



r

SSI Rapport

SSI report

2003:13 STIG ERIXON, PETER HOFVANDER, INGEMAR LUND,
LARS MALMQVIST, INGELA THIMGREN OCH
HANNA ÖLANDER GÜR

*Personalstrålskydd inom
kärnkraftindustrin under 2002*



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 2002 /
Occupational Radiation Protection at the Swedish Nuclear Industry during 2002

SAMMANFATTNING: I denna rapport presenteras en sammanställning av stråldoser
till personal och av erfarenheter från strålskyddsarbetet inom den svenska kärnkraft-
industrin under år 2002.

SUMMARY: This report provides a summary of occupational doses and of experienc-
es in radiation protection activities at the Swedish Nuclear Industry during 2002.

SSI rapport: 2003:13

juli 2003

ISSN 0282-4434



Innehållsförteckning

STRÅLDOSER TILL PERSONAL	2
ERFARENHETER FRÅN STRÅLSKYDDSVVERKSAMHETEN	5
Barsebäck	5
Forsmark	6
Oskarshamn	7
Clab	8
Ringhals	9
Studsvik	10
Westinghouse Atom	11
APPENDIX A STRÅLDOS PER YRKESKATEGORI	12
APPENDIX B STRÅLDOS REDOVISAD I INTERVALL	15
APPENDIX C KÄRNTEKNISKA ANLÄGGNINGAR	17
APPENDIX D SSI:S TILLSYNSVERKSAMHET	19
APPENDIX E ORDLISTA	20

Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2002

I denna rapport ges en översiktlig beskrivning av strålskyddsverksamheten som bedrivits på de svenska kärntekniska anläggningarna under år 2002. 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

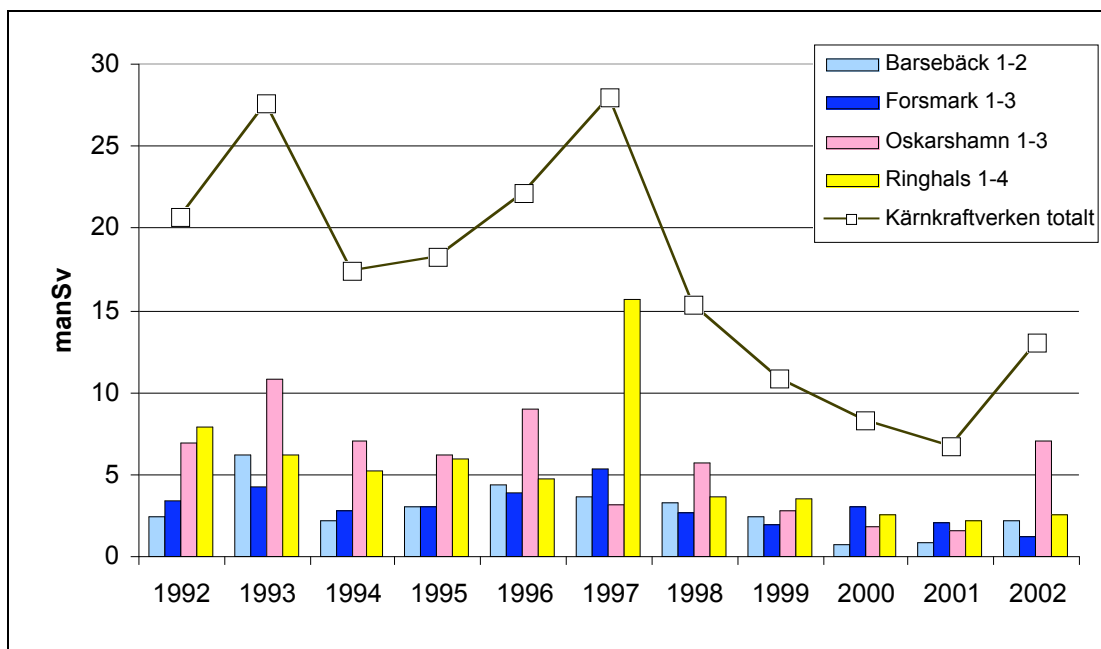
Den totala stråldosen till personal vid de svenska kärnkraftverken blev 13 manSv år 2002. Inkluderar man även verksamheterna vid industrianläggningen i Studsvik och bränslefabriken i Västerås blev den totala stråldosen 13,7 manSv. Medeldosen till personalen blev 2,7 mSv för de som fick registrerad dos. Under året erhöll 4815 personer en registrerbar dos. Ingen person erhöll stråldoser över fastställda dosgränser. Högsta registrerade stråldos under år 2002 var 27 mSv. Två personer erhöll interndoser överstigande 0,25 mSv (0,3 mSv respektive 0,5 mSv) till följd av intag av radioaktiva ämnen.

De senaste årens trend med sjunkande stråldoser vid kärnkraftverken bröts år 2002 (se figur 1). Den främsta orsaken till detta var genomförandet av stora moderniseringsprojekt vid reaktorerna Oskarshamn 1 och Barsebäck 2. Arbetena vid Oskarshamn 1 pågick under hela 2002 och resulterade i en stråldos på 5,5 manSv. Vid Barsebäck 2 genomfördes under tre månader en modernisering av reaktorns primärsystem. Stråldosen för dessa arbeten blev 2,1 manSv.

För flertalet av övriga reaktorer blev dock stråldoserna i samband med 2002 års revisionsarbeten låga. Vid Ringhals 1 blev stråldosen den lägsta sedan startåret, 0,7 manSv. Låga revisionsdoser erhöles även vid reaktorerna Ringhals 3, Forsmark 3 och Oskarshamn 3. Dessutom blev den sammanlagda stråldosen för hela året vid Forsmarksverket den lägsta sedan alla tre reaktorerna togs i drift, 1,3 manSv.

SSI:s bedömning är att strålskyddsläget vid de svenska kärntekniska anläggningarna är gott. Det kan också konstateras att en modernisering pågår av de svenska kärnkraftverken. Omfattande arbeten har genomförts eller kommer på sikt att genomföras vid samtliga reaktorer. Omfattningen av sådana arbeten medför också att stråldoserna till personal kommer att variera såväl i tiden som mellan enskilda reaktorer. SSI har här en uppgift att följa insatserna och betonar vikten av att resurser, såväl ekonomiska som personella, finns tillgängliga för att säkerställa att de goda strålskyddsförhållandena bibehålls och utvecklas.

I figur 1 nedan visas dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken mellan åren 1992 och 2002. Under vissa år har större ombyggnadsarbeten lett till högre stråldoser än normalt. Exempel på detta är de åtgärder som genomfördes under åren 1992-1993, initierade av den så kallade silhändelsen i Barsebäck, samt moderniseringsarbeten i Ringhals 1 år 1997 respektive Oskarshamn 1 år 2002.



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

I tabell 1 nedan redovisas stråldoser gällande samtliga kärntekniska anläggningar under år 2002. 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 samtliga kärntekniska anläggningar under år 2002.*

	Total årsdos (manSv)	Största individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäck	2,1	19,5	2,3	923
Forsmark	1,3	16,2	1,3	956
Oskarshamn	7,0	26,6	3,7	1878
Ringhals	2,5	18,4	1,9	1330
Studsvik	0,6	16,3	2,8	211
Westinghouse Atom	0,1	3,7	0,9	145

* 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.

Tabell 2. Stråldos för olika yrkeskategorier vid samtliga kärntekniska anläggningar under år 2002.*

Yrkeskategori	Stråldos (mmanSv)	Antal	Medeldos (mSv)	Största individdos (mSv)
Strålskyddare	826	249	3,3	19,9
Mekaniker/ reparatörer	6386	1749	3,7	23,1
Servicepersonal	1650	589	2,8	27,0
Ställningsbyggare	470	116	4,1	14,2
Isolerare	857	137	6,3	26,6
Driftpersonal	1014	586	1,7	16,3
Provningpersonal	805	320	2,5	16,6
El & instrumentpersonal	1285	691	1,9	19,5
Kemister	141	159	0,9	6,2
Övriga	275	434	0,6	5,9

* 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 2002.*

Intervall	All personal	Egen personal	Inhyrd personal
0,1 - 1,0	2240	898	1371
1,1 - 2,5	995	332	663
2,6 - 5,0	691	153	542
5,1 - 10,0	566	93	471
10,1 - 15,0	216	33	184
15,1 - 20,0	95	12	82
20,1 - 25,0	9	0	9
25,1 - 30,0	3	0	3
30,1 - 35,1	0	0	0

* Observera att enstaka personer under året kan byta kategori (egen/inhyrd).

Erfarenheter från strålskyddsverksamheten

BARSEBÄCK

Sammanfattning av verksamheten

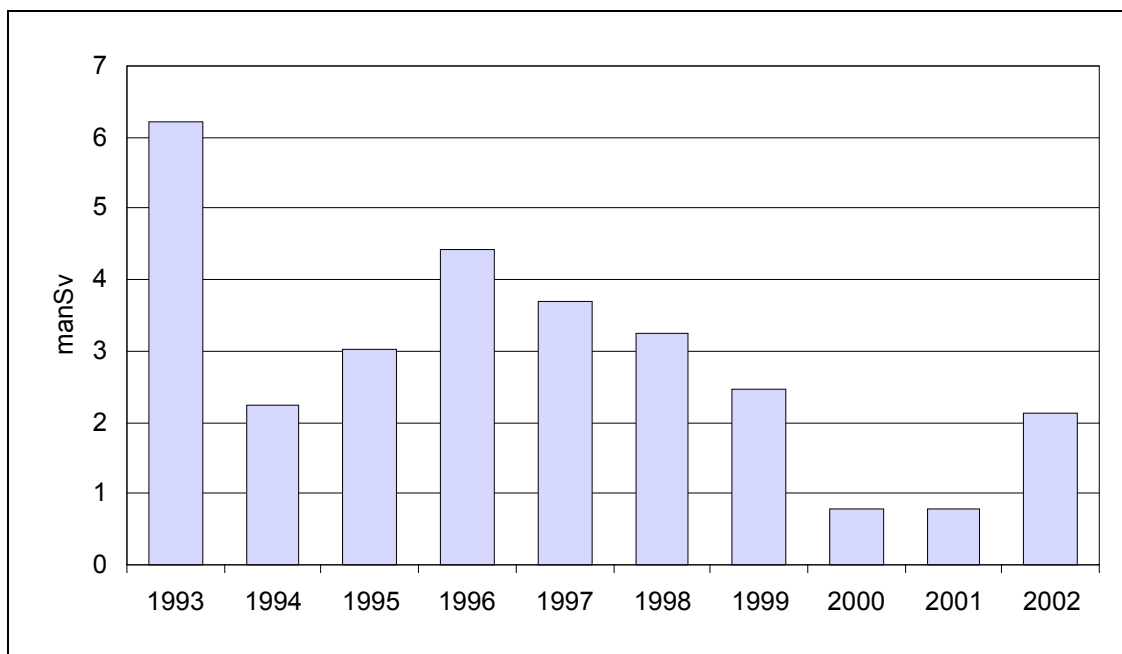
Strålskyddsverksamheten på Barsebäcksverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen till personalen på Barsebäcksverket blev 2,1 manSv.

Årets revision vid Barsebäck 2 var en av de längsta och största revisionerna under Barsebäcksverkets historia. Avställningen av Barsebäck 2 var planerad till 70 dygn, men varade i 81 dygn. Utöver bränslebyte och normalt underhåll utfördes projektet PRIM, modernisering av primärsystemen i reaktorinneslutningen. Som en del av PRIM projektet genomfördes dekontaminering (kemisk rengöring) av primärsystemen. Dekontamineringen avlägsnade radioaktivt material vilket ledde till lägre strålnivåer och lägre doser till personalen. Ett antal ledningar och komponenter byttes ut för att minska risken för materialförsvagning och för att underlätta kontroller. Orsaken till avställningens förlängning var förseningar inom projektet PRIM, men också att provningen av reaktortanken drog ut på tiden. Stråldosen för revisionsarbetena blev 1,8 manSv.

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

Helkroppsmätningar genomfördes på 109 personer. Ingen person hade fått någon internkontamination som resulterat i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv.

Energiproduktionen (TWh netto) vid Barsebäck 2 uppgick till 3,9 TWh.



Figur 2. Stråldoser vid Barsebäcksverket 1993-2002.

Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har rapporterats.

FORSMARK

Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten på Forsmarksverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen till personalen vid Forsmarksverket blev 1,3 manSv, vilket är den lägsta registrerade totala årliga stråldosen sedan 1985.

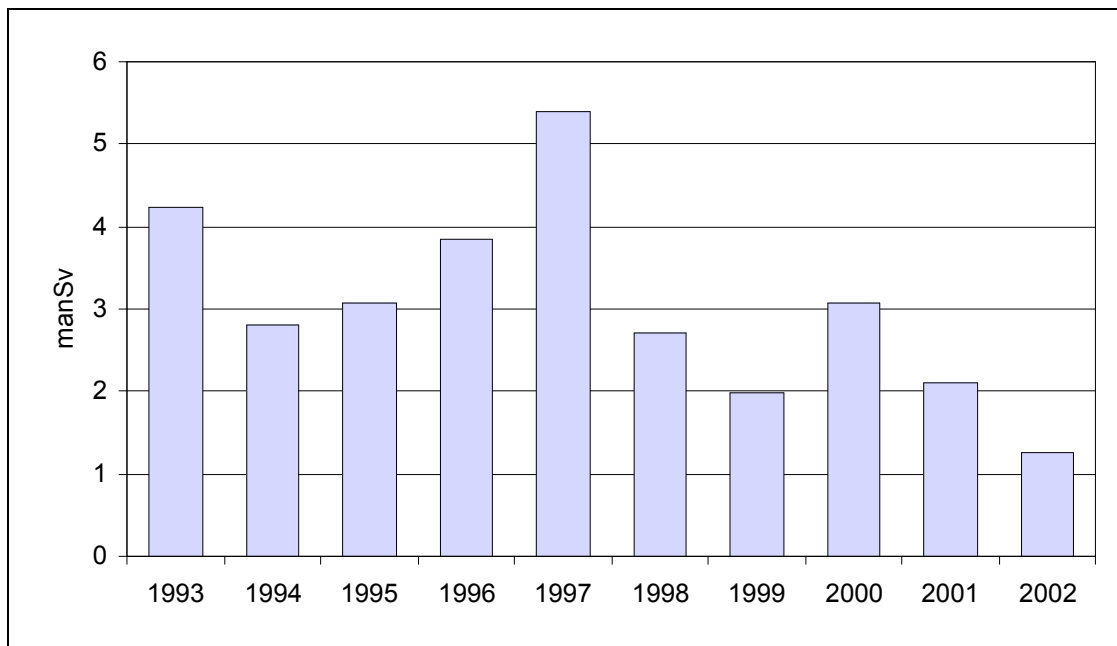
Forsmark 1 var avställd för revision i 18 dygn och stråldosen blev 0,4 manSv. Strålnivåerna på turbinsidan var något högre än föregående år.

Revisionen vid Forsmark 2 pågick under tre veckor och stråldosen blev 0,35 manSv. Stora arbeten utfördes på turbinsträngarna, bland annat byte av lågtrycksrotorer på turbin 22.

Revisionen vid Forsmark 3 pågick i 12 dygn och den totala stråldosen blev här 0,1 manSv, vilket är det lägsta dosutfallet under revision någonsin för en svensk reaktor. Förklaringarna till den låga stråldosen var dels låga strålnivåer, en följd av föregående års kemiska dekontaminering av rörsystem i reaktorn, dels en liten arbetsomfattning.

Under året helkroppsmättes 70 personer. En person hade erhållit en internkontamination som resulterade i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 7,1; 6,8 och 9,1 TWh för respektive Forsmark 1, 2 och 3.



Figur 3. Stråldoser vid Forsmarksverket 1993-2002.

Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse ur strålskyddssynpunkt har rapporterats. Under året har mindre bränsleskador förekommit vid Forsmark 1 och Forsmark 3. Forsmark 1 ställdes av vid två tillfällen för byte av skadat bränsle.

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 7 manSv, varav 5,5 manSv erhöles av personalen i MOD-projektet.

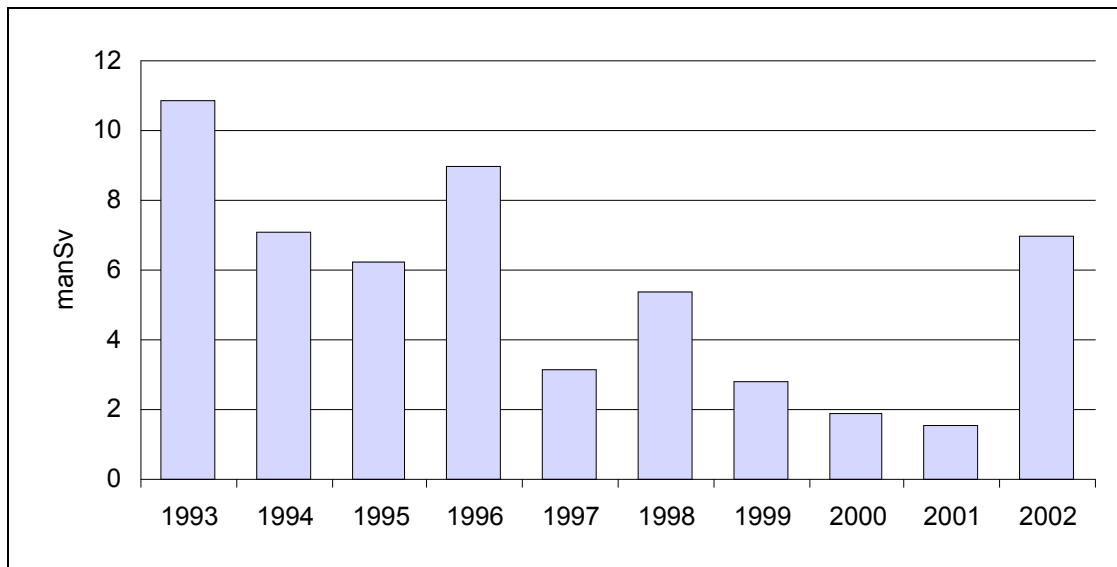
Projektet MOD vid Oskarshamn 1 pågick under hela året, och stråldosen på 5,5 manSv var det största dosutfallet sedan 1994. Omfattande, och i vissa fall även doskrävande arbeten var byte av pumphus i huvudcirkulationssystemet, ändringsarbeten på kylsystemet för avställd reaktor, olika ventilarbeten och ombyggnader av flera områden utanför reaktorinneslutningen. Även på turbinsidan utfördes stora arbeten. Strålnivåerna var högre än förväntat i flera av reaktorsystemen, vilket bidrog till högre stråldoser än planerat. Vissa arbeten tog längre tid än planerat vilket också bidrog till högre stråldoser.

Revisionsavställningen vid Oskarshamn 2 pågick i fyra veckor och den totala stråldosen blev 0,6 manSv, vilket för Oskarshamn 2, är ett historiskt sett lågt värde. Flera doskrävande arbeten framflyttades till revisionen 2003, då OKG Aktiebolag planerar att genomföra en dekontaminering vid Oskarshamn 2 i samband med moderniseringsarbetet.

Revisionsavställningen på Oskarshamn 3 ägde rum under 3 veckor och resulterade i en total stråldos på 0,2 manSv. Den kemiska dekontaminering som genomfördes under 1999 bidrog även under 2002 till det låga dosutfallet.

Helkroppsmätning genomfördes på 214 personer. En person hade erhållit en internkontamination som resulterade i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv.

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 0; 4,7 och 9,3 TWh för respektive Oskarshamn 1, 2 och 3.



Figur 4. Stråldoser vid Oskarshamnsverket 1993-2002.

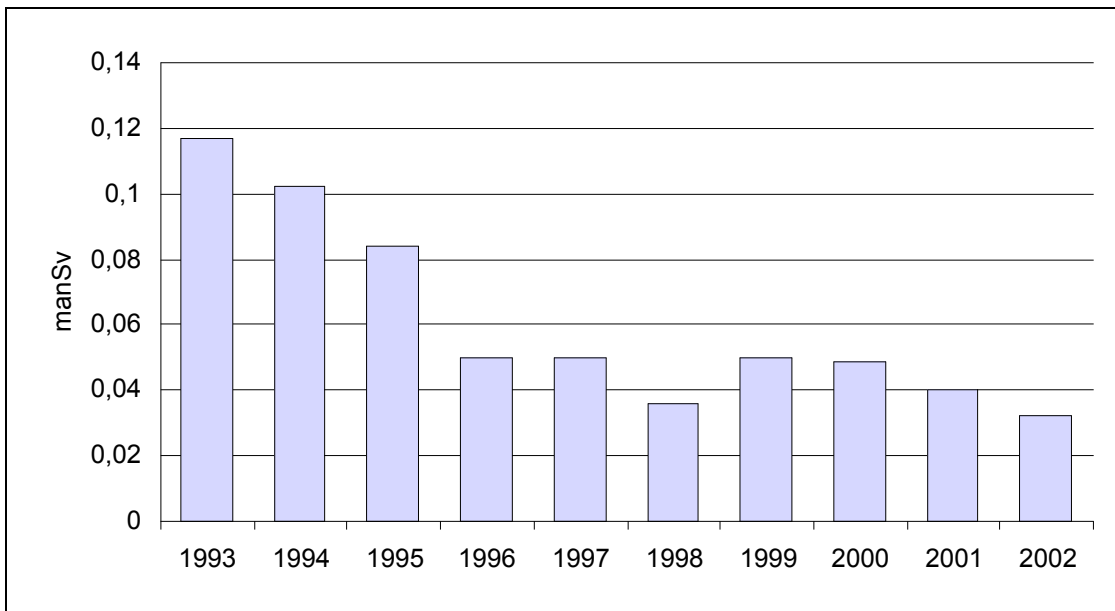
Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har rapporterats. Under året har mindre bränsleskador förekommit på Oskarshamn 2 och Oskarshamn 3.

CLAB

Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten vid CLAB har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Stråldosutfallet för personalen vid CLAB blev 0,03 manSv för 2002, vilket är lägre än föregående år.



Figur 5. Stråldoser vid CLAB 1993-2002.

Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har rapporterats.

RINGHALS

Sammanfattning av verksamheten

Strålskyddsverksamheten på Ringhalsverket har under året bedrivits enligt gängse normer och utan anmärkningar. Den totala stråldosen till personalen på Ringhalsverket blev 2,6 manSv, vilket var något högre än föregående år, då man hade det lägsta dosutfallet sedan 1976.

Revisionsavställningen på Ringhals 1 pågick under 36 dygn. Den totala stråldosen blev 0,7 manSv, vilken är den lägsta stråldosen sedan startperioden.

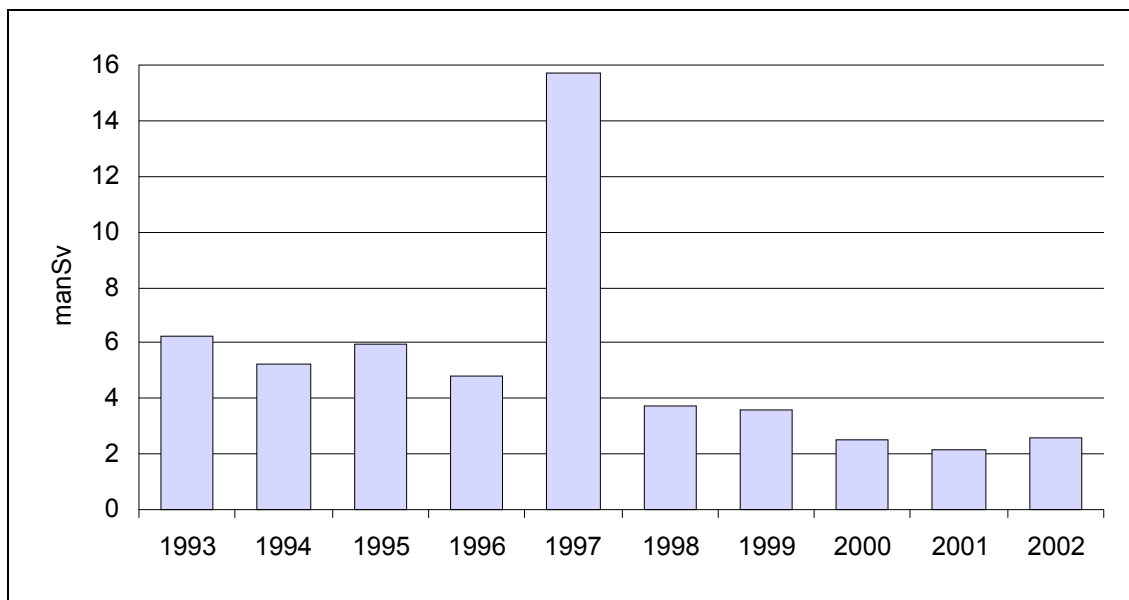
Revisionsavställningen på Ringhals 2 genomfördes på 25 dygn, vilket historiskt sett är en kort avställning på Ringhals 2, och den totala stråldosen blev 0,4 manSv. Utförda trend- och statusmätningar visar på fortsatt sjunkande strålnivåer i system och utrymmen.

Revisionsavställningen på Ringhals 3 genomfördes på 31 dygn och den totala stråldosen blev 0,2 manSv. Under revisionen genomfördes bland annat 10-årsprovning av reaktortanken, samt provning av reaktortankens in- och utloppsstutsar. Även på Ringhals 3 utfördes trend- och statusmätningar som visade på sjunkande strålnivåer i system och utrymmen.

Revisionsavställningen på Ringhals 4 pågick under 70 dygn, där en planerad reparation av reaktortankens in- och utloppsstutsar, projekt SERP, stod för en större del av avställningstiden. Den totala stråldosen blev 0,8 manSv.

Helkroppsmätningar genomfördes på 171 personer. Ingen person hade fått någon internkontamination som resulterat i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv

Energiproduktionen (TWh netto) uppgick till 6,0; 6,5; 6,9 och 5,9 TWh för respektive Ringhals 1, 2, 3 och 4.



Figur 6. Stråldoser vid Ringhalsverket 1993-2002.

Händelser

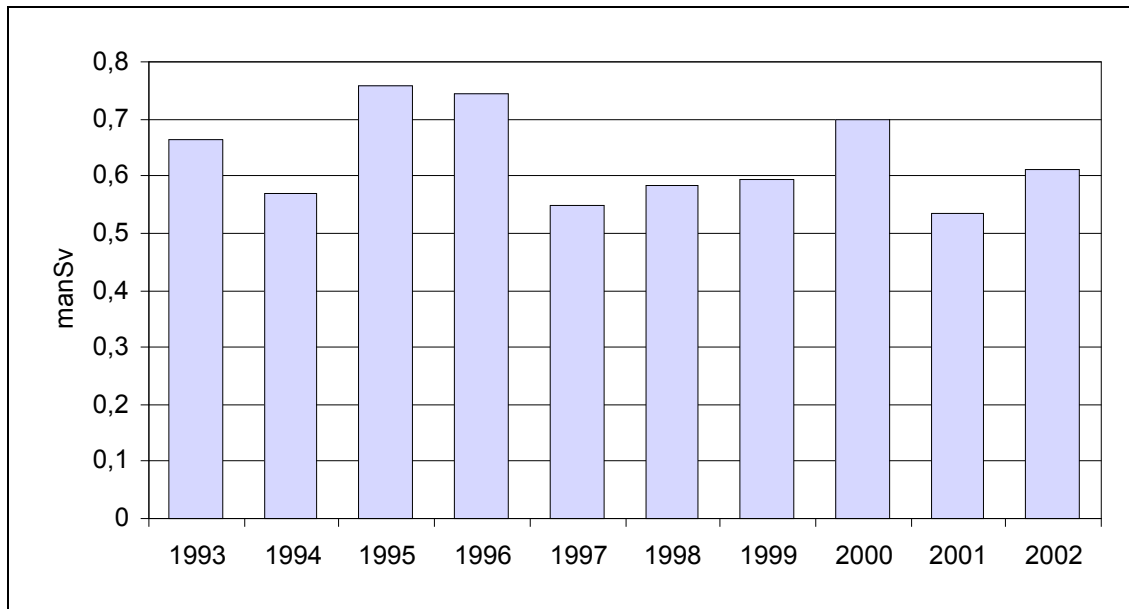
Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har rapporterats. Under året har en mindre bränsleskada förekommit på Ringhals 4. Skadan medförde dock inte någon mätbar påverkan på stråldoser eller kontaminationer i anläggningen.

STUDSVIK

Sammanfattning av verksamheten

Under år 2002 har 211 personer erhållit uppmätta stråldoser. Den totala stråldosen till personalen blev cirka 0,6 manSv. Den största individdosen var 16,3 mSv och medeldosen blev 2,8 mSv.

Verksamheten har under 2002 inte kännetecknats av några större stråldoskrävande arbeten.



Figur 7. Stråldoser vid Studsviksanläggningen 1993-2002.

Händelser

Inga onormala stråldoser eller händelser av betydelse från strålskyddssynpunkt har rapporterats.

WESTINGHOUSE ATOM

Sammanfattning av verksamheten

Verksamheten under år 2002 kan från strålskyddssynpunkt betecknas som tillfredsställande. Stråldoserna till personal från såväl extern bestrålning som från intag av radioaktiva ämnen varit låga.

Den totala stråldosen för år 2002 blev 125 mmanSv. Jämfört med förra årets dosutfall är detta en ökning på cirka 30 mmanSv. Högsta individdos blev 3,7 mSv och medeldosen från extern bestrålning blev 0,9 mSv.

En förklaring till den högre stråldosen är att fler personer under år 2002 varit inne på kontrollerat område.

Helkroppsmätning har genomförts på 229 personer. Ingen person hade fått någon internkontamination som resulterat i en stråldos över rapporteringsgränsen 0,25 mSv.

Tabell 4. Stråldoser under år 1998 - 2002

	2002	2001	2000	1999	1998
Antal personer	145	101	129	130	148
Kollektivdos (mSv)	125	94	157	166	141
Medeldos (mSv)	0,89	0,93	1,22	1,28	1,0
Högsta dos (mSv)	3,7	4,0	6,9	6,5	4,2

Händelser

Under året har några händelser inträffat med bäring på strålskyddet, dock ingen händelse som medfört stråldoser över rapporteringsgränsen. Däremot har Westinghouse Atom AB rapporterat om brister i avsökningen med handmonitor vid utpassage från kontrollerat område. Westinghouse Atom har gjort en åtgärdsplan, och kommer att följa upp avsökningrutinerna under år 2003.

Appendix A Stråldos per yrkeskategori

Tabell A1. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Barsebäcksverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	57	139	2,4	10,8
Mekaniker/ reparatörer	341	1098	3,2	19,5
Servicepersonal	130	387	3,0	17,8
Ställningsbyggare	22	63	2,9	10,8
Isolerare	31	119	3,8	9,0
Driftpersonal	66	63	1,0	8,4
Provningpersonal	88	141	1,6	8,0
El & instrumentpersonal	66	49	0,8	4,0
Kemister	9	6	0,7	2,6
Övriga	121	75	0,6	5,9
Totalt	931	2140	2,3	

Tabell A2. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Forsmarksverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskydd	51	74	1,5	6,1
Mekaniker/ reparatörer	386	565	1,5	16,2
Servicepersonal	117	208	1,8	9,6
Ställningsbyggare	16	36	2,3	4,4
Isolerare	24	91	3,8	9,7
Driftpersonal	112	109	1,0	5,2
Provningpersonal	63	68	1,1	7,1
El & Instrument	106	70	0,7	5,5
Kemister	18	16	0,9	2,3
Övriga	74	37	0,5	3,0
Totalt	967	1272	1,3	

Tabell A3. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Oskarshamnsverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	112	427	3,8	19,8
Mekaniker/ reparatörer	838	3458	4,1	22,2
Sanering – avfall –dekont.	238	748	3,1	18,4
Ställningsbyggare	51	283	5,6	14,2
Isolerare	56	524	9,4	26,6
Driftpersonal	108	213	2,0	10,4
Provningpersonal	104	336	3,2	16,0
El och instrumentpersonal	360	982	2,7	19,5
Kemister	10	3	0,3	1,1
Övriga	29	25	0,9	3,5
Totalt	1906	7000	3,7	

Tabell A4. Stråldos för olika yrkeskategorier vid Ringhalsverket

Yrkeskategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Strålskyddare	89	186	2,1	12,9
Mekaniker/ reparatörer	438	1227	2,8	18,4
Servicepersonal.	153	310	2,0	13,7
Ställningsbyggare	32	88	2,7	9,6
Isolerare	27	115	4,3	13,7
Driftpersonal	223	212	1,0	15,4
Provningpersonal	84	149	1,8	9,3
El och instrumentpersonal	171	183	1,1	15,5
Kemister	45	37	0,8	6,2
Övriga	81	42	0,5	3,1
Totalt	1343	2548	1,9	

Tabell A5: Stråldos för olika yrkeskategorier vid Studsvik

Personalkategori	Antal	Stråldos (mmanSv)	Medeldos (mSv)	Högsta dos (mSv)
Stensandspersonal	18	37	2,0	7,8
Övriga, Studsvikbolag	0	0	0	0
NFL-personal	10	9,0	0,9	2,8
R2-drift	77	417	5,4	16,3
Lab, Nuclear	35	97	2,8	12
RadWaste	27	24	0,9	3,8
Övriga, ej Studsvikbolag	52	28	0,5	4,5
Totalt	219	612	2,8	

Appendix B Stråldos redovisad i intervall

Tabell B1. Antal personer i dosintervall vid Barsebäcksverket

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	280	280
0,4 - 1,0	205	485
1,1 - 2,5	174	659
2,6 - 5,0	111	770
5,1 - 10,0	130	900
10,1 - 15,0	19	919
15,1 - 20,0	4	923

Tabell B2. Antal personer i dosintervall vid Forsmarksverket

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	334	334
0,4 - 1,0	270	604
1,1 - 2,5	203	807
2,6 - 5,0	109	916
5,1 - 10,0	36	952
10,1 - 15,0	2	954
15,1 - 20,0	1	955

Tabell B3. Antal personer i dosintervall vid Oskarshamnsverket

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	328	328
0,4 - 1,0	342	670
1,0 - 2,5	393	1063
2,6 - 5,0	340	1403
5,1 - 10,0	281	1684
10,1 - 15,0	124	1808
15,1 - 20,0	61	1869
20,1 - 25,0	7	1876
25,1 - 30,0	2	1878

Tabell B4. Antal personer i dosintervall vid Ringhalsverket

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	403	403
0,4 - 1,0	323	726
1,1 - 2,5	285	1011
2,6 - 5,0	182	1193
5,1 - 10,0	104	1297
10,1 - 15,0	26	1323
15,1 - 20,0	7	1330

Tabell B5. Antal personer i dosintervall vid Studsvik

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	75	75
0,4 - 1,0	35	110
1,1 - 2,5	28	138
2,6 - 5,0	18	156
5,1 - 10,0	37	193
10,1 - 15,0	15	208
15,1 - 20,0	1	209

Tabell B6. Antal personer i dosintervall vid Westinghouse Atom AB

Intervall (mSv)	Antal	Kumulativt
0,1 - 0,3	61	61
0,4 - 1,0	31	92
1,1 - 2,5	39	131
2,6 - 5,0	10	141

Appendix C Kärntekniska anläggningar

De svenska kärnkraftverken

Sammanlagt finns tolv kärnkraftblock, varav 11 var i drift under år 2002, 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 ¹	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

Industrialanläggningen i Studsvik

Industrialanläggningen 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.

¹ 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 slutligen ihop till kompletta bränsleelement. Ett bränsleelement i en kokarreaktor 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}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 Oskarshamnsverket och drivs av OKG Aktiebolag. 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 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 reaktorvatten, 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 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 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 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 (lättvatten) som moderator och kylmedel. I härden upphettas 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 kondensorn för att åter bli vatten och pumpas sedan tillbaka till ånggeneratorn för att på nytt upphettas till ånga.

2003:01 Avfall och miljö vid de kärntekniska anläggningarna; tillsynsrapport 2001

Avdelningen för avfall och miljö.
Monica Persson et.al.

2003:02 Stråldoser vid användning av torvbränsle i stora anläggningar

Avdelning för beredskap och miljöövervakning.
Hans Möre och Lynn Marie Hubbard. 80 SEK

2003:03 UV-strålning och underlag för bedömning av befolkningsdos från solarier i en storstadsregion

Avdelning för beredskap och miljöövervakning.
Björn Nilsson, Björn Närlundh och Ulf Wester. 70 SEK

2003:04 Enkätundersökning av entreprenörers inställning till strålning och strålskyddsutbildning vid de svenska kärnkraftverken

Avdelning för personal- och patientstrålskydd
Ingela Thimgren 60 SEK

2003:05 Radiofarmakaterapier i Sverige – kartläggning över metoder

Avdelning för personal- och patientstrålskydd
Helene Jönsson 60 SEK

2003:06 Säkerhets och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2002

2003:07 Mätning av naturlig radioaktivitet i dricksvatten. Test av mätmetoder och resultat av en pilotundersökning

Avdelning för beredskap och miljöövervakning.
Inger Östergren, Rolf Falk, Lars Mjönes och Britt-Marie Ek 70 SEK

2003:08 Optisk strålning strålskydd

Avdelning för beredskap och miljöövervakning.
Anders Glansholm 70 SEK

2003:09 Årlig kontroll av diagnostisk röntgenutrustning för medicinskt bruk – en utredning av kontrollverksamheten

Avdelning för personal- och patientstrålskydd
Anja Almén och Torsten Cederlund 70 SEK

2003:10 Förändring av stråldoser till patienter vid övergång från konventionell till digital, filmlös teknik vid röntgenundersökning av grovtarm och njurar Slutrapport SSI-projekt P 933

Avdelning för personal- och patientstrålskydd
Börje Sjöholm och Jan Persliden 60 SEK

2003:11 AMBER and Ecolego Intercomparisons Using Calculations from SR97

Avdelningen för avfall och miljö
Gemensam SKI och SSI rapport

2003:12 Analysis of Critical Issues in Biosphere Assessment Modelling and Site Investigation

Avdelningen för avfall och miljö
M. J. Egan, M. C. Thorne, R.H. Little and R.F. Pasco 60 SEK

2003:13 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2002

Avdelning för personal- och patientstrålskydd
Stig Erixon, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist, Ingela Thimgren, Hanna Ölander Gür 60 SEK



STATENS STRÅLSKYDDSIINSTITUT, 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 beläget 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 the regulations is ensured through inspections.

SSI also provides information, education, and 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

Adress: Statens strålskyddsinstitut; S-17116 Stockholm;

Besöksadress: Karolinska sjukhusets område, Hus Z 5.

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

Address: Swedish Radiation Protection Authority;

SE-17116 Stockholm; Sweden

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

www.ssi.se