

SKI Rapport 01:10  
SSI-rapport 2001:06

---

# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2000

April 2001



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Institute

ISSN 1104-1374  
ISSN 0282-4434  
ISRN SKI-R-01/10-SE

**SKi**



SKI Rapport 01:10  
SSI-rapport 2001:06

# **Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2000**

April 2001

## Innehållsförteckning

<b>Missiv .....</b>	<b>5</b>
<b>Sammanfattning.....</b>	<b>7</b>
<b>Utgångspunkter och bedömningsgrunder .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Drifterfarenheter.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Teknik och åldrandefrågor .....</b>	<b>12</b>
Fortsatta problem med spänningsskorrosion.....	12
Även tryckvattenreaktorernas reaktorkylkretsar drabbade.....	13
Skadekänsliga delar har bytts ut .....	14
Uppföljning av skador i säkerhetssystem i kokvattenreaktorer.....	15
Fortsatt långsam skadeutveckling i ånggeneratorer.....	15
Brister i anläggningsdokumentationen .....	16
Bedömning av skadeutvecklingen i stort.....	16
<b>3. Härd- och bränslefrågor .....</b>	<b>18</b>
Bränsleskador .....	18
Sensorprovning .....	18
Härdinstabilitet .....	19
Böjt bränsle.....	19
Härdövervakning .....	19
<b>4. Säkerhetsförbättringar i reaktorerna .....</b>	<b>21</b>
Modernisering.....	21
Säkerhetsanalyser .....	22
OKG Aktiebolag .....	23
Barsebäck Kraft AB .....	23
Ringhals AB.....	23
Forsmarks Kraftgrupp AB.....	23
Särskilda säkerhetsgenomgångar.....	24
<b>5. Organisation och säkerhetskultur .....</b>	<b>25</b>
Avregleringens effekter .....	25
Kompetens och resurser.....	25
Verksamhetsutveckling och kvalitetssäkring .....	26
Säkerhetsgranskning .....	26
Erfarenhetsåterföring .....	26
Nedläggningen av Barsebäck 1 .....	27
<b>6. Strålskyddsläget .....</b>	<b>28</b>
Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken.....	28
Granskning av strålskyddsutbildning.....	28

Godkännande av kraftverkens persondosimetrilaboratorier .....	29
Barsebäcksverket.....	29
Forsmarksverket.....	29
Oskarshamnsverket .....	30
Ringhalsverket.....	30
Stråldoser till personal .....	31
Utsläpp till omgivningen .....	32
Nya föreskrifter om utsläpp.....	34
<b>7. Avfallshanteringen vid kärnkraftverken.....</b>	<b>35</b>
Behandling, mellanlagring och slutförvaring av kärnavfall .....	35
Friklassning .....	36
Använt kärnbränsle.....	37
<b>8. Haveriberedskap.....</b>	<b>38</b>

Till Regeringen

2001-04-25

Miljödepartementet  
103 33 STOCKHOLM

SKI 1.8-010487  
SSI 560/1235/01

### **Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2000**

Regeringen har i regleringsbrev för budgetår 2000 uppdragit åt SKI att i samverkan med Statens strålskyddsinstitut (SSI) senast den 1 maj 2001 till regeringen redovisa säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken. SKI skall svara för att den samlade redovisningen kommer regeringen tillhanda.

Rapporten har behandlats i SKI:s reaktorsäkerhetsnämnd som därvid biträtt SKI i de säkerhetsbedömningar som redovisas i sammanfattningen. SKI:s och SSI:s styrelser har konsulterats i ärendet enligt 22§ verksförordningen (SFS 1995:1322). Bägge styrelserna fann, utifrån de synpunkter styrelserna har att beakta, inget att erinra mot de säkerhets- och strålskyddsbedömningar som redovisas i sammanfattningen.

Redovisningen av säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2000 överlämnas härmed.

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION

STATENS STRÅLSKYDD SINSTITUT

Judith Melin

Lars-Erik Holm



## Sammanfattning

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken är gott. Säkerheten och strålskyddet upprätthölls under 2000 på en tillfredsställande nivå i förhållande till de säkerhets- och strålskyddskrav som ställs, vilka är jämförbara med de krav som är allmänt accepterade i jämförbara västländer.

Under året har det inte förekommit några allvarliga driftstörningar som inneburit att säkerheten varit hotad. Inte heller har händelser inträffat som medfört onormala stråldoser eller doser över dosgränserna vare sig till personal eller allmänhet. SKI har ändå haft anledning att rikta krav mot kärnkraftverken för att säkerhetsarbetet ytterligare skall förbättras.

Liksom föregående har det förekommit ett antal fall av spänningskorrosionsskador. Flera av dessa skador ledde till utökade provningar, ingående utredningar, reparationer och driftbegränsningar för de aktuella reaktorerna. Till exempel upptäcktes vid årets kontroller ytterligare defekter i ett säkerhetssystem i vissa av kokvattenreaktorerna. Mer oväntade spänningskorrosionsskador upptäcktes under revisionsavställningen av Ringhals 4. I samband med en planerad återkommande kontroll upptäcktes sprickbildningar i röranslutningar mellan reaktortryckkärlet och reaktorkylkretsarna.

SKI har noggrant följt kraftföretagens arbete med att utreda och åtgärda ovannämnda problem och även ställt krav på kompletterande utredningar i kombination med driftbegränsningar för de aktuella reaktorerna. Fortsatt noggrann uppföljning under de kommande åren är nödvändig liksom vidareutveckling av provningsmetoderna för att bättre kunna karaktärisera och storleksbestämma indikationer på sprickor. Erfarenheterna visar också att det vid anläggningarna måste finnas beredskap för att kunna hantera även oväntade skador.

Omfattande åtgärder har vidtagits i vissa av anläggningarna för att undvika framtida problem med spänningskorrosion. Som exempel kan nämnas att Forsmarks Kraftgrupp AB i förebyggande syfte har bytt ut interna delar och vissa anslutande rörsystem i reaktortryckkärlen.

Stråldoserna till personal vid de svenska kärnkraftverken under 2000 var de lägsta som uppmätts sedan samtliga reaktorer togs i drift. Enligt SSI:s bedömning är de viktigaste skälen till detta ett långsiktigt arbete med att minska strålnivåerna, ett ökat strålskyddskunnande hos personalen, och förbättrade arbetsrutiner vid anläggningarna. De stråldoser som utsläppen under 2000 kan ha medfört till personer boende i kärnkraftverkens närhet ligger, med ett undantag, under en hundradel av gällande referensvärde.

Kärnavfallshanteringen vid kärnkraftverken inklusive driften av slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall (SFR) och mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) har i huvudsak fungerat väl. De brister som uppdagats har åtgärdats eller kommer att åtgärdas enligt upprättade planer.



SKI och SSI bedömer att beredskapen vid kärnkraftverken upprätthålls på en godtagbar nivå, men att fortsatt utveckling är nödvändig. Myndigheterna medverkar i och följer upp beredskapsverksamheten vid anläggningarna.

Tekniska, ekonomiska och politiska förhållanden har lett till ökad osäkerhet om kärnkraftens framtid. SKI och SSI kan i detta sammanhang konstatera att bland annat avregleringen på elmarknaden har lett till ett ökat och kontinuerligt tryck på effektivisering och utveckling av verksamheten vid kärnkraftverken. Kärnkraftsföretagen har mött de förändrade förutsättningarna med flera parallella strategier. Exempelvis berörs programmen för kontroll- och provningsverksamheterna samt systemen för ledning och styrning. Det är enligt SKI:s uppfattning viktigt att säkerhetsaspekterna beaktas vid alla förändringar så att säkerheten inte försämras utan utvecklas. SKI anser att säkerheten inte har försämrats, men varningstecken finns på att en alltför kraftig fokusering på kostnadseffektiviseringar kan inbjuda till att tillståndsinnehavarna tar genvägar på bekostnad av säkerheten. Genom granskningar och vid inspektioner har SKI identifierat förhållanden som på sikt kan ha säkerhetskonskvenser om de inte rättas till. Framst gäller det brister i tillståndsinnehavarnas processer för kompetenssäkring och erfarenhetsåterföring, både generellt och i samband med verksamhetsförändringar. SKI har ställt krav på åtgärdsprogram.

SKI ser en förändrad strategi från industrins sida när det gäller omfattningen av moderniseringarna men även när det gäller strategin för att genomföra dem. Sammantaget kan myndigheterna konstatera att fortsatta ambitioner verkar finnas att göra investeringar i säkerhetshöjande och miljöförbättrande åtgärder, medan neddragning märks tydligt när det gäller åtgärder som berör drifttillgängligheten. Dessutom verkar industrin nu vara inne på linjen att göra förbättringarna stegvis i separata, inbördes oberoende, projekt snarare än i stora sammanhållna projekt som genomförs under en längre tids avställning av reaktorerna. SKI anser att en ökad tydlighet krävs från myndighetens sida för att klargöra vilka säkerhetsmässiga förutsättningar som skall gälla för drift under reaktorernas återstående drifttid. I linje med detta och regeringens uppdrag till SKI att driva på i säkerhetsarbetet kommer SKI att ytterligare tydliggöra sina regler för nykonstruktion i befintliga kärnkraftsreaktorer. Detta innebär samtidigt en ökad tydlighet från myndigheten att säkerhetsutveckling inte är något frivilligt utan ett krav från samhällets sida. I detta arbete tar SKI hänsyn till säkerhetskraven i andra länder, speciellt i Europa. SKI finner att integreringen och utvidgningen av Europa, där nya kärnkraftsländer kommer in i den europeiska unionen, talar för en linje med likartade höga säkerhetskrav inom det framtida utvidgade EU.

Erfarenheterna från 2000 visar sammantaget, liksom erfarenheter från tidigare år att ett systematiskt säkerhetsarbete, med fortlöpande omprövning av tidigare säkerhetsanalyser på grundval av drifterfarenheter, tillbud och metodutveckling, ger förmåga att identifiera och åtgärda tidigare oupptäckta svagheter i konstruktion och handhavande innan de medfört allvarliga incidenter eller olyckor. En stark drivkraft för säkerhets- och strålskyddsarbetet måste, enligt SKI och SSI, vara vissheten om att man inte får nöja sig med det man uppnått. Framgång bygger i stället på ett ständigt pågående säkerhetsarbete och att man hela tiden aktivt söker efter eventuella dolda fel och möjligheter till förbättringar.

## Utgångspunkter och bedömningsgrunder

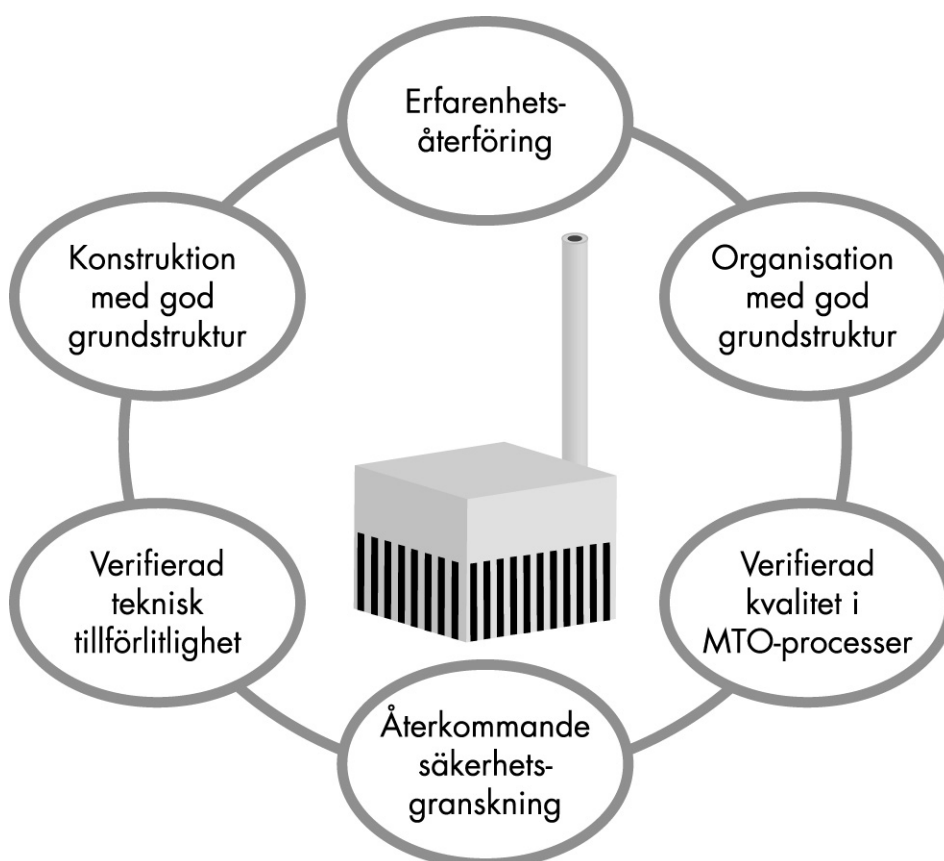
Lagen om kärnteknisk verksamhet föreskriver att de som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet har det fulla och odelade ansvaret för att de åtgärder vidtas som behövs för att upprätthålla säkerheten. Med detta som utgångspunkt skall SKI i sin tillsyn tydliggöra den närmare innebörden av detta ansvar och övervaka hur tillståndsinnehavarna lever upp till det genom att skapa sig en egen välgrundad bild av säkerhetsläget vid anläggningarna och av kvaliteten i tillståndsinnehavarnas säkerhetsarbete.

Regeringen har angett att SKI genom sin tillsyn skall verka för att svenska kärntekniska anläggningar skall ha ett tillfredsställande skydd i flera barriärer som förebygger allvarliga tillbud och haverier med ursprung i teknik, organisation eller kompetens samt även förhindrar eller begränsar spridning av radioaktiva ämnen till omgivningen om ett haveri skulle inträffa. Säkerheten skall bygga på den så kallade djupförvarsprincipen som är en internationellt vedertagen princip, bland annat stadfäst i den internationella kärnsäkerhetskonventionen, för att skydda människor och miljö från skadeverkningar från en kärnteknisk anläggning.

Viktiga led i djupförsvaret eller delarna i en kedja som bygger upp den samlade säkerhetsnivån (Figur 1) är att:

- Anläggningen har en konstruktion med god grundstruktur så att:
  - den ger lugn drift med få källor till driftstörningar
  - den har flerfaldiga fysiska barriärer som skyddar mot spridning av radioaktiva ämnen
  - den har flerfaldiga säkerhetssystem som skyddar de fysiska barriärerna från skador vid driftstörningar och haverier.
- Anläggningen har en verifierad teknisk tillförlitlighet genom för ändamålet väl kvalificerade program för kontroll och provning, både av de fysiska barriärernas kondition och av säkerhetssystemens tillförlitliga funktion.
- Anläggningen drivs och underhålls av en organisation med god grundstruktur, bland annat kännetecknad av tydliga ansvarsförhållanden och tillräckliga resurser vad gäller ekonomi och kompetent personal.
- Anläggningen har en verifierad kvalitet i alla processer som berör samspelet människa-teknik-organisation genom bland annat tydlig säkerhetspolicy, tydlig ledning och uppföljning, tydliga instruktioner, återkommande utbildning och övning och väl fungerande intern säkerhetsgranskning och kvalitetssäkring.
- Anläggningen har väl fungerande system för att analysera och dra lärdom av egna och andras drifterfarenheter och forskning.
- Att återkommande säkerhetsgranskning sker periodiskt för en förnyad samlad analys och bedömning av säkerheten i anläggningarna.

De krav SKI som ställer på de olika leden i djupförsvaret preciseras i SKI:s föreskrifter och allmänna råd samt i de villkor regeringen och SKI ställt upp i tillstånden för att bedriva kärnteknisk verksamhet. På motsvarande sätt har SSI i sina författningar preciserat strålskyddskraven. Tillsammans anger dessa rättsakter viktiga utgångspunkter och bedömningsgrunder för SKI:s och SSI:s överväganden i denna rapport.



Figur 1. Kedjan som bygger säkerhet.

## **1. Drifterfarenheter**

Åldrandefrågor och nedreglering av effekten vid kärnkraftverken präglade 2000.

Åldringsfrågorna gjorde sig påmindas vid kontroller under revisionerna vid flera av reaktorerna. Vid Barsebäck 2 och Oskarshamn 2 identifierades nya sprickor i hårdstrilarnas infästningsanordningar. Detta förorsakade omfattande arbeten och förlängda revisioner. Liknande skador upptäcktes även vid Ringhals 1, vilket medförde att reaktorn var avställd från juli till årets slut.

Vid Ringhals 3 och 4 upptäcktes under revisionsperioderna problem med defekter i röranslutningar mellan reaktortryckkärlen och reaktorkylkretsarna. Detta resulterade i att Ringhals 4 stod avställd från slutet av sommaren till årets slut.

Till detta kan läggas att kärnkraftverken drivits med nedreglerad effekt eller tagits ur drift under delar av året på grund av lågt kraftbehov och god tillgång på annan kraftproduktion. Detta har inte bedömts orsaka säkerhetsproblem.

## 2. Teknik och åldrandefrågor

### Fortsatta problem med spänningskorrosion

Även under 2000 konstaterades ett antal spänningskorrosionsskador. Flera av dessa skador, som beskrivs närmare i det följande, ledde till utökade provningar, ingående utredningar, reparationer och därmed förlängda revisionsavställningar. Omfattande åtgärder har vidtagits i vissa av anläggningarna för att undvika framtida problem med spänningskorrosion.

Interkristallin spänningskorrosion är den skademekanism som är vanligast förekommande i kärnkraftsanläggningar. Som framgår av Diagram 1 svarar spänningskorrosion för drygt 30 procent av alla skador som hittills inträffat i de svenska anläggningarna. I USA, med sina drygt hundra reaktorer, är bilden densamma<sup>1</sup>.

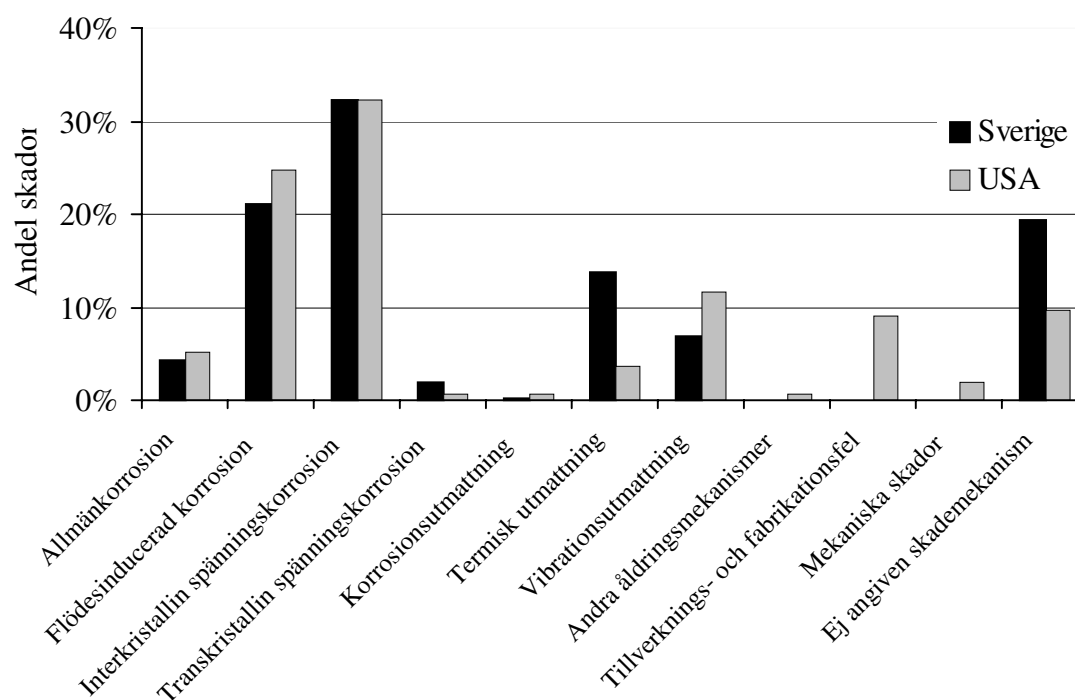


Diagram 1. Procentuell fördelning av skador på olika mekanismer. Sammanställningen gäller skador i mekaniska anordningar som rapporterats från svenska kärnkraftsanläggningar under perioden 1972–2000 och från anläggningar i USA under perioden 1961–1997. Skador i tryckvattenreaktorers ånggeneratorer ingår dock inte.

<sup>1</sup> Nuclear Reactor Piping Failures at U.S. Commercial LWRs: 1961–1997. Report TR-110102. Electric Power Research Institute (EPRI). December 1998.

Spänningskorrosion är en mekanism som uppträder i metalliska konstruktionsmaterial, då de utsätts för dragspänningar och korrosiva miljöer. Materialens känslighet för skador beror dels på deras kemiska sammansättning, dels på vilka värmebehandlings- och bearbetningsoperationer som skett under tillverkning och installation i anläggningen. Trots att det under de senaste årtiondena byggts upp betydande kunskaper om hur dessa faktorer samverkar är kunskaperna ännu inte tillräckligt ingående för att helt undvika problemen eller fullt ut kunna förutse vilka av de befintliga anläggningsdelarna som kan skadas.

### **Även tryckvattenreaktorernas reaktorkylkretsar drabbade**

Ett exempel på mer oväntade spänningskorrosionsskador upptäcktes under revisionsavställningen av Ringhals 4. I samband med en planerad återkommande kontroll av röranslutningar mellan reaktortryckkärlet och reaktorkylkretsarna detekterades tecken på sprickor i ett förband som var svetsat med en nickelbaslegering benämnd Alloy 182. Detta svetsmaterial är känt för att vara spänningskorrosionskänsligt i kokvattenreaktormiljöer. I dessa miljöer har flera skador konstaterats tidigare. I tryckvattenreaktormiljöer däremot har drifterfarenheterna hittills varit goda, och några allvarliga skador har inte rapporterats. Vissa laboratorieförsök har dock pekat på att känslighet kan finnas också i tryckvattenreaktormiljöer.

De spänningskorrosionssprickor som upptäcktes i Ringhals 4 var belägna i de delar av svetsförbandet som reparerats i samband med tillverkningen. Detta tros vara en bidragande orsak till att sprickorna uppstått eftersom sådana reparationer kan kvarlämna höga svetsegensspänningar. Metallografiska undersökningar av uttagna materialprov ger emellertid inget entydigt besked om skadeorsaken. Det går därmed heller inte att avgöra om skadorna kan vara början på mer allmänna problem med den aktuella nickelbaslegeringen i tryckvattenreaktormiljö. Vissa tecken på att så kan vara fallet finns då sprickliknande defekter även upptäcktes när man provade motsvarande svetsförband i Ringhals 3. Till skillnad från Ringhals 4 är sprickindikationerna belägna i områden som inte svetsreparerats. Inga materialprov har ännu tagits ut från Ringhals 3 för närmare undersökningar varför uppgifter om skademekanism saknas. I de säkerhetsanalyser som ligger till grund för SKI:s beslut om fortsatt drift av Ringhals 3 har dock sprickindikationerna antagits vara spänningskorrosionssprickor.

Samtidigt med upptäckten av spänningskorrosionssprickor i stutsanslutningen i Ringhals 4 rapporterades om liknande skador i den amerikanska anläggningen V.C. Summer. Där hade sprickorna växt igenom svetsförbandet och lett till läckage. Analyser av uttagna materialprov visar i övrigt stora likheter med skadorna i Ringhals 4. Det är samma nickelbaslegering och vissa områden har genomgått relativt omfattande reparationer vid tillverkningen. Sprickorna uppvisar i båda fallen en komplex morfologi som gör dem svåra att karakterisera och storleksbestämma korrekt vid oförstörande provning. Inte heller i V.C. Summer har en entydig skadeorsak kunnat fastställas.

Trots de osäkerheter som i dag råder om orsaken till skadorna ser inte SKI det inträffade som något akut säkerhetsproblem för de svenska tryckvattenreaktorerna. Ringhals AB har inventerat förekomsten av Alloy 182 i sina anläggningar och dessa sammanställ-

ningar visar att det är relativt få förband som svetsats med den aktuella nickelbaslegeringen. Merparten av dessa svetsförband har dessutom genomgått återkommande kontroll under 2000. Utöver de konstaterade sprickorna i Ringhals 4 och de misstänkta sprickorna i stutsanslutningen i Ringhals 3 har inga tecken på spänningskorrosion hittats. Sprickorna i Ringhals 4 har tagits bort i sin helhet för att undvika fortsatt tillväxt. Indikationerna på sprickor i Ringhals 3 har lämnats kvar utan åtgärd för en tid framåt efter att analyser av brottmekaniska utredningar visat att detta inte påverkar säkerheten.

Svetsförband med Alloy 182 förekommer emellertid i system som är säkerhetsmässigt viktiga. Fortsatt noggrann uppföljning under de kommande åren är därför nödvändig liksom vidareutveckling av provningsmetoderna för att bättre kunna karaktärisera och storleksbestämma eventuella indikationer på sprickor.

### **Skadekänsliga delar har bytts ut**

Forsmarks Kraftgrupp AB har i omfattande grad och i förebyggande syfte bytt ut interna delar och vissa anslutande rörsystem i reaktortryckkärlen för att undvika framtida problem med spänningskorrosionsskador.

Mot bakgrund av tidigare skadeerfarenheter har samtliga stutsanslutningar mot reaktortryckkärlen i Forsmark 1 och 2, som svetsats med nickelbaslegeringen Alloy 182, försatts med ett skyddande skikt av mindre skadekänsligt material. Motsvarande åtgärder kommer att genomföras i Forsmark 3 år 2001.

Under avställningarna av Forsmark 1 och 2 installerades nya moderatortankar och härdgaller. Även dessa byten har föranletts av skadeerfarenheter, bland annat från Oskarshamn 1 och en del utländska anläggningar där omfattande sprickbildning till följd av spänningskorrosion konstaterats. Efter dessa händelser i mitten av 1990-talet ställde SKI krav på att moderatortankar i kokvattenreaktorer skulle genomgå mer ingående återkommande kontroll än vad som gjorts tidigare. Dessa kontroller har därefter genomförts med undantag för Forsmarksreaktorerna som begärde och fick uppskov i avvaktan på det nu genomförda bytet till nya tankar av mindre skadekänsligt material. I och med bytet i Forsmark 1 och 2 och tidigare utbyte i Oskarshamn 1 samt nya och mer omfattande program för återkommande kontroll i övriga anläggningar har befarade problem med allvarlig försämring av reaktorernas härdstommar undanröjts.

I Forsmark 1 och 2 har man under ett antal år haft problem med spänningskorrosion i vissa rörsystem. Det har främst gällt rörledningar i kylsystemet för avställd reaktor. Dessa rörledningar byttes därför under årets revisionsavställningar till rör tillverkade av s.k. Nuclear Grade material. Detta är ett lågkolhaltigt rostfritt stål som anses vara okänsligt för spänningskorrosion. Liknande rörbyten har tidigare genomförts i andra anläggningar, t.ex. i Oskarshamn 2. SKI ser positivt på dessa skadeförebyggande åtgärder men konstaterar samtidigt att spänningskorrosionsliknande sprickor har observerats under senare år också i denna typ av material. Någon entydig orsak till att dessa sprickor uppstått har ännu inte kunnat fastställas. Påbörjade utredningar har därför fått utvidgas och fördjupas, och det dröjer troligen innan tillräckliga fakta finns framme för att kunna

avgöra om synen på materialets skadekänslighet behöver omprövas eller ej. I avvaktan på dessa fakta krävs således att viss stickprovsmässig återkommande kontroll fortgår.

### **Uppföljning av skador i säkerhetssystem i kokvattenreaktorer**

Under 1999 års revisionsavställningar upptäcktes omfattande spänningskorrosion i kon-soler och stag till hårdstrilarna i Barsebäck 1 och 2 samt Oskarshamn 2. Liknande skador, men av mindre omfattning, observerades även i Ringhals 1. De skadade kon-solerna och stagen var tillverkade av en nickelbaslegering benämnd X-750. I vissa värmebehandlingstillstånd är denna legering mycket känslig för spänningskorrosion.

Merparten av de skadade stagen byttes ut innan de berörda reaktorerna återgick i drift. Enstaka svårreparerade skadade stag lämnades dock kvar utan åtgärd efter ingående analyser av deras påverkan på strilarnas hållfasthet och stabilitet. I samband med SKI:s granskning av dessa utredningar konstaterades att det funnits stora brister i kvaliteten på tidigare års återkommande kontroller. Vidare konstaterade SKI att det fanns vissa oklarheter i de utredningar som genomförts för att finna skadeorsakerna och vissa oklarheter om detekteringsförmågan hos de kontrollmetoder som använts under 1999, även om klara förbättringar skett jämfört med tidigare år.

SKI ställde därför krav på att de berörda företagen skulle utreda varför tidigare kontroller brustit, att de skulle genomföra mer ingående undersökningar av skadeorsakerna samt att uppföljande kontroll skulle ske under revisionsavställningarna 2000 med provningssystem som kvalificerats för ändamålet. Vid dessa uppföljande provningar och kontroller observerades ytterligare ett antal skadade stag i hårdstrilarna. Dessa observationer följdes av nya analyser och åtgärder. Dessa låg till grund för SKI:s beslut om fortsatt drift ännu en driftsäsong. SKI har i dessa beslut ställt krav på fortsatt uppföljande kontroll under 2001.

Vilka åtgärder som krävs på sikt för att lösa problemen med sprickbildning i stagen till hårdstrilarnas rörsystem är ännu inte klarställt. Ringhals AB har dock, efter bland annat förelägganden från SKI om fördjupade funktions- och hållfasthetsanalyser, beslutat byta ut hårdstrilen i Ringhals 1 senast år 2002.

### **Fortsatt långsam skadeutveckling i ånggeneratorer**

Skadeutvecklingen i ånggeneratortuber i Ringhals 4 fortsätter att vara långsam. Dessa tuber är, till skillnad från tuberna i de utbytta ånggeneratorerna i Ringhals 2 och Ringhals 3, tillverkade av den relativt spänningskorrosionskänsliga nickelbaslegeringen Alloy 600. Årets kontroller har liksom tidigare omfattat skadedrabbade delar vid tubplattan, stödplåtskorsningar och så kallade U-böjar. Ytterligare 40 tuber med indikationer på spänningskorrosionssprickor vid tubplattan upptäcktes liksom mindre tillväxt av tidigare konstaterade sprickor. Dessutom upptäcktes ytterligare två tuber med defekter i det så kallade U-böjsområdet.



En del av de skadade tuberna åtgärdades genom att pluggar monterades in i tubändarna för att förhindra fortsatt spricktillväxt. Andra tuber åtgärdades genom att man monterade in innerrör i syfte att både förhindra fortsatt spricktillväxt och återställa tubernas hållfasthet. Denna åtgärd har även använts för att åter ta en del tuber i drift som tidigare varit pluggade. Det totala antalet ånggeneratorotuber som är ur drift i Ringhals 4 har därmed minskat från 3,3 procent till 2,4 procent.

Vid återkommande kontroller av ånggeneratorotuber i Ringhals 2 och 3 har det inte observerats några tecken på skador.

### **Brister i anläggningsdokumentationen**

I samband med att SKI granskat skador som inträffat under året har SKI noterat brister i anläggningsdokumentationen. Dessa brister blir påtagliga bland annat i fall där sprickor eller indikationer på sprickor lämnas kvar utan åtgärd. I sådana situationer skall betryggande säkerhetsmarginaler för fortsatt drift under en viss tid visas föreligga med hjälp av analyser som bland annat tar hänsyn till troliga skademekanismer, eventuella synergieffekter, förekommande belastningar, möjliga tillväxthastigheter i aktuella miljöer och osäkerheter vid bestämning av skadeomfattning.

De brister som uppdagats rör främst konstruktionsförutsättningar och belastningsunderlag för mekaniska anordningar i tryckvattenreaktorerna. Underlaget som är tillgängligt vid dessa anläggningar är i vissa avseenden ofullständigt och behöver, enligt SKI:s bedömning, även ses över mot bakgrund av den kunskap som vunnits sedan anläggningarna togs i drift. Sådana översyner var också förväntade från SKI:s sida i samband med de stora konstruktionsanalysprojekt som inleddes efter den så kallade silhändelsen i Barsebäcksverket 1992. Färdigställandet av dessa konstruktionsanalysprojekt har emellertid blivit starkt försenade, inte bara vid tryckvattenreaktoranläggningarna utan även vid ett antal kokvattenreaktoranläggningar. Dessutom har en del av projekten begränsats till sin omfattning.

SKI är bekymrat över dessa förseningar och kommer därför att följa upp anläggningarnas planer för vidare arbete med att ta fram aktuell och ändamålsenlig dokumentation över konstruktionsförutsättningar och belastningsunderlag.

### **Bedömning av skadeutvecklingen i stort**

SKI ser för närvarande inga allvarliga tendenser vad gäller den samlade skadeutvecklingen. Som framgår av Diagram 2 skedde en kraftig ökning av antalet rapporterade skador<sup>2</sup> under mitten av 1980-talet. Merparten av dessa skador var orsakade av spänningskorrosion. Detta ledde till att många av anläggningarna i omfattande grad bytte ut känsliga rördelar i primära tryckbarriärer och säkerhetssystem. Efter dessa åtgärder sjönk antalet rapporterade skador, för att åter öka något efter det att anläggningarna lade

---

<sup>2</sup> Med begreppet skador avses här en händelse där sprickor eller annan degradering upptäckts i en anordning eller anordningsdel vid en viss tidpunkt.

om sina kontrollprogram så att de utgick från den riskorienterade urvalsmodell som då införts i SKI:s föreskrifter om mekaniska anordningar.

Denna urvalsmodell medförde att de återkommande kontrollerna i högre grad än tidigare kom att riktas mot skadekänsliga delar och ställen där skador kan försämra säkerheten. Erfarenheterna hittills av kontrollsystemet som helhet, med tillämpade urvalsmodeller och kvalificeringsmetoder för att säkra tillförlitligheten hos provningarna, pekar på att skador kan upptäckas i ett relativt tidigt utvecklingsskede och åtgärdas i god tid innan säkerheten påverkas.

Den samlade bilden sedan ett antal år är ett minskande antal skador i anläggningarnas mekaniska anordningar. Enligt SKI:s bedömning är detta en effekt både av förebyggande åtgärder där skadekänsliga delar successivt bytts ut och avhjälpande åtgärder när skador upptäckts genom kontrollprogrammen. För att denna utveckling inte skall brytas krävs fortsatt hög ambitionsnivå i det förebyggande underhållsarbetet, även i en situation där de ekonomiska förutsättningarna för kraftföretagen har försämrats påtagligt. En annan nödvändig förutsättning är den systematiska erfarenhetsåterföringen med återkoppling till kontrollverksamheten så att både kontrollprogrammen och provningsmetoderna fortlöpande kan vidareutvecklas.

Exempel på viktiga erfarenheter, som också blivit aktuella under revisionsavställningarna 2000, är att det vid anläggningarna måste finnas både framförhållning och beredskap för att även mer oväntade skador kan uppträda.

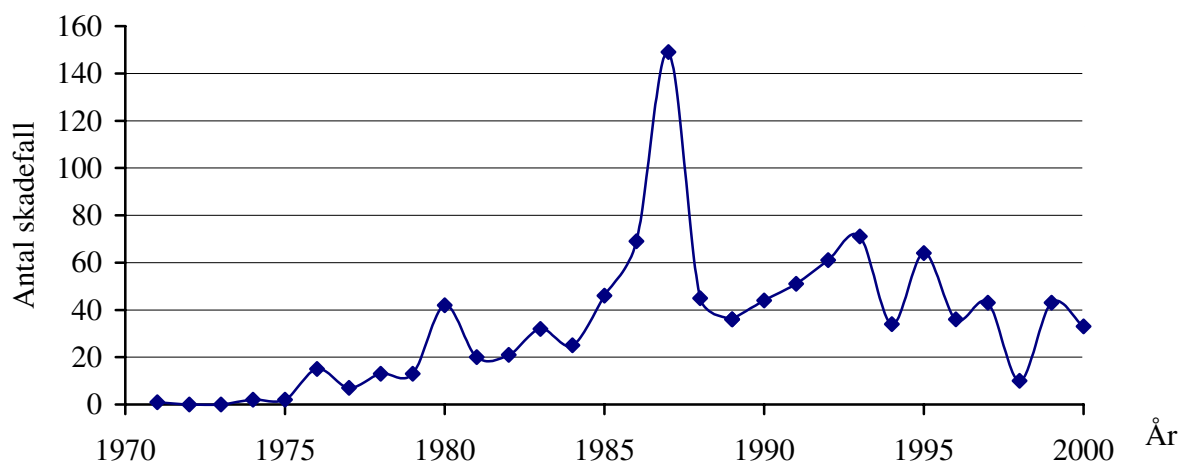


Diagram 2. Totalt antal rapporterade skador per år i de svenska kärnkraftsanläggningarna. Skador i ånggeneratortuber ingår inte.

### 3. Härd- och bränslefrågor

#### Bränsleskador

Under 2000 konstaterades åtta nya bränsleskador i fem reaktorer. Med bränsleskador avses här antalet bränslestavar där kapslingen gått sönder och läckt radioaktiva ämnen till det omgivande kylvattnet. Sex reaktorer var således skadefria. SKI:s riktvärde är att mindre än en skada per 100 000 bränslestavar<sup>3</sup> per år skall eftersträvas. SKI:s riktvärde motsvarar i genomsnitt ca 5,5 bränsleskador per driftsäsong. Årets skadefrekvens överskred alltså riktvärdet. Nötning på kapslingen är den vanligaste orsaken till bränsleskador och nedgången under senare år kan förklaras med att reaktorvattnet innehåller färre främmande föremål och att modernare bränsletyper med skräpfilter har börjat användas.

SKI anser att tillståndsinnehavarna har utvecklat ambitiösa strategier för att ta hand om bränsleskador i ett tidigt skede, men att fortsatta ansträngningar måste göras för att analysera mekanismer och orsaker till inträffade skador.

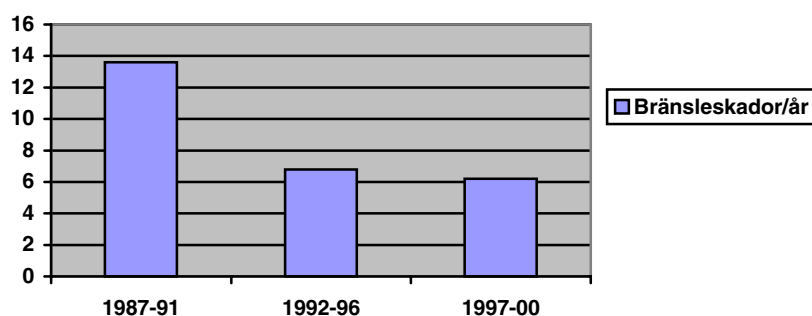


Diagram 3. Genomsnittligt antal skador per driftsäsong under de senaste 14 åren.

#### Sensorprovning

På uppdrag av SKI genomfördes under året ett projekt för att undersöka snabbhet och tillförlitlighet i mätningen av härdparametrar vid Ringhals 1. Tidigare har liknande tester genomförts vid Oskarshamn 2 och Barsebäck 2. Undersökningen resulterade i att tidigare okända brister hittades i vissa mätledningar. Ringhals AB har åtgärdat bristerna. Mätssystemen är viktiga för anläggningens drift och säkerhet. De ger signaler till reaktorns säkerhetssystem, larmsystem, reglersystem och presentation i kontrollrummet. Mätssystemens statistiska egenskaper provas regelbundet genom kalibrering vid varje årlig revisionsavställning. Någon undersökning av mätssystemens dynamiska egenskaper, för att avgöra om kraven snabbhet och tillförlitlighet är uppfyllda, görs däremot inte regelbundet. För närvarande utreder SKI behovet av fortsatta tillsynsåtgärder.

<sup>3</sup> En reaktor innehåller 40 000–65 000 bränslestavar.

## Härdinstabilitet

Under senare år har flera händelser inträffat som lett fram till härdinstabilitet, dvs. effektpendlingar i härden som skulle kunna leda till bränsleskador. I samtliga fall har reaktorernas säkerhetssystem fungerat som avsett och skador på bränslet har förhindrats. Ett grundläggande säkerhetskrav är dock att reaktorn är stabil inom hela det tillåtna driftområdet. Kraftföretagen har därför installerat utrustning för att registrera instabilitet och utvecklat rutiner och strategier för att upptäcka och undertrycka instabilitet. En viktig aspekt vid användning av sådan metodik är att instabilitet skall kunna påvisas och undertryckas mycket tidigt vid ett möjligt instabilitetsförlopp. Detta demonstrerades på ett föredömligt sätt när operatörerna vid en av kokvattenreaktorerna snabbstoppade reaktorn manuellt när man upptäckt tecken på begynnande instabilitet. Grundorsaken till den försämrade stabiliteten i detta fall utreds och en viktig frågeställning kretsar kring möjlig samverkan mellan reaktorns reglersystem och härdinstabilitet. De insatser som gjorts efter tidigare händelser för att upptäcka och hantera härdinstabilitet bedöms ha fått avsedd verkan.

## Böjt bränsle

Böjt bränsle har under året observerats i Ringhals 2. Den säkerhetsmässiga konsekvensen av böjt bränsle är att styrstavsinskjutning kan försvåras och att härdens effektbild förändras. Böjt bränsle har tidigare uppmärksammats vid Ringhals 3 och 4. Fenomenet medförde då restriktioner för härdladdning och drift. Med tiden blev bränslet rakare och restriktionerna har kunnat hävas. Ringhals 2 har en annan typ av bränsle, men liknande kriterier för bränsleböjning som tidigare tagits fram kan tillämpas även för denna bränsletyp.

Ringhals AB och bränsleleverantören arbetar med att ta reda på grundorsaken till det inträffade för att kunna utveckla en strategi för att kunna lösa problemet. SKI följer utvecklingen.

## Härdövervakning

Under året upptäcktes att felaktiga indata hade använts i härdövervakningsprogrammen för Forsmarksreaktorerna. I Forsmark 2 verkade felet i säkerhetsmässigt gynnsam riktning. I Forsmark 1 och 3 verkade felen i motsatt riktning och skulle ha kunnat innebära minskade marginaler mot torrkokning under vissa händelseförlopp. På grund av att felen i Forsmark 1 och 3 upptäcktes tidigt fick de inga konsekvenser för säkerheten.

I samband med årets härdomladdningar användes inte rätt konstruktionsstyrande beräkningsfall vid härdens utformning för Forsmark 2. Vid omladdningen antogs att samma konstruktionsstyrande beräkningsfall som varit begränsande för härdens utformning föregående år, skulle vara det även för säsongen 2000/2001. Säkerhetsanalysen som gjordes i Forsmark 1 vid ett senare tillfälle, visade dock att ett annat beräkningsfall var begränsande. Vid efterföljande kontrollberäkning för Forsmark 2 visade sig samma

beräkningsfall vara begränsande även för denna reaktor. Den praktiska betydelsen var att reaktoreffekten för Forsmark 2 sänktes med några procentenheter för att man skulle hålla sig inom gällande säkerhetsmarginaler. Händelserna pekar på behov av förbättrad kontroll av att rätt förutsättningar och indata används vid härdändringar och härdövervakning. SKI planerar att under 2001 följa upp Forsmarks Kraftgrupp AB:s rutiner för härdomladdningar.

## 4. Säkerhetsförbättringar i reaktorerna

### Modernisering

I Sverige finns sju olika typer av reaktorkonstruktioner vilka togs fram på 1960- och 1970-talen. Den första reaktorn, Oskarshamn 1, togs i drift 1972 och de sista, Oskarshamn 3 och Forsmark 3, år 1985. Framförallt de äldsta behöver förnyas och moderniseras för att leva upp till högre och modernare krav på tillförlitlighet och säkerhet. Ökade krav på underhåll och provning ligger också bakom behoven av förnyelse. I vissa fall kan teknisk utrustning behöva bytas ut på grund av att den är föråldrad och att man har svårigheter att hitta reservdelar eller kompetens för underhåll. Elektroniken utgör ett sådant exempel där föråldrad utrustning kommer att ersättas med modernare utrustning baserad på digitalteknik. Den nya tekniken ställer nya och andra krav på kraftbolagens säkerhetsarbete vilket också har noterats under tidigare år.

Tillståndsinnehavarna informerade tidigt SKI om de program som pågår eller planeras för renovering och modernisering vid kärnkraftverken. Under de senaste åren har de ursprungliga tidsplanerna i flera fall flyttats framåt i tiden. SKI ser en förändrad strategi från industrins sida när det gäller omfattningen av moderniseringarna men även när det gäller strategin för att genomföra dem. Sammantaget kan SKI konstatera att fortsatta ambitioner verkar finnas att göra investeringar i säkerhetshöjande och miljöförbättrande åtgärder, medan neddragning märks tydligt när det gäller åtgärder som berör drifttillgängligheten. Dessutom verkar industrin nu vara inne på linjen att göra förbättringarna stegvis i separata, inbördes oberoende, projekt snarare än i stora sammanhållna projekt som genomförs under en längre tids avställning av reaktorerna.

Större sammanhållna moderniseringsprojekt pågår dock vid Oskarshamn 1 och Ringhals 2. Under 2000 har arbetena vid Oskarshamn 1 huvudsakligen gällt att montera utrustning som skall kopplas in i reaktorsystemen med början under 2001. Arbetena vid Ringhals 2 har hittills berört ställverk och avfallssystem men kommer senare att omfatta all kontrollutrustning, inklusive kontrollrum.

I flera andra anläggningar har också åtgärder vidtagits för att utveckla och förbättra säkerheten. I Oskarshamn 2 har OKG Aktiebolag väsentligt förstärkt hjälpmatarvatten-systemets tillgänglighet i händelse av bland annat brand. Motsvarande ändring planeras att genomföras på Barsebäck 2. Omfattande åtgärder har genomförts i Forsmark 1 och Forsmark 2 där turbinanläggningens kontrollutrustning och kontrollrumsutformning moderniserats samt, som framgått i kapitel 2, även moderatortankarna och härdgallren bytts.

Omvärldsförändringar såsom avregleringen av elmarknaden och inledningen av avvecklingen av kärnkraften innebär en förändring i de ekonomiska förutsättningarna att driva kärnkraftverk. Kraftföretagen har därför nu en försiktigare attityd till långtgående generella moderniseringar. Det är SKI:s uppfattning att en ökad tydlighet krävs från myndighetens sida för att klargöra vilka säkerhetsmässiga förutsättningar som skall gälla för drift under reaktorernas återstående drifttid. SKI:s arbete med att tydliggöra reaktor-säkerhetskraven har därför fortsatt. Det har fokuserats på att ta fram kompletterande

allmänna råd till SKI:s föreskrift om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar, SKIFS 1998:1, för ett antal utvalda områden där SKI anser att ytterligare åtgärder bör vidtas om reaktorerna skall drivas långt in på 2000-talet. Synpunkter på koncept till råden har inhämtats från tillståndsinnehavarna. Synpunkterna visar på skilda uppfattningar om olika delar av kravbilden men det bedöms dock som värdefullt att en dialog kan upprätthållas om framtida säkerhetskrav. Speciellt viktigt är det med tanke på att reaktorsäkerhet getts en mer internationell prägel med avseende på de svenska kärnkraftverkens konkurrensförmåga och EU:s krav på ansökarländernas reaktorsäkerhet.

SKI begärde en redovisning från tillståndsinnehavarna av deras program för utveckling av säkerheten i ett längre tidsperspektiv. SKI har påbörjat granskningen av dessa program för att se till att industrin fångat upp de lärdomar som kan dras från drifterfarenheter och andra insikter som framkommit.

Mot bakgrund av ovanstående bedömer SKI att tillståndsinnehavarna för närvarande bedriver en acceptabel utveckling av säkerheten men att SKI:s tillsyn och pådrivande roll får en allt större betydelse.

### **Säkerhetsanalyser**

Probabilistisk säkerhetsanalys (PSA) är en metod för att systematiskt utvärdera en anläggnings säkerhet och söka svaga punkter i systemkonstruktionen. PSA innebär att man för tänkbara driftstörningar och haverier tar reda på alla kombinationer av ytterligare fel i en anläggning som måste inträffa för att den störningen eller det haveriet skall leda till härdskador, dvs. att ett stort antal bränsleelement skadas allvarligt. Genom att räkna samman frekvensen för störningar och haverier med sannolikheterna för alla felkombinationer får man fram den totala härdskadefrekvensen. Förutom den totala härdskadefrekvensen får man även andra typer av resultat, bland annat hur mycket brister i olika säkerhetsfunktioner bidrar till frekvensen för härdskada.

PSA används huvudsakligen för att identifiera svagheter i anläggningarna och som stöd för moderniseringsarbetena. Kraftbolagen har också visat på större intresse än tidigare att använda PSA för att optimera underhåll och driftförutsättningar.

I PSA-studierna har analyserna delats upp i två steg. I det första steget, nivå 1, analyseras händelseförloppen fram till att en eventuell härdskada inträffar. I nästa steg, nivå 2, fortsätter analyserna tills omfattningen av eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen kan bedömas.

Inga nya studier eller större uppdateringar har redovisats till SKI. PSA-arbetet fortsätter dock på kraftföretagen, om än med förseningar, med att ta fram metoder och genomföra återstående studier som behövs för att få en mer komplett riskbild. Nedan följer en kort redovisning av pågående större aktiviteter för respektive tillståndsinnehavare.

**OKG Aktiebolag**

En ny PSA-modell för Oskarshamn 1 är under framtagning. Den skall beskriva anläggningen efter det genomförda moderniseringsprogrammet. PSA-analyser har under 2000 legat till grund för arbetet med att ytterligare säkra härdkylningen vid brand i Oskarshamn 2.

SKI har genomfört en inspektion av PSA-verksamheten vid Oskarshamnsverket. Resultaten från inspektionen visar att OKG Aktiebolag har tillräckligt med personal och kompetens för verksamheten. Dock behöver verksamheten kvalitetssäkras på ett bättre sätt.

**Barsebäck Kraft AB**

SKI slutförde under 2000 granskningen av nivå 1-studierna för Barsebäcksreaktorerna. Granskningen ledde till att SKI ställde krav på kompletteringar för att öka tilltron till analyserna. Företaget fortsatte arbetet med nivå 2-studien.

**Ringhals AB**

Ringhals AB har arbetat med en större uppdatering av nivå 1-studien för Ringhals 1. En större uppdatering och förnyelse av PSA-studierna för Ringhals 2–4 har beställts.

**Forsmarks Kraftgrupp AB**

Uppdatering av studierna för Forsmark 1 och 2 har fortsatt.

Anläggning	Nivå 1	Nivå 2	Brand, Översvämning	Avställning	Upp- och Nedgång
Barsebäck 1 och 2	1998	1995	1998	1995	1998
Forsmark 1 och 2	1995	-	1997 (end. brand)	-	-
Forsmark 3	1995	1995	1995*	1995 <sup>*)</sup>	-
Oskarshamn 1	1997	1998	1997	1998 <sup>*)</sup>	-
Oskarshamn 2	1999	1999	1999	-	-
Oskarshamn 3	1998	1998	1998	-	-
Ringhals 1	1992	1996	1997	-	-
Ringhals 2	1992	1994	1994	1995	-
Ringhals 3 och 4	1992	-	1997 (end. brand)	-	-

<sup>\*)</sup> Förenklade studier, ej fullständiga PSA.

Tabell 1. Läget för till SKI redovisade PSA-analyser



### Särskilda säkerhetsgenomgångar

Kraftföretagen påbörjade under mitten av 90-talet genomgångar av de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsredovisningarna för reaktorerna. Genomgångarna startade efter den så kallade silhändelsen i Barsebäcksverket 1992 som uppdagade brister i konstruktionsförutsättningarna. Målet för genomgångarna har varit att:

- Ta fram en moderniserad säkerhetsredovisning i dess helhet för reaktorerna och verifiera underlaget för den,
- Redovisa de brister som upptäckts, så att åtgärder kan vidtas av den ordinarie verksamheten, samt
- Rekommendera ytterligare åtgärder som kan behöva vidtas med hänsyn till senare internationell utveckling av säkerhetspraxis, normer och krav.

Arbetsinsatserna har varit betydande, särskilt för de tidiga reaktorgenerationerna. Resultatet är att det i dag finns uppdaterade säkerhetsredovisningar för Barsebäck 2, Oskarshamn 2 och Ringhals 1. Genomgångarna har identifierat en del svaga punkter i de ursprungliga konstruktionerna vilka har åtgärdats eller skall åtgärdas. Motsvarande genomgångar har inletts för tryckvattenreaktorerna i Ringhals. Arbetet där är dock försenat, men beräknas vara genomfört år 2002. För Forsmarksreaktorerna, som redan har modernare redovisningar, pågår ett arbete med att identifiera svagheter i de nuvarande säkerhetsredovisningarna. Projektet är i slutfasen men har ännu inte redovisats för SKI.

SKI bedömer att de säkerhetsredovisningar som hittills inlämnats innebär en väsentlig förbättring av dokumentationen och en bättre verifiering av konstruktionsförutsättningarna. Identifierade svagheter har åtgärdats eller planeras att åtgärdas. Utvärdering av anläggningarna mot nyare kunskap har dock hittills genomförts i varierande omfattning och SKI avser att göra en fördjupad granskning och värdering på denna punkt.

## 5. Organisation och säkerhetskultur

### Avregleringens effekter

Avregleringens effekter på kärnkraftverken kan beskrivas som ett ökat och kontinuerligt tryck på effektivitet och rationalisering av verksamheten. Tillståndsinnehavarna har mött de förändrade förutsättningarna med flera parallella strategier. En är omvärdering eller senareläggning av större projekt för förnyelse av anläggningarna och ändrade strategier vid provning och bränsleoptimering. Andra förändringar är utveckling av drift- och underhållsoptimering, personalminskningar, utläggning av verksamheter ("outsourcing") och hemtagning av tidigare utlagda verksamheter ("insourcing"). Företagen förändrar och utvecklar också sin styrning och ledning av verksamheten. SKI anser att säkerhetsaspekterna måste beaktas när man beslutar om och genomför förändringar så att säkerheten inte försämras utan utvecklas.

SKI anser att säkerheten inte har försämrats, men varningstecken finns på att alltför kraftig fokusering på kostnadseffektiviseringar kan inbjuda till att tillståndsinnehavarna tar genvägar på bekostnad av säkerheten. Genom granskningar och vid inspektioner har SKI identifierat förhållanden som på sikt kan ha säkerhetskonsekvenser om de inte rättas till. Dessa avser framförallt brister i tillståndsinnehavarnas processer för kompetenssäkring, både generellt och i samband med verksamhetsförändringar.

SKI anser att det är väsentligt att i arbetet med att effektivisera verksamheten se till helheten och inte bara till de enskilda delarna som är föremål för förändring var för sig. Förändringar kan införas stegvis och utdraget så att de sammanlagt, efter en längre tid, får säkerhetsmässiga konsekvenser trots att varje enskild förändring i sig är liten och kanske inte bedöms kunna innebära några större konsekvenser. Ett sådant exempel kan vara just bemanning och kompetens där anställningsstopp, avtalspensioneringar och naturlig avgång på sikt kan medföra en avsevärd förändring av anläggningens samlade kompetens. Ett annat exempel är den effektivisering som sker när det gäller bränsle- och härddrift. Långsamma och stegvisa förändringar inom dessa områden kan sammantaget innebära att säkerhetsmarginalen minskar på ett oacceptabelt sätt.

### Kompetens och resurser

Tillkomsten av SKI:s föreskrift om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar, SKIFS 1998:1, innebar att klarare krav ställdes på tillståndsinnehavaren att se till att det finns tillräckliga personella resurser och kompetens. Inspektioner som SKI gjort visar att tillståndsinnehavarna har brister i processen för kompetenssäkring. De tillämpar inte eller har inte någon dokumenterad systematisk metod för att se till att de har tillräckligt med personal och tillräckligt med kompetens nu och på flera års sikt. SKI har därför ställt krav på att detta skall göras. Alla kraftföretag arbetar nu med kompetenssäkringsprogram, vilka ser ut att ge goda förutsättningar att leva upp till SKI:s krav. En uppföljning av de åtgärder som genomförts planeras ske under 2001.

## **Verksamhetsutveckling och kvalitetssäkring**

På samtliga anläggningar bedrivs arbete för att effektivisera underhållsarbetet. Till åtgärderna hör att processtyra underhållsarbetet och centralisera verksamheten så att en enhet svarar för underhållet av samtliga anläggningar på kärnkraftverket. Samtidigt görs personalnedskärningar och det finns planer på att i egen regi utföra visst underhållsarbete som tidigare utförts av entreprenörer. I vissa fall görs en årlig upphandling av allt underhåll från underhållsenheten.

Flera av anläggningarna har tagit fram rutiner för arbetet med att förbereda, utreda, genomföra, följa upp, utvärdera samt granska ändringar i organisation och verksamhet. Förfarandet är nytt och krävande för tillståndsinnehavarna, men har enligt SKI:s bedömning många fördelar. Ändringarna är till exempel ofta mer förankrade inom organisationen och bättre förberedda innan de införs samtidigt som en del oklarheter har undanröjts. SKI driver på olika sätt på arbetet med att effektivt hantera säkerhetsfrågorna vid förändringar i verksamheten.

Under senare år har flera tillståndsinnehavare förändrat sin styrning och ledning av verksamheten, vilket lett till förändringar i kärnkraftverkens kvalitetssystem. På grund av kvalitetssystemens centrala roll för säkerheten har SKI skärpt sin granskning av de förändringar som vidtas av tillståndsinnehavarna.

Att följa upp sin verksamhet för att se att beslut verkställs och utvärdera att det man gjort får avsedda effekter är nödvändigt för säkerheten. Under året har SKI sett att anläggningarna i några fall misslyckats med en effektiv uppföljning av att beslut genomförts.

## **Säkerhetsgranskning**

Med början hösten 1999 inspekterade SKI säkerhetsgranskningen vid kärnkraftverken. Säkerhetsgranskning skall enligt krav i SKI:s föreskrifter genomföras dels inom saksvariga organisationsdelar, dels av en fristående funktion. Den fristående säkerhetsgranskningen uppfyllde i stort SKI:s krav, medan avvikelser från de krav som verksamheten bedömdes mot fanns i den primära säkerhetsgranskningen. Avvikelserna gällde till exempel kompetenssäkringen av verksamheten, styrningen av granskningarnas omfattning och inriktning samt erfarenhetsåterföringen. SKI ställde krav på åtgärdsprogram, vilka har redovisats och som nu granskas av SKI.

SKI:s anser att tillståndsinnehavarna måste ägna fortsatt uppmärksamhet åt att säkerhetsgranskningen, speciellt den fristående, angriper helheten och inte bara de enskilda delarna som är föremål för förändring.

## **Erfarenhetsåterföring**

För att kunna förbättra säkerheten behöver man fortlöpande ta till vara erfarenheter från sin egen och andras verksamhet. En hårdnande konkurrens inom elmarknaden får inte

innebära att erfarenhetsåterföringen försämras vare sig internt inom företaget eller med andra företag. SKI har sett tecken på att erfarenhetsåterföringen inte alltid ges den uppmärksamhet som behövs. Det är SKI:s uppfattning att tillståndsinnehavarna därför måste rikta ökad uppmärksamhet på dessa frågor.

### **Nedläggningen av Barsebäck 1**

Under 2000 har två genomgripande förändringar präglat Barsebäcksverket, dels har organisationen anpassats till drift av endast en reaktor och med den andra i så kallad avställningsdrift, dels har ägarskapet övergått från Sydkraft AB till Ringhals AB och därmed Vattenfallkoncernen. SKI har granskat parternas ansökan om överflyttning av tillstånden för Barsebäcksanläggningarna från Barsebäck Kraft AB till Sydsvenska Värmekraft AB. SKI har inte kunnat tillstyrka parternas begäran, med utgångspunkt från inlämnade handlingar. Behandlingen av ärendet pågår fortfarande.

En organisationsändring genomfördes vid Barsebäck Kraft AB den 1 maj då mer än hundra personer fick ändrade arbetsuppgifter. Personalomsättningen har nu stigit och var under 2000 högre än tidigare år. Minskningen av personalstyrkan var i stort sett planerad.

Barsebäck Kraft AB startade ett stort kompetensprojekt i syfte att införa en systematisk kompetensanalysmetod för att leva upp till såväl interna som externa krav. Företaget genomförde också en personalenkät, vilken visade på fortsatt gott arbetsklimat och hög arbetstillfredsställelse. Det är dock väsentligt att företaget aktivt arbetar för att upprätthålla motivationen för fortsatt säkerhetsutveckling.

SKI har fortsatt med förstärkt tillsyn av verket. SKI:s bedömning är att Barsebäck Kraft AB hittills har hanterat avvecklingssituationen på ett tillfredsställande sätt. En fortsatt tid framöver kommer det svåra läget med en kombination av ny organisation och fortsatt ovisshet att bestå. SKI kommer därför att fortsätta med den förstärkta tillsynen.

## 6. Strålskyddsläget

Den totala stråldosen till personal vid de svenska kärnkraftverken var under 2000 den lägsta som uppmätts sedan samtliga verk togs i drift. Ett långsiktigt arbete med att minska strålnivåerna vid reaktorerna, ett ökat strålskyddskunnande hos personalen och förbättrade arbetsrutiner ser SSI som de huvudsakliga skälen till det goda resultatet. Notera även att Barsebäck 1 har tagits ur drift och därigenom bidrar med lägre dos.

Strålnivåerna i reaktorerna är konstanta eller har, i vissa fall, fortsatt att sjunka. En annan orsak till de lägre stråldoserna är att omfattningen av ombyggnads- och underhållsarbeten blivit mindre än under tidigare år. De ekonomiska förutsättningarna för kraftbolagen har, som framgått i tidigare avsnitt, medfört att vissa säkerhetshöjande och förebyggande underhållsåtgärder skjutits på framtiden. De ombyggnader som tidigare genomförts vid till exempel Oskarshamn 1 och Ringhals 1 har också medfört ett minskat behov av underhåll och provning vid dessa reaktorer.

Vid några reaktorer har dock även under 2000 stora ombyggnader genomförts men med ett relativt lågt dosutfall. Strävan att minska kostnaderna medför att verksamheten planeras noggrant för att genomförandet skall bli så rationellt som möjligt. I många fall innebär en noggrann planering även lägre stråldoser. Ett flertal tillkommande, inte planerade, arbeten har under årets revisioner bidragit till förlängda avställningar. Dessa arbeten har inte varit av en sådan typ att de nämnvärt påverkat stråldoserna.

Det ekonomiska utrymmet för kärnkraftsföretagen har påverkat såväl tidsplan som omfattning och inriktning av planerade moderniseringsåtgärder. Det har också medfört vissa faktiska neddragningar i verkens strålskyddsorganisationer. Även om de senaste årens verksamhet resulterat i lägre stråldoser till personalen finns skäl för tillståndsinnehavarna att vara extra vaksamma på hur strålskyddet påverkas i ett längre tidsperspektiv. SSI kommer att följa den fortsatta utvecklingen.

### Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken

#### *Granskning av strålskyddsutbildning*

SSI har ställt krav på att alla som arbetar på så kallat kontrollerat område skall få strålskyddsinformation och att entreprenörer i arbetsledande ställning och delar av den egna personalen skall få fördjupad strålskyddsutbildning. Eftersom utbildningen skall anpassas till arbetets art och omfattning samt till den miljö i vilken arbetet utförs måste olika former av strålskyddsutbildning utformas vid kärnkraftverken.

SSI har under 2000 granskat hur verken lever upp till de krav på utbildning som ställs i SSI:s föreskrifter. SSI har också undersökt vilken samordning som finns mellan verken i utbildningsfrågor och om och hur de senaste årens försämrade lönsamhet påverkat resurserna för utbildning.

SSI bedömer att tillståndsinnehavarna lever upp till de krav på strålskyddsutbildning som SSI fastställt och att samordningen mellan utbildningsverksamheterna vid kärn-

kraftverken är påtaglig. Trots en försämrad lönsamhet för kraftproducenterna pågår en utveckling av utbildningsverksamheten, bland annat vad gäller verktyg för strukturering och analys av utbildningsbehov.

### ***Godkännande av kraftverkens persondosimetrlaboratorier***

Enligt SSI:s föreskrifter om mätning och rapportering av persondoser, SSI FS 1998:5, skall ett persondosimetrlaboratorium som levererar persondosmätare till arbetstagare i kategori A vara godkänt av SSI. Vid samtliga verk finns sådana laboratorier. Under 2000 har SSI genomfört en granskning av dessa dosimetrlaboratorier utifrån krav på såväl kvalitetsaspekter som på persondosmätarnas fysikaliska egenskaper. Samtliga kärnkraftverks laboratorier har godkänts.

### ***Barsebäcksverket***

Vid Barsebäcksverket har verksamheten förflutit väl. Den sammanlagda stråldosen till personalen blev 0,8 manSv<sup>4</sup> varav 0,1 manSv har kopplats till verksamheten vid den stängda reaktorn, Barsebäck 1. Stråldosen är den lägsta sedan 1975 då, liksom nu, endast en reaktor, Barsebäck 1, var i drift. Inga onormala stråldoser eller allvarliga tillbud har rapporterats. Ingen person har fått internkontamination över rapporteringsgränsen som är 0,25 mSv.

På grund av kraftbalansskäl var Barsebäck 2 avställd i 2,5 månader mellan maj och juli. Under denna period kontrollerades hårdstrilsystemet. Den årliga revisionsavställningen började i augusti och pågick i en månad. Dosutfallet blev 0,6 manSv. Strålnivåerna vid Barsebäck 2 var cirka 20 procent lägre jämfört med 1999 års revisionsavställning.

### ***Forsmarksverket***

Året har präglats av mycket omfattande revisioner vid Forsmark 1 och 2. Dominerande arbeten har varit att byta moderatortank och hårdgaller, samt byta rörledning i ett av säkerhetssystemen. Trots de omfattande arbetena har personalens stråldoser kunnat hållas på en låg nivå. Den sammanlagda stråldosen för revisionen vid Forsmark 1 blev 0,9 manSv och vid Forsmark 2, 1,3 manSv. Årets revision vid Forsmark 3 var däremot av liten omfattning och den totala stråldosen blev 0,4 manSv.

Den totala stråldosen vid Forsmarksverket blev 3,1 manSv. Inga onormala stråldoser eller allvarliga tillbud har rapporterats och ingen person har fått internkontamination över rapporteringsgränsen. Strålnivåerna har fortsatt att minska vid Forsmark 1. Kring reaktorns turbinsystem har de minskat med cirka 10 procent sedan revisionen 1999. Vid de övriga reaktorerna ligger strålnivåerna på en relativt stabil nivå. I december 2000

---

<sup>4</sup> manSv är enheten för kollektivdos som har följande definition: Medeldosen i en grupp individer multiplicerat med antalet individer i gruppen. I detta sammanhang har kollektivdosen beräknats genom att summera personalens individuella stråldoser.

drabbades Forsmark 2 av en mindre bränsleskada, vilken föranledde driftledningen att ställa av reaktorn och byta ut det skadade bränslet.

### ***Oskarshamnsverket***

Verksamheten vid Oskarshamnsverket har förflutit normalt. Den totala stråldosen till personalen blev 1,8 manSv vilket är det lägsta utfallet någonsin med alla tre reaktorer i drift. Inga onormala tillbud eller händelser har inträffat under året. Två personer har fått internkontamination strax över rapporteringsgränsen.

Revisionen vid Oskarshamn 1 var av normal omfattning och gav en stråldos på 0,4 manSv, vilket är den lägsta dosen sedan startperioden. Strålnivåerna på systemen har dock *ökat* med ca 50 procent. En orsak till detta är förhöjd aktivitet av Co-58 i reaktorvattnet beroende på en ökad nickelmängd på bränslepatronerna. Revisionen vid Oskarshamn 2 förlängdes till följd av åtgärder på hårdstrilens upphängningar, dock utan nämnvärda konsekvenser för strålskyddet. Stråldosen blev 0,9 manSv vilket är det lägsta utfallet sedan 1986. Strålnivåerna har fortsatt att sjunka och är nu 30 procent lägre än 1998. En liten bränsleskada som fanns i härden inför revisionen identifierades och åtgärdades. Vid Oskarshamn 3 genomfördes revisionen med en dos på endast 0,2 manSv, vilket är det lägsta utfallet sedan 1986. Även här fortsätter strålnivåerna att minska.

### ***Ringhalsverket***

Vid Ringhalsverket har verksamheten förflutit väl. Den sammanlagda stråldosen till personalen blev 2,4 manSv vilket är det bästa resultatet sedan samtliga reaktorer togs i drift. Under året har inga onormala stråldoser eller allvarliga tillbud rapporterats och ingen person har fått internkontamination över rapporteringsgränsen. Under driftperioden identifierades en liten bränsleskada i Ringhals 1. Skadan har inte inneburit några mätbara konsekvenser för strålskyddet.

På grund av problem med hårdstrilsystemet förlängdes revisionen vid Ringhals 1 med nära tre månader, dock utan att orsaka nämnvärda stråldoser. Stråldosen blev 1,0 manSv vilket är det lägsta sedan startperioden. Generellt var strålnivåerna låga och relativt stabila efter dekontamineringen av systemen och andra stråldosreducerande åtgärder som genomfördes 1997. Revisionen vid Ringhals 2 var av normal omfattning. Strålnivåerna är något lägre än föregående år och dosen blev 0,4 manSv, vilket är den lägsta dosen sedan startåren. Under hösten 2000 gjordes ett extra veckolångt driftstopp för att åtgärda ett mindre läckage på tätningar för drivdonen i reaktortanklocket. Revisionen vid Ringhals 3 var även denna av normal omfattning. I likhet med Ringhals 2 visar årets mätningar på sjunkande strålnivåer. Stråldosen blev endast 0,2 manSv. Revisionen vid Ringhals 4 blev förlängd med mer än två månader på grund av tillkommande provning och kontroll av reaktortankstutsar och reaktortanklock. Årets revision gav en stråldos på endast 0,4 manSv.

## Stråldoser till personal

Under 2000 blev den sammanlagda stråldosen till personal inklusive entreprenörer vid de svenska kärnkraftverken 8,1 manSv. Då den sammanlagda installerade elektriska effekten vid svenska reaktorer är 10 gigawatt (GW) ger detta en normerad total stråldos för 2000 på 0,8 manSv/GW. Detta värde ligger klart under det av SSI sedan länge använda riktvärdet 2 manSv/GW räknat som ett medelvärde över fem år.

Diagram 4 visar hur den totala stråldosen till personal vid kärnkraftverken har varierat med åren sedan starten 1971. Diagram 5 visar stråldoserna för de olika verken 1991–2000. Diagram 6 visar ett medelvärde för åren 1996–2000 på total stråldos per installerad elektrisk effekt och år vid de olika anläggningarna.

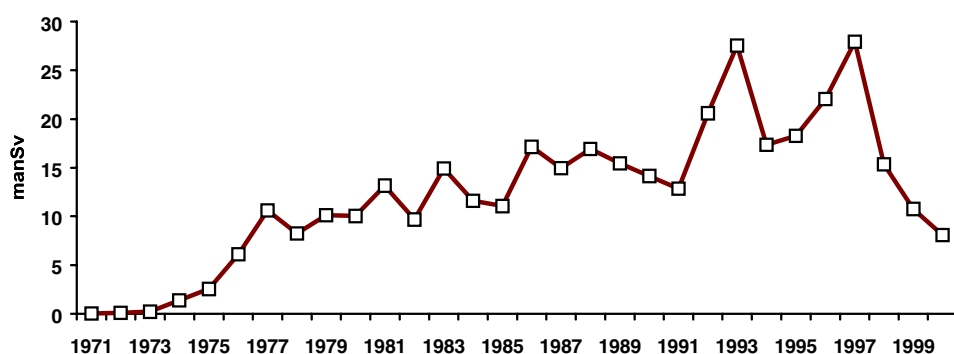


Diagram 4. Årlig total stråldos (manSv) till personal vid svenska kärnkraftverk. Under enskilda år har större ombyggnadsarbeten lett till högre stråldoser än normalt (t.ex. åtgärder föranledda av silhändelsen i Barsebäck 1992 och moderniseringen av Ringhals 1 1997).

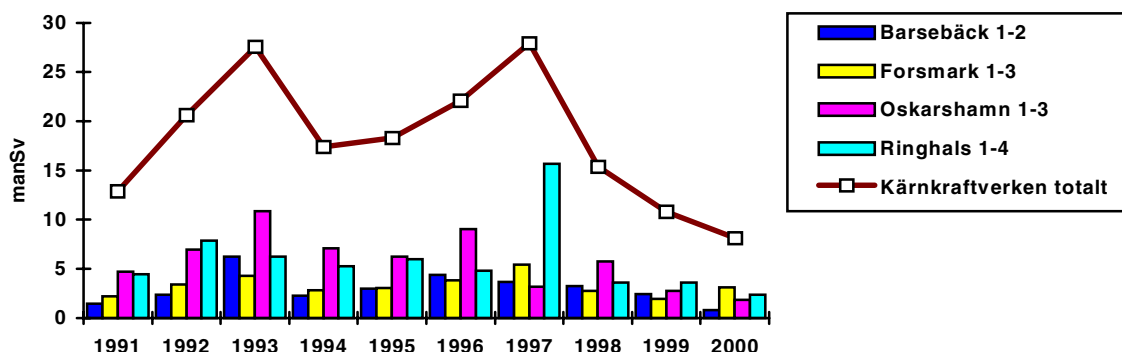


Diagram 5. Årlig stråldos (manSv) till personal för olika kärnkraftverk.



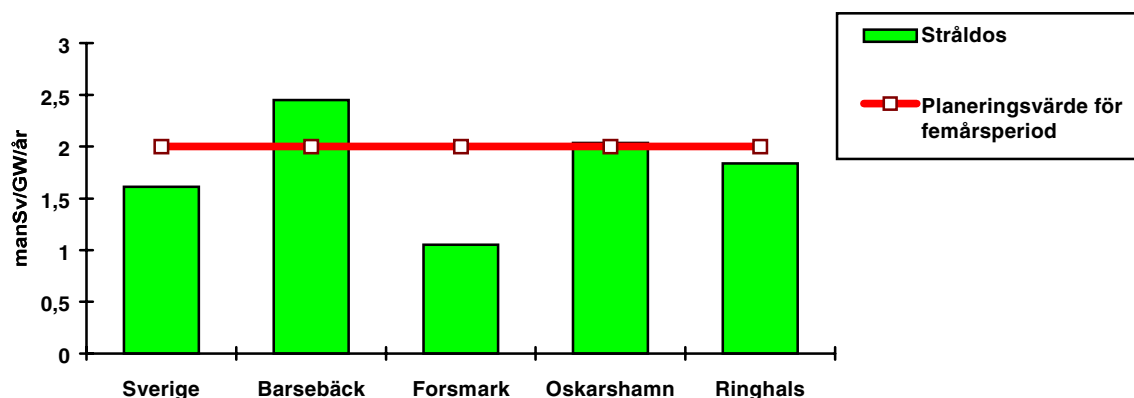


Diagram 6. Total stråldos (manSv) per gigawatt installerad elektrisk effekt och år, medelvärde för 1996–2000.

Medeldosen till personalen var 2,0 mSv under 2000 vilket är lägre än föregående år (2,2 mSv). Under året fick 3 988 personer en registrerbar dos varav endast 1 person (6 personer 1999) fick en dos överstigande 20 mSv. Ingen person har fått stråldoser över fastställda dosgränser. Högsta registrerade persondos var 20,7 mSv. För enstaka år är dosgränsen 50 mSv. Inga interndoser överstigande 1 mSv har förekommit till följd av intag av radioaktiva ämnen.

	Total årsdos (manSv)	Max individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer <sup>1)</sup> med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäckverket	0,8	9,2	1,2	650
Forsmarksverket	3,1	19,3	2,1	1 454
Oskarshamnsverket	1,8	16,4	1,9	933
Ringhalsverket	2,4	20,7	1,7	1 423

1) Eftersom en och samma person kan få registrerad dos vid flera olika verk under ett år kan inte en totalsumming göras av antalet personer i denna kolumn.

Tabell 2. Sammanställning av persondoser vid kärnkraftverken 2000.

## Utsläpp till omgivningen

Utsläpp av radioaktiva ämnen från reaktorer i drift sker till både luft och vatten och skall utföras i enlighet med föreskrifter fastställda av SSI (SSI FS 1991:5, se också nedan). För utsläpp till vattenmiljön måste aktiviteten i ett så kallat dirigeringsprov (dvs. ett prov taget direkt från utsläppstanken) hålla en nivå som medger utsläpp. I samband med utsläppet tas ett proportionellt prov som genomgår en mer detaljerad analys, varefter provet arkiveras. Sammanvägda månadsprov och årsprov på utsläppsvatten skickas till SSI för kontrollmätning. Utsläppen till luft övervakas genom mätningar på partikelbunden aktivitet, radioaktiv jod och radioaktiva ädelgaser. Utsläppen av kol-14 beräknas på basis av installerad elektrisk effekt.

Anläggningarna utför program för omgivningskontroll enligt instruktioner utfärdade av SSI. Ett begränsat urval av proven mäts också av SSI. Cesium-137 från Tjernobylyolyckan 1986 dominerar fortfarande i de prover som tas inom kontrollprogrammet. Förutom Cs-137 visar, liksom tidigare år, prover av alger och bottensediment i kraftverkens närområde även på en viss påverkan av andra radioaktiva ämnen. I prover på fisk kan vanligen bara Cs-137 påvisas. Prover tagna i landmiljön kring kärnkraftverken innehåller mycket låga halter av radioaktiva ämnen med ursprung från verkens utsläpp, men även här finns fortfarande spår av Cs-137 från Tjernobylyolyckan.

SSI genomför inspektioner för att följa efterlevnaden av gällande föreskrifter. Erfarenheterna från inspektionerna under 2000 kommer att redovisas i en särskild SSI-rapport.

I Diagram 7 redovisas de stråldoser som utsläppen från kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB:s bränslefabrik gav upphov till under 2000. Stråldoserna anges i mSv till de potentiellt mest utsatta individerna, den så kallade kritiska gruppen. Det gällande referensvärdet är 0,1 mSv per år till kritisk grupp. Sammanfattningsvis kan man säga att stråldoserna till allmänheten i anläggningarnas närhet ligger under 1 procent, utom för en anläggning där dosen understiger 7 procent av gällande referensvärde till följd av ett års utsläpp. De högre stråldoserna vid Ringhalsverket, som beror på bidraget från C-14, är en konsekvens av den förhållandevis låga utsläppshöjden vid kraftverkets tryckvattenreaktorer.

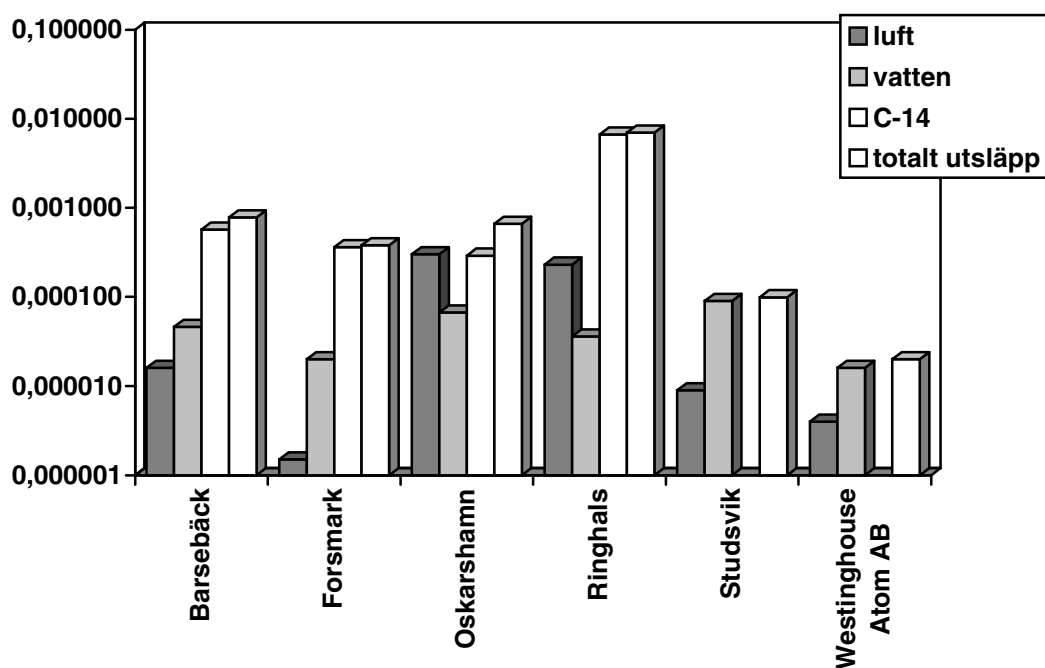


Diagram 7. Stråldoser (uttryckta i mSv) till individer i kritisk grupp från utsläpp från de svenska kärnkraftverken, Studsvik och Westinghouse Atom AB under 2000.

## Nya föreskrifter om utsläpp

SSI har beslutat om nya utsläppsföreskrifter (Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar, SSI FS 2000:12). De träder i kraft den 1 januari 2002. De viktigaste förändringarna i de nya föreskrifterna jämfört med tidigare är följande:

- Tillämpningsområdet har utvidgats mot nuvarande och omfattar förutom kärnkraftsanläggningar även Studsvik Nuclear AB, Westinghouse Atom AB, Ranstad Mineral AB samt anläggningarna för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall under driftskedet.
- Begreppet bästa möjliga teknik har införts i syfte att begränsa aktivitetsutsläpp från väldefinierade utsläppspunkter inom varje anläggning.
- En särskild dosgräns införs på 0,1 mSv per år till de mest exponerade individerna ur allmänheten. Detta hade tidigare karaktären av ett referensvärde. I anslutning till detta införs en särskild undersökningsgräns om dosen skulle överstiga en tiondel av dosgränsen. Nya dosberäkningar skall då genomföras som bygger på realistisk kritisk grupp och mer realistiska antaganden som t.ex. de meteorologiska observationer som kontinuerligt görs vid anläggningarna.
- Bestämmelser om beräkning av kollektivdos samt begrepp som normutsläpp utgår i de nya föreskrifterna.
- För kärnkraftsanläggningar införs nya krav på redovisning av referens- och målvärden. Avsikten är att referensvärdena skall visa den normala, optimerade utsläppsnivån som är möjlig att uppnå under drift för respektive reaktor. Målvärden innebär att kärnkraftsanläggningarna årligen skall redovisa sina ambitioner och strategier då det gäller att såväl kort- som långsiktigt begränsa aktivitetsutsläppen.
- Den grundläggande principen att alla utsläpp av radionuklider till luft respektive vatten skall mätas har inneburit nya krav på mätning av utsläpp av kol-14 och tritium till luft.
- Bestämmelserna när provtagnings- och mätsystemen får vara ur drift har anpassats till en mer praktisk verklighet. Det innebär bland annat längre tidsperioder utan att särskilt tillstånd krävs.
- Omfattningen av utsläppsrapporteringen liksom tidpunkten under ett kalenderår när rapportering skall genomföras har ändrats jämfört med tidigare. I stället för månadsvis rapportering kommer uppgifter från såväl utsläpps- som omgivningskontroll att rapporteras på halvårsbasis. I gengäld kommer årsrapporten att göras mer utförlig och innehålla förutom utsläppsdata även utvärdering/förklaring av resultaten samt osäkerhetsanalyser.

## 7. Avfallshanteringen vid kärnkraftverken

### Behandling, mellanlagring och slutförvaring av kärnavfall

Vid kärnkraftverken behandlas radioaktivt driftavfall för att det skall kunna slutförvaras antingen i lokala markförvar vid Forsmarkverket, Oskarshamnsverket eller Ringhalsverket, förutsatt att det är tillräckligt lågaktivt, eller, om det innehåller högre aktivitet, deponeras i slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR, som är beläget vid Forsmarksverket. Avfall behandlas dessutom vid Studsvik, där förbränning sker av sopor och smältning av metaller. Signifikanta mängder skrot mellanlagras vid kärnkraftverken i avvaktan på avklingning eller tills ett slutförvar finns färdigbyggt. Mycket lågaktivt avfall friklassas för fri användning, förbränns, eller deponeras på kommunalt eller eget avfallsupplag.

Under 2000 har inget avfall deponerats i markförvaren vid kärnkraftverken. Den totala mängden avfall som deponerats i markförvaren uppgår till ca 13 100 m<sup>3</sup>.

SSI har, efter att ha hört SKI, gett OKG Aktiebolag tillstånd att få uppföra en ny markdeponi.

Forsmarks Kraftgrupp AB har inkommit med en ansökan om att få utöka markdeponin vid befintlig anläggning. Ett tidigt samrådsmöte vid anläggningen har skett där SSI och SKI var representerade, samt ett utökat samrådsmöte där SSI också representerade SKI.

SKI har begärt att Barsebäck Kraft AB skall ta fram en handlingsplan för rivning av Barsebäck 1. SKI granskar för närvarande delar av planen. Omfattande program vid kärnkraftverken som syftar till att byta stora komponenter och hårdkomponenter de närmaste åren har medfört att SKB inlett en förstudie om hur omhändertagande kan ske. Arbetet kommer att fortsätta under 2001. Industrin har för avsikt att bilda en sammanfattad grupp för rivningsfrågor.

Hanteringen vid kärnavfallsanläggningarna har fungerat tillfredsställande under året.

SKI:s och SSI:s arbetsgrupp MAAS, har arbetat med att ta fram granskningskriterier för så kallat SFL-avfall (långlivat driftavfall) och uppdaterade kriterier för SFR-avfall. Gruppen har också fortsatt att granska nya avfallstyper. Inga nya avfallstyper har godkänts under året. Ibland krävs att ansökningarna kompletteras innan myndigheterna kan ta ställning till om deponering kan ske i SFR. Komplettering av ansökningarna erfordrar ofta längre utredningar av forskningskaraktär, vilket innebär att det kan ta lång tid innan kompletta beslutsunderlag föreligger, ibland upp mot flera år. Hittills har ca trettio avfallstyper godkänts för deponering i SFR.

Under året har 1 179 m<sup>3</sup> avfall deponerats i SFR och totalt sedan starten 27 616 m<sup>3</sup>, vilket utgör ca 44 procent av tillgängligt utrymme.

Under året har tre händelser enligt kategori 2<sup>5</sup> inträffat vid SFR, varav två beskrivs här.

I samband med att ett nytt brandlarm installerades i SFR upptäcktes att vissa säkerhetssystem avseende brandsystemet inte varit driftsatta sedan anläggningen togs i bruk för första gången. En omfattande genomgång av anläggningens samtliga säkerhetssystem inleddes och kommer att slutföras under 2001. SKI bedömer det inträffade som allvarligt, även om säkerheten inte påverkades, och kommer att följa upp åtgärderna.

Ett kolli från Forsmarks Kraftgrupp AB, som inte uppfyllde gällande typbeskrivning, deponerades av misstag i SFR beroende på fel i ett databasprogram. Felet upptäcktes vid SFR och korrigerades. Den säkerhetsmässiga betydelsen var försumbar. Databasprogrammet har nu överförs från Forsmarks Kraftgrupp AB till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, och tillgängligheten och ansvaret har därmed förbättrats och förtydligats.

SKI har börjat granska SKB:s SAFE-projekt vid SFR, som syftar till en genomgripande säkerhetsanalys av förvaret sedan driftstart. Projektet kan liknas vid de återkommande granskningar, ASAR, som genomförs vid kärnkraftverken. Analysen omfattar dock både drifterfarenheter samt analys av den långsiktiga säkerheten vid anläggningen

Under 2000 har 22,5 ton brännbart avfall från Barsebäcksverket tagits emot för förbränning vid Studsvik. Kärnavfall i form av metallskrot har behandlats vid bland annat smältanläggningen. Det har huvudsakligen rört sig om lågaktivt metallskrot. Smältprocessen anrikar radionukliderna till slaggfraktionen, så att götet normalt kan friklassas för annan användning. Processen minskar avfallsvolymer och bidrar till återcyklning av stål m.m.

Följande mängder av skrot från svenska kärnkraftverk har behandlats vid smältanläggningen under 2000:

Oskarshamnsverket	445 ton
Ringhalsverket	2 ton
Forsmarksverket	2 ton
Barsebäcksverket	2 ton

### **Friklassning**

Samtliga kärnkraftverk har med stöd av SSI:s föreskrifter deponerat lågaktivt avfall på avfallsupplag. Totalt har 140 ton deponerats, innehållande 76 MBq (Oskarshamnsverket 65 ton innehållande 66 MBq, Ringhalsverket 42 ton innehållande 7 MBq, Barsebäcksverket 32 ton innehållande 2 MBq och Forsmarksverket 0,4 ton innehållande 0,7 MBq).

---

<sup>5</sup> Konstaterade brister i en barriär eller i djupförsvaret eller grundade misstankar om hot mot säkerheten skall i enlighet med SKI:s föreskrifter om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar, SKIFS 1998:1, klassificeras i tre kategorier.

Samtliga kärnkraftverk har med stöd av SSI:s föreskrifter låtit destruera lågt kontaminerad olja, totalt 65 ton innehållande 15 MBq. Ringhalsverket har dessutom, enligt särskilt tillstånd, låtit destruera 4 ton farligt avfall innehållande 3 MBq.

Visst avfall materialåtervinns med stöd av SSI:s föreskrifter eller enligt särskilda tillstånd utfärdade av SSI.

### **Använt kärnbränsle**

Fem händelser enligt kategori 2 har inträffat vid CLAB (Centralt mellanlager för använt bränsle). Samtliga händelser är väl utredda av CLAB och endast en nämns här; Ett av två linlås på den hiss-vajer som lyfter ned bränslehissen med bränsle till förvaringsdelen, glappade så att låset gled ca 15 mm ur sitt ursprungsläge. Upptäckten skedde vid en av de rutinmässiga kontrollerna. Analys visade att säkerheten inte påverkades.

Under året har totalt 219 ton, som uran, förts till CLAB. Detta innebär att ca 80 procent av lagringsutrymmet nu är utnyttjat.

Utbyggnaden av etapp två vid CLAB har fortsatt och utsprängningarna för bergrummet har avslutats. Arbetet med att inreda bergrummet har startat. Ett nära samarbete har inletts mellan beställaren, dvs. SKB:s driftavdelning, CLAB:s driftledning samt projektören. SKI följer det fortsatta arbetet. Avsikten är att anläggningen skall vara driftklar vid årsskiftet 2004.

## 8. Haveriberedskap

SKI har genomfört en större riktad inspektion vid Oskarshamnsverket. Inspektionen omfattade bland annat haverihantering och beredskap. Riktade inspektioner på beredskapsområdet har tidigare även genomförts vid Forsmarksverket och Ringhalsverket.

Vid inspektionen på Oskarshamnsverket noterades ett antal avvikelser, vilket föranlett SKI att begära att ett program upprättas som på ett utförligt sätt visar hur OKG Aktiebolag avser att åtgärda avvikelserna. Dessa rör främst arbetsförutsättningar för tillträdande beredskapsstaber respektive förmåga att lämna tidig information om det tekniska läget vid anläggningen. Ett motsvarande förbättringsbehov finns även vid övriga kärnkraftverk, med undantag för Barsebäcksverket som redan genomfört dessa åtgärder.

Trots dessa avvikelser och förbättringsbehov anser SKI att beredskapen vid kärnkraftverken upprätthålls på en godtagbar nivå, men att fortsatt utveckling är nödvändig. SKI driver aktivt på det fortsatta utvecklingsarbetet vid anläggningarna.

SSI har genomfört temainspektioner av beredskapsplanläggningen vid samtliga kärnkraftverk. Det huvudsakliga syftet var att inspektera verkens förmåga att säkerställa personsäkerheten inom kraftverksområdet vid olyckor som kan medföra risk för att personalen utsätts för onormala strålningsnivåer. Vidare bedömdes kraftverkens förmåga att kunna larma SSI och övriga berörda och därefter fortvarigt kunna lämna uppgifter om händelseutvecklingen vid verket samt kunna lämna radiologisk och meteorologisk information till SSI.

Sammanfattningsvis bedömer SSI att den beredskapsverksamhet som bedrivs vid samtliga kraftverk och som ligger inom SSI:s tillsynsansvar genomförs på ett fungerande sätt. Vidare bedömer SSI att samtliga kraftverk har förutsättningar att uppfylla de ovan angivna kraven vid en incident eller en olycka. Övriga gjorda iakttagelser har sammanställts i rapporter och kommer att ligga som grund för framtida uppföljningar.

SKI har i samverkan med andra beredskapsaktörer bedrivit ett utvecklingsarbete för att effektivisera beredskapen i händelse av nukleära olyckor. Ett flertal övningar och utbildningar har genomförts, där SKI och SSI medverkat. Dessutom pågår arbete med att förbättra tillgången till snabb och tillförlitlig information för beslutsfattarna i syfte att stärka förmågan hos de olika aktörerna att genomföra tidiga skyddsåtgärder. SKI har också tagit initiativ till att skapa ett nationellt nätverk för beredskapsfrågor till stöd också för forskningsverksamheten och dess långsiktiga inriktning.

Med anledning av den planerade framtida stängningen av den andra reaktorn i Barsebäck har en konsekvensstudie genomförts. Den skall ge underlag för nedtrappning av beredskapen runt Barsebäcksverket. En arbetsgrupp har bildats för att lämna förslag till regeringen på hur detta bör ske samt vilka författningsändringar som fordras.

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

**STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION**  
Swedish Nuclear Power Inspectorate

**POST/POSTAL ADDRESS** SE-106 58 Stockholm  
**BESÖK/OFFICE** Klarabergsviadukten 90  
**TELEFON/TELEPHONE** +46 (0)8 698 84 00  
**TELEFAX** +46 (0)8 661 90 86  
**E-POST/E-MAIL** [ski@ski.se](mailto:ski@ski.se)  
**WEBBPLATS/WEB SITE** [www.ski.se](http://www.ski.se)

**STATENS STRÅLSKYDDSINSTITUT**  
Swedish Radiation Protection Authority

**POST/POSTAL ADDRESS** SE-171 16 Stockholm  
**BESÖK/OFFICE** Solna strandväg 96  
**TELEFON/TELEPHONE** +46 (0)8 729 71 00  
**TELEFAX** +46 (0)8 729 71 08  
**E-POST/E-MAIL** [ssi@ssi.se](mailto:ssi@ssi.se)  
**WEBBPLATS/WEB SITE** [www.ssi.se](http://www.ssi.se)