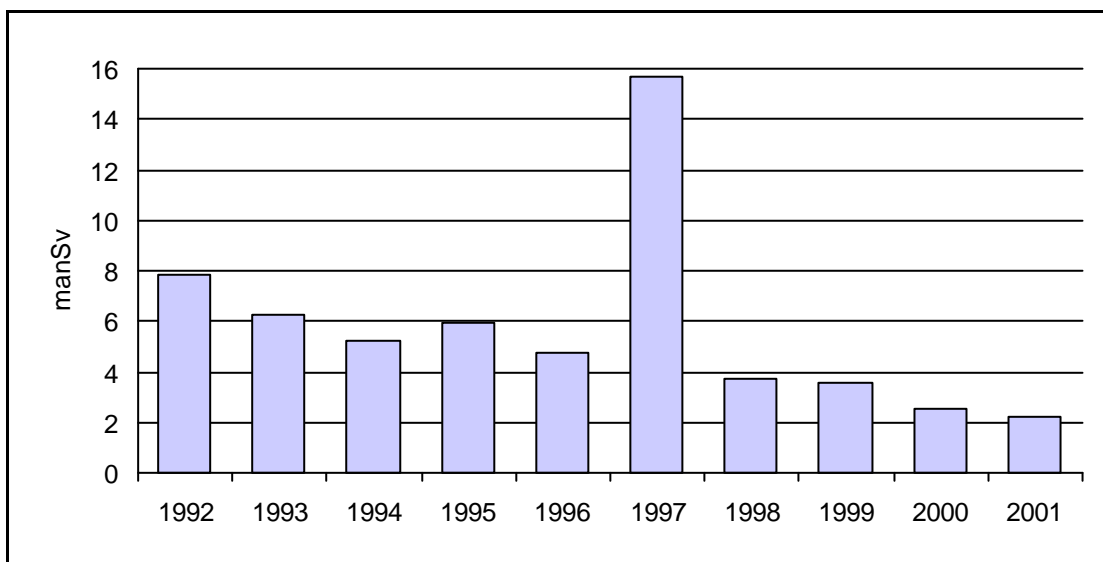
## RINGHALS

### Sammanfattning av verksamheten

Stråskyddsverksamheten har under året förflutit väl. Totalt, för anläggningens fyra reaktorer, blev den sammanlagda stråldosen till personalen under hela driftåret 2,2 manSv. Årets stråldos är lägre än föregående års och är den lägsta sedan startåret för Ringhals verket. Huvudskälen till nuvarande strålskyddssituation är låga strålnivåer, mindre arbetsinsatser i reaktornära system samt ökad skyddsmedvetenhet.

Vid Ringhals 1 var strålnivåerna detta år cirka 15 -20 procent lägre än vid föregående års revisionsavställning för flertalet av reaktorns primära system. Revisionsdosen blev 0,78 manSv vilket var den lägsta sedan startåret. Tidigare genomförda strålskyddsåtgärder vid blocket har bidragit till det goda strålskyddsläget. Exempelvis utgör numera dosen per åtgärdat drivdon i samband med årligen återkommande drivdonsservice endast bråkdelar av tidigare års värden. Persondoser från provning och underhåll av reaktornära system har även reducerats efter den massiva insats som genomfördes 1997 då systemdekontaminering samt byte av komponentmaterial genomfördes.

Revisionerna vid Ringhals 2, 3 och 4 har i stort varit av normal omfattning. Strålnivåerna i reaktorsystemen var generellt sett något lägre än för året innan. Revisionsdoserna för reaktorerna blev 0,33, 0,26 respektive 0,29 manSv. Bidragande faktorer till det gynnsamma strålskyddsläget för de tre tryckvattenreaktorerna i Ringhals kan härledas till de rutiner som utarbetats för normal- respektive reningsdrift, reaktorkemi, materialval samt krav på renhet i systemen. Revisionerna vid Ringhals 3 och 4 blev något förlängda på grund av tillkommande provning och kontroll av reaktortankens anslutningsstutsar till huvudcirkulationskretsarna (så kallade safe ends). En framtida ökad provningsomfattning och eventuellt även reparationsåtgärder på safe ends kan förutses.



Figur 6. Stråldoser vid Ringhals 1992 -2001.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 5,8, 6,3, 6,3 och 6,7 TWh för respektive Ringhals 1, 2, 3 och 4.

### Händelser

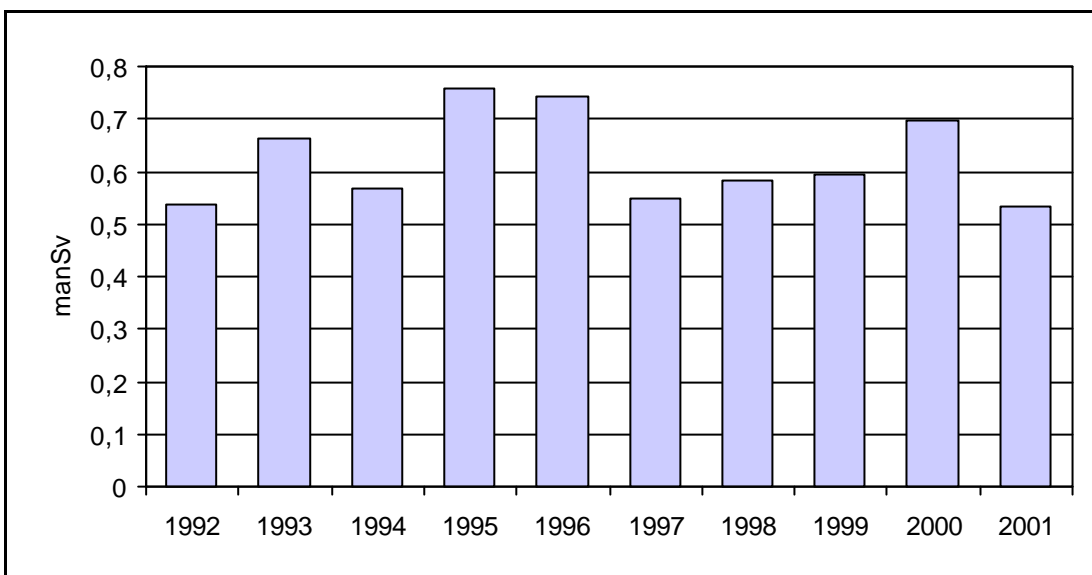
Under året har inga onormala stråldoser eller allvarliga tillbud rapporterats.

## STUDSVIK

### Sammanfattning av verksamheten

Under året har 197 personer erhållit registrerbar dos. Den högsta individuella stråldosen var 16,9 mSv och medeldosen 2,8 mSv. Den totala stråldosen till personalen blev 0,5 manSv.

Verksamheten under år 2001 har inte kännetecknats av några större stråldoskrävande arbeten.



Figur 7. Stråldoser vid Studsviksanläggningen 1992 -2001.

### Händelser

Vid en transport av iridium-strålkällor ( $^{192}\text{Ir}$ ) från Studsvik Nuclear till USA skruvades locken till två av de tre innersta behållarna av och radioaktiva pellets lösgjordes i transportbehållaren. SSI:s utredning har inte kunnat påvisa att någon person i Sverige har erhållit förhöjd stråldos.

En behållare med radioaktivt material ( $^{60}\text{Co}$ ) fastnade i en rörpostledning mellan R2-reaktorn och laboratoriet. Detta upptäcktes inte omedelbart på grund av skärmat strålskyddsinstrumen t. Stråldosutfallet för två personer blev 3,6 respektive 2,3 mSv.

## WESTINGHOUSE ATOM

### Sammanfattning av verksamheten

Verksamheten under år 2001 kan från strålskyddssynpunkt betecknas som tillfredsställande. Stråldoserna till personal har, både från intag av radioaktiva ämnen och från extern bestråning, varit låga.

Den totala stråldosen för år 2001 blev lägre än för året innan, 0,09 manSv jämfört med 0,16 manSv. Högsta individdos blev 4,0 mSv och medeldosen från extern bestråning blev 0,9 mSv. År 2001 sjönk dosutfallet och detta förklaras bland annat av att ny kalibrering av persondosmätarna medfört en förändring av mätarnas känslighetsfaktor med cirka 20 % vilket i absoluta tal för den enskilde individen är försumbart.

### Händelser

Under året har ett mindre antal händelser inträffat med bäring på strålskyddet. Ingen hände lse har dock medfört någon stråldos över rapporteringsgränser.

Tabell 4. Stråldoser under år 1998 - 2001

	2001	2000	1999	1998
Antal personer	101	129	130	148
Kollektivdos (mSv)	94	157	166	141
Medeldos (mSv)	0,93	1,22	1,28	1,0
Högsta dos (mSv)	4,0	6,9	6,5	4,2

## Appendix A Stråldos per yrkeskategori

**Tabell A1. Stråldos per yrkeskategori vid Barsebäcksverket**

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	52	54	1,0	4,7
Mek. reparatörer	231	313	1,4	8,8
Servicepersonal	96	129	1,3	10,9
Ställningsbyggare	23	45	2,0	4,7
Isolerare	23	55	2,4	6,0
Driftpersonal	54	38	0,7	2,7
Provningspersonal	46	45	1,0	4,3
El och instrumentpersonal	102	72	0,7	5,7
Kemister	4	3	0,6	0,9
Övriga	71	42	0,6	5,0
<b>Totalt</b>	<b>702</b>	<b>796</b>		

**Tabell A2. Stråldos per yrkeskategori vid Forsmarksverket**

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskydd	59	103	1,7	11,2
Mek.reparatörer	536	1159	2,2	15,8
Servicepersonal	160	313	2,0	12,1
Ställningsbyggare	27	64	2,4	5,3
Isolerare	27	116	4,3	10,7
Driftpersonal	106	119	1,1	12,7
Provningspersonal	73	94	1,3	5,4
El & Instrument	106	81	0,8	4,9
Kemister	14	16	1,1	3,4
Övriga	76	33	0,4	2,3
<b>Totalt</b>	<b>1184</b>	<b>2097</b>		

Tabellerna avser antal objekt och inte antal fysiska personer. Samma person kan utgöra flera objekt vid arbeten under flera yrkeskategorier.

**Tabell A3. Stråldos per yrkeskategori vid Oskarshamnsverket**

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	80	157	2,0	9,9
Mek. reparatörer	360	676	1,9	13,5
Sanering – avfall –dekont.	131	211	1,6	7,6
Ställningsbyggare	48	55	1,2	7,2
Isolerare	45	216	4,8	13,9
Driftpersonal	108	101	0,9	6,2
Provningspersonal	59	73	1,2	8,8
El och instrumentpersonal	116	95	0,8	4,8
Kemister	12	8	0,7	1,7
Övriga	4	1	0,2	0,4
<b>Totalt</b>	<b>963</b>	<b>1594</b>		

**Tabell A4. Stråldos per yrkeskategori vid Ringhalsverket**

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	92	212	2,3	9,8
Mek. Reparatörer	373	847	2,3	16,8
Servicepersonal.	143	326	2,3	12,4
Ställningsbyggare	26	73	2,8	13,4
Isolerare	24	99	4,1	16,8
Driftpersonal	228	211	0,9	6,2
Provningspersonal	94	153	1,6	13,8
El och instrumentpersonal	210	197	0,9	7,4
Kemister	37	30	0,8	4,9
Övriga	68	38	0,6	6,1
<b>Totalt</b>	<b>1295</b>	<b>2186</b>		

Tabellerna avser antal objekt och inte antal fysiska personer. Samma person kan utgöra flera objekt vid arbeten under flera yrkeskategorier.



**Tabell A5: Stråldos per personalkategori vid Studsvik**

<b>Personalkategori</b>	<b>Antal</b>	<b>Stråldos (mmanSv)</b>	<b>Medeldos (mSv)</b>	<b>Högsta dos (mSv)</b>
Stensandspersonal	18	18	1,1	3,3
Övriga, Studsvikbolag	1	0,1	0,1	0,1
NFL-personal	12	8	0,7	2,0
R2-drift	77	411	5,3	16,9
Lab, Nuclear	32	54	1,7	8,9
RadWaste	31	28	0,9	3,1
Övriga, ej Studsvikbolag	34	13	0,4	1,7
<b>Totalt</b>	<b>205</b>	<b>533</b>		

Tabellerna avser antal objekt och inte antal fysiska personer. Samma person kan utgöra flera objekt vid arbeten under flera yrkeskategorier.

## Appendix B Stråldos redovisad i intervall

**Tabell B1. Antal personer i dosintervall vid Barsebäcksverket**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	291	291
0,4 - 1,0	179	470
1,1 - 2,5	131	601
2,6 - 5,0	77	678
5,1 - 10,0	19	697
10,1 - 15,0	1	698

**Tabell B2. Antal personer i dosintervall vid Forsmarksverket**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	296	296
0,4 - 1,0	298	594
1,1 - 2,5	319	913
2,6 - 5,0	158	1071
5,1 - 10,0	87	1158
10,1 - 15,0	12	1170
15,1 - 20,0	1	1171

**Tabell B3. Antal personer i dosintervall vid Oskarshamnsverket**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	286	286
0,4 - 1,0	280	566
1,0 - 2,5	199	765
2,6 - 5,0	109	874
5,1 - 10,0	65	939
10,1 - 15,0	16	955

**Tabell B4. Antal personer i dosintervall vid Ringhalsverket**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	398	398
0,4 - 1,0	340	738
1,1 - 2,5	272	1010
2,6 - 5,0	170	1180
5,1 - 10,0	95	1275
10,1 - 15,0	13	1288
15,1 - 20,0	2	1290

**Tabell B5. Antal personer i dosintervall vid Studsvik**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	67	67
0,4 - 1,0	31	98
1,1 - 2,5	37	135
2,6 - 5,0	24	159
5,1 - 10,0	22	181
10,1 - 15,0	13	194
15,1 - 20,0	3	197

**Tabell B6. Antal personer i dosintervall vid Westinghouse Atom AB**

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	34	34
0,4 - 1,0	30	64
1,1 - 2,5	30	94
2,6 - 5,0	7	101

## Appendix C Kärntekniska anläggningar

### De svenska kärnkraftverken

Sammanlagt finns tolv kärnkraftblock, varav 11 var i drift under år 2001, fördelade på fyra anläggningar. Samtliga är s.k. lättvattenreaktorer varav tre är tryckvattenreaktorer (PWR) och nio kokarreaktorer (BWR). Den sammanlagda nettoeffekten är cirka 10000 MW.

TABELL C1 De svenska kärnkraftverken

Block	Typ	Elektrisk effekt Brutto/Netto (MW)	Kommersiell drift
<i>Barsebäck 1<sup>1</sup></i> Barsebäck 2	BWR BWR	615/600 615/600	1975 - 1999 1977
Forsmark 1 Forsmark 2 Forsmark 3	BWR BWR BWR	1006/968 1006/969 1200/1158	1980 1981 1985
Oskarshamn 1 Oskarshamn 2 Oskarshamn 3	BWR BWR BWR	465/445 630/605 1205/1160	1972 1975 1985
Ringhals 1 Ringhals 2 Ringhals 3 Ringhals 4	BWR PWR PWR PWR	865/835 917/875 960/915 960/915	1976 1975 1981 1983

### Industrianläggningen i Studsvik

Industrianläggningen i Studsvik ligger 28 km från Nyköping. Verksamheten omfattar ett tjugotal företag, varav nio ingår i Studsvikkoncernen. Vid anläggningen bedrivs forsknings- och uppdragsverksamhet inom ett flertal områden. Denna rapport omfattar endast de företag på anläggningen som bedriver kärnteknisk verksamhet.

Vid Studsvik finns två testreaktorer: R2 och R2-0. Vidare finns en omfattande laboratorieverksamhet med bland annat utrustning för olika typer av materialanalyser. En viktig resurs är det s.k. Hot Cell Laboratoriet där högaktiva prov hanteras, t ex bränsleprover. I Studsvik finns också en förbränningsanläggning för lågaktiva brännbara restprodukter, smältugn för smältning och återvinning av metallskrot samt anläggningar för konditionering och mellanlagring av radioaktivt avfall.

<sup>1</sup> Slutligt avställd den 30 november 1999

### **Westinghouse Atoms bränslefabrik**

Vid Westinghouse Atoms uranbränslefabrik i Västerås tillverkas reaktorbränsle till reaktorer vid kärnkraftverk. Vid fabriken processas det uran som i behållare transporterats dit i form av uranhexafluorid. Vid fabriken omvandlas uranhexafluoriden till urandioxid. Den pulverformiga urandioxiden pressas därefter ihop under värme och sintras till små cylindrar, s.k. bränslekutsar. Bränslekutsarna placeras i långsmala höljerör, bränslestavar, och bränslestavarna monteras sluttligen ihop till kompletta bränslelement. Ett bränsleelement i en kokareaktor innehåller 60-100 stavar och i en tryckreaktor 200-300 stycken.

Vid Westinghouse Atoms bränslefabrik hanteras såväl kapslat som icke-kapslat uran. Högsta tillåtna anrikning av uran-235 ( $^{235}\text{U}$ ) är för närvarande 5 procent. Naturligt uran innehåller 0,7 procent uran-235.

### **CLAB: Centralt lager för använt bränsle**

CLAB är ett mellanlager för använt kärnbränsle och hårdkomponenter från det svenska kärnkraftsprogrammet. I CLAB förvaras bränslet fram till dess att det skall slutförvaras. Lagringen sker i kassetter i vattenfyllda bassänger i ett bergtrum. CLAB, som ägs av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), ligger på Simpevarpshalvön i anslutning till Oskarshamnverket och drivs av OKG Aktieföretag. Lagret togs i drift 1 juli, 1985. I CLAB kan för närvarande 5000 ton använt kärnbränsle lagras, vilket motsvarar driften av de svenska reaktorerna fram till år 2004. SKB har fått tillstånd att utöka lagringskapaciteten vid CLAB från 5000 ton till 8000 ton och bygger för närvarande ett nytt bergtrum med förvaringsbassänger parallellt med det befintliga bergtrummet.

### **SFR: Slutförvar för radioaktivt driftavfall**

SFR ligger ungefär tre kilometer från Forsmarks kärnkraftverk och är förlagt på 60 meters djup under havsbotten. Förvarsutrymmena består av bergtrum, vilka är nära från land med hjälp av en transporttunnel. I SFR slutförvaras kortlivat låg- och medelaktivt avfall som uppkommer vid drift av de svenska kärnkraftverken (huvudsakligen filtermassor som använts för rening av reaktortvatten, men också kasserade skyddskläder, verktyg, och liknande sopor från radiologiskt kontrollerade områden.) Avfall från industrier och sjukvård slutförvaras också här. Lagret togs i drift i början av 1988 och ägs av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), men drivs av Forsmarks Kraftgrupp.

## Appendix D SSI:s tillsynsverksamhet

Strålskyddsinstitutet utövar tillsyn med stöd av Strålskyddslagen, SFS 1988:220, och dess förordning SFS 1988:293. Målet med tillsynsverksamheten är att alla stråldoser ska hållas så låga som det är rimligt möjligt (ALARA, As Low As Reasonably Achievable) och att akuta strålskador ska förebyggas. Även miljön ska skyddas från skadlig verkan av strålning.

SSI:s tillsyn över svenska kärnkraftsindustrin inklusive industrianläggningarna i Studsvik och Westinghouse Atoms (tidigare ABB Atom) fabrik för tillverkning av uranbränsle, sker i form av granskningar, utredningar, inspektioner på plats och genom föreskriftsarbete. Vid anläggningsinspektioner är insyn i det dagliga strålskyddsarbetet, uppföljning av händelser och av att gällande föreskrifter efterlevs viktiga delmoment. En väsentlig del av tillsynsarbetet består av att granska hur ALARA-principen tillämpas i den dagliga verksamheten och hur det införlivas i en anläggnings långsiktiga planering. Andra delar av tillsynsverksamheten är granskning av dokumentation, utredningsarbeten och att följa upp dosstatistik från anläggningarna.

### Dosgränser

Den 1 januari 2000 trädde SSI:s nya föreskrifter (SSI FS 1998:4) om dosgränser i kraft. Ur dessa framgår att den effektiva dosen till en arbetstagar inte får överstiga 50 mSv under ett kalenderår. Dessutom får inte dosen under fem på varandra följande kalenderår överstiga 100 mSv. För gravida kvinnor som inte omplaceras gäller att arbetet skall planeras så att dosen till fostret inte överstiger 1 mSv under återstoden av graviditeten, sedan denna konstaterats.

### Mätning av stråldoser

Vid kärntekniska anläggningar används s.k. termoluminiscensdosimetrar (TLD) för mätning av individuella stråldoser vid extern bestrålning. Denna dosmätare är inte direktvisande utan utvärderas en gång i månaden. Som komplement till TL-dosmätaren används därför oftast även en direktvisande dosmätare. Varje kärnteknisk anläggning har också så kallade kroppsmätare för mätning av eventuella intag av radioaktiva ämnen i kroppen. Den interna bestrålningen vid kärnkraftverken och Studsvik har dock hittills varit betydelselös jämfört med de stråldoser som fås genom den externa bestrålningen.

Vid Westinghouse Atoms bränslefabrik förorsakas en del av stråldoserna av uran som deponeras i kroppen. SSI har därför utfärdat särskilda villkor om mätningar på lunga vid bränslefabriken. All personal ska mätas två gånger per år. Dessutom mäts en kontrollgrupp fyra gånger per år.

De stråldoser som registreras vid kärntekniska anläggningar rapporteras till ett centralt dosregister. Dosuppgifterna lagras i registret på personnummer och adderas för en person oberoende av vid vilken anläggning som personen fått dosen. En snabb och enkel uppföljning av stråldoser till bland annat den entreprenörspersonal som förflyttar sig mellan de olika anläggningarna är därmed möjlig att genomföra.

Anläggningarna rapporterar regelbundet dosstatistik över registrerade doser till strålskyddsinstitutet.

## Appendix E Ordlista

**Effektiv dos**, en viktad strådos som tar hänsyn till såväl aktuellt stråslags biologiska verkan som organs olika känslighet för stråning. Enhet sievert (Sv).

**Extern bestråning**, bestråning från en strålkälla som befinner sig utanför kroppen.

**Helkroppsmätning**, mätning av innehållet av radioaktiva ämnen i hela kroppen med hjälp av en eller flera detektorer.

**Intern bestråning**, bestråning från radioaktiva ämnen efter intag i kroppen via andningsvägar, mag-tarmkanalen eller genom huden.

**Kokvattenreaktor**, (BWR, Boiling Water Reactor). Bränsleelementen är placerade i reaktortanken som innehåller vanligt vatten, lättvatten, som moderator och kylmedel. Vattnet i tanken upphettas under tryck till kokning i härden. Ångan driver en turbin med generator. När ångan passerat turbinen går den vidare till en kondensator för att åter bli vatten och pumpas därefter in i reaktortanken på nytt med hjälp av matarvattenpumpar.

**Kollektivdos**, genomsnittlig strådos till individer i en grupp, multiplicerad med antalet individer i gruppen. Enhet mansievert (manSv).

**Medeldos**, genomsnittlig strådos till individer i en grupp. Enhet sievert (Sv).

**Revision**, årlig översyn av ett kärnkraftverks alla drifts- och säkerhetssystem. Revisionen pågår normalt mellan 35 veckor under sommarhalvåret. Under denna avställning genomförs också bränslebyte.

**Sievert (Sv)**, enhet för ekvivalent dos och effektiv dos. 1 millisievert (mSv) = 0,001 Sv

**Strådos**, samlingsterm som i denna rapport används för olika storheter såsom effektiv dos och kollektivdos. Vilken storhet som avses framgår av sammanhanget.

**Tryckvattenreaktor**, (PWR, Pressurized Water Reactor). Bränsleelementen placeras i reaktortanken, som innehåller vanligt vatten (lättvatten) som moderator och kylmedel. I härden upphetas vattnet, men under så högt tryck att det inte kokar. Det heta vattnet strömmar sedan genom en ånggenerator där det hettar upp vattnet i en så kallad sekundärkrets till kokning. Ångan som uppstår leds till en turbin med generator. När ångan passerat turbinen går den vidare till kondensator för att åter bli vatten och pumpas sedan tillbaka till ånggeneratoren för att på nytt upphettas till ånga.

### **2002:01 SAR och utstrålad effekt för**

#### **21 mobiltelefoner**

Avdelning för miljöövervakning och mätberedskap.

Gert Anger 120 SEK

### **2002:02 Natural elemental concentrations and fluxes: their use as indicators of repository safety**

SKI-rapport 01:51

### **2002:03 SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001**

Avdelningen för avfall och miljö.

Björn Hedberg, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert,

Björn Dverstorp, Mikael Jensen, Maria Norden, Tomas

Löfgren, Erica Brewitz, John-Christer Lindhé och Åsa

Pensjö.

### **2002:04 SSI's review of SKB's complement of the RD&D programme 1998**

Avdelningen för avfall och miljö.

Mikael Jensen, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert,

Tomas Löfgren and Björn Hedberg.

### **2002:05 Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – uppföljning av åtgärder**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Helene Jönsson och Wolfram Leitz. 60 SEK

### **2002:06 Strålskyddskonsekvenser vid villaeldning med <sup>137</sup>Cs-kontaminerad ved**

Avdelning för miljöövervakning och mätberedskap.

Hans Möre och Lynn Hubbard 60 SEK

### **2002:07 Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2001**

#### **2002:08 Mammography – recent technical developments and their clinical potential**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Bengt Hemdal, Ingvar Andersson, Anne Thilander Klang,

Gert Bengtsson, Wolfram Leitz, Nils Bjurstam,

Olof Jarlman and Sören Mattsson 80 SEK

### **2002:09 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2001**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Ansi Gerhardsson, Thommy Godås, Peter Hofvander,

Ingemar Lund, Lars Malmqvist, Hanna Ölander Gür 70 SEK





**S**TATENS STRÅLSKYDDSinSTITUT, SSI, är en central tillsynsmyndighet med uppgift att skydda människor, djur och miljö mot skadlig verkan av strålning. SSI arbetar för en god avvägning mellan risk och nytta med strålning, och för att öka kunskaperna om strålning, så att individens risk begränsas.

SSI sätter gränser för stråldoser till allmänheten och till dem som arbetar med strålning, utfärdar föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs, bland annat genom inspektioner. Myndigheten informerar, utbildar och ger råd för att öka kunskaperna om strålning. SSI bedriver också egen forskning och stöder forskning vid universitet och högskolor.

Myndigheten medverkar i det internationella strålskyddssamarbetet. Därigenom bidrar SSI till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland. SSI håller beredskap dygnet runt mot olyckor med strålning. En tidig varning om olyckor fås genom svenska och utländska mätstationer och genom internationella varnings- och informationssystem.

SSI har idag ca 110 anställda och är beläget i Stockholm.

THE SWEDISH RADIATION PROTECTION AUTHORITY (SSI) is a government authority with the task of protecting mankind and the living environment from the harmful effects of radiation. SSI ensures that the risks and benefits inherent to radiation and its use are compared and evaluated, and that knowledge regarding radiation continues to develop, so that the risk to individuals is minimised.

SSI decides the dose limits for the public and for workers exposed to radiation, and issues regulations that, through inspections, it ensures are being followed. SSI provides information, education, and advice, carries out research and administers external research projects.

SSI participates on a national and international level in the field of radiation protection. As a part of that participation, SSI contributes towards improvements in radiation protection standards in the former Soviet states.

SSI is responsible for co-ordinating activities in Sweden should an accident involving radiation occur. Its resources can be called upon at any time of the day or night. If an accident occurs, a special emergency preparedness organisation is activated. Early notification of emergencies is obtained from automatic alarm monitoring stations in Sweden and abroad, and through international and bilateral agreements on early warning and information.

SSI has 110 employees and is situated in Stockholm.



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

---

Adress: Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm;

Besöksadress: Karolinska sjukhusets område, Hus Z 5.

Telefon: 08-729 71 00, Fax: 08-729 71 08

Address: Swedish Radiation Protection Authority;

SE-171 16 Stockholm; Sweden

Telephone: + 46 8-729 71 00, Fax: + 46 8-729 71 08

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