



r

**SSI Rapport**

SSI report

**2004:07** INGELA THIMGREN OCH HANNA ÖLANDER GÜR ET.AL.

*Personalstrålskydd  
inom kärnkraftindustrin  
under 2003*



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

**FÖRFATTARE/ AUTHOR:** Stig Erixon, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist, Ingela Thimgren, Hanna Ölander Gür

**AVDELNING/ DEPARTMENT:** Avdelningen för personal- och patientstrålskydd / Department of Occupational and Medical Exposures

**TITEL/TITLE:** Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2003 / Occupational Radiation Protection at the Swedish Nuclear Industry during 2003

**SAMMANFATTNING:** I denna rapport presenteras en sammanställning av stråldoser till personal och av erfarenheter från strålskyddsarbetet inom den svenska kärnkraftindustrin under år 2003

**SUMMARY:** This report provides a summary of occupational doses and of experiences in radiation protection activities at the Swedish Nuclear Industry during 2003.

**SSI rapport: 2004:07**

**juni 2004**

**ISSN 0282-4434**

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

Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.



Statens strålskyddsinstitut  
Swedish Radiation Protection Authority

# Innehållsförteckning

<b>STRÅLDOSER TILL PERSONAL .....</b>	<b>2</b>
<b>ERFARENHETER FRÅN STRÅLSKYDDSVERKSAMHETEN.....</b>	<b>6</b>
Barsebäck.....	6
Forsmark.....	7
Oskarshamn.....	8
Clab .....	10
Ringhals.....	11
Studsvik.....	12
Westinghouse Electric Sweden .....	13
<b>APPENDIX A STRÅLDOS PER YRKESKATEGORI .....</b>	<b>14</b>
<b>APPENDIX B STRÅLDOS REDOVISAD I INTERVALL.....</b>	<b>17</b>
<b>APPENDIX C KÄRNTEKNISKA ANLÄGGNINGAR.....</b>	<b>19</b>
<b>APPENDIX D SSI:S TILLSYNSVERKSAMHET .....</b>	<b>21</b>
<b>APPENDIX E ORDLISTA.....</b>	<b>22</b>

# Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2003

I denna rapport ges en översiktlig beskrivning av strålskyddsverksamheten som bedrivits på de svenska<sup>1</sup> kärntekniska anläggningarna under år 2003. Vidare presenteras en sammanställning av personalstråldoser.

Syftet med rapporten, som ges ut årligen, är att ge allmänhet och särskilt intresserade information om personalstrålskyddet vid de svenska kärntekniska anläggningarna. Informationen grundar sig på fakta som SSI tar del av via sin tillsynsverksamhet.

## Stråldoser till personal

### *SSI:s bedömning*

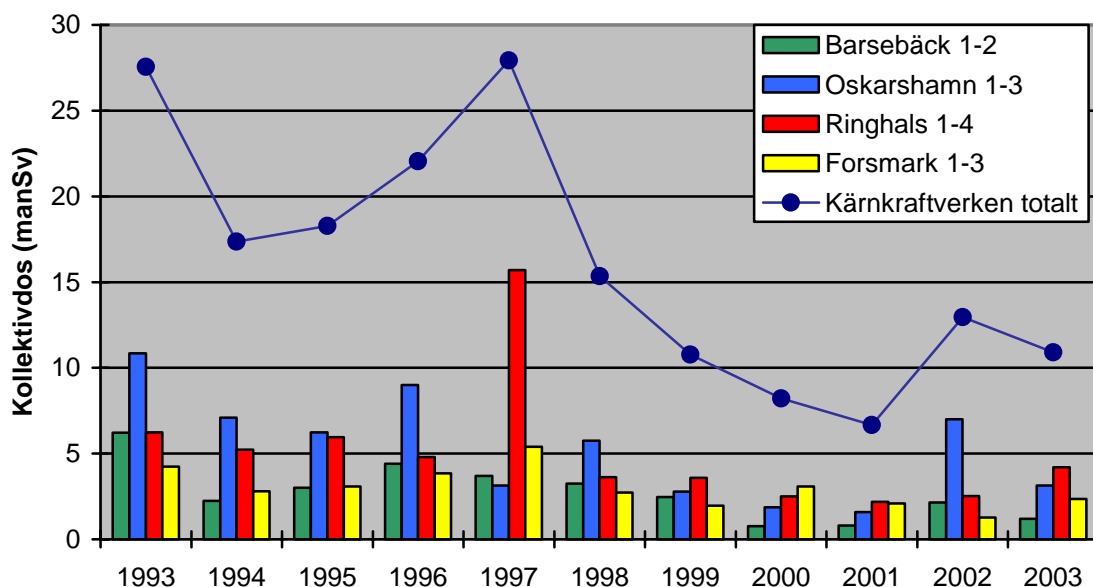
SSI:s bedömning är att strålskyddsläget är gott på de svenska kärntekniska anläggningarna. Generellt sett är strålnivåerna låga men ökar nu vid några reaktorer till följd av specifika driftförhållanden och återoxidering på tidigare utbytta eller rengjorda ytor. Det förekommer sedan ett antal år en ökad omfattning av underhålls- och moderniseringsarbeten på verken, med högre stråldoser till följd, och SSI vill därför betona vikten av att resurser, såväl ekonomiska som personella, finns tillgängliga för att säkerställa att de goda strålskyddsförhållandena bibehålls och utvecklas. Det är också viktigt att betona värdet av kompetens och intresse för strålskyddsfrågor hos kärntekniska anläggningarnas driftledning.

### *Sammanfattning av verksamheter*

Den totala stråldosen till personal vid de svenska kärntekniska anläggningarna blev 11,5 manSv år 2003, varav 10,9 manSv erhöles av personal vid de svenska kärnkraftverken och 0,6 manSv erhöles av personal vid verksamheterna vid industrianläggningen i Studsvik och bränslefabriken i Västerås. Medeldosen till personal på de kärntekniska anläggningarna blev 2,6 mSv. Under året erhöles 4366 personer en registrerbar dos. Ingen person erhöles stråldoser över fastställda dosgränser. Högsta registrerade stråldos under år 2003 var 26,7 mSv. 2 personer erhöles interndoser överstigande 0,25 mSv till följd av intag av radioaktiva ämnen.

---

<sup>1</sup> Till kärntekniska anläggningar räknas Barsebäcksverket, Forsmarksverket inkl SFR, Oskarshamnsverket inkl Clab, Ringhalsverket, Studsvik och Westinghouse Electric Sweden



Figur 1. Dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken under perioden 1993–2003.

Vid Barsebäck 2 genomfördes reparationsarbeten under januari-februari på grund av skador i matarvattenssystemet. Revisionen vid Barsebäck 2 inleddes i juli och avslutades först i början av december till följd av provning, reparationer och ett läckage i kondensationsbassängen. Revisionsdosutfallet blev 0,9 manSv. Under revisionen vid Oskarshamn 2 genomfördes projekt PRIM, innebärande omfattande moderniseringsarbeten. Revisionen blev förlängd, planerades till knappt 8 veckor men förlängdes med 12 veckor, vilket främst berodde på reparationer av röranslutningar mot reaktortanken och reparering av, under revisionen, skadat härdgaller. Revisionsdosutfallet blev 2,3 manSv. Under revisionerna vid Forsmark 1 och 2 togs härdstrilarna bort. Revisionsdosutfallen blev 0,8 respektive 1,0 manSv. Under revisionen vid Ringhals 3 byttes sprickkänsligt material i reaktortankens utloppsstutsar, de så kallade "safe ends". Revisionsdosutfall 0,6 manSv.

I tabell 1 redovisas stråldoser gällande svenska kärntekniska anläggningar under år 2003. I tabellerna 2 och 3 redovisas stråldoser fördelade på yrkeskategorier respektive dosintervall. Dosuppgifter för enskilda anläggningar återfinns i Appendix A och B.

Tabell 1. Sammanställning av stråldoser till personal vid kärntekniska anläggningar under år 2003<sup>2</sup>.

	Total årsdos (manSv)	Största individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäck	1,2	12,7	1,4	871
Forsmark	2,4	17,9	2,0	1143
Oskarshamn	3,1	19,6	2,4	1306
Ringhals	4,2	23,0	2,7	1528
Studsvik	0,5	13,1	2,4	189
Westinghouse Atom	0,1	3,7	1,0	136

Tabell 2. Stråldos för olika yrkeskategorier vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2003<sup>3</sup>.

Yrkeskategori	Stråldos (mmanSv)	Antal	Medeldos (mSv)	Största individdos (mSv)
Strålskyddare	634	216	2,9	14,3
Mekaniker/ reparatörer	5383	1586	3,4	26,1
Servicepersonal	1684	556	3,0	18,3
Ställningsbyggare	427	121	3,5	17,4
Isolerare	687	115	6,0	23,0
Driftpersonal	883	561	1,6	13,1
Provningspersonal	768	314	2,5	17,5
El & instrumentpersonal	544	485	1,1	14,3
Kemister	175	161	1,1	5,7
Övriga	274	410	0,7	8,2

<sup>2</sup> Observera att entreprenörspersonal har arbetat och fått stråldos vid flera olika anläggningar. Därmed ger en summering av antalet personer i tabellen en överskattning av det verkliga antalet personer som fått en registrerbar stråldos i Sverige. Av samma skäl kan en enskild persons sammanlagda stråldos vara högre än vad som i tabellen anges som största individdos vid en enskild anläggning.

<sup>3</sup> Observera att enstaka personer under ett år kan arbeta och få stråldos inom flera yrkeskategorier. Därmed ger en summering av antalet personer i tabellen en överskattning av det verkliga antalet personer som fått en registrerbar stråldos i Sverige.

*Tabell 3. Antal personer i olika dosintervall vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2003<sup>4</sup>.*

Intervall	All personal	Egen personal	Inhyrd personal
0,1 - 1,0	2096	886	1221
1,1 - 2,5	851	297	554
2,6 - 5,0	675	188	489
5,1 - 10,0	513	96	416
10,1 - 15,0	169	27	142
15,1 - 20,0	52	3	49
20,1 - 25,0	7	1	6
25,1 - 30,0	1	-	1

---

<sup>4</sup> Observera att enstaka personer under året kan byta kategori (egen/inhyrd).

# Erfarenheter från strålskyddsverksamheten

## BARSEBÄCK

### Sammanfattning av verksamheten

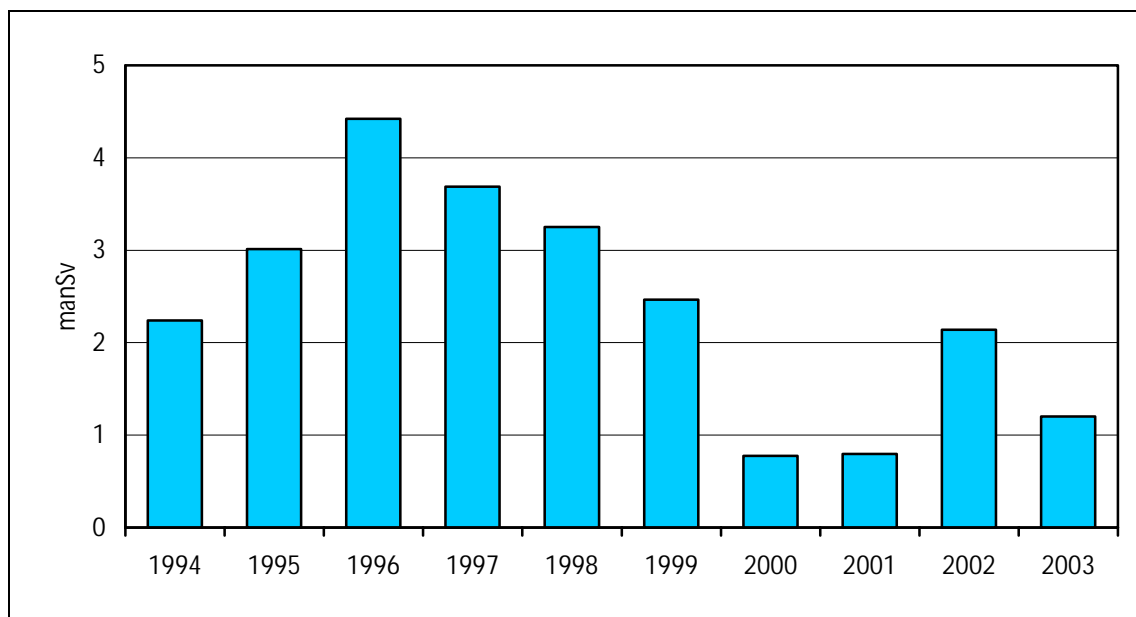
Strålskyddsverksamheten vid Barsebäcksverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkning. Den totala stråldosen till personalen på Barsebäcksverket blev 1,2 manSv. Vid ett par tillfällen avbröts driften på Barsebäck 2 för reparation och åtgärder.

I januari avbröts driften på Barsebäck 2 på grund av skador i en blandare i matarvattenssystemet. Efter åtgärder togs Barsebäckverket i drift igen 7 veckor senare. Dosutfallet för stoppet var 0,3 manSv.

Den årliga revisionsavställningen planerades att pågå under 5 veckor. Utöver bränslebyte och normalt underhåll utfördes kontroller av reaktortanken. På grund av tillkommande arbeten och utökad provning förlängdes avställningen med 17 veckor. Den totala stråldosen till personalen under avställningen blev 0,9 manSv.

Stråldoser i samband med servicedriften vid den slutligt avställda reaktorn Barsebäck 1 har varit små. Stråldosen för Barsebäck 1 var under året 0,06 manSv

Energiproduktionen vid Barsebäck 2 uppgick till 2,3 TWh (netto), energitillgängligheten låg på 45 %.



Figur 2. Stråldoser vid Barsebäcksverket 1994-2003.

### Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser med allvarigare strålskyddsmässiga konsekvenser har rapporterats under året. Ett tillbud med otillräcklig avskärmning av avfallskollin och därigenom förhöjda strålnivåer har anmälts.

Under året helkroppsmättes 110 personer.



## FORSMARK

### Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten på Forsmarksverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen vid Forsmarksverket blev 2,4 manSv.

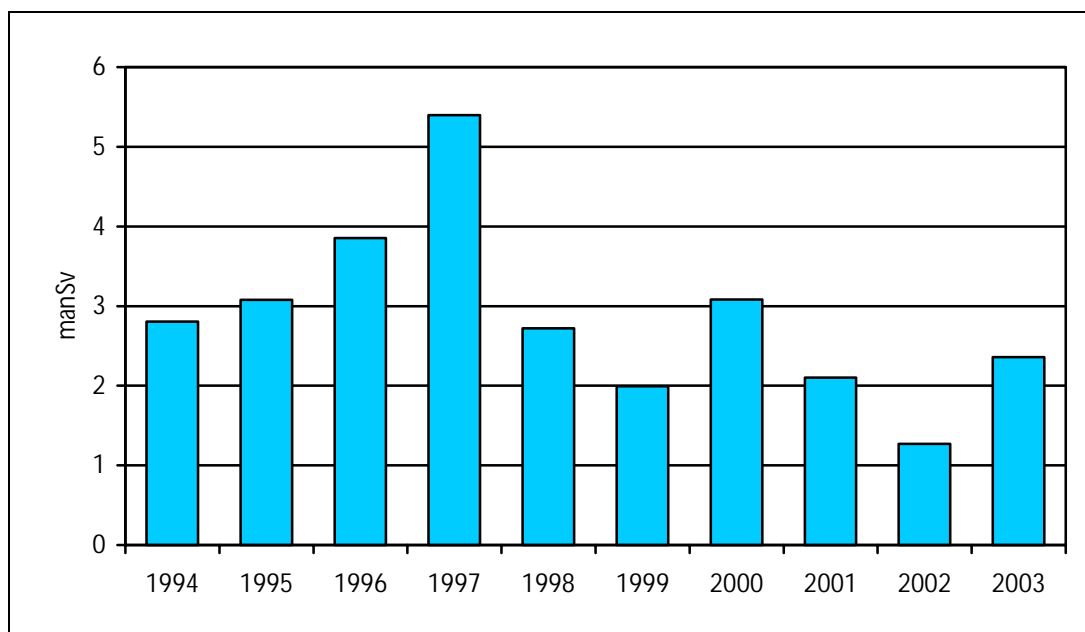
Revisionerna drog något mer dos än planerat, dels till följd av extra reparationsinsatser dels till följd av att strålnivåerna har ökat. Vid Forsmarksverket togs hårdstrilarna bort från reaktorerna Forsmark 1 och Forsmark 2.

Revisionen vid Forsmark 1 varade i nästan fyra veckor och den totala stråldosen blev 0,8 manSv. Något ökande strålnivåer och extra, ej inplanerade, arbetsmoment bidrog till högre dosutfall än planerat.

Revisionen vid Forsmark 2 pågick under fem veckor och den totala stråldosen blev 1,0 manSv. Nya arbetsmoment och tekniska svårigheter med att ta bort hårdstrilen förlängde revisionen med nio dygn.

Revisionen vid Forsmark 3 pågick i en och en halv vecka och stråldosen blev 0,15 manSv. Strålnivåerna på reaktorblocket är fortsatt låga.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick på Forsmark 1 till 7,5, på Forsmark 2 till 7,3 och på Forsmark 3 till 9,1 TWh. Energitillgängligheten låg på 92 % på Forsmark 1, 89 % på Forsmark 2 och 97 % på Forsmark 3.



Figur 3. Stråldoser vid Forsmarksverket 1994-2003.

### Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser med allvarigare strålskyddsmässiga konsekvenser har rapporterats under året. Ett tillbud med felaktig förvaring av strålkällor har rapporterats.

Under året helkroppsmättes 119 personer. En person hade erhållit en internkontamination som resulterade i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv (0,7 mSv).

## OSKARSHAMN

### Sammanfattning av verksamheten

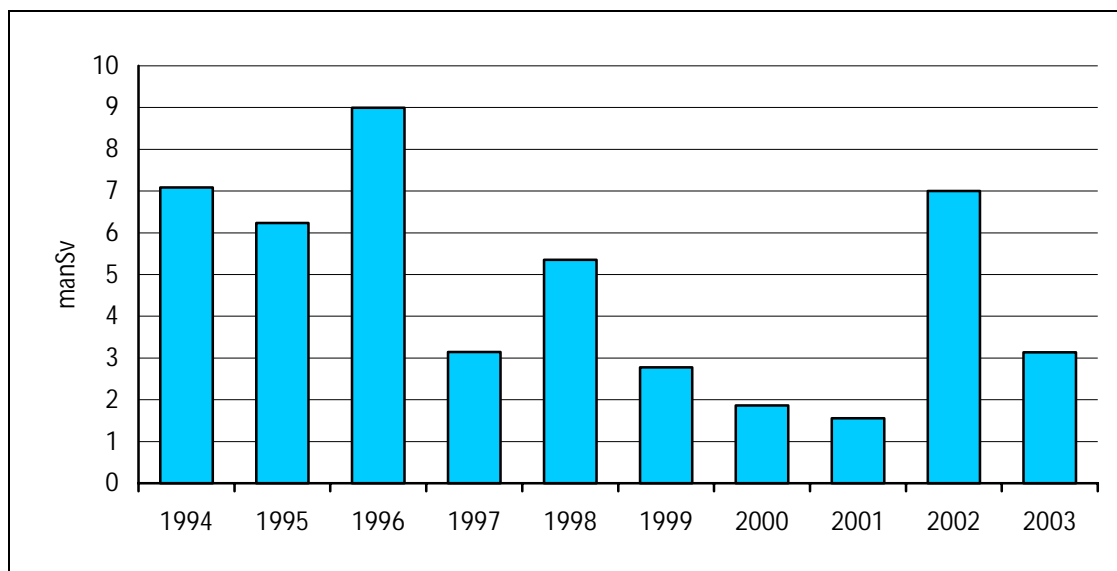
Strålskyddsverksamheten på Oskarshamnsverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen till personalen på Oskarshamnsverket blev 3,1 manSv.

Revision på Oskarshamn 1 var planerad att genomföras på 3 veckor, men förlängdes till 6 veckor. Revisionen var en så kallad normalrevision med bränslebyte och förebyggande underhåll. Förlängningen berodde främst på utökad service av drivdon och rengöring av reaktortank. Dosutfallet för revisionen blev 0,7 manSv.

Revisionen på Oskarshamn 2 var planerad att genomföras på 8 veckor, men förlängdes till 20 veckor. Revisionen innehöll en del stora arbeten där projekt PRIM, byte av rör och ventiler på system 313 och 326, var det största. Förlängningen berodde främst på reparationer av röranslutningar till reaktortanken och reparationer av, under revisionen, skadat härdgaller. Dosutfallet för revisionen blev 2,3 manSv.

Revision på Oskarshamn 3 genomfördes som planerat på drygt 3 veckor, och var en så kallad normalrevision. Dosutfallet för revisionen blev 0,3 manSv.

Energittillgängligheten blev 76 % på Oskarshamn 1, 59 % på Oskarshamn 2 och 78 % på Oskarshamn 3.



Figur 4. Stråldoser vid Oskarshamnsverket 1994-2003.

### Händelser

Den 30 september 2003 upptäckte en arbetsmiljötekniker vid rondering att strålskyddsport och dörr till TIP-rummet, där utrustning för att kalibrera neutrondetektorer i härden är placerad, inte var stängd respektive låst, och att varningslampor för öppen strålskyddsport inte larmade. Detta har inneburit att personal haft tillträde till rummet och att dosraten i transportgången efter TIP-körning varit högre än vad den radiologiska klassningen visar. Vid mätning i samband med

upptäckten uppmättes en dosrat på 2 mSv/h utanför TIP-rummet och 6 mSv/h innanför TIP-dörren. TIP-körningar genomförs var 3:e vecka och senast genomförda TIP-mätning ägde rum tidigare under dagen den 30 september och var den första efter återstart efter revisionen på O2.

Oklarheter i rutiner för internkommunikation medförde att informationen till SSI dröjde.

För att erhålla en komplett bild av vidtagna åtgärder med anledning av händelsen begärde SSI från OKG Aktiebolag skriftlig redovisning av händelsen och dess åtgärder.

I övrigt har inga stråldoser eller händelser av betydelse ur strålskyddssynpunkt rapporterats.

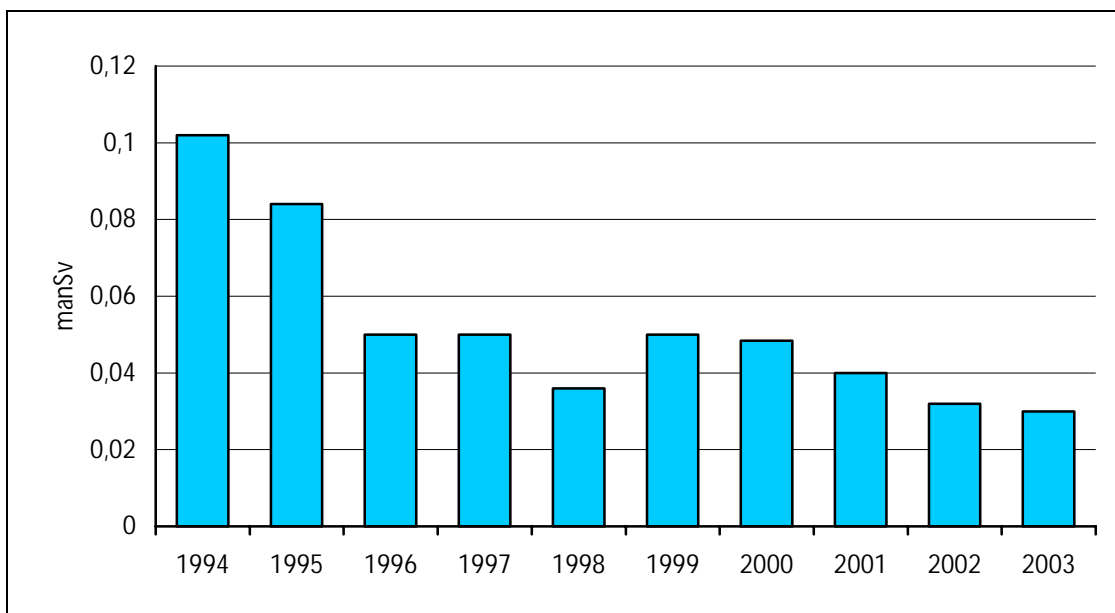
Under året har mindre bränsleskador förekommit på Oskarshamn 1 och Oskarshamn 2.

Under året helkroppsmättes 118 personer.

## CLAB

### Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten på CLAB har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkning. Stråldosutfallet för personalen på CLAB blev 0,3 mSv, samma som för år 2002 .



Figur 5. Stråldoser vid CLAB 1994-2003.

### Händelser

En person blev internkontaminerad, 0,25 mSv, i övrigt har inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt rapporterats.

## RINGHALS

### Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten på Ringhalsverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen till personalen vid Ringhalsverket blev 4,2 manSv.

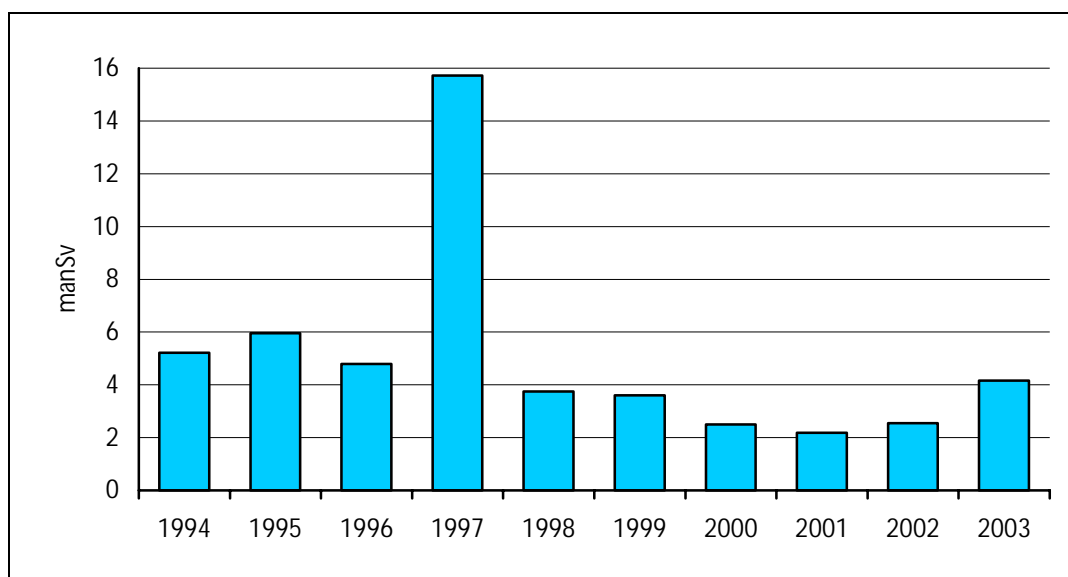
Årets revision vid Ringhals 1 var planerad till 6 veckor men förlängdes till 8 veckor på grund av tillkommande arbeten. De styrande arbetena under revisionen var utbyte av hårdstril och utbyte av de delar av matarvattenledningarna som ansluter till reaktortanken. Dosprognosen för revisionen var 1,5 manSv och utfallet blev 1,9 manSv.

Revisionen vid Ringhals 2 pågick som planerat i drygt 3 veckor. Utöver bränslebyte och normalt underhåll genomfördes inspektion av reaktortankbotten. Den totala kollektivdosen från årets revision blev 0,4 manSv.

Revisionen vid Ringhals 3 pågick som planerat i drygt 6 veckor. Dosutfallet blev mindre än planerat. Även på Ringhals 3 genomfördes inspektion av reaktortankbotten. Anledningen till att den budgeterade dosen underskreds berodde dels på ändrat arbetssätt vid inspektionen av reaktortankbotten på grund av erfarenheter från samma arbete på Ringhals 2, och dels på att reparationen av inloppsstutsarna gick snabbare på grund av erfarenheter från samma arbete på Ringhals 4 året innan. Årets revisionsdos vid Ringhals 3 blev 0,6 manSv. Dosprognosen för revisionen var 0,9 manSv.

Revisionen på Ringhals 4 innehöll utöver bränslebyte och normalt underhåll också inspektion av reaktortankbotten. Revisionen var planerad till 4 veckor men förlängdes till drygt 5 veckor på grund av tillkommande arbeten. Bland annat upptäcktes ett läckage vid en nivåmätstuts på tryckhållarkärlet. Dosutfallet blev 0,5 manSv. Dosprognosen var 0,55 manSv.

Energitillgängligheten blev 70 % på Ringhals 1, 91 % på Ringhals 2, 84 % på Ringhals 3 och 89% på Ringhals 4.



Figur 6. Stråldoser vid Ringhalsverket 1994-2003.

### Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse ur strålskyddssynpunkt har rapporterats. Under året helkroppsmättes 158 personer.

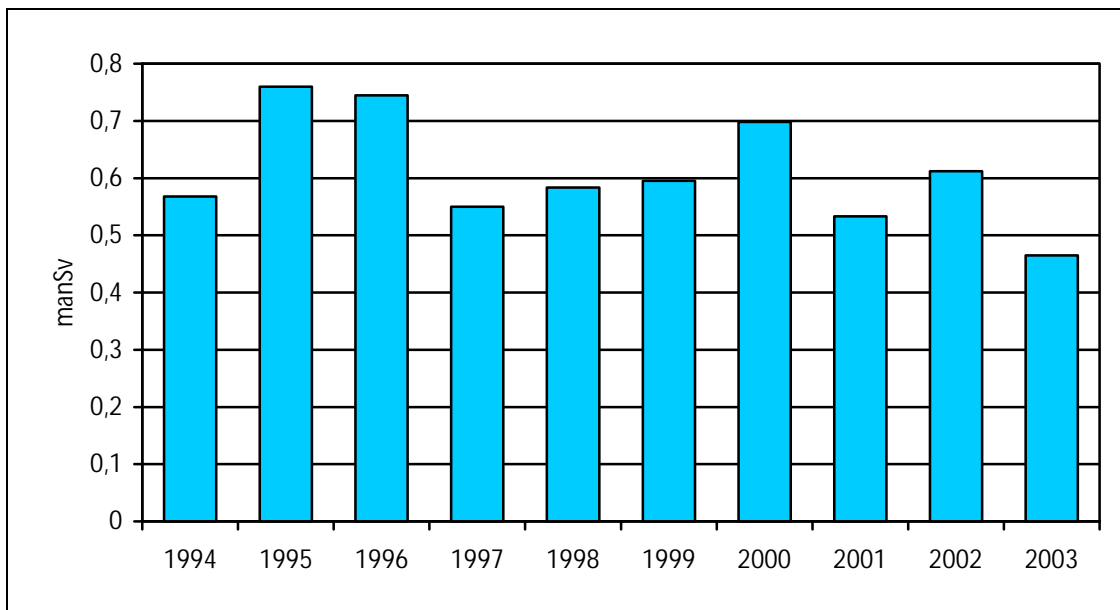
## STUDSVIK

### Sammanfattning av verksamheten

Under 2003 har 193 personer erhållit mätbara stråldoser ( $>0,1$  mSv). Den totala stråldosen till personalen blev 0,5 manSv. Den största individdosen var 13 mSv och medeldosen blev 2,4 mmanSv.

En person har internkontaminerats i samband med produktion av I-125. Personen fick en intern-dos på 3,1 mSv.

Under verksamhetsåret 2003 har det inte utförts några större doskrävande arbeten.



Figur 7. Stråldoser vid Studsviksanläggningen 1994-2003.

### Händelser

I samband med bestrålning i reaktorn vid tillverkning av fosfor-32, upptäcktes att reaktorvattnet kontaminerats med fosfor-32. Kontaminationen berodde på att en av bestrålningsburkarna hade sprickor. Ingen person kontaminerades i samband med händelsen.

## WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN

### Sammanfattning av verksamheten

Verksamheten under år 2003 kan från strålskyddssynpunkt betecknas som tillfredsställande. Stråldoserna till personal från såväl extern bestrålning som från intag av radioaktiva ämnen har varit låga.

Den totala stråldosen för år 2003 blev 131 mmanSv, något högre än år 2002 då den totala stråldosen blev 125 mmanSv. Högsta individdos var 3,7 mSv (samma som 2002) och medeldosen från extern strålning var 0,97 mSv.

Tabell 4. Stråldoser under år 1999 - 2003

	2003	2002	2001	2000	1999
Antal personer	136	145	101	129	130
Kollektivdos (mSv)	131	125	94	157	166
Medeldos (mSv)	0,97	0,89	0,93	1,22	1,28
Högsta dos (mSv)	3,7	3,7	4,0	6,9	6,5

### Händelser

Under året har ett antal mindre händelser med bäring på strålskydd rapporterats till SSI. Ingen av dessa har dock medfört någon stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv.

Under året har 284 helkroppsmätningar utförts.

## Appendix A Stråldos per yrkeskategori

*Tabell A1. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Barsebäcksverket*

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	47	59	1,3	6,2
Mekaniker/ reparerare	325	515	1,6	11,2
Sanering – avfall –dekont.	133	264	2,0	12,7
Ställningsbyggare	31	47	1,5	6,5
Isolerare	26	57	2,2	5,7
Driftpersonal	62	60	1,0	2,9
Provningpersonal	86	100	1,2	6,4
El & instrumentpersonal	46	34	0,8	4,7
Kemister	7	4	0,6	1,0
Övriga	113	62	0,6	3,4
<b>Totalt</b>	<b>876</b>	<b>1202</b>	<b>1,4</b>	

*Tabell A2. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Forsmarksverket*

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskydd	50	94	1,9	5,3
Mekaniker/ reparerare	476	1182	2,5	15,0
Sanering – avfall –dekont.	123	308	2,5	13,6
Ställningsbyggare	21	68	3,2	6,9
Isolerare	25	220	8,8	17,9
Driftpersonal	121	127	1,1	4,3
Provningpersonal	97	186	1,9	14,0
El & Instrument	135	122	0,9	6,7
Kemister	14	16	1,1	2,1
Övriga	93	37	0,4	3,1
<b>Totalt</b>	<b>1155</b>	<b>2359</b>	<b>2,0</b>	



Tabell A3. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Oskarshamnsverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	82	216	2,6	11,7
Mekaniker/ reparatörer	617	1786	2,9	19,6
Sanering – avfall –dekont.	164	423	2,6	17,1
Ställningsbyggare	49	114	2,3	6,5
Isolerare	35	165	4,7	12,4
Driftpersonal	94	117	1,3	5,4
Provningpersonal	103	189	1,8	10,9
El och instrumentpersonal	136	112	0,8	4,6
Kemister	7	11	1,5	5,7
Övriga	23	10	0,4	1,2
<b>Totalt</b>	<b>1310</b>	<b>3140</b>	<b>2,4</b>	

Tabell A4. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Ringhalsverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	99	266	2,7	14,3
Mekaniker/ reparatörer	544	1883	3,5	19,8
Sanering – avfall –dekont.	212	690	3,3	16,8
Ställningsbyggare	43	199	4,6	16,3
Isolerare	33	232	7,0	23,0
Driftpersonal	212	231	1,1	11,9
Provningpersonal	76	251	3,3	14,6
El och instrumentpersonal	187	276	1,5	14,3
Kemister	45	48	1,1	4,9
Övriga	83	88	1,1	8,2
<b>Totalt</b>	<b>1534</b>	<b>4163</b>	<b>2,7</b>	

Tabell A5: Stråldos för olika yrkeskategorier vid Studsvik

Personalkategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Stensandspersonal	21	18	0,9	5,2
Övriga, Studsvikbolag	-	0	-	-
NFL-personal	10	14	1,4	4,9
R2-drift	73	348	4,8	13,1
Lab, Nuclear	25	38	1,5	6,3
RadWaste	35	34	1,0	3,2
Övriga, ej Studsvikbolag	29	12	0,4	3,5
<b>Totalt</b>	<b>193</b>	<b>465</b>	<b>2,4</b>	

## Appendix B Stråldos redovisad i intervall

*Tabell B1. Antal personer i dosintervall vid Barsebäcksverket*

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	288	288
0,4 - 1,0	244	532
1,1 - 2,5	197	729
2,6 - 5,0	97	826
5,1 - 10,0	39	865
10,1 - 15,0	6	871

*Tabell B2. Antal personer i dosintervall vid Forsmarksverket*

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	288	288
0,4 - 1,0	268	556
1,1 - 2,5	286	842
2,6 - 5,0	182	1024
5,1 - 10,0	92	1116
10,1 - 15,0	21	1137
15,1 - 20,0	6	1143

*Tabell B3. Antal personer i dosintervall vid Oskarshamnsverket*

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	284	284
0,4 - 1,0	330	614
1,1 - 2,5	277	891
2,6 - 5,0	232	1123
5,1 - 10,0	139	1262
10,1 - 15,0	35	1297
15,1 - 20,0	9	1306

*Tabell B4. Antal personer i dosintervall vid Ringhalsverket*

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	385	385
0,4 - 1,0	330	715
1,1 - 2,5	271	986
2,6 - 5,0	266	1252
5,1 - 10,0	193	1445
10,1 - 15,0	60	1505
15,1 - 20,0	22	1527
20,1 - 25,0	1	1528

*Tabell B5. Antal personer i dosintervall vid Studsvik*

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	57	57
0,4 - 1,0	44	101
1,1 - 2,5	20	121
2,6 - 5,0	29	150
5,1 - 10,0	31	181
10,1 - 15,0	7	188

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

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	41	41
0,4 - 1,0	46	87
1,1 - 2,5	39	126
2,6 - 5,0	9	135

## Appendix C Kärntekniska anläggningar

### De svenska kärnkraftverken

Sammanlagt finns tolv kärnkraftblock, varav 11 var i drift under år 2003, fördelade på fyra anläggningar. Samtliga är s.k. lättvattenreaktorer varav tre är tryckvattenreaktorer (PWR) och nio kokvattenreaktorer (BWR). Den sammanlagda nettoeffekten är cirka 10000 MW.

TABELL C1. De svenska kärnkraftverken

Block	Typ	Elektrisk effekt Brutto/Netto (MW)	Kommersiell drift
Barsebäck 1 <sup>5</sup>	BWR	615/600	1975 - 1999
Barsebäck 2	BWR	615/600	1977
Forsmark 1	BWR	1006/968	1980
Forsmark 2	BWR	1006/969	1981
Forsmark 3	BWR	1200/1158	1985
Oskarshamn 1	BWR	465/445	1972
Oskarshamn 2	BWR	630/605	1975
Oskarshamn 3	BWR	1205/1160	1985
Ringhals 1	BWR	865/835	1976
Ringhals 2	PWR	917/875	1975
Ringhals 3	PWR	960/915	1981
Ringhals 4	PWR	960/915	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 laborativ verksamhet 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>5</sup> Slutligt avställd den 30 november 1999

## **Westinghouse Electric Sweden**

Vid Westinghouse Electric Swedens 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 slutligen ihop till kompletta bränsleelement. Ett bränsleelement i en kokarreaktor innehåller 60-100 stavar och i en tryckreaktor 200-300 stycken.

Vid Westinghouse Electric Swedens 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 berggrum. CLAB, som ägs av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), ligger på Simpevarpshalvön i anslutning till Oskarshamnsverket 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 den utökade verksamheten beräknas tas i drift under hösten 2004.

## **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 berggrum, vilka är nåbara 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 Electric Swedens (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 arbetstagare 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 helkroppsmätare 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 Electric Swedens 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 stråldos som tar hänsyn till såväl aktuellt strålslags biologiska verkan som organs olika känslighet för strålning. Enhet sievert (Sv).

**Extern bestrålning**, bestrålning 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 bestrålning**, bestrålning 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 stråldos till individer i en grupp, multiplicerad med antalet individer i gruppen. Enhet mansievert (manSv).

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

**Revision**, årlig översyn av ett kärnkraftverks alla drifts- och säkerhetssystem. Revisionen pågår normalt mellan 3-5 veckor under sommarhalvåret. Under denna avställning genomförs också bränslebyte.

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

**Stråldos**, 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 (lätvatten) 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 kondensatorn för att åter bli vatten och pumpas sedan tillbaka till ånggeneratorn för att på nytt upphettas till ånga.



### **2004:01 Further AMBER and Ecolego**

#### **Intercomparisons**

SKI nr 2004:05

SSI och SKI

### **2004:02 Strengthening the Radiation Protection System in Cuba (SRPS – Cuba), A co-operation project between Cuban and Swedish institutions, February 2001–June 2003**

Avdelningen för avfall och miljö.

Rodolfo Avila, Carl-Magnus Larsson, Miguel Prendes

och Juan Tomás Zerquera 80 SEK

### **2004:03 Friklassning av material från rivning av kärntekniska anläggningar i Sverige – en utredning om EU:s rekommenderade regler är tillämpbara i Sverige**

Avdelningen för avfall och miljö.

Gunilla Hamrefors 210 SEK

### **2004:04 Säkerhets och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2003**

SSI och SKI

### **2004:05 Detektion av radioaktivt material och kärnämne vid svensk gränskontroll - en pilotstudie**

SSI och SKI (SKI nr 2004:22)

Anders Ringbom, Klas Elmgren och Lena Oliver

### **2004:06 SSI and SKI's Review of SKB's Updated Final Safety Report for SFR I -Review Report**

SSI och SKI (SKI nr 2004:20)

Björn Dverstorp och Benny Sundström et. al.

### **2004:07 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2003**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd

Stig Erixon, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist,

Ingela Thimgren och Hanna Ölander Gür 70 SEK



**S**TATENS STRÅLSKYDDSIKSTITUT, SSI, är central tillsynsmyndighet på strålskyddsområdet. Myndighetens verksamhetsidé är att verka för ett gott strålskydd för människor och miljö nu och i framtiden.

SSI är ansvarig myndighet för det av riksdagen beslutade miljömålet *Säker strålmiljö*.

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

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 medverkar i det internationella strålskydssamarbetet och bidrar därigenom till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland.

Myndigheten har idag ca 110 anställda och är belägen i Stockholm.

**THE SWEDISH RADIATION PROTECTION AUTHORITY, SSI,** is the government regulatory authority for radiation protection. Its task is to secure good radiation protection for people and the environment both today and in the future.

The Swedish parliament has appointed SSI to be in charge of the implementation of its environmental quality objective *Säker strålmiljö* ("A Safe Radiation Environment").

SSI sets radiation dose limits for the public and for workers exposed to radiation and regulates many other matters dealing with radiation. Compliance with regulations is ensured through inspections.

SSI also provides information, education, advice, carries out its own research and administers external research projects.

SSI maintains an around-the-clock preparedness for radiation accidents. Early warning is provided by Swedish and foreign monitoring stations and by international alarm and information systems.

The Authority collaborates with many national and international radiation protection endeavours. It actively supports the on-going improvements of radiation protection in Estonia, Latvia, Lithuania, and Russia.

SSI has about 110 employees and is located in Stockholm.



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

**Address:** Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm

**Besöksadress:** Solna strandväg 96

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

**Address:** Swedish Radiation Protection Authority  
SE-171 16 Stockholm; Sweden

**Visiting address:** Solna strandväg 96

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

**www.ssi.se**