

SKI Rapport 02:14  
SSI-rapport 2002:07

---

# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2001

April 2002



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

ISSN 1104-1374  
ISSN 0282-4434  
ISRN SKI-R-02/14-SE

**SKi**



SKI Rapport 02:14  
SSI-rapport 2002:07

# **Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2001**

April 2002



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Utgångspunkter och bedömningsgrunder</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Drifterfarenheter</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Teknik och åldrandefrågor</b> .....	<b>11</b>
Skadeutvecklingen i stort .....	11
Fortsatta problem med röranslutningar .....	11
Tanklocksgenomföringar åter kontrollerade .....	12
Långsam skadetillväxt i ånggenerator tuber .....	13
Inga ytterligare skador i hårdstrilar .....	13
Nya föreskrifter om anläggningarnas mekaniska anordningar .....	14
<b>3. Hård- och bränslefrågor</b> .....	<b>16</b>
Främmande föremål orsakar bränsleskador .....	16
Problem med styrtavlar .....	16
Fel i program för hårdövervakning .....	17
Förväxling av sprängbleck till FILTRA .....	17
<b>4. Säkerhetsförbättringar av reaktorerna</b> .....	<b>18</b>
Fortsatt arbete med säkerhetsanalyserna .....	18
<i>Barsebäck 2</i> .....	18
<i>Forsmark 1-3</i> .....	18
<i>Oskarshamn 1-3</i> .....	19
<i>Ringhals 1-4</i> .....	19
Särskilda säkerhetsgenomgångar .....	19
Pågående moderniseringsprojekt .....	20
<b>5. Organisation och säkerhetskultur</b> .....	<b>22</b>
Fortsatt effektivisering på en avreglerad elmarknad .....	22
Förändringar av organisation och verksamheter säkerhetsgranskas .....	22
Även avvecklingshotat Barsebäck 2 påverkas av förändringarna .....	23
Fortsatt kvalitetsutveckling .....	23
Brister i kompetens- och resurssäkringen .....	24
Förbättring av driftklarhetsverifieringar .....	25
Brister i säkerhetsgranskingsverksamheterna åtgärdas .....	25
Risk för sämre erfarenhetsåterföring .....	26
<b>6. Kärnämneskontroll och fysiskt skydd</b> .....	<b>27</b>
Brister i det fysiska skyddet åtgärdade .....	27
Skärpt tillämpning och nya bedömningar efter den 11 september .....	27
Nya föreskrifter försenade .....	27
Anläggningarnas kärnämneskontroll är tillfredsställande .....	28
<b>7. Strålskyddsläget</b> .....	<b>29</b>
Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken .....	29
<i>Barsebäck</i> .....	29
<i>Forsmark</i> .....	30
<i>Oskarshamn</i> .....	30
<i>Ringhals</i> .....	30
Stråldoser till personal .....	31
Utsläpp till omgivningen .....	32
Nya föreskrifter .....	34
<b>8. Avfallshantering</b> .....	<b>36</b>
Sammanfattning .....	36
Hantering och slutförvaring vid kärnkraftverken .....	36
Använt kärnbränsle .....	37
Hantering vid anläggningarna i Studsvik .....	37
<b>9. Haveriberedskap</b> .....	<b>38</b>



Till Regeringen

2002-04-19

Miljödepartementet  
103 33 STOCKHOLM

SKI 1.8-020473  
SSI 560/1682/02

### **Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2001**

Regeringen har i regleringsbrev för budgetår 2001 uppdragit åt SKI att i samverkan med Statens strålskyddsinstitut (SSI) senast den 1 maj 2002 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 2001 överlämnas härmed.

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION

STATENS STRÅLSKYDDSINSTITUT

  
Judith Melin

  
Lars-Erik Holm





## **Sammanfattning**

Under året har det inte förekommit några allvarliga driftstörningar vid de svenska kärnkraftverken som inneburit att säkerheten varit hotad. Inga händelser har inträffat som medfört onormala stråldoser eller doser över dosgränserna vare sig till personal eller allmänhet.

Statens kärnkraftinspektion, SKI, har ändå haft anledning att i olika sammanhang rikta krav mot tillståndshavarna för att ytterligare driva på säkerhetsarbetet.

Säkerheten och strålskyddet upprätthölls under 2001 enligt de säkerhets- och strålskydds krav som ställs av de svenska myndigheterna SKI och Statens strålskyddsinstitut, SSI. Kraven är jämförbara med de krav som är allmänt accepterade i jämförbara västländer.

År 2001 blev det fjärde året i följd med sjunkande stråldoser vid de svenska kärnkraftverken. Det är effekten av ett långsiktigt arbetet med att reducera strålnivåerna samt ett förbättrat arbetssätt som gett detta positiva resultat. De ombyggnader som genomförts under tidigare år vid en del reaktorer har medfört ett minskat behov av underhåll och provning. Stråldoserna från utsläpp till allmänheten i anläggningarnas närhet ligger under en hundradel av gällande referensvärde, utom för Ringhals där motsvarande värde är sju hundradelar (7%) av värdet.

Även om inga brister konstaterats som direkt hotat djupförsvarets fysiska barriärer har SKI funnit anledning att kräva åtgärder för att tillse att barriärerna samt de system och rutiner som finns för att skydda dem är fortsatt effektiva och fyller sina funktioner vid haverier. SKI har också haft anledning att granska och ställa krav på åtgärder inom områdena styrning, ledning och organisation av säkerhetsarbetet. En aktiv säkerhetsledning är av stor betydelse för att förtroendet för djupförsvaret skall kunna upprätthållas.

SKI:s krav föranleder tillståndshavarna att upprätthålla aktiva kontroll- och utbytesprogram för att upptäcka och motverka eventuell skadlig åldring av komponenter. SKI har under det gångna året inte sett några allvarliga tendenser till åldersrelaterad degradering som försämrat säkerheten vid anläggningarna. Under året har förhållandevis få nya skador upptäckts.

Den samlade bilden av skadeutvecklingen i de mekaniska anordningar som ingår i reaktorernas barriärer och djupförsvaret visar att antalet nya skadefall som årligen upptäcks minskar. För att denna utveckling inte skall brytas krävs fortsatt hög ambitionsnivå i det förebyggande underhållsarbetet. SKI förbereder även tillsynsåtgärder för att följa upp anläggningarnas arbete med tillståndskontroll av säkerhetsrelaterad elektrisk utrustning.

Antalet bränsleskador har ökat jämfört med år 2000. SKI och SSI noterar att de insatser som tillståndshavarna har gjort för att undvika bränsleskador inte har fått avsedd effekt. Ytterligare insatser behövs. Dessutom behöver större ansträngningar göras för att undersöka och analysera olika orsaker till de inträffade bränsleskadorna.

Anläggningarna har inlett ett betydande arbete för att analysera även andra riskförhållanden i anläggningarna än effektdrift. Även avställningar av reaktorer innebär nämligen risker vilka bör undersökas i större detalj än vad fallet är för närvarande.

Tillståndshavarna förbättrar nu sina säkerhetsredovisningar för anläggningarna. Detta bygger på de översyner av redovisningarna som inleddes under mitten av 90-talet. SKI noterar dock att de nya säkerhetsredovisningarna inte fullt svarar upp mot de krav som numera ställs på sådana redovisningar i SKI:s föreskrifter (SKIFS 1998:1) om säkerhet i kärntekniska anläggningar. SKI avser därför att fortsätta med fördjupade granskningar och värderingar av viktiga delar i säkerhetsredovisningarna och det bakomliggande underlaget.

Två händelser har inträffat i datorbaserad utrustning som förorsakats av bristande rutiner för testning av programvara innan den togs i bruk. Händelserna pekar på behov av att tillståndshavarna förbättrar sina rutiner för att verifiera att programvara som används i säkerhetsrelaterade utrustningar kan fungera korrekt. Datorbaserade utrustningar ställer helt andra krav än traditionella utrustningar. I samband med pågående ombyggnader i kärnkraftverken införs datorbaserad el- och kontrollutrustning i stor skala. SKI fäster stor vikt vid de säkerhetsaspekter som är förknippade med dessa frågeställningar.

Den avreglerade elmarknaden innebär en fortsatt kostnadspress på kraftföretagen vilken de bl. a. möter med olika typer av effektiviseringar. Detta berör såväl organisation som verksamheten i stort vid anläggningarna. SKI noterar att trycket på ökad effektivisering kan medföra komplexa organisatoriska lösningar. Sådana lösningar kan vara processtyrning av drift, underhåll och teknik över flera reaktoranläggningar i en funktionsorganisation. Flera tillståndsinnehavare kan även vilja gå samman och uppdra åt varandra att sköta vissa funktioner som delas.

SKI har uppmärksammat kraftföretagen på att kärntekniklagen ställer krav på att regeringen skall godkänna organisatoriska lösningar där en tillståndshavare uppdrar åt någon annan att vidta åtgärder som enligt lagen skall utföras av denne.

SKI har vid tidigare års inspektioner konstaterat brister i anläggningarnas kompetenssäkringsprocesser. Dessa brister bestod i att man vid anläggningarna inte tillämpade en dokumenterad systematisk metod för att tillse att det finns tillräckligt med personal och tillräckligt med kompetens nu och på flera års sikt. SKI har följt upp effekterna av de åtgärdsprogram anläggningarna ålades. Uppföljningen visar att man vid anläggningarna nu skapat förutsättningar för att på ett mer systematiskt sätt klargöra sina kompetens- och personalbehov. Dock återstår arbete bl. a. inom sådana funktioner som går över flera enheter. Beredskapsfunktionen är ett sådant exempel. SKI kan också notera att kraftindustrin inlett ett viktigt arbete för att med framförhållning säkra tillgången på strategiskt viktig teknisk kompetens inom reaktorsäkerheten.

SKI fortsätter också att driva på tillståndshavarna att vidareutveckla och i vissa fall komplettera kompetensen inom den interna fristående säkerhetsgranskningen vid anläggningarna. SKI:s tillsynsstrategi förutsätter nämligen att samtliga tillståndshavare upprätthåller en resursstark och kompetent egensäkring av verksamheten.

SKI bedömer att samtliga kärnkraftsanläggningar har ett fungerande fysiskt skydd som uppfyller SKI:s nuvarande krav. Händelserna i USA den 11 september har dock

aktualiserat gällande krav och rutiner för det fysiska skyddet. Det pågående arbetet med översynen av föreskrifterna för fysiskt skydd av bl. a. kärnkraftverk har därför försenats. Detta beror på att SKI har beslutat att se över den dimensionerande hotbild som skall ligga till grund för dessa föreskrifter. Händelserna har även satt fokus på anläggningarnas motståndskraft mot yttre händelser. SKI har förelagt tillståndshavarna att se över och komplettera tidigare analyser av möjliga konsekvenser av flygplanskollisioner med anläggningarna. Inspektioner av tillståndshavarnas kontroll av kärnämne har visat att man uppfyller nationella och internationella krav.

Hantering av kärnavfall vid kärnkraftverken inklusive driften av slutförvaret för låg- och medelaktivt driftavfall (SFR-1) och mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) har i huvudsak fungerat väl.

SKI anser att beredskapen vid kärnkraftanläggningarna måste ges ökad uppmärksamhet från ledningarna. En grundberedskap finns att hantera olyckor, men övningsverksamhet och samverkan såväl internt som med externa avnämare måste utvecklas så att prognoser om eventuella olyckförlopp kan ges snabbt, säkert och enligt övade rutiner. Även kompetens och bemanning är frågor som kräver ytterligare analys. SKI kommer att fortsätta driva på utvecklingsarbetet vid anläggningarna.

## 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 vidta de åtgärder som behövs för att upprätthålla säkerheten. Med detta som utgångspunkt skall SKI i sin tillsyn tydliggöra den närmare innebörden av detta ansvar och förvissa sig om att tillståndsinnehavarna efterlever uppställda krav och villkor för verksamheten samt uppnår hög kvalitet i sitt säkerhets- och icke-spridningsarbete.

Säkerheten vid de svenska kärnkraftanläggningarna skall bygga på den så kallade djupförsvarsprincipen för att skydda människor och miljö från skadeverkningar från en kärnteknisk anläggning. Djupförsvarsprincipen är internationellt vedertagen princip och är stadfäst i den internationella kärnsäkerhetskonventionen

Djupförsvaret förutsätter att det finns ett antal särskilt anpassade fysiska barriärer placerade mellan det radioaktiva materialet och en anläggnings personal och omgivning. För kärnkraftsreaktorer under drift består barriärerna av själva bränslet, bränslekapslingen, reaktorns tryckbärande primärsystem och av reaktorinneslutningen.

I djupförsvaret (se tabell 1) tillämpas olika antal och typer av tekniska system, operationella åtgärder och administrativa rutiner för att skydda barriärerna och vidmakthålla deras effektivitet under normaldrift och under förutsedda driftstörningar och haverier. Om detta misslyckas skall förberedda åtgärder finnas i avsikt att begränsa och lindra konsekvenserna av en svårare olycka.

För att säkerheten som helhet skall vara betryggande i en anläggning, analyseras vilka barriärer som måste vara i funktion och vilka delar på olika nivåer i djupförsvaret som måste vara i funktion vid olika driftlägen. När en anläggning är i full drift skall samtliga barriärer och delar av djupförsvaret vara i funktion. När anläggningen är avställd för underhåll eller då någon barriär eller del av djupförsvaret måste försättas ur funktion av annat skäl, kompenseras detta genom andra åtgärder av teknisk, operativ eller administrativ natur.

Logiken i djupförsvaret är således att om en nivå i försvaret misslyckas träder nästa nivå in. Ett fel i en utrustning eller i handhavandet på en nivå, eller kombinationer av fel som samtidigt inträffar på olika nivåer, skall inte kunna äventyra funktionen hos efterföljande nivå. Oberoendet mellan de olika nivåerna i djupförsvaret är väsentligt för att kunna uppnå detta. Andra viktiga förutsättningar, för att uppnå ett effektivt djupförsvaret är

- en god säkerhetsledning, styrning, organisation och säkerhetskultur samt att personalen ges rätta arbetsförutsättningar
- tillräckligt med personal med rätt kompetens

De krav som SKI 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.

Tabell 1. Djupförsvarets fem nivåer.

Nivå	Syfte	Huvudsakliga medel
1	Förebyggande av driftstörningar och fel	Robust konstruktion och hög kvalitet i utförandet, driften och underhållet
2	Kontroll över driftstörningar och detektering av fel	Hög kvalitet i övervakningen och tillståndskontrollen av anläggningen genom tekniska system och administrativa åtgärder
3	Kontroll över förhållanden som kan uppkomma vid konstruktionsstyrande haverier	Effektiva säkerhetssystem och störningsinstruktioner
4	Kontroll över och begränsning av förhållanden som kan uppkomma vid svåra haverier	Förberedda tekniska åtgärder och en effektiv haveriberedskap vid anläggningen
5	Lindrande av konsekvenser vid utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen	Förberedda åtgärder för en effektiv information till och skydd av befolkningen i närområdet

## **1. Drifterfarenheter**

Driften vid de svenska kärnkraftverken förlöpte enligt uppgjorda planer. Inga alarmerande händelser rapporterades till SKI under år 2001. Dock föranledde vissa rapporter om avvikelser SKI att ställa krav på kompletterande utredningar. De årliga revisionerna präglades av vanliga underhållsåtgärder och bränslebyten. Vid några av reaktorerna genomfördes förnyade kontroller inom områden där brister konstaterats tidigare. Säkerhetsförbättringar vidtogs vid flera anläggningar.

Vid Barsebäck 2 förbättrades under året reaktorns säkerhetssystem genom att elmatningen till nödkylsystemen förstärktes. Utrustning från den avställda Barsebäck 1 utnyttjades. Forsmark 3 genomgick en omfattande förnyelse genom att visst material som erfarenhetsmässigt visat sig vara sprickkänsligt byttes ut. Samtidigt reducerades antalet svetsar i rörsystemen, vilket underlättar framtida provningar.

I Ringhals inleddes moderniseringen av reaktor 2. Moderniseringen görs i etapper och kommer att pågå under minst fyra år. Vid övriga tryckvattenreaktorer i Ringhals riktades stort intresse mot de förnyade undersökningarna av sprickor i reaktorernas kylsystem som år 2000 förorsakade omfattande kontroller och förlängde revisionsavställningarna. Både Ringhals 3 och 4 har efter årets kontroller fått SKI:s tillstånd att fortsätta driften fram till revisionsavställningarna 2002.

Den 7 december ställdes Oskarshamn 1 av för en omfattande modernisering. Reaktorn beräknas vara avställd under ca 10 månader. Eftersom arbetena innebär flera genomgripande förändringar i säkerhetsutrustningen flyttades allt bränsle från reaktorn till de intilliggande förvaringsbassängerna för använt kärnbränsle. Ett nytt kontrollrum kommer att installeras. SKI genomför en omfattande granskning från säkerhetssynpunkt av förändringarna i anläggningen. Innan den planerade återstarten hösten 2002 krävs SKI:s godkännande.

SKI uppmärksammar förutom tekniska frågeställningar även företagets säkerhetsledning och styrprinciper. Ett flertal förändringar har genomförts eller annonserats och en betydande del av SKI:s tillsynsresurser ägnas åt dessa frågor. En viktig uppgift för SKI är att tillse att kärnkraftföretagen i sitt rationaliseringsarbete inte glömmer att man har att hantera en teknik som innehåller betydande risker.

## 2. Teknik och åldrandefrågor

### Skadeutvecklingen i stort

De svenska kärntekniska anläggningarna blir allt äldre. I Oskarshamn 1, som är Sveriges äldsta kärnkraftreaktor inleddes driften år 1972. De yngsta reaktorerna, Oskarshamn 3 och Forsmark 3 startades 1985. Åldersrelaterad degradering måste hållas under ständig uppsikt. En god framförhållning och förebyggande arbete krävs av tillståndshavarna för att så långt som möjligt undvika att skador uppkommer. Dessutom krävs ändamålsenliga kontroll- och övervakningsprogram som fångar upp skador och annan degradering i tid innan säkerheten påverkas.

Omfattande utbyten av delar som visat sig vara skadekänsliga har genomförts vid de svenska anläggningarna. Många av dessa utbytesprogram har gjorts i förebyggande syfte efterhand som fördjupade kunskaper byggts upp genom utredning av skadeorsaker och forskning kring skademekanismer. I andra fall har utbyten skett när skador inträffat. Dessa åtgärder har sammantagna lett till att SKI för närvarande inte ser några allvarliga tendenser till åldersrelaterad degradering som försämrat säkerheten vid anläggningarna. Under året har förhållandevis få nya skador upptäckts. Tidigare identifierade problemområden har följts upp och analyserats. Viktigare sådana beskrivs närmare i följande avsnitt.

Den samlade bilden av skadeutvecklingen i de mekaniska anordningar som ingår i barriärer och djupförsvar visar att antalet nya skadefall som årligen upptäcks minskar. Inte heller i reaktorinneslutningsbarriärerna har några nya skador upptäckts. För att denna utveckling inte skall brytas krävs fortsatt hög ambitionsnivå i det förebyggande underhållsarbetet. SKI kommer därför att fortsätta driva på tillståndshavarna. Ytterligare skäl härtill är de erfarenheter som visar att då det brustit i framförhållningen kan det bli betydande problem när skador uppträder och sedan skall säkerhetsbedömas. Brist på data, ändamålsenliga analys- och provningsmetoder ger osäkerheter om marginaler, och därmed om skadornas säkerhetsbetydelse. Dessutom kan degraderingen bli mycket omfattande innan den upptäcks.

Som ett led i detta pådrivande arbete bedriver SKI sedan ett drygt år också en ingående utredning av skador och annan degradering som kan påverka reaktorinneslutningarna på sikt samt vilka kontrollprogram och kontrollmetoder som behöver utvecklas för att möta eventuella hot mot inneslutningarnas täthet och integritet i tid. SKI förbereder även tillsynsåtgärder för att följa upp anläggningarnas arbeten med tillståndskontroll av säkerhetsrelaterad elektrisk utrustning. Detta omfattar också att tillse att miljökraven för utrustningarna uppfylls.

### Fortsatta problem med röranslutningar

Ringhals AB har under det gångna året genomfört uppföljande kontroll av anslutningar mellan reaktortank och rör i tryckvatten reaktorerna i Ringhals 3 och 4 där spänningskorrosionsskador upptäcktes under revisionsavställningarna år 2000. Anslutningarna är svetsade med en nickelbaslegering benämnd Alloy 182. Detta svetsmaterial är känt för att vara känsligt för spänningskorrosion i kokvattenreaktorer. I dessa miljöer har flera skadefall konstaterats tidigare. I tryckvattenreaktorer däremot hade drifterfarenheterna, i

både svenska och utländska anläggningar dittills varit goda, utan några allvarliga skadefall rapporterade.

I Ringhals 4 avlägsnades de observerade sprickorna genom s.k. båtprov utan efterföljande reparation innan anläggningen åter togs i drift efter avställningen. Detta gjordes dels i syfte att få bättre kunskaper om möjliga skadeorsaker, dels för att förhindra fortsatt tillväxt. I Ringhals 3 lämnades ett antal sprickindikationer kvar efter ingående säkerhetsanalyser.

Uppföljningarna under år 2001 visade tecken på tillväxt av de kvarlämnade sprickorna varför Ringhals AB beslöt att avlägsna också dessa utan efterföljande reparationsåtgärder. Både Ringhals 3 och 4 har baserat på genomförd kontroll och redovisade säkerhetsanalyser fått SKI:s tillstånd att driva anläggningarna fram till revisionsavställningarna år 2002. För drift därefter krävs antingen att nödvändiga reparationsåtgärder genomförts eller att uppföljande kontroll visat att ytterligare en tids drift kan ske med bibehållna betryggande säkerhetsmarginaler utan åtgärder.

Observationerna i Ringhals 3 och 4, och liknande observationer i den amerikanska anläggningen V.C. Summer, har lett till omfattande utredningar och utvecklingsarbeten under det gångna året. Utöver de inventeringar av nickelbasförekomsten i anläggningarna som Ringhals AB genomförde direkt efter upptäckten av spänningskorrosionsskadorna har de nu också inlett studier av lämplig metodik för att undvika framtida problem av detta slag.

Avsikten är att vidta åtgärder liknande de som tidigare gjorts i Forsmarksanläggningarna. Detta innebär att skadekänsligt material avlägsnas och ett skyddande skikt av mindre skadekänsligt material svetsas på anslutningarna. Planerna är att sådana åtgärder skall vidtas i åtminstone en av anläggningarna under kommande revisionsavställningar. Dessutom pågår studier som skall ge mer ingående kunskaper om skadeorsakerna och hur denna typ av sprickor, som visade sig ha mycket komplex morfologi, skall kunna upptäckas, karaktäriseras och storleksbestämmas på ett säkrare sätt.

### **Tanklocksgenomföringar åter kontrollerade**

Ringhals AB har under det gångna året även följt upp tillståndet hos drivdonsgenomföringarna i locken till reaktortryckkärnen i Ringhals 3 och 4. Genomföringarna är tillverkade av nickelbaslegeringen Alloy 600 som är känd för att vara spänningskorrosionskänslig i tryckvattenreaktormiljö.

I dessa genomföringar upptäcktes redan 1992 spänningskorrosionssprickor i Ringhals 2 och 4. För att undvika framtida problem bytte Ringhals AB 1996 ut locket i Ringhals 2 till ett nytt av samma konstruktion men med mindre sprickkänsliga material i genomföringarna. I Ringhals 3 och 4 gjordes inga utbytes- eller reparationsåtgärder varför uppföljningarna sedan fortsatt som en del i anläggningarnas normala program för återkommande kontroll. Dessa uppföljningar fick emellertid ökad aktualitet under 2001 då det i flera amerikanska reaktorer med likande konstruktion och utformning upptäcktes omfattande skador med läckage av reaktorvatten som följd.



Resultaten från de senaste årens uppföljningar i Ringhals 3 och 4 visar dock att skadorna där är mycket begränsade till sin omfattning och att de har utvecklats i långsam takt. Enligt SKI:s bedömning har sprickorna i dagsläget ingen nämnvärd betydelse för genomföringarnas integritet och därmed för säkerheten vid anläggningarna.

### **Långsam skadetillväxt i ånggeneratorertuber**

Tuberna i tryckvattenreaktorernas ånggeneratorer utgör en stor del av de primära tryckbarriärerna i dessa anläggningar. Noggrann kontroll och uppföljning av tillståndet hos dessa tuber är därför nödvändig, inte minst mot bakgrund av att många anläggningar runt om i världen har eller har haft stora problem med olika mekanismer som givit upphov till skador. Detta har även gällt ånggeneratorerna i Ringhals. I Ringhals 2 och 3 blev skadorna så omfattande att ånggeneratorerna byttes till nya av annan konstruktion och med mindre skadekänsligt material i tuberna. I Ringhals 4 behölls däremot ånggeneratorerna med dess tuber av den spänningsskorrosionskänsliga nickelbaslegeringen Alloy 600.

Skadeutvecklingen i Ringhals 4 följs därför upp genom omfattande årliga provningar och andra undersökningar i enlighet med SKI:s krav. Årets kontroller har liksom tidigare omfattat skadedrabbade delar vid tubplattan, stödplåtskorsningar och s.k. U-böjar. Ytterligare ett 50-tal tuber med indikationer på spänningsskorrosionssprickor vid tubplattan detekterades liksom mindre tillväxt av tidigare konstaterade sprickor. Antalet tuber med sprickor i dessa områden har i genomsnitt ökat med 0,5 % per år. Under årets uppföljande kontroller upptäcktes dessutom ett antal tuber med defekter i det s.k. U-böjsområdet.

Tuber med skador av så begränsad omfattning att det finns betryggande marginaler mot brott och uppfläkning har behållits i drift. En del av de skadade tuber där marginalerna var otillräckliga åtgärdades genom att pluggar monterades in i tubändarna för att förhindra fortsatt spricktillväxt. Andra tuber åtgärdades genom att montera in innerrör (s.k. sleeving) i syfte att både förhindra fortsatt tillväxt av sprickorna 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 ånggeneratorertuber som är ur drift i Ringhals 4 har därmed minskat från 2,4% till 1,2%.

I Ringhals 2 och 3 har det inte observerats några tecken på skador i tuberna. Drifterfarenheterna hittills av de nya ånggeneratorerna, som installerades 1989 i Ringhals 2 och 1995 i Ringhals 3, är goda. Baserat på dessa erfarenheter tillstyrkte SKI under året att Ringhals AB förlänger intervallen mellan de återkommande kontrollerna.

### **Inga ytterligare skador i härdstrilar**

Under 1999 års revisionsavställningar observerades omfattande spänningsskorrosionssprickning i konsoler och stag till härdstrilarna i Barsebäck 1 och 2 samt Oskarshamn 2. Liknande skador men av mindre omfattning observerades även i Ringhals 1. De skadade konsolerna och stagen var tillverkade av en nickelbaslegering benämnd X-750. Under vissa förhållanden är denna legering mycket känslig för spänningsskorrosion.

Merparten av de skadade stagen byttes ut innan de berörda anläggningarna återgick i drift. Enstaka svårreparerade skadade stag kunde dock lämnas kvar utan åtgärder efter ingående analyser av deras påverkan på strilarnas hållfasthet och stabilitet.

I samband med SKI:s granskning av dessa utredningar konstaterades också att det funnits stora brister i kvaliteten hos tidigare års återkommande kontroller. Vidare konstaterade SKI att det fanns vissa oklarheter i genomförda utredningar av skadeorsakerna. SKI ställde därför krav på utredning av varför tidigare kontroller brustit och mer ingående undersökningar av skadeorsakerna samt att uppföljande kontroll skulle utföras under de kommande revisionsavställningarna. Vid de uppföljningar som gjordes år 2000 observerades ett antal ytterligare skadade stag i de olika strilarna. Dessa skadors säkerhetsbetydelse analyserades ingående som grund för besluten om fortsatt drift ännu en driftsäsong. Under det gångna årets revisionsavställningar har strilarnas tillstånd åter kontrollerats. Inga ytterligare skador har då konstaterats.

Ringhals AB kommer att byta ut hårdstrilen i Ringhals 1 under 2002. Även OKG Aktiebolag har beslutat byta ut hårdstrilen i Oskarshamn 2. För Barsebäck 2 är planerna, utöver uppföljande kontroll kommande avställningar, mer oklara.

### **Nya föreskrifter om anläggningarnas mekaniska anordningar**

Under året trädde SKI:s nya föreskrifter (SKIFS 2000:2) om mekaniska anordningar i kraft. Viktiga förändringar jämfört med de tidigare föreskrifterna (SKIFS 1994:1) rör bl.a. anläggningarnas hantering av upptäckta skador samt hur de skall styra inriktningen och omfattningen av de kontroller som behövs för att i ett tidigt skede kunna upptäcka åldersrelaterad degradering.

I de nya föreskrifterna har SKI ställt krav på utökad säkerhetsgranskning av analyser och utredningar i de fall fortsatt drift planeras med skador av viss omfattning eller karaktär. Dessa krav kommer enligt SKI:s bedömning att leda till att frågor kring fortsatt drift med skadade anordningar utreds än mer systematiskt vid anläggningarna, och dessutom från ett bredare säkerhetsperspektiv.

Enligt SKI:s krav skall de återkommande kontrollernas omfattning och inriktning styras av riskerna för kärnbränsleskador, utsläpp av radioaktiva ämnen, oavsiktlig kedjereaktion och försämring av säkerhetsnivån i övrigt till följd av sprickbildning eller annan degradering. För den praktiska tillämpningen av dessa krav rekommenderades i de allmänna råden till de tidigare föreskrifterna (SKIFS 1994:1) en riskmodell med indikatorer som kvalitativa mått på sannolikheten för att sådan sprickbildning eller annan degradering skall uppkomma i aktuell del respektive sannolikheten för att degraderingen skall orsaka kärnbränsleskador eller annan försämring av säkerhetsnivån.

Denna riskmodell för styrning av kontrollernas inriktning har sedan länge varit effektiva för att fånga upp skador i vitala anläggningsdelar i ett tidigt skede innan säkerheten påverkas. Viss kritik har emellertid framförts mot att modellen i vissa anläggningar kan leda till alltför omfattande kontroller. Dessutom har SKI observerat vissa mindre brister som behöver rättas till. Ytterligare optimeringar av kontrollinsatserna bedöms således vara nödvändiga, både med hänsyn till säkerhetsmässiga och kostnadsmässiga aspekter.

Sådana optimeringar kan bl.a. åstadkommas genom kontrollprogram som baseras på mer ingående analyser med hjälp av kvantitativa riskmodeller, där probabilistiska brottmekaniska modeller kombineras med probabilistiska säkerhetsanalysmodeller. Tillämpningen av mer kvantitativa riskmodeller i dessa sammanhang ses även internationellt och relativt omfattande utvecklingsinsatser pågår. De nya föreskrifterna innebär att kontrollernas omfattning och inriktning fortsättningsvis skall kunna styras med såväl kvalitativa modeller som med mer kvantitativa modeller, eller kombinationer därav. Genom dessa förändringar skapas enligt SKI:s uppfattning bättre förutsättningar för fortlöpande säkerhetsmässig optimering av kontrollprogrammen efterhand som erfarenheter vinnas och analysmodellerna utvecklas.

### 3. Härd- och bränslefrågor

#### Främmande föremål orsakar bränsleskador

Under 2001 konstaterades nio bränsleskador i sex svenska reaktorer. Med bränsleskador avses här antalet bränslestavar där kapslingen gått sönder. Fem reaktorer var således skadefria. SKI:s riktvärde anger att mindre än en skada per 100 000 bränslestavar<sup>1</sup> per år skall eftersträvas. Detta mål har inte helt uppnåtts.

SKI anser att kraftföretagen har utvecklat ambitiösa strategier för att ta hand om bränsleskador i ett tidigt skede. Ett viktigt mål är att genom noggrann övervakning av skadans utveckling minska risken för att skadan snabbt förvärras eller att en ny större skada utvecklas i samma bränslestav (sekundärskada).

De flesta skadorna orsakas, enligt kraftföretagens bedömning, av lösa föremål i reaktorvattnet som nöter hål på bränslekapslingen. Det är därför viktigt att noggrant hålla rent i primärsystemet, vid t.ex. reparationer, och att kunna avlägsna främmande föremål från reaktorvattnet. Kraftföretagen arbetar därför med åtgärder för att hålla systemen rena från främmande föremål. Modernt bränsle är också till stor del försett med skräpfångare vid inloppet för att förhindra att lösa föremål fastnar i detaljer i bränslet. De insatser som har gjorts under 2001 har emellertid inte varit tillräckliga. Enligt SKI:s bedömning behöver dessutom större ansträngningar göras för att undersöka och analysera andra möjliga mekanismer och orsaker till inträffade bränsleskador.

En viktig del av kraftföretagens strategi då bränsleskador upptäcks är att ta anläggningen ur drift och ersätta skadat bränsle när man bedömer att en bränsleskada håller på att förvärras. Under året har SKI noterat två fall där kraftföretagen passat på att göra en snabb, begränsad härdomladdning i samband med byte av skadat bränsle utan att genomföra åtgärder som normalt genomförs under den årliga revisionen. Genom att på detta sätt byta ut fler bränslepatroner än vad som krävs på grund av skadan kan man driva reaktorn längre vid full effekt och på så sätt få en mer flexibel driftsäsong.

Eftersom strategin med snabbomladdning inte har tillämpats tidigare, är det befogat att se över gällande rutinerna på kraftföretagen för att säkerställa att ändringen i strategi inte påverkar säkerheten negativt. SKI avser också att pröva om särskilda villkor behöver ställas inom detta område.

#### Problem med styrvastavar

Under 2001 inträffade upprepade fel i styrvastavmodulernas elektronik. Felen medförde att indikeringen av styrvastavarnas läge för operatörerna kunde vara felaktig vilket SKI bedömer som en brist i djupförsvaret. Manuell manöver av styrvastavarna kunde inte genomföras när felen uppträdde. Felen åtgärdades genom byte av styrvastavmodulkort. Arbetet med att fastställa bakomliggande orsaker bedrevs tillsammans med leverantören utan att vidtagna åtgärder ledde till en tillfredsställande felfrekvens. SKI bedömer att varje händelse har hanterats på ett godtagbart sätt men konstaterar att liknande händelser

---

<sup>1)</sup> En reaktor innehåller 40.000-70.000 stavar. Målet är satt utgående för vad som är rimligt att förvänta sig med hänsyn till de stränga kvalitetskrav som tillämpas vid tillverkning av bränslet.

har inträffat vid ett flertal tidigare tillfällen och att åtgärderna för att förhindra upprepning således inte har varit tillräckliga.

Vid tre tillfällen inträffade separation mellan kolvrör och styrstav i en av anläggningarna. Effekten av detta var att styrstaven fastnade och inte kunde manövreras ut ur härden. Dock kunde den fortfarande vid behov manövreras in vilket är den avgörande säkerhetsmässiga funktionen. Orsakerna till händelserna var sannolikt lösa föremål som kilats fast och förhindrat styrstavens rörelse. Dessa händelser bekräftar därmed tidigare drifterfarenheter som visar att sannolikheten är liten för att lösa föremål skall kunna förhindra styrstaven från att manövreras in.

### **Fel i program för härdövervakning**

Under året upptäcktes att olika felaktiga indata hade använts i torrkokningskorrelationen för SVEA-96 bränsle i tre av anläggningarna. Bränslekapslingen är en av barriärerna för att förhindra utsläpp och det är viktigt att ha kontroll över marginalerna mot torrkokning på bränslet för att kunna säkerställa att skador på kapslingen inte inträffar. I detta fall ledde inte felet till att några gränsvärden hade överskridits. Orsaken till felet var en felprogrammering, något som pekar på brister i test av datorprogram.

Händelserna pekar på behov av förbättrad kontroll av att rätt förutsättningar och indata används vid härdändringar och härdövervakning. Liknande fel har inträffat tidigare vilket har givit SKI anledning att planera speciella tillsynsinsatser för att få en klar bild av aktuella rutiner för datorbaserad härdövervakning.

### **Förväxling av sprängbleck till FILTRA**

FILTRA-systemets uppgift vid Barsebäck 2 är att vid övertryckning av inneslutningen tryckavlasta denna genom stenfiltret. För sin passiva funktion är systemet beroende av sprängbleck som öppnar vid ett specificerat tryck. Sprängblecken i FILTRA-systemet byts ut och provas med jämna tidsintervall. Ett sådant utbyte skedde under revisionsavställningen 2000. Under prov som genomfördes under 2001 visade det sig att sprängblecket öppnade vid för lågt tryck. Orsaken till detta var att sprängblecken i ledningen från inneslutningen till stenbädden hade förväxlats med sprängblecket som skall säkerställa tryckavsäkring av stenbädden.

Händelsen har stora likheter med tidigare inträffade händelser som är utredda och beskrivna i genomförda analyser. Kraftföretaget genomförde en analys av det inträffade som visade på brister i egenkontrollen och företaget genomförde en översyn av arbetssätt, ansvar och instruktioner för att förhindra en upprepning. Händelsen klassades preliminärt som en INES-tvåa (International Nuclear Event Scale) för rapportering av händelser när den upptäcktes.

## 4. Säkerhetsförbättringar av reaktorerna

### Fortsatt arbete med säkerhetsanalyserna

Ett grundläggande villkor för drift av kärntekniska anläggningar är att det finns aktuella analyser av alla förhållanden som har betydelse för säkerheten. Både deterministiska och probabilistiska säkerhetsanalyser är nödvändiga för att få en så allsidig belysning som möjligt av risk och säkerhet. De deterministiska analyserna har i allt väsentligt legat till grund för anläggningarnas säkerhetsredovisningar medan de probabilistiska säkerhetsanalyserna har varit ett sätt att verifiera att de ursprungliga deterministiska kraven i anläggningarnas säkerhetsredovisningar uppfylls.

Probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA) har genomförts i Sverige sedan mitten av 1970-talet, och användningen av probabilistiska analyser ökade sedan under 1980- och -90-talen. Under hela denna tid har området varit under intensiv utveckling, både i Sverige och internationellt. PSA har nu nått en sådan utvecklingsnivå att de senaste åren kännetecknas av en ökande användning av både PSA-modeller och av resultat från analyserna, inte minst i takt med kraftföretagens önskemål att i ökad utsträckning tillämpa riskbaserade eller riskinformerade utgångspunkter för optimering av t.ex. anläggningsändringar, underhåll, kontroll och provning.

Genom SKI:s föreskrifter om säkerhet i kärntekniska anläggningar, SKIFS 1998:1, har kraven på PSA och därtill relaterade verksamheter dessutom blivit mer formaliserade, vilket också är en förutsättning för ökad tillämpning av riskunderbyggda åtgärder och riskinformerat säkerhetsarbete. Denna utveckling kan även ses internationellt och drivs till del utifrån ekonomiska aspekter och behoven av att minska produktionskostnaderna för att kunna vara konkurrenskraftiga på den avreglerade elmarknaden.

En ökad användning av PSA för dels verifiering av de ursprungliga deterministiska kraven i anläggningarnas säkerhetsredovisningar, dels optimering av olika åtgärder vid anläggningarna ställer emellertid ökade krav på modellernas omfattning, täckningsgrad, kvalitet och validitet samt på använda ingångsdata. Tidigare framtagna PSA-analyser för de svenska anläggningarna har en del brister i dessa avseenden som måste åtgärdas. SKI har under året därför följt upp kraftföretagens arbete med vidareutveckling av PSA-analyserna och hur identifierade brister åtgärdas. Arbetsläget är sammanfattningsvis som följer:

#### *Barsebäck 2*

Barsebäck Kraft AB har tagit fram en uppdaterad nivå-1<sup>2</sup> analys för Barsebäck 2. Analysen behöver dock kompletteras i vissa avseenden. Detta arbete pågår liksom att ta fram en ny nivå-2 analys. Arbetet har emellertid blivit starkt försenat, varför SKI tvingats besluta om tidpunkter då analyserna skall vara framtagna.

#### *Forsmark 1-3*

Forsmarks Kraftgrupp har tagit fram uppdaterade analyser på både nivå 1 och 2 för Forsmark 1 och 2. Dessa analyser täcker alla driftlägen. SKI:s granskning av analyserna pågår. Analyserna för Forsmark 3 håller på att uppdateras och kompletteras.

---

<sup>2</sup> PSA-analyser delats upp i tre steg. I det första steget, nivå 1, analyseras händelseförloppen fram till att en eventuell hårdskada inträffar. I nästa steg, nivå 2, fortsätter analyserna tills omfattningen av eventuella utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen kan bedömas. I nivå 3 slutligen analyseras konsekvenserna i omgivningen.

### *Oskarshamn 1-3*

OKG Aktiebolag håller på att ta fram nya analyser för Oskarshamn 1. Dessa analyser utgår från den anläggningsutförning Oskarshamn 1 kommer att ha efter det stora moderniseringsarbete som pågår.

För Oskarshamn 2 och 3 är nya nivå-1 och nivå-2 analyser framtagna. SKI:s granskning av dessa analyser pågår. Vissa kompletteringar återstår för att analyserna skall täcka alla driftlägen.

### *Ringhals 1-4*

Ringhals AB ser över analyserna för alla reaktorerna och beräknar kunna färdigställa dessa nya analyser successivt fram till år 2003. Identifierade brister skall då vara åtgärdade och analyserna skall täcka alla driftlägen.

## **Särskilda säkerhetsgenomgångar**

Kraftföretagen påbörjade under mitten av 90-talets genomgångar av de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsredovisningarna för reaktorerna. Genomgångarna initierades efter silhändelsen i Barsebäck 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 upptäcks så att åtgärder kan vidtas, samt
- rekommendera ytterligare åtgärder som kan behöva vidtas med hänsyn till utvecklingen av säkerhetskraven och säkerhetspraxis.

Arbetsinsatserna har varit betydande, särskilt för de äldsta reaktortyperna. Som resultat föreligger i dag 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 ligger för åtgärd.

Motsvarande genomgångar har inletts för tryckvattenreaktorerna i Ringhals. Arbetet där är dock försenat ytterligare ett år, men beräknas vara genomfört år 2003. För Forsmarksreaktorerna, som redan har mer aktuella redovisningar och bakomliggande konstruktionsunderlag, pågår ett arbete med att identifiera svagheter och brister. För Forsmark 1-2 är nu ett delprojekt i slutfasen, medan fortsättningsprojekt för kontroll av vissa analyser inletts. För Forsmark 3 och Oskarshamn 3 har man aviserat förseningar med projekten.

SKI har fortlöpande följt kraftföretagens arbete med konstruktionsgenomgångarna. SKI har också genom stickprov granskat de moderniserade säkerhetsredovisningarna för Oskarshamn 2 och Barsebäck 2. SKI gör bedömningen att de redovisningar som hittills inlämnats innebär en väsentlig förbättring av dokumentationen och en bättre verifiering av konstruktionsförutsättningarna. Identifierade svagheter i anläggningarna och i analysunderlagen har åtgärdats eller planeras att åtgärdas.

Utvärdering av anläggningarna mot nyare kunskap har emellertid hittills genomförts i varierande omfattning. Säkerhetsredovisningarna svarar heller inte fullt ut mot de krav som numera ställs på sådana redovisningar i SKI:s föreskrifter (SKIFS 1998:1) om

säkerhet i kärntekniska anläggningar. Detta gäller bl. a redovisningarnas innehåll, omfattning och djup. SKI avser därför att fortsätta med fördjupade granskningar och värderingar av viktiga delar i säkerhetsredovisningarna och det bakomliggande underlaget.

### **Pågående moderniseringsprojekt**

Kraftföretagen har baserat på genomförda konstruktionsgenomgångar och mer ingående säkerhetsanalyser samt driftsekonomiska överväganden identifierat behov av moderniseringar. Det är framförallt de äldsta anläggningarna som 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 planerades för renovering och modernisering vid kärnkraftanläggningarna. Under de senaste åren har emellertid de ursprungliga tidsplanerna i flera fall flyttats framåt i tiden.

De större sammanhållna moderniseringsprojekt som just nu pågår är vid Oskarshamn 1 och Ringhals 2.

Vid Oskarshamn 1 påbörjades i december en omfattande modernisering som förberetts under flera år. Moderniseringen innebär ny utformning av säkerhetssystemen, ny instrumentering och kontrollutrustning, nytt kontrollrum och förbättrat skydd mot yttre nätbortfall genom installation av ytterligare två reservdieselaggregat. Arbetena kommer att pågå under större delen av 2002.

Arbetena vid Ringhals 2 har hittills berört ställverk och avfallssystem men kommer under kommande år att omfatta all kontrollutrustning inklusive kontrollrum. SKI genomför omfattande granskningar av dessa anläggningsförändringar.

I samband med arbetet vid Ringhals 2 upptäcktes ett fel i de elskydd som ska skydda transformatorer och kablar mot överbelastning. Elskydden hade ett för lågt inställt gränsvärde för att bryta strömmen vid överbelastning, vilket hade kunnat orsaka störningar i den interna elförsörjningen vid reaktorn. Skydden som är digitalt styrda modifierades under avställningen. De kort som styr inställningen av gränsvärdet byttes ut men var felaktigt inställda vid monteringen. Felet åtgärdades omedelbart efter upptäckt.

El- och kontrollutrustning som innehåller mjukvarubaserad logik ställer, enligt SKI, andra krav på andra metoder och förfaranden för att verifiera dess korrekta funktion än mer traditionella utrustningar. Händelsen pekar på att de brustit i de verifieringsrutiner som tillämpats i samband med ombyggnaden. SKI beslöt därför att ålägga Ringhals att redovisa genomförda utredningar. SKI:s granskning av Ringhals redovisningar pågår.



I andra anläggningar har också större åtgärder vidtagits för att utveckla och förbättra säkerheten. Vid Oskarshamn 2 har OKG Aktiebolag väsentligt förstärkt hjälpmatarvattenssystemets tillgänglighet i händelse av bl. a. brand.

Motsvarande ändring har också genomförts på Barsebäck 2. Mot bakgrund av tidigare skadeerfarenheter har samtliga stutsanslutningar mot reaktortanken i Forsmark 3, som svetsats med nickelbaslegeringen Alloy 182, försetts med ett skyddande skikt av mindre skadekänsligt material. Vid Forsmark 3 har också ett utbyte av styrtavornas manövreringssystem skett. Dessutom planeras ytterligare åtgärder i flera anläggningar, t.ex. Barsebäck 2, Oskarshamn 1 och 2, för att byta ut skadekänsliga delar.

Vidare har flera av kärnkraftanläggningarna pågående eller planerade moderniseringar av sina kontrollrum. Det är framförallt i de äldre anläggningarna som de större förändringarna görs. Anläggningarna genomför förändringarna på olika sätt. Vid till exempel Ringhals 2 sker ändringarna stegvis medan OKG vid Oskarshamn 1 tagit ett helhetsgrepp och gjort byten i ett steg.

SKI har i dessa sammanhang ställt krav på kraftföretagen att de integrerar aspekter relaterade till människa-teknik-organisation redan i planeringsstadiet och sedan genom hela utvecklingsprocessen. Kraftföretagen måste kunna visa att operatörerna kommer att kunna arbeta på ett säkert sätt med de lösningar som tas fram.

Mot bakgrund av ovanstående bedömer SKI att tillståndshavarna för närvarande bedriver en acceptabel utveckling av säkerheten men att SKI:s tillsyn och pådrivande roll har en stor betydelse.

## 5. Organisation och säkerhetskultur

### Fortsatt effektivisering på en avreglerad elmarknad

Den avreglerade elmarknaden innebär en fortsatt press på kraftföretagen att effektivisera sina organisationer och verksamheten vid anläggningarna. Den ekonomiska styrningen sker med krav på ökade kassaflöden där både investeringar och kostnader vägs in och krav ställs på än högre kostnadseffektivitet. SKI noterar att trycket på ökad effektivisering kan medföra komplexa organisatoriska lösningar.

Sådana lösningar kan vara processtyrning av drift, underhåll och teknik över flera reaktorläggningar i en funktionsorganisation samt lösningar där underhållsfunktioner mer eller mindre bryts loss från driften. Flera tillståndsinnehavare kan även vilja gå ihop och uppdra åt varandra att sköta vissa funktioner som delas. SKI har uppmärksammat tillståndshavarna på att kärntekniklagen ställer krav på att regeringen godkänner organisatoriska lösningar där tillståndshavarna uppdrar åt någon annan att vidta åtgärder som enligt lagen skall utföras av tillståndshavaren (KTL §5).

### Förändringar av organisation och verksamheter säkerhetsgranskas

Vid samtliga anläggningar pågår förändringsarbetet för att effektivisera verksamheten. Till åtgärderna hör att processtyra underhållsarbetet och centralisera verksamheten så att en enhet svarar för underhållet av samtliga anläggningar vid förläggningsplatsen. Samtidigt görs personalnedskärningar och det finns planer på att i egen regi utföra visst underhållsarbete som tidigare utförts av entreprenörer.

Vid Forsmarks Kraftgrupp AB tillämpar underhållsenheten ett eget kvalitetssystem för styrning av verksamheten, vilket bygger på delvis andra principer än det övriga företags. Från OKG Aktiebolag har man aviserat att en omorganisation av verksamheten kommer att göras i två steg. I det första steget skall en beställar- och utförarorganisation införas som ett steg i riktning mot en processororienterad organisation. Steg två blir sedan att införa själva processtyrningen.

Dessa ändringar är sådana som skall styras enligt förberedda rutiner, säkerhetsgranskas och anmälas till SKI enligt krav i SKIFS 1998:1. Ändringen vid Forsmarks Kraftgrupp AB har granskats av SKI. Flera av anläggningarna har tagit fram rutiner för arbetet med att förbereda, utreda, genomföra, följa upp, utvärdera samt granska ändringar i organisation och verksamhet. De tillämpas emellertid inte alltid fullt ut. Förfarandet är nytt och krävande både för tillståndsinnehavarna och för SKI, men har enligt SKI:s bedömning många fördelar.

Ändringarna är till exempel ofta mer förankrade inom organisationen och förberedda innan de införs samtidigt som en del oklarheter har undanröjts. Under året har SKI därför anordnat ett seminarium med tillståndsinnehavarna för att diskutera gjorda erfarenheter, förmedla ny kunskap och ytterligare driva på arbetet med att effektivt hantera säkerhetsfrågorna vid förändringar i verksamheten.

## **Även avvecklingshotat Barsebäck 2 påverkas av förändringarna**

År 2001 har präglats av ett allt närmare samarbete mellan Ringhals och Barsebäck. Båda bolagen har sedan förra årsskiftet samma VD. För den dagliga verksamheten vid Barsebäck Kraft AB svarar en platschef. Inom i stort sett alla områden har kontakter och samarbete etablerats med motsvarande verksamheter inom Ringhals. Dessutom har gemensamma chefsutvecklingsinsatser, konferenser m.m. genomförts. Numera finns även gemensam personaltidning och gemensamt intranät.

Projekt BRO 2 (Barsebäck Ringhals Omorganisation) som inleddes efter sommaren genomförs med syfte att tillvarata de fördelar som kan uppnås med en samordning av styrning, ledning och resursanvändning inom företagsgruppen. Ett resultat av detta projekt är en större organisationsförändring som planeras att införas fr.o.m. 1 april 2002. SKI har kontinuerligt hållit sig informerad om projektet och granskar ändringen. Organisationsförändringen är en utmaning för dessa två organisationer som tidigare inte haft speciellt mycket gemensamt. Vattenfall och Sydkraft är olika företagskulturer och Ringhals och Barsebäck har drivits på olika sätt.

Under perioden har ”avvecklingshotet” inte varit lika påtagligt som tidigare. Inom hela Vattenfallskoncernen har en gemensam attitydundersökning genomförts. Av resultatet framgår bl.a. att personalen på Barsebäck har en ökad framtidstro jämfört med tidigare år, har en positiv inställning till samarbetet med Ringhals samt överlag är positiva i sina bedömningar av närmaste chef och ledning.

SKI har fortsatt med förstärkt tillsyn av Barsebäck Kraft AB. SKI:s bedömning är att Barsebäck Kraft AB hittills hanterat avvecklingssituationen på ett tillfredställande sätt. Fortsättningsvis kommer det svåra läget att bestå i form av en ny organisation och en fortsatt ovisshet om framtiden. SKI kommer därför att fortsätta med den förstärkta tillsynen.

Slutligen kan nämnas att avvecklingen av Barsebäck 1 medförde en ansökan från berörda parter om överflyttning av tillstånden enligt kärntekniklagen för Barsebäckverket från Barsebäck Kraft AB (BKAB) till Sydsvenska Värmekraft AB. SKI yttrade sig till regeringen i ärendet i två skrivelser och fann med utgångspunkt från inlämnade handlingar att SKI inte kunde tillstyrka parternas begäran. SKI:s yttranden har resulterat i att parterna inkommit med skrivelse i ärendet där man föreslår regeringen att tillstånden för Barsebäck 1 och 2 tillsvidare kvarstannar hos BKAB. Regeringens behandling av skrivelsen pågår.

## **Fortsatt kvalitetsutveckling**

Med den verksamhetsinriktade tillsynen som SKI successivt infört riktar SKI större uppmärksamhet på kärnkraftanläggningarnas verksamhet och deras verksamhetsprocesser samt på anläggningarnas förmåga att med hög kvalitet bedriva och utveckla säkerhets- och icke-spridningsarbetet. Kvalitetssystemet har en central roll i säkerhetsarbetet genom att vara ett av de medel med vilka säkerhet byggs in i verksamheten. SKI intresserar sig därför i ökad utsträckning för hur anläggningarnas kvalitetssystem/ledningssystem för kvalitet och ledning för säkerhet fungerar.

Under senare år har flera tillståndsinnehavare förändrat sin styrning och ledning av verksamheten, vilket lett till förändringar i anläggningarnas kvalitetssystem. Under året har SKI granskat kvalitetshandboken vid OKG Aktiebolag och noterat avvikelser från ställda krav. Dessa resultat har återförts till tillståndsinnehavaren för utredning och värdering samt bedömning av deras betydelse för den pågående kvalitetsutvecklingen vid företaget.

Forsmark 1 och 2 samt Oskarshamn 1 har drivit eller driver alltjämt omfattande projekt med förnyelse av anläggningarnas instrument- och kontrollutrustning. I båda fallen har det funnits brister i kvalitetssäkringen av projekten. OKG Aktiebolag har ålagts att åtgärda bristerna i kvalitetssäkring samt att tillse att de inte får konsekvenser för säkerheten i den nya anläggningen.

Forsmarks Kraftgrupp AB har själva identifierat brister i kvalitetssäkringen av MTO-aspekter vid kontrollrumsmmodernisering. Problemen sammanhängde, enligt företaget, med bristande kunskaper om hur man planerar, upphandlar och genomför stora projekt med kontrollrumspåverkan. De lärdomar som dragits har bäring även på andra typer av projekt med många aktörer.

### **Brister i kompetens- och resurssäkringen**

SKI har vid tidigare års inspektioner vid kärnkraftanläggningarna konstaterat brister i deras kompetenssäkringsprocesser. Dessa brister bestod i att man vid anläggningarna inte tillämpade eller inte hade någon dokumenterad systematisk metod för att tillse att det finns tillräckligt med personal och tillräckligt med kompetens nu och på flera års sikt. För att komma till rätta med bristerna ställde SKI krav på anläggningarna att ta fram åtgärdsprogram. Uppföljning av dessa åtgärdsprogram pågår.

Anläggningarna har kommit olika långt i arbetet med att ta fram och tillämpa en systematisk kompetenssäkringsprocess för verksamheter inom en avdelning eller en enhet. Arbete återstår med sådana funktioner som går över flera enheter. Beredskapsfunktionen är ett sådant exempel. SKI kommer därför att följa upp det vidare arbetet med kompetenssäkringsåtgärderna mer i detalj.

Kärnkraftanläggningarna har också på andra sätt sett över sin framtida kompetensförsörjning. På uppdrag av Vattenfalls- och Sydkraftkoncernerna har en arbetsgrupp med representanter från anläggningarna gjort en utredning för att identifiera, kartlägga och lämna förslag på hur strategisk teknisk kompetens inom kärnkraftsäkerhetsområdet på ett effektivt sätt ska säkras nu och i framtiden.

Ett av utredningens resultat är att kärnkraftanläggningarna bör samutnyttja strategisk teknisk kompetens av betydelse för reaktorsäkerheten. I utredningen har man också identifierat teknikområden som särskilt behöver förstärkas. SKI har ännu inte någon klar bild av hur kärnkraftanläggningarna i praktiken omsätter rekommendationerna, men anser att de har inlett ett viktigt arbete för att se till att med framförhållning säkra behoven.

## **Förbättring av driftklarhetsverifieringar**

Under de sista åren på 1990-talet förekom ett antal rapporter om system som inte gjorts driftklara på det sätt och i den ordning som krävs i samband med återstart av reaktorer efter driftuppehåll. I de aktuella fallen var den säkerhetsmässiga betydelsen av bristerna förhållandevis liten, men de efterföljande undersökningarna visade att rutinerna för driftklarhetsverifiering behövde förbättras. För att ytterligare driva på arbetet begärde SKI redovisningar från kärnkraftanläggningarna av vilka åtgärder som de hade genomfört. Dessa redovisningar visar att kärnkraftanläggningarna har vidtagit en rad åtgärder och dessutom inlett projekt i syfte att ytterligare förbättra driftklarhetsverifieringen.

Redovisningarna visar också att anläggningarna kommit olika långt i sina ansträngningar och att det krävs insatser på flera olika plan. SKI har därför betonat vikten av att fortsatt utvärdera erfarenheterna så att de olika åtgärdernas styrkor och svagheter kan värderas. SKI anser att möjligheterna till ytterligare förbättringar ständigt måste prövas, och att dit även hör tekniska åtgärder för att ge kontrollrumspersonalen bättre stöd.

## **Brister i säkerhetsgranskningsverksamheterna åtgärdas**

Den säkerhetsgranskning som tillståndshavare enligt SKIFS 1998:1 skall svara för är en viktig kontroll av att relevanta säkerhetskrav och säkerhetsaspekter är beaktade och att dragna slutsatser m.m. är faktamässigt underbyggda. Säkerhetsgranskning skall göras först inom den del av en anläggnings organisation som har hand om en säkerhetsfråga, s.k. primär säkerhetsgranskning, sedan inom fristående säkerhetsgranskningsfunktion.

Med början hösten 1999 har SKI genomfört ett större antal inspektioner av säkerhetsgranskningen vid kärnkraftanläggningarna och vid vissa andra kärntekniska anläggningar. Vid de inledande inspektionerna konstaterade SKI brister i verksamheterna och avvikelser från ställda krav.

Avvikelseerna gällde bl.a. kompetenssäkringen av verksamheterna, styrningen av granskningarnas omfattning och inriktning samt av erfarenhetsåterföringen. SKI ställde därför krav på åtgärder för att komma till rätta med dessa brister.

Kärnkraftanläggningarna har därefter tagit fram åtgärdsprogram och har arbetat med att genomföra dessa. Vid de uppföljningar som genomförts under 2001 har SKI kunnat konstatera att anläggningarna förbättrat styrningen av säkerhetsgranskningarna. De har också arbetat med att ta fram systematiska och dokumenterade kompetens- och bemanningsanalyser. Visst arbete återstår dock vid några anläggningar, innan analysarbetet är helt klart. Dessutom återstår att klargöra och i kvalitetssystemet beskriva granskarnas ansvar och befogenheter samt hur erfarenhetsåterföringen skall genomföras.

SKI har slutligen inlett en granskning av den faktiska kompetensen och bemanningen vid anläggningarnas fristående säkerhetsgranskningsenheter.

### **Risk för sämre erfarenhetsåterföring**

För att kunna förbättra säkerheten behöver anläggningarna fortlöpande ta tillvara erfarenheter från egen och andras verksamheter. SKI har under ett antal år drivit på tillståndshavarna för att de ska ha ett sådant system som uppmuntrar till erfarenhetsutbyte och lärande. Häri ingår också att ha ett klimat som leder till öppenhet inom organisationen om misstag och felhantering. Under året har åklagaren väckt åtal mot kontrollrumspersonal vid Oskarshamn 2 med anledning av att ett säkerhetssystem var satt ur funktion under ett antal dagar. SKI kommer att följa upp och vidta lämpliga åtgärder om konsekvenserna av åtalet leder till en minskad benägenhet att rapportera fel och brister. En bra och öppen rapportering av upptäckta fel är väsentlig för att kunna utveckla verksamheten och förbättra säkerheten.

## **6. Kärnämneskontroll och fysiskt skydd**

### **Brister i det fysiska skyddet åtgärdade**

En av de grundläggande förutsättningarna för drift av kärntekniska anläggningar är att åtgärder vidtas för att upprätthålla ett väl fungerande fysiskt skydd. Vid kärnkraft-anläggningarna är det huvudsakliga syftet att skydda anläggningen mot obehörigt intrång, sabotage eller liknande handling som kan medföra en radiologisk olycka. Det fysiska skyddet är således en del av säkerheten vid anläggningen.

SKI bedömer att samtliga kärnkraftanläggningar har ett fungerande fysiskt skydd som uppfyller SKI:s krav. Bedömningen grundas på inspektioner, anläggningsbevakning, händelserapportering samt årsrapporter avseende det fysiska skyddet vid respektive anläggning.

Under första halvåret 2001 ägnades betydande resurser åt att följa upp Forsmark Kraftgrupp AB:s arbete med att genomföra den omfattande åtgärdsplan som företaget beslutade om hösten 2000. Åtgärdsplanen var ett direkt resultat av SKI:s föreläggande att vidta åtgärder senast den 30 juni 2001. Föreläggandet grundades på de brister i det fysiska skyddet som SKI funnit vid en inspektion i januari 2000.

I maj och juni 2001 genomfördes en inspektion vid Forsmarksverket. Inspektionen visade att förutsättningarna för personalen som arbetar med fysiskt skydd har förbättrats avsevärt. Vidare bedöms områdesskyddet nu ha en acceptabel funktion. Dock återstår viss injustering av teknisk utrustning för att säkerställa fullgod funktion.

### **Skärpt tillämpning och nya bedömningar efter den 11 september**

Händelserna i USA den 11 september 2001 satte fokus även på det fysiska skyddet av svenska kärnkraftanläggningar. Omedelbart efter terrorattackerna skärpte kraftföretagen temporärt tillämpningen av gällande regelverk bl.a. avseende tillträdeskontroll och besöksverksamhet. Vissa av dessa åtgärder har sedan permanentats. För att bedöma hotsituationen hade såväl kraftföretagen som SKI täta kontakter med bl.a. säkerhetspolisen.

Händelserna den 11 september satte också fokus på vilka s.k. externa händelser som anläggningarna är dimensionerade för att klara av. SKI har begärt att kraftföretagen ser över och kompletterar tidigare analyser av möjliga konsekvenser av flygplanskollisioner med anläggningarna. Dessa frågor har även diskuterats med systemmyndigheter och i internationella samarbetsorgan där SKI deltar.

### **Nya föreskrifter försenade**

Under året har arbetet med att se över SKI:s föreskrifter för fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar intensifierats. En del i detta arbete är att fastställa en dimensionerande hotbild som grund för de nya föreskrifterna. I och med händelserna den 11 september stod det klart att den då framtagna hotbilden inte längre kunde ligga till grund för den nya föreskriften. SKI har därför påbörjat en förnyad översyn av den

dimensionerande hotbilden där också erfarenheterna från händelserna den 11 september kommer att vägas in. Målsättningen är att färdigställa föreskriften under 2002.

### **Anläggningarnas kärnämneskontroll är tillfredsställande**

Under 2001 har såväl SKI som IAEA och Euratom genomfört inspektioner av hur kärnämneskontrollen hanteras vid anläggningarna. Drygt 70 inspektioner har genomförts. Det stora antalet inspektioner beror på att IAEA och Euratom inspekterat varje anläggning som hanterar uran minst fyra gånger per år. Vid dessa inspektioner har inget framkommit som tyder på brister.

Med anledning av att Sverige och de övriga EU-länderna skrivit på ett tillägg till kontrollavtalet med IAEA har SKI under året dessutom informerat berörda vid anläggningarna om de nya kraven. Dessa innebär bl.a. att anläggningarna kommer att avkrävas mer information avseende hantering av kärnämne och anläggningarnas utformning. Dessutom ges IAEA utökad inspektionsrätt.



## 7. Strålskyddsläget

Den totala stråldosen till personal vid de svenska kärnkraftverken blev 6,7 manSv<sup>3</sup> för år 2001 och det är den lägsta som uppmätts sedan år 1976. Ingen person har erhållit en högre stråldos än 20 millisievert (mSv).

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

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

Av kraftbolagens egen planering framgår att vi under de närmaste åren kan förvänta oss en ökad omfattning på underhålls- och ombyggnadsarbete vilket troligtvis resulterar i något högre stråldoser. SSI gör ändå bedömningen att strålskyddsläget är gott och att det gäller att vidmakthålla de goda förhållandena. SSI inriktar i nuläget sin tillsyn på organisationsfrågor samt på system för erfarenhetsutbyte och kvalitetssäkring.

### Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken

#### *Barsebäck*

Verksamheten vid Barsebäcksverket har under året förflutit väl. Den sammanlagda stråldosen till personalen blev, liksom året innan, 0,8 manSv. Inga onormala stråldoser har rapporterats. Ett tillbud vid radiografering inträffade under revisionsavställningen. Tillbudet medförde dock inga stråldoser över registreringsgränsen (> 0,1 mSv).

Revisionen vid Barsebäck 2 var av normal omfattning och pågick under fem veckor. Vissa förberedelser inför det större moderniseringsarbete som ska genomföras under år 2002 utfördes. Totalt erhöles en stråldos om 0,54 manSv.

Allt bränsle har under året flyttats från den stängda reaktorn Barsebäck 1. En tredjedel av bränslet överfördes till Barsebäck 2 och resterande bränsle har transporterats till CLAB för mellanlagring inför slutlig förvaring. Från strålskyddssynpunkt har transporten av bränsle fungerat väl.

---

<sup>3</sup> manSv är enheten för total stråldos (kollektivdos) och definieras som medeldosen till en grupp av personer multiplicerat med antalet personer i gruppen. I detta sammanhang har den totala stråldosen (kollektivdosen) beräknats genom att summera personalens individuella stråldoser.

### *Forsmark*

Den totala stråldosen vid Forsmarksverket blev 2,1 manSv. Inga onormala stråldoser eller allvarligare tillbud har rapporterats. Under året har mindre bränsleskador identifierats vid alla tre reaktorblocken.

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

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

### *Oskarshamn*

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

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

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

Vid Oskarshamn 3 genomfördes under 16 dygn en till omfattningen liten revision och stråldosen blev 0,19 manSv - den lägsta revisionsdosen sedan år 1985. Strålnivåerna i Oskarshamn 3 var fortfarande låga vilket bidrog till det låga dosutfallet. Fram till revisionsavställningen drevs blocket med en mindre bränsleskada men utan negativa strålskyddseffekter. Under hösten år 2001 uppkom däremot en något större bränsleskada vilket medförde att OKG Aktiebolag ställde av blocket och byte ut det skadade bränslet.

### *Ringhals*

Strålskyddsverksamheten har under året förflutit väl. Totalt, för anläggningens fyra reaktorer, blev den sammanlagda stråldosen till personalen under hela driftåret 2,2

manSv. Årets stråldos är lägre än föregående års och är den lägsta sedan startåren för Ringhalsverket. Huvudskälen till nuvarande strålskyddssituation är låga strålnivåer, mindre arbetsinsatser i reaktornära system samt ökad skyddsmedvetenhet.

Vid Ringhals 1 var strålnivåerna detta år cirka 15-20 procent lägre än vid föregående års revisionsavställning för flertalet av reaktorns primära system. Revisionsdosen blev 0,78 manSv vilket var den lägsta sedan startåret. Tidigare genomförda strålskyddsåtgärder vid blocket har bidragit till det goda strålskyddsläget. Exempelvis utgör numera dosen per åtgärdat drivdon i samband med årligen återkommande drivdonsservice endast bråkdelar av tidigare års värden.

Revisionerna vid Ringhals 2, 3 och 4 har i stort varit av normal omfattning. Strålnivåerna i reaktorsystemen var generellt sett något lägre under år 2001 än de för föregående år. Revisionsdoserna för reaktorerna blev 0,33 manSv, 0,26 manSv respektive 0,29 manSv. Orsakerna till det gynnsamma strålskyddsläget för de tre tryckvattenreaktorerna i Ringhals kan härledas till de rutiner som utarbetats för normal- respektive reningsdrift, reaktorkemi, materialval samt krav på renhet i systemen. Revisionerna vid Ringhals 3 och 4 blev något förlängda på grund av tillkommande provning och kontroll av reaktortankens anslutningsstutsar till huvudcirkulationskretsarna (safe ends). En framtida ökad provningsomfattning och eventuellt även reparationsåtgärder på safe ends kan förutses.

### Stråldoser till personal

Under år 2001 blev den sammanlagda stråldosen till personal inklusive entreprenörer vid de svenska kärnkraftverken 6,7 manSv. Ett antal faktorer samverkar till det goda resultatet: Planerade underhålls- och ombyggnadsarbeten genomfördes på ett strålskyddsmässigt bra sätt och tillkommande arbeten var inte särskilt doskrävande. Strålningsnivåerna vid de flesta reaktorerna var fortsatt låga, till stor del beroende på tidigare införda dosreduceringsåtgärder. Inträffade bränsleskador gav inte upphov till några allvarligare effekter på strålskyddsområdet. Diagram 1 visar dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken 1992-2001.

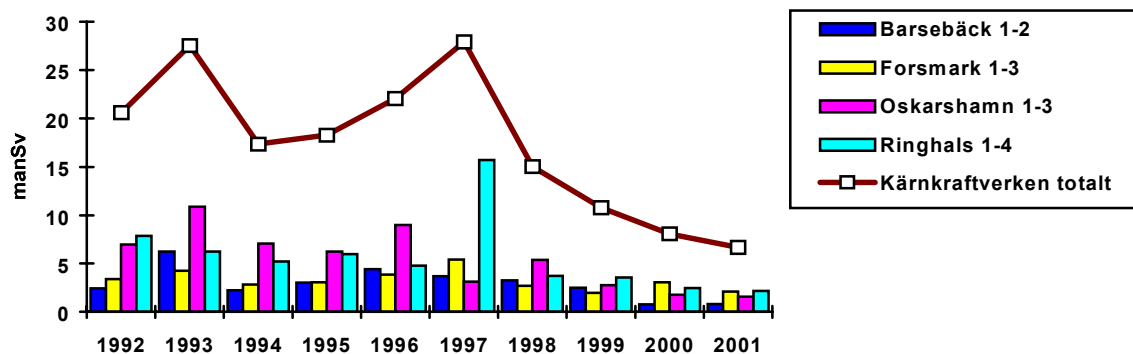


Diagram 1. Årlig total stråldos (manSv) till personal vid svenska kärnkraftverk.

	Total stråldos (manSv)	Max individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer <sup>1</sup> med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäck	0,8	10,9	1,1	699
Forsmark	2,1	15,8	1,8	1171
Oskarshamn	1,6	13,9	1,7	955
Ringhals	2,2	16,8	1,7	1290

<sup>1)</sup> Eftersom en person under ett år kan arbeta vid flera olika verk så kan inte posterna i kolumnen summeras för att få fram det totala antalet personer som fått en registrerad dos.

Tabell 1. Sammanställning av persondoser vid kärnkraftverken 2001.

Medeldosen till personalen blev 1,8 mSv under år 2001 vilket är lägre än närmast föregående år (år 2000: 2,0 mSv, 1999: 2,2 mSv). Under år 2001 erhöll 3639 personer en registrerad dos.

Ingen person har fått stråldoser över fastställda dosgränser<sup>4</sup>. Högsta registrerade stråldos under år 2001 blev 19,6 mSv (år 2000 fick en person en stråldos över 20 mSv och under år 1999 var motsvarande antal sex personer). Två personer har erhållit interndoser överstigande 0,25 mSv (0,3 mSv respektive 1,1 mSv) till följd av intag av radioaktiva ämnen.

### Utsläpp till omgivningen

Utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar sker både till luft och till vatten. Mätning och rapportering av utsläpp ska utföras i enlighet med föreskrifter fastställda av SSI. SSI tog under år 2000 beslut om nya utsläppsföreskrifter vilka trädde i kraft den 1 januari 2002. Under år 2001 gällde dock fortfarande de äldre föreskrifterna, SSI FS 1991:5.

I diagram 2 och 3 redovisas de stråldoser som utsläppen av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken gav upphov till under år 2001. Stråldoserna anges i procent av referensvärdet och är beräknade för de mest utsatta individerna (den kritiska gruppen). Det gällande referensvärdet är 0,1 mSv per år till en person ur den kritiska gruppen. Referensvärdet kommer från och med år 2002 att utgöra en särskild dosgräns. I diagram 2 redovisas doserna för utsläpp till luft och vatten med undantag för radionukliden kol-14. Diagram 3 visar motsvarande doser för dels de totala utsläppen av radionuklider, dels separat för utsläppen av kol-14 till luft från kärnkraftverken. De högre stråldoserna vid Ringhalsverket beror på bidraget av kol-14 från de tre tryckvattenreaktorerna i kombination med en förhållandevis låg utsläppshöjd.

Sammanfattningsvis kan konstateras att stråldoserna till allmänheten i anläggningarnas närhet under 2001 ligger under 1 procent av gällande referensvärde till följd av ett års utsläpp, utom för en anläggning där motsvarande värde är ungefär 7 procent.

<sup>4</sup> För ett enstaka år är dosgränsen 50 mSv. Under fem på varandra följande år får summan av en persons stråldoser högst uppgå till 100 mSv.

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 men kommer från och med år 2002 att bestämmas genom mätningar. För att utsläpp till vattenmiljön ska vara tillåtet måste aktiviteten i ett dirigeringsprov (ett prov taget direkt från utsläppstanken) vara lägre än en förutbestämd nivå. I samband med att utsläppet sker tas även ett proportionellt vattenprov som genomgår en mer detaljerad analys, varefter provet arkiveras. Sammanvägda månadsprov och årsprov på utsläppsvatten skickas till SSI för kontrollmätning.

Anläggningarna utför omgivningskontrollprogram enligt instruktioner utfärdade av SSI. Ett begränsat urval av de omgivningsprover som tas mäts också av SSI. Cesium-137 som härstammar från olyckan i Tjernobyli 1986, dominerar fortfarande i de prover som tas inom kontrollprogrammet.

I de prover som tas från vattenmiljön kan även ett antal andra radioaktiva ämnen detekteras i kraftverkens närområden, bland annat i prover av alger och bottensediment. Detta överensstämmer med erfarenheter från tidigare driftår. I fiskprover kan vanligen bara Cs-137 detekteras. Prover tagna i landmiljön kring kärnkraftverken innehåller mycket låga halter av radioaktiva ämnen med ursprung från verkens utsläpp.

SSI genomför inspektioner för att följa upp efterlevnaden av gällande föreskrifter. Erfarenheterna från 2001 års inspektioner finns redovisade i en särskild SSI-rapport.

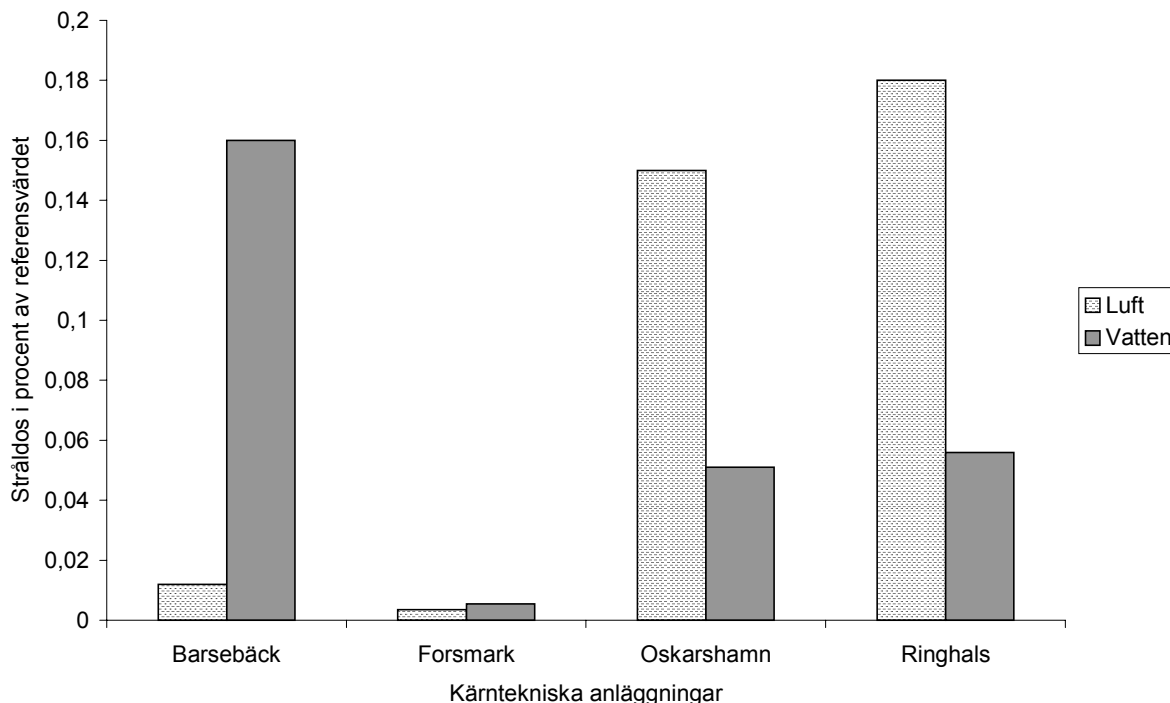


Diagram 2. Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten exklusive kol-14 från kärntekniska anläggningar år 2001, redovisade som procent av referensvärdet.

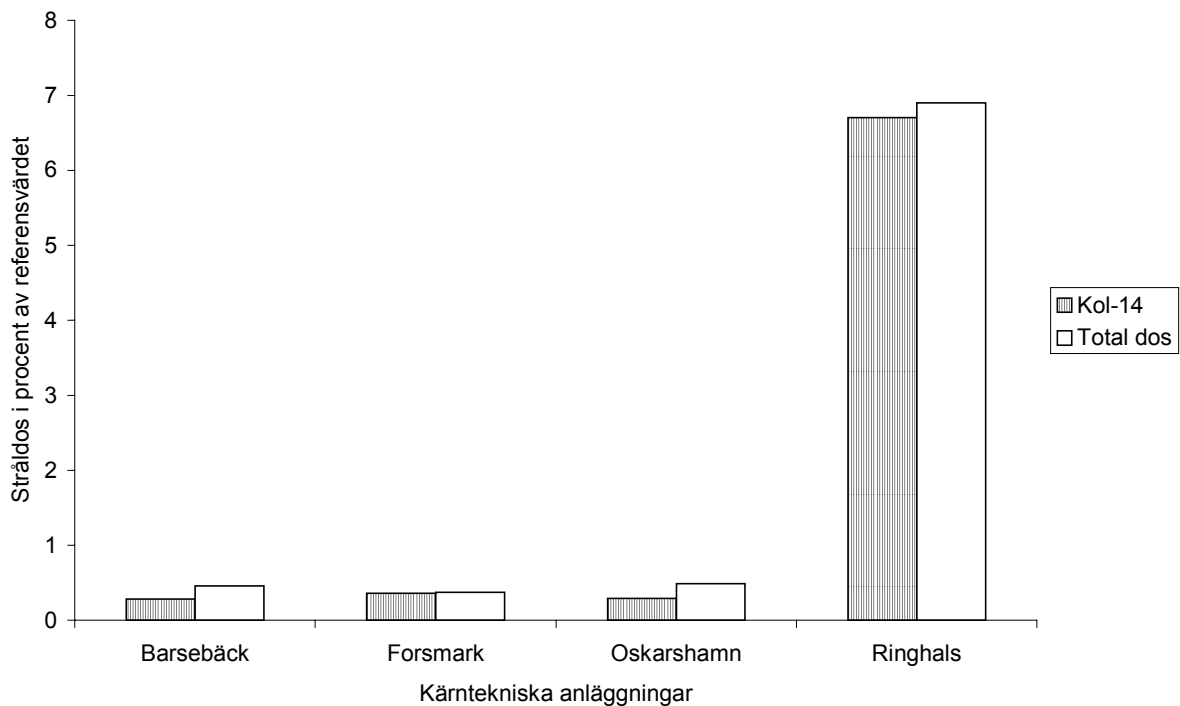


Diagram 3. Utsläpp av kol-14 till luft från kärnkraftverken samt totala utsläppen av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar under år 2001, redovisade som procent av referensvärdet. De högre stråldoserna vid Ringhalsverket beror på bidraget av kol-14 från de tre tryckvattenreaktorerna med en förhållandevis låg utsläppshöjd.

### Nya föreskrifter

De nya utsläppsföreskrifterna, *Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar*, SSI FS 2000:12, gäller från år 2002 och håller nu på att införas. De viktigaste förändringarna i de nya föreskrifterna jämfört med tidigare är följande:

- Tillämpningsområdet har utvidgats och omfattar förutom kärnkraftstationer även Studsvik AB, Westinghouse Atom AB, Ranstad Mineral AB samt anläggningarna för slutligt omhändertagande av använt bränsle 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 var tidigare ett referensvärde. I anslutning till detta införs en särskild undersökningsgräns om stråldosen skulle överstiga en tiondel av dosgränsen. Nya dosberäkningar skall då genomföras som bygger på realistisk kritisk grupp och mer realistiska antaganden som till exempel de meteorologiska observationer som kontinuerligt görs vid anläggningarna.
- Bestämmelser om beräkning av kollektivdos samt begrepp som normutsläpp utgår i de nya föreskrifterna.
- För kärnkraftstationer införs nya krav på redovisning av referens- och målvärden. Avsikten är att referensvärdena ska visa den normala, optimerade utsläppsnivån som

är möjlig att uppnå under drift för respektive reaktor. Målvärden innebär att kärnkraftstationerna årligen ska 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 ska 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 och utformningen av utsläppsrapporteringen liksom tidpunkten under ett kalenderår när rapportering ska genomföras har ändrats jämfört med tidigare. Istället för månadsvis rapportering kommer uppgifter från såväl utsläpps- som omgivningskontroll att rapporteras på halvårsbasis. I gengäld kommer årsrapporten att göras mer utförlig och innehåller förutom utsläppsdata även utvärdering och förklaring av resultaten med osäkerhetsanalyser samt beräkning av dos till kritisk grupp.

## 8. Avfallshantering

### Sammanfattning

Hantering av kärnavfall vid kärnkraftverken inklusive driften av slutförvaret för låg- och medelaktivt driftavfall (SFR-1) och mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) har i huvudsak fungerat väl.

### Hantering och slutförvaring vid kärnkraftverken

Vid kärnkraftverken behandlas radioaktivt driftavfall för att kunna slutförvaras. Visst lågaktivt avfall deponeras i lokala markförvar vid Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Avfall med högre aktivitetsinnehåll deponeras i slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR-1, vid Forsmarksverket.

Under året har det konstaterats att en avfallstyp från Forsmarksverket med oklara egenskaper för slutförvarets långtidsegenskaper i SFR genererats och deponerats under en lång följd av år. Avvikelsen har medfört att SKI dragit in tillståndet för deponering av den aktuella avfallstypen i SFR. SKI och SSI har begärt en redovisning av SKB av vilken effekt avfallet eventuellt kan ha på den långsiktiga säkerheten.

Innan kärnavfall får föras till SFR-1 för deponering ska en typbeskrivning av avfallet vara granskad och godkänd av SKI och SSI. Myndigheterna har fastställt riktlinjer för typbeskrivningar och granskningsförfarande. Dessa innebär att nya avfallstyper måste granskas och godkännas innan rutinmässig tillverkning får startas. Hittills har drygt trettio avfallstyper granskats och godkänts inom ramen för myndigheternas arbetsgrupp MAAS.

Under år 2001 har 1 360 m<sup>3</sup> avfall deponerats i SFR-1 och totalt sedan starten 28 976 m<sup>3</sup>, vilket utgör 46 % av tillgängligt utrymme.

Vid SFR har 4 rapportervärda händelser enligt kategori 2 i SKIFS 1998:1 inträffat under året. SKI har följt upp att åtgärder vidtagits med anledning av händelserna.

Under år 2001 har SKI och SSI vid kärnkraftverken genomfört samordnade inspektioner av efterlevnaden av typbeskrivningar. Sammanfattningsvis kan myndigheterna konstatera att avfallshantering sker på ett tillfredsställande sätt, men att det finns vissa brister, främst vad gäller kvalitetssäkringen av verksamheten.

SSI har under 2001 beslutat om föreskrifter om hantering av radioaktivt avfall och kärnavfall vid kärntekniska anläggningar (SSI FS 2001:1). Föreskrifterna trädde i kraft den 1 januari 2002 och innehåller bland annat krav på planering av avfallshantering, registrering av avfall samt rapportering till SSI.

SKI har under året tagit beslut om föreskrifter rörande slutförvar efter förslutning (SKIFS 2002:1).

Under 2001 har 445 m<sup>3</sup> deponerats i markförvaret vid Forsmark. Den totala mängden avfall som deponerats i markförvar vid kärnkraftverken uppgår nu till ca 13 500 m<sup>3</sup>. Inför 2001 års deponeringskampanj i Forsmark uppdragades att man vid den förra



deponeringskampanjen 1999 av misstag deponerat ett stort antal rökdetektorer. Vid 2001 års deponeringskampanj identifierades och återtogs därför de aktuella kollina. Vid öppnandet av deponin visade det sig även att vatten trängt in i deponin, vilket för närvarande utreds. Under 2001 har Forsmarks Kraftgrupp AB dessutom ansökt hos SSI om tillstånd att bygga ut markförvaret.

Avfall behandlas dessutom vid Studsvik, där förbränning av sopor och smältning av metallskrot sker, se nedan. Signifikanta mängder skrot mellanlagras vid kärnkraftverken och CLAB, i de flesta fall i avvaktan på uppförande av ett slutförvar för långlivat avfall. Små mängder lågaktivt avfall friklassas för fri användning, förbränns, eller deponeras på kommunalt eller eget avfallsupplag.

### **Använt kärnbränsle**

Använt kärnbränsle och långlivat avfall mellanlagras vid CLAB, vilket är beläget vid Oskarshamns kärnkraftverk (OKG). OKG sköter den dagliga driften på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB, som är tillståndshavare.

Under året har CLAB tagit emot 224,6 ton, som uran och 4 stycken hårdkomponentbehållare. Totalt fanns vid årets slut 3651,7 ton, som uran samt 94 hårdkomponentkassetter och 39 PWR kassetter (från Ringhals). Den totala kapaciteten för lagring är 5000 ton uran och hårdkomponenter.

Den nu pågående utbyggnaden av etapp två kommer att medföra att lagringskapaciteten ökas så att allt kommande bränsle och interndelar från reaktordriften kan omhändertagas.

Under året har fyra rapportervärda händelser enligt kategori två enligt SKIFS 1998:1 inträffat. En av dessa rörde fel i både hård- och mjukvaran för styrdatorerna i kontrollrummet. Detta medförde att kontrollrummet inte hade fullständig överblick över processerna. Dock påverkades aldrig säkerheten för anläggningen, eftersom man vid behov hade kunnat nödstyra anläggningen på ett säkert sätt. Som grund ligger de förhållandevis långsamma processerna med förhöjda vattentemperaturer i bränslebassängerna som finns vid CLAB.

Utbyggnaden av CLAB etapp två har fortlöpt med inredningen av bergsal för förvaring av bränsle. SKI har fortlöpande följt säkerhetsarbetet och har bland annat granskat hanteringen, framförallt i kvalitetssäkringen vid ärendehanteringen, där vissa brister upptäckts.

### **Hantering vid anläggningarna i Studsvik**

Studsvik Holding AB hanterar kärnavfall från svenska kärnkraftverk. Främst sker förbränning av sopor och smältning av metaller. Under år 2001 har bland annat 21 ton sopor från Barsebäck mottagits för förbränning. Cirka 170 ton skrot från kärnkraftverken har behandlats vid smältanläggningen för att minska avfallsvolymer och möjliggöra återvinning av metaller.

## 9. Haveriberedskap

SKI har under året följt upp haveriberedskapsverksamheterna vid alla kärnkraftanläggningar. Dessa uppföljningar visade bl.a. att det vid anläggningarna kvarstod flera av de brister som SKI identifierat vid tidigare inspektioner. SKI drog därför slutsatsen att respektive tillståndshavare behöver ta ett samlat grepp över beredskapsfrågorna för att säkerställa att organisation, utrustning, kompetens och bemanning ger tillräckligt goda förutsättningar för att hantera olika haverisituationer. Det gäller bland annat resurser i form av personal och kompetens vid snabba haveriförlopp och övning av snabba haveriförlopp.

Trots dessa avvikelser och förbättringsbehov anser SKI att beredskapen vid kärnkraftanläggningarna upprätthålls på en godtagbar nivå, men att fortsatt utveckling är nödvändig.

SKI har under året fortsatt arbetet med att förbättra tillgången till snabb och tillförlitlig information för beslutsfattarna i syfte att stärka förmågan hos de olika aktörerna att genomföra tidiga skyddsåtgärder i hot- och haverisituationer. Som ett led i detta arbete har SKI krävt förbättrad rapportering från anläggningarna till SKI vid händelser som avviker från normal drift. SKI har även ställt krav på att kraftföretagen skall redovisa de analyser av kompetens och bemanning som ligger bakom beredskapsorganisationens bemanning. Åtgärder pågår för närvarande på anläggningarna för att uppfylla de krav SKI ställt.

SKI har i samverkan med andra beredskapsaktörer också fortsatt arbetet för att effektivisera beredskapen i händelse av nukleära olyckor. Ett flertal övningar och utbildningar har genomförts, där SKI och SSI medverkat.

Till följd av terrorattackerna i USA den 11 september har SKI haft kontakter främst med de kärntekniska anläggningarna, SSI, Rikskriminalpolisen, Säkerhetspolisen och Luftfartsinspektionen. SKI har härvidlag försäkrat sig om att de kärntekniska anläggningarna vidtar nödvändiga åtgärder, inklusive planeringen vid en förändrad hotbild. SKI har vidare tillsammans med SSI genomfört en översyn av befintliga beredskapsplaner med avseende på terrorangrepp eller hot om sådana. Vid flera av anläggningarna har beredskapsövningar genomförts där scenariot varit terroristangrepp. SKI följer upp utfallet av dessa övningar.

./.



[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 STRÅLSKYDDSIINSTITUT**  
Swedish Radiation Protection Authority

**POST/POSTAL ADDRESS** SE-171 16 Stockholm  
**BESÖK/OFFICE** Karolinska sjukhusets område. Hus Z 5  
**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)