



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

# 2010:11

Strålsäkerhetsläget vid de  
svenska kärnkraftverken 2009



Titel: Strålsäkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken 2009.  
Rapportnummer: 2010:11  
Författare: SSM  
Datum: april 2010

Denna rapport har tagits fram på regeringens uppdrag enligt regleringsbrev för 2010 avseende Strålsäkerhetsmyndigheten.



# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>2</b>
Drifthändelser under 2009 .....	2
Större förändringar av anläggningarna.....	2
Barriärer och skyddssystem .....	3
Ledning, styrning och organisation samt kompetens och bemanning .....	4
Avfallshantering .....	4
Fysiskt skydd .....	5
Kärnämneskontroll .....	5
Beredskap .....	5
Strålskydd .....	6
<b>1. Utgångspunkter och bedömningsgrunder</b> .....	<b>7</b>
Grundläggande principer för kärnsäkerhet och strålskydd.....	7
<b>2. Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse</b> .....	<b>11</b>
Forsmark 1 .....	11
Forsmark 2.....	12
Forsmark 3.....	12
Oskarshamn 1.....	13
Oskarshamn 2.....	14
Oskarshamn 3.....	15
Ringhals 1 .....	15
Ringhals 2 .....	16
Ringhals 3.....	17
Ringhals 4.....	17
<b>3. Större förändringar av anläggningarna</b> .....	<b>19</b>
Säkerhetsmoderniseringar.....	19
Tillstånd för höjning av termisk effekt .....	20
<b>4. Barriärer och skyddssystem</b> .....	<b>23</b>
Barriärerna och kraven på kontroll .....	23
Skademekanismer och skadeutvecklingen i stort .....	23
Tillståndet hos barriärer och skyddssystem .....	25
<b>5. Ledning, styrning och organisation samt kompetens och bemanning</b> .....	<b>27</b>
Forsmarks Kraftgrupp AB .....	27
OKG Aktiebolag .....	29
Ringhals AB .....	29
<b>6. Avfallshantering</b> .....	<b>31</b>
<b>7. Fysiskt skydd</b> .....	<b>33</b>
<b>8. Kärnämneskontroll</b> .....	<b>35</b>
<b>9. Beredskap</b> .....	<b>37</b>
Forsmarks Kraftgrupp AB .....	37
OKG Aktiebolag .....	37
Ringhals AB .....	38
<b>10. Strålskydd</b> .....	<b>39</b>
Utsläpp av radioaktiva ämnen .....	39
Strålskydd för personal .....	41

# Sammanfattning

Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM:s) regleringsbrev ska myndigheten senast den 3 maj 2010 till regeringen redovisa strålsäkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken. Föreliggande rapport utgör denna redovisning.

SSM:s samlade bedömning är att strålsäkerhetsläget, dvs. kärnsäkerheten, det fysiska skyddet inkl. kärnämneskontrollen och strålskyddet, vid de svenska kärnkraftverken upprätthålls på en acceptabel nivå.

## Drifthändelser under 2009

Under året har det inträffat två händelser som klassats som kategori-1 enligt SSMFS 2008:1, vilket innebär att SSM:s tillstånd krävs för att få återstarta kärnkraftsreaktorn. Båda dessa händelser har inträffat på Ringhals 1.

Den ena händelsen innebar att funktioner i den missödesövervakningskedja som övervakar att primärsystemet är tätt i reaktorinneslutningen (I-kedjan) inte var driftklar p.g.a. att man glömt att återställa en blockering av säkerhetsvillkor. Den automatiska utlösningen av isolering av inneslutningen hade inte fungerat om ett inre rörbrott hade inträffat. Övrig instrumentering fungerade dock så att man vid behov hade kunnat utlösa isoleringen manuellt från kontrollrummet. Händelsen har klassificerats som en s.k. INES-1 på den internationella bedömningsskalan för inträffade händelser.

Vid den andra kategori-1 händelsen uppdagades förhållanden som innebar att härdnödkylsystemet vid funktion skulle ha uppvisat pendlningar i systemflödet. Dessa pendlningar hade överskridit den nivå som tillåts enligt säkerhetsredovisningen. Förhållandena uppdagades i samband med analys av en obefogad start av härdnödkylsystemet den 18 december 2008. Systemegenkaperna blev Ringhals AB (RAB) fullt medveten om först under våren 2009. Händelsen har klassificerats som en INES-1. Bristerna som orsakade dessa två händelser är åtgärdade och granskade av SSM och myndigheten har också godkänt återstart av Ringhals 1.

Under året har 339 händelser av mindre allvarligt slag, s.k. kategori-2 händelser, inträffat vid kärnkraftverken. Dessutom har 17 snabbstopp inträffat på 8 av reaktorerna.

Ingen av de inträffade händelserna har medfört något hot mot säkerheten eller risk för utsläpp till omgivningen.

## Större förändringar av anläggningarna

Kärnkraftsindustrin är sedan ett antal år inne i en mycket intensiv period. Det pågår moderniseringar i syfte att öka säkerheten samtidigt som det genomförs åtgärder för att förstärka det fysiska skyddet i syfte att försvåra intrång i anläggningarna. Därutöver genomförs åtgärder för att höja den termiska

effekten i flera av reaktorerna. Detta innebär sammantaget stora och komplexa förändringsarbeten och man kan konstatera att organisationerna varit ansträngda. Ändringsprojekten har blivit kraftigt försenade med förlängda stilleståndstider och produktionsbortfall som följd.

Stora moderniseringsåtgärder har genomförts på Ringhals 1, Ringhals 2 och Oskarshamn 3 och därtill effekthöjningsåtgärder på Oskarshamn 3. Dessa åtgärder var ursprungligen planerade att genomföras tidigare år, men har blivit försenade och har genomförts under 2009.

Orsakerna till förseningarna har bl.a. varit behov av komplettering av säkerhetsdokumentationen innan ingreppen har kunnat påbörjas, brist på leverantörer, förseningar hos kontrakterade leverantörer och oförutsedda händelser. Sammantaget ser SSM brister i tillståndshavarnas förmåga att hantera de stora ändrings- och analysprojekten och utmaningarna på leverantörssidan. Detta mot bakgrund av att tillståndshavarna har det fulla och odelade ansvaret för att nödvändiga åtgärder blir genomförda och att dessa blir gjorda på ett riktigt sätt.

Internationellt har man uppmärksammat den stora efterfrågan på komponenter till kärnkraftverk och att tillverkarna inte kunnat möta efterfrågan. Man har också sett exempel på underleverantörer som inte klarar kvalitetskraven.

## Barriärer och skyddssystem

### *Bränsle och bränslekapsling*

Under 2009 rapporterades två bränsleskador, en i Forsmark 1 och en i Forsmark 3. De skadade bränsleelementen har bytts ut. Skadorna hålls under observation och det finns en beredskap för att byta ut skadat bränsle om skadorna överstiger de gränsvärden som Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) tillämpar.

### *Primärsystem*

Det har bara förekommit skador i anläggningarnas primärsystem i en anläggning, Ringhals 4. I de tre ånggeneratorerna har 3,5 procent av tuberna pluggats p.g.a. skador i någon form. Ett utbyte av ånggeneratorerna planeras till 2011.

### *Reaktorinneslutningar*

Inga skador eller andra allvarliga brister har uppdagats i anläggningarnas reaktorinneslutningar. Uppföljning av tidigare mindre läckage på Ringhals 1 och Ringhals 2 har gjorts. Det finns inga tecken på tillväxt eller andra förändringar av de defekter i den tätande plåten som sedan tidigare har orsakat de små läckagen.

### *Styrstavar*

De styrstavsvsproblem som upptäcktes på Forsmark 3 och Oskarshamn 3 2008 har fortsatt under 2009. Vid den ordinarie revisionsavställningen 2009 konstaterades att sprickor återigen hade uppstått i styrstavsskaften, trots nyinstallationen efter den första upptäckten av sprickor. Anläggningarna fick tillstånd att återstarta i september 2009 för en begränsad period fram till re-

visionsavställningen 2010. Den mer långsiktiga lösningen på styrstavsproblemen har ännu inte redovisats men SSM följer det pågående arbetet med att ta fram lösningen.

## Ledning, styrning och organisation samt kompetens och bemanning

Samtliga kärnkraftverk har bedrivit en omfattande ändringsverksamhet under 2009 och man kan konstatera att organisationerna varit ansträngda.

Den särskilda tillsynen som myndigheten har bedrivit mot FKA sedan september 2006 upphörde under våren 2009. SSM bedömde då att FKA genomfört de åtgärder som SSM förelade FKA 2006. En del i den särskilda tillsynen inriktades mot att följa upp det åtgärdsprogram kring säkerhetskulturförändringar som FKA har bedrivit sedan 2007.

Sedan sommaren 2009 bedriver SSM särskild tillsyn av Ringhals kärnkraftverk. Bakgrunden är att SSM under en längre tid hade identifierat och påtalat oacceptabla brister vid Ringhals kärnkraftverk inom områdena ledning och styrning, spårbarhet av interna beslut samt efterlevnad av rutiner och instruktioner. RAB förelades att initiera nödvändiga åtgärder för att komma tillrätta med problemen och fortlöpande rapportera åtgärdernas genomförande till myndigheten. RAB har redovisat en åtgärdsplan som för närvarande granskas av SSM.

## Avfallshantering

SSM bedömer att det löpande omhändertagandet av det låg- och medelaktiva avfallet sker på ett acceptabelt sätt. Det finns dock områden vid samtliga kärnkraftverk där arbetet behöver förstärkas.

De stora mängder avfall som för närvarande uppstår genom de omfattande moderniserings- och effekthöjningsarbeten som genomförs vid samtliga svenska kärnkraftverk innebär delvis nya utmaningar och nya problem. Den stora mängden aktivt skrot som uppstår behöver omhändertas på ett sätt som är acceptabelt från såväl personalstrålskydds- som slutförvarssynpunkt.

De metoder som tillämpas för att bestämma innehållet av de viktigaste radionukliderna i förbrukade jonbytarmassor har utvecklats betydligt under senare år som en följd av myndighetens tillsyn och p.g.a. att tidigare approximativa uppskattningar nu har ersatts av faktiska mätningar. De restriktioner som sedan 2003 gällt för delar av avfallet från Ringhals kärnkraftverk har därmed hävts.

Ännu återstår restriktioner för deponering av jonbytarmassor från Forsmarks och Ringhals kärnkraftverk i förvarsdelen BMA. För Forsmarks vidkommande är mellanlagringskapaciteten på anläggningen begränsad och för närvarande bedömer FKA att man har kapacitet att mellanlagra avfall från ytterligare något års produktion.



## Fysiskt skydd

Sammantaget bedömer SSM att kärnkraftverken på ett acceptabelt sätt har genomfört åtgärder för att förstärka det fysiska skyddet vid sina anläggningar. Nivån på det fysiska skyddet har höjts väsentligt sedan 2007 då föreskrifterna om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar trädde ikraft. Kärnkraftverken har dock ännu inte genomfört alla åtgärder som krävs enligt SSM:s föreskrifter. SSM gör bedömningen att de tillfälliga åtgärder som genomförts innebär att den höjda skyddsförmågan är tillräcklig fram till dess att de permanenta åtgärderna har genomförts. Detta bedömer SSM ska vara gjort senast vid utgången av 2011.

Bakgrunden till att kärnkraftverken ännu inte genomfört alla åtgärder som krävs för att uppfylla de aktuella föreskrifterna är att åtgärderna är omfattande och präglas av stor komplexitet. Införandet av nya system och metoder har visat sig vara mer komplicerat än vad som bedömdes i samband med att föreskrifterna togs fram. Omfattande åtgärder vid kärnkraftreaktorerna för modernisering och införande av fysiskt skydd har pågått parallellt och brist på resurser inom konstruktionsområdet har uppstått.

## Kärnämneskontroll

SSM bedömer att kärnkraftverken uppfyller nationella och internationella krav på kärnämneskontroll.

## Beredskap

SSM ser positivt på utvecklingen av beredskapsverksamheten vid de svenska kärnkraftverken och konstaterar att beredskapen har stärkts under 2009. Sammanfattningsvis har kärnkraftverken beredskapsorganisationer och beredskapsplaner som ger förutsättningar att kontrollera och begränsa de förhållanden som kan uppkomma vid ett haveri.

Bland de åtgärder som genomförts kan nämnas att FKA har ökat driftledningens närvaro på anläggningen under dygnets alla timmar. Vakthavande ingenjör (VHI) finns nu ständigt på plats inom anläggningsområdet med 15 minuters inställetid till kontrollrummen. Kärnkraftverket har också infört ett VHI-stöd som ska avlasta vakthavande ingenjör.

OKG har tillfört beredskapsverksamheten resurser i form av fler tjänster under de senaste åren, vilket har gjort att verksamheten har utvecklats.

FKA och OKG har infört en tredje larmnivå, utöver larm om höjd beredskap och haveri. Nivån innebär att vakthavande ingenjör kan sammankalla beredskapsledningen för en snabb orientering om en extraordinär händelse skulle inträffa.

## Strålskydd

SSM:s bedömning är att det finns ett behov av fortsatta utsläpps begränsande åtgärder vid samtliga anläggningar. Sådana insatser pågår också i olika omfattning i enlighet med SSM:s krav och i fastställda miljödomar.

Kollektivdosen till personal vid de svenska kärnkraftverken blev under 2009 betydligt större än de närmast föregående åren. Det förhållandevis stora dosutfallet har inte varit oväntat och kan förklaras med de omfattande moderniseringsarbeten som genomförts under året vid samtliga anläggningar.

Det finns förbättringsbehov när det gäller förberedelserna inför stora arbeten. SSM har vid flertalet tillfällen pekat på vikten av att underlag för planering av arbeten som har relevans för strålskyddet tas fram i god tid. Detta för att kunna vidta nödvändiga skyddsåtgärder och optimera dessa på ett bra sätt.

SSM:s allmänna bedömning är att man vid samtliga anläggningar hanterat incidenter och andra uppkomna strålskyddsrelaterade situationer på ett tillfredställande sätt.

# 1. Utgångspunkter och bedömningsgrunder

Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM:s) regleringsbrev ska myndigheten senast den 3 maj 2010 till regeringen redovisa strålsäkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken. Föreliggande rapport utgör denna redovisning och avgränsas enligt uppdraget till kärnkraftverken och deras verksamhet. För att få en heltäckande redovisning fordras dock viss redovisning även av angränsande verksamheter. Exempel på detta är att avfall som produceras på kärnkraftverken måste ges egenskaper som är anpassade till den hantering av avfallet som sker utanför kraftverken.

Av lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) följer att den som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet har det fulla och odelade ansvaret för att vidta de åtgärder som behövs för att upprätthålla säkerheten. Lagen föreskriver att säkerheten ska upprätthållas genom att tillståndshavarna vidtar de åtgärder som krävs för att förebygga

- fel i eller felaktig funktion hos utrustning
- felaktigt handlande hos personal
- andra omständigheter som kan leda till en radiologisk olycka.

På motsvarande sätt föreskriver strålskyddslagen (1988:220) att den som bedriver verksamhet med strålning ska vidta de åtgärder och iaktta de försiktighetsmått som behövs för att hindra eller motverka skada på människor, djur och miljö.

SSM ska i sin tillsyn tydliggöra innebörden av tillståndshavarnas ansvar. Myndigheten ska också förvissa sig om att tillståndshavarna lever upp till ställda krav och villkor för verksamheten, samt uppnår hög kvalitet i sitt säkerhets- och strålskyddsarbete.

## **Grundläggande principer för kärnsäkerhet och strålskydd**

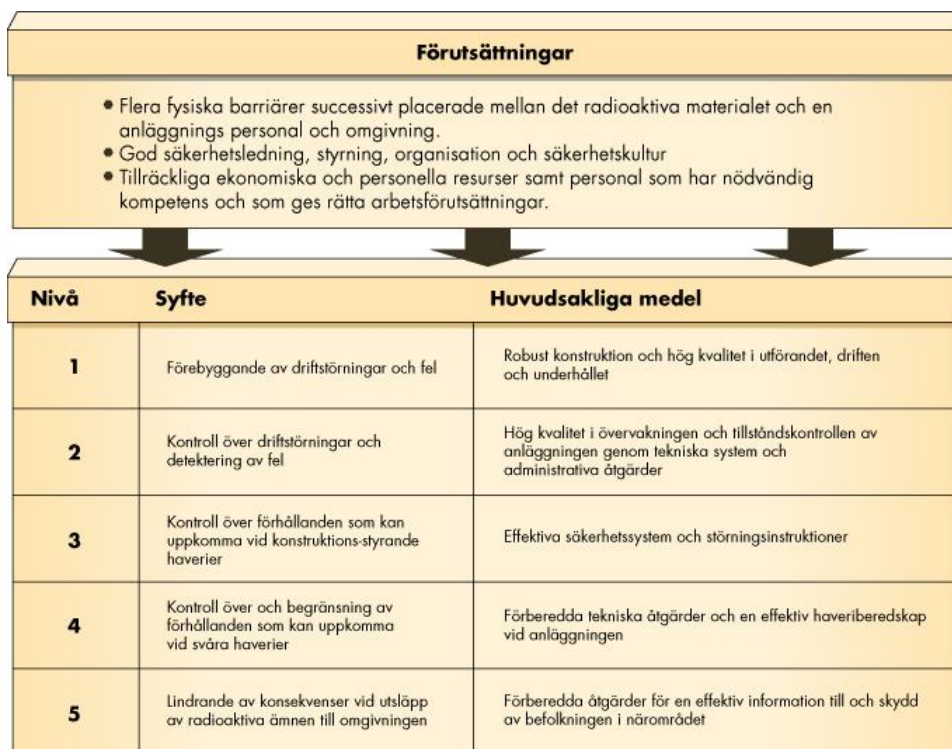
Enligt 1 § 2 kap. SSMFS 2008:1 ska radiologiska olyckor förebyggas genom en för varje anläggning anpassad grundkonstruktion i vilken ska ingå flera barriärer och ett för varje anläggning anpassat djupförsvar enligt figur 1.

Djupförsvaret innebär bl.a. att det finns ett antal fysiska barriärer placerade mellan det radioaktiva materialet och en anläggnings personal och omgivning. För kärnkraftreaktorer i drift består barriärerna av själva bränslet (bränslekuts), bränslekapslingen, reaktorns tryckbärande primärsystem och reaktorinneslutningen.

Dessutom innebär djupförsvaret att det vid anläggningen finns en god säkerhetsledning, styrning, organisation och säkerhetskultur samt tillräckliga eko-

nomiska och personella resurser. Personal ska också ha nödvändig kompetens och ges de rätta arbetsförutsättningarna.

Inom djupförsvaret tillämpas olika typer av tekniska system, operationella åtgärder samt administrativa rutiner för att skydda barriärerna och vidmakthålla deras effektivitet. Det gäller både under normaldrift och under de driftstörningar och haverier som kan inträffa. Om skyddet misslyckas ska åtgärder finnas förberedda som begränsar och lindrar konsekvenserna av en svårare olycka.



Figur 1. Förutsättningar för djupförsvaret och de olika nivåerna i detta försvar.

Analysen sker av vilka barriärer och delar i djupförsvaret som måste vara i funktion vid olika driftlägen. När en anläggning är i full drift ska samtliga barriärer och delar av djupförsvaret vara i funktion. När anläggningen är avställd för underhåll, eller då någon barriär eller del av djupförsvaret är försatt ur funktion av annat skäl, kompenseras detta genom andra tekniska, operativa eller administrativa åtgärder.

Om en nivå i djupförsvaret 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, ska inte kunna äventyra funktionen hos efterföljande nivå. Att de olika nivåerna i djupförsvaret är oberoende av varandra utgör en väsentlig förutsättning i säkerhetsarbetet.

### *Strålskydd*

Även strålskyddet vid kärnkraftverken bedrivs enligt internationellt erkända principer. Principerna väger nyttan mot risken, och slår fast att:

- användningen av strålning ska vara berättigad, det vill säga ingen onödig användning ska tillåtas
- användningen ska optimeras, det vill säga stråldoserna ska hållas så låga som rimligen är möjligt
- doser till individer ska hållas under de dosgränser SSM har beslutat.

De krav som SSM ställer på barriärer och de olika leden i djupförsvaret samt på strålskyddet preciseras i myndighetens föreskrifter och allmänna råd.



## 2. Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse

Under året har det inträffat två händelser som klassats som kategori 1 enligt SSMFS 2008:1, vilket innebär att SSM:s tillstånd krävs för att få återstarta kärnkraftsreaktorn. Båda dessa händelser har inträffat på Ringhals 1.

- 1) Funktioner i missödessekvenskedjan I var ej driftklara under drift.
- 2) Flödespendlingar över det tillåtna i härdsnödkylsystemet.

Händelserna beskrivs närmare under avsnittet om Ringhals kärnkraftverk.

### Forsmark 1

Forsmark 1 har p.g.a. energilagerproblemen för reaktorns huvudcirkulationspumpar, vilket uppmärksammades 2008, körts med effektbegränsning fram till revisionen 2009.

### Snabbstopp

Ett snabbstopp har inträffat vid Forsmark 1 under 2009.

*Utlöst snabbstopp och A-kedja p.g.a. jäsning i reaktortanken vid ventilprov*  
I samband med ventilprov vid 78 procent effekt den 6 mars ledde två kretskortsfel i turbinregulatorn till att regulatorn inte reglerade korrekt. Händelsen resulterade i snabbstopp p.g.a. jäsning. Reaktorn togs ner till kallt avställd reaktor för felsökning och åtgärdande av felen. Efter åtgärd av felen återstartades anläggningen och turbinerna fasades åter den 10 mars.

### Kategori-2 händelser

Under året har 30 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Nedgång på grund av felaktig skalventil*

Den 30 augusti erhöles återkommande larm i form av fel lägesindikering för en ångskalventil. Vid felsökning konstaterades det att stängaindikeringen låg på trots att skalventilen var öppen, varför man gick ner med reaktorn till varm avställd reaktor. Efter åtgärd fasades anläggningen åter till nätet den 1 september.

#### *Bränsleskada*

I oktober upptäcktes förhöjda värden av aktivitet i reaktorvattnet som indikerade en bränsleskada. Bränsleskadan bedömdes som primär och liten. Uppföljning av skadans storlek sker kontinuerligt och det finns en beredskap för att byta ut skadat bränsle om storleken överskrider gränsvärdena.

## Forsmark 2

Forsmark 2 har p.g.a. energilagerproblemen för reaktorns huvudcirkulationspumpar, vilket uppmärksammades 2008, körts med effektbegränsning fram till revisionen 2009.

### Snabbstopp

Tre snabbstopp har inträffat vid Forsmark 2.

#### *Tre snabbstopp i samband med provning vid varm avställd reaktor*

Tre snabbstopp utlöstes mellan kl. 2 och 6 på morgonen den 13 september i samband med provning inför revisionsavställningen. Driftläget var varm avställd reaktor och alla styrtavar var inskjutna. I samband med provningen utfördes åtgärder enligt instruktion, men ett fel begicks i ett elskåp och därmed utlöstes snabbstopp. Senare samma dag erhöles kallvatteninpumpning som resulterade i en reaktivitets- och effektökning, vilket utlöste snabbstoppet igen. Sedan erhöles kallvatteninpumpning ytterligare en gång som resulterade i utlöst snabbstopp ytterligare en gång, orsakat av högt neutronflöde.

### Kategori-2 händelser

Under året har 38 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Läckage*

På grund av läckage i en rörböj togs anläggningen ur drift den 16 april. I samband med detta tidigarelades också bränslebytesstoppet vilket tidigare planerades att starta den 3 maj.

#### *Luft i värmväxlare*

Vid nedgången mot kallt avställd reaktor den 17 april blev två kretsar i en kylkedja ej driftklara, orsakat av luft i systemet. Luften spreds från en värmväxlare till en pump. Luften hade funnits i värmväxlaren sedan revisionen 2008.

## Forsmark 3

### Snabbstopp

Ett snabbstopp har inträffat vid Forsmark 3.

#### *Felaktig driftläggning*

Snabbstopp inträffade vid nukleär värmning under revisionen 2009. Orsaken var felaktig driftläggning av omkopplare. En återställning av utlösta detektorer under testning hade inte utförts. När sedan global kriticitet etablerades så löste snabbstoppet ut.

### Kategori-2 händelser

Under året har 46 kategori-2 brister rapporterats.



### *Bränsleskada*

I oktober konstaterades en primär bränsleskada. Skadan har sedan dess haft en stabil svagt ökande trend. FKA planerar en avställning för utbyte av skadat bränsle till april 2010.

Myndigheten konstaterar att bränsleskadorna fortsätter på Forsmark 3 och att man behöver visa att man har funnit verkningsfulla metoder för att undvika skadorna i framtiden.

### *Fortsatta problem med spruckna styrstavsskaft*

Styrstavsproblemet på Forsmark 3 har fortsatt under 2009. Forsmark 3 återstartade vid årsskiftet 2008/2009 och var i drift fram till sin ordinarie revisionsavställning då det konstaterades att sprickor återigen uppstått i styrstavsskaft som var nyinstallerade. Forsmark 3 fick tillstånd att återstarta i september 2009 för en begränsad period fram till revisionsavställningen 2010. Den mer långsiktiga lösningen på styrstavsproblemen har ännu inte redovisats men SSM följer det pågående arbetet med att ta fram denna.

## **Oskarshamn 1**

### **Snabbstopp**

Fyra snabbstopp har inträffat vid Oskarshamn 1.

### *Felprogrammering*

Till följd av ett läckage i reaktorinneslutningen beslutade OKG att ta anläggningen till driftläge kall avställd reaktor den 1 februari. Inför nedgången planerades att genomföra ett delsnabbstopp från full effekt. Provet inleddes den 1 februari kl. 10, men på grund av fel i logiken snabbstoppades reaktorn. Vid felsökning kunde det konstateras att felet orsakats av en felprogrammering.

### *Ventilfel*

Måndagen den 20 juli i samband med periodisk provning erhöles snabbstopp. En av de ventiler som provades gick inte till förväntat läge vilket ledde till utlösning av snabbstoppet.

### *Luft i nivåmätsystemet*

Inför uppstart påbörjades varma snabbstoppstopp den 23 oktober. Vid ca 1 procent reaktoreffekt och lågt tryck erhöles snabbstopp. Trolig orsak var att luft i nivåmätsystemet påverkade nivåmätningen. När trycket ökat i reaktorn har luften pressats samman och åstadkommit indikering på nivåökning.

### *Ventilfel*

Den 30 oktober löste turbinen ut under uppgång. En ventil öppnade inte som förväntat vilket ledde till snabbstopp på högt tryck i kondensorn. Man hade haft problem med ventilen även före revisionen.

### **Kategori-2 händelser**

Under året har 32 kategori-2 brister rapporterats.

### *Aktivt kondensat utanför turbinbyggnaden*

Den 6 mars upptäcktes att ånga/kondensat trängde ut på utsidan av turbinbyggnaden. Sedan tidigare fanns dessutom ett känt läckage från högtrycksturbinen. Området utanför turbinbyggnaden spärrades av och prov togs på kondensatet. Ingen luftaktivitet detekterades. Reaktoreffekten reduceras till 65 procent i syfte att minska läckagemängden. Senare samma dag beslutades att anläggningen skulle gå till driftläge varm avställd reaktor.

## **Oskarshamn 2**

### **Snabbstopp**

Tre snabbstopp har inträffat vid Oskarshamn 2.

Den 23 september löstes ett snabbstopp ut manuellt i samband med prov på turbin. I instruktionen finns angivet att manuellt snabbstopp ska utlösas vid uppkommen situation, vilket också utfördes. Samtliga säkerhetsfunktioner fungerade helt normalt.

### *Felaktigt mätvärde*

Den 25 september utlöstes manuellt snabbstopp. En felaktig mätpunkt visade på stort matarvattenflöde till reaktortanken. Den automatiska nivåregleringen styrde därmed ner matarvattenflödet, vilket gav sjunkande nivå i tanken. Felet tolkades av kontrollrumspersonalen som ett stort läckage. När reaktornivån inte gick att återställa beslutades att lösa ut manuellt snabbstopp. Ungefär samtidigt utlöstes även det automatiska snabbstoppet på låg nivå.

### *Utebliven manuell ventilmanöver*

Den 29 november utlöstes snabbstopp på hög vattennivå i reaktortanken vid varm avställd reaktor i samband med nedgång till kall avställd reaktor. En ventil stängde inte enligt instruktion. När trycket gick ned steg därför nivån i tanken över utlösningssgränsen.

### **Kategori-2 händelser**

Under året har 32 kategori-2 brister rapporterats.

### *Lång manövertid på snabbstoppventiler*

Under avställningen den 2 augusti uppdagades att man hade lång manövertid på snabbstoppventiler. Om en konstruktionsstyrande händelse hade inträffat under effektdrift kan det inte uteslutas att snabbstoppventilmanövertiden blivit för lång. Anläggningen är analyserad med en felfungerande snabbstoppgrupp. Om ytterligare en snabbstoppgrupp hade felfungerat kan lokal kriticitet inte uteslutas. Styrstavarna hade hela tiden kunnat manövreras in i härden med drivdonsmotorerna. Felorsaken till den långa manövertiden var ett tre år gammalt gummimembran som hade blivit styvt och hårt.

## Oskarshamn 3

### Snabbstopp

Tre snabbstopp har inträffat vid Oskarshamn 3.

#### *Instruktion ej anpassad till ombyggd anläggning*

Den 18 oktober löste rektorsnabbstopp ut i samband med varma snabbstoppstopp. Orsaken var att provinstruktionen inte var anpassad fullt ut till de nya förhållanden som råder efter de stora moderniserings- och effekthöjningsombyggnaderna.

#### *Förkortad utrullning i samband med turbinvibrationer*

Den 30 november löste rektorsnabbstopp ut i samband med nukleära prover. Turbinvibrationer uppkom och vid åtgärder för att förkorta utrullningen av turbinen utlöstes dumpförbud av ånga till kondensorn, i enlighet med instruktionen, med snabbstopp som följdfunktion.

#### *Felaktigt ventilläge*

Den 14 december löste rektorsnabbstopp ut på grund av lågt styroljetryck i vacuumsläckningsventilerna. Man påbörjade en effektminskning, kondensortrycket ökade, man utlöste turbinstopp och erhöll därefter dumpförbud p.g.a. det låga styroljetrycket. Orsaken till att ventilen stängts har inte kunnat fastställas. Ventilen är nu låst i öppet läge.

### Kategori-2 händelser

Under året har 20 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Fortsatta problem med spruckna styrvavsskaft*

Styrvavsproblemet på Oskarshamn 3 har fortsatt under 2009. Oskarshamn 3 var i drift fram till sin ordinarie revisionsavställning då det konstaterades att sprickor återigen uppstått i styrvavsskaft som var nyinstallerade. Oskarshamn 3 fick tillstånd att återstarta i september 2009 för en begränsad period fram till revisionsavställningen 2010. Den mer långsiktiga lösningen på styrvavsproblemen har ännu inte redovisats men SSM följer det pågående arbetet med att ta fram denna.

## Ringhals 1

### Kategori-1 händelser

#### *Funktioner i missödesövervakningskedjan, I, ej driftklara*

Man hade osignalerat blockerat ett säkerhetsvillkor (byglad I-kedja) under drift. Detta innebar att automatisk utlösning av isolering av inneslutningen inte hade fungerat om ett inre rörbrott hade inträffat. Övrig instrumentering fungerade dock så att kontrollrummet vid en händelse hade kunnat utlösa isoleringen manuellt. SSM anser att denna händelse visar på en svag konstruktion samt brister i hanteringen av driftklarhetsrutiner. Händelsen har

klassificerats som en INES-1 på den internationella bedömningskalan för inträffade händelser.

#### *Flödespendlingar över det tillåtna i härnödkylsystemet.*

Den 18 december 2008 inträffade en oreglerad inpumpning med härnödkylsystemet. Motstridiga signaler i logiken som styr flödet medförde att systemflödet pendlande och avvek från det enligt säkerhetsredovisningen tillåtna intervallet. Att dessa förhållanden förelåg blev RAB fullt medveten om våren 2009.

SSM identifierade ett antal brister i hanteringen av denna händelse:

- RAB:s utredning av händelsen var inte tillräckligt bred och djup.
- Handläggare inom RAB kände tidigt till problemet med flödespendlingens betydelse. Vetskapen om detta förhållande förmedlades dock inte till berörd nivå i organisationen.
- Inpumpningen analyserades och värderades inte tillräckligt mot säkerhetsredovisningens kraven.
- RAB drev anläggningen i effekt drift utan att säkerhetsredovisningens kraven på systemet uppfylldes.
- RAB frångick de interna rutinerna för Säkerhetsvärdering i linjen (SIL).

Händelsen har klassificerats som en INES-1.

#### **Snabbstopp**

Ett snabbstopp har inträffat vid Ringhals 1.

#### *Felgrepp med snabbstopp som följd*

Den 9 september löste snabbstopp ut p.g.a. snabb effektökning.

I samband med provdrift under revisionsavställningen på Ringhals 1 orsakade ett felgrepp en händelsekedja som ledde till en mindre jäsning i reaktortanken. När sedan en ventil stänger så innebär detta att jäsningen upphör och i stället fås låg nivå i reaktortanken, vilket ökar inpumpningen av vatten till reaktorn. Denna kallvatteninpumpning orsakar en effekthöjning i reaktorn som är tillräckligt snabb för att lösa ut reaktorns skyddssystem.

#### **Kategori-2 händelser**

Under året har 47 kategori-2 brister rapporterats.

## **Ringhals 2**

#### **Snabbstopp**

Inga snabbstopp har inträffat vid Ringhals 2.

#### **Kategori-2 händelser**

Under året har 38 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Bränslekutshantering*

Den 16 december hittades kutsfragment från ca 1,5-2 kutsar i ett uppsamlingsrör under inspektionsposition för bränslestavar i bränslebassängen.

Kutsfragmenten härstammar från ett bränsleelement som togs ur härden 1979.

### **Ringhals 3**

#### **Snabbstopp**

Ett snabbstopp har inträffat vid Ringhals 3.

#### *Snabbstopp p.g.a. felaktig vaktutlösning*

I samband med arbete vid en turbin den 3 juni kom personal av misstag åt en vakt, varvid turbinsnabbstopp erhöles.

#### **Kategori-2 händelser**

Under året har 31 kategori-2 brister rapporterats.

### **Ringhals 4**

#### **Snabbstopp**

Inga snabbstopp har inträffat vid Ringhals 4

#### **Kategori-2 händelser**

Under året har 25 kategori-2 brister rapporterats.



# 3. Större förändringar av anläggningarna

Svensk kärnkraftindustri har under ett antal år varit inne i den mest intensiva perioden sedan uppbyggnadsskedet under 1970-talet. De främsta orsakerna till detta är att:

- omfattande säkerhetsmoderniseringar genomförs som en följd av skärpta föreskrifter;
- drift planeras under längre tid än den som reaktorerna ursprungligen har analyserats för;
- höjning av den termiska effekten pågår i flertalet reaktorer.

## Säkerhetsmoderniseringar

Föreskrifterna om konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer, SSMFS 2008:17, trädde i kraft den 1 januari 2005. Genom övergångsbeslut gavs tillståndshavarna tid att planera och genomföra de åtgärder som krävs för att uppfylla föreskrifterna. Besluten innebär att de sista moderniseringsåtgärderna ska vara genomförda 2013.

Det har uppstått förseningar i kärnkraftsindustrins moderniseringsprojekt och SSM har, baserat på säkerhetsmässiga överväganden, accepterat senareläggning av vissa åtgärder relativt de ursprungligen beslutade tidpunkterna. Kärnkraftsindustrin har även signalerat att man riskerar att få ytterligare förseningar.

De stora säkerhetsförbättringarna och moderniseringarna styrs i första hand av konstruktionsföreskriften SSMFS 2008:17. Därtill finns även andra skäl för kärnkraftsindustrin att genomföra åtgärder, såsom driftsekonomiska överväganden då äldre utrustning ställer ökade krav på underhåll och provning. Andra exempel är att teknisk utrustning behöver bytas ut då den är föråldrad och det är svårt att hitta reservdelar eller kompetens för underhåll. Kontrollrummets elektronik och utrustning utgör exempel på det senare.

Sveriges äldsta reaktor, Oskarshamn 1, är moderniserad sedan ett antal år tillbaka, Ringhals 1 och 2 har genomgått stora moderniseringsprojekt under 2009, medan Oskarshamn 2 genomför en stor modernisering. Dessa moderniseringar är omfattande projekt som sträcker sig över flera år med många års förberedelser i form av analyser, upphandling av leverantörer m.m.

De yngre anläggningarna genomför moderniseringsåtgärderna antingen genom normala större revisioner eller i samband med effekthöjningar. Det ska dock påpekas att ingen reaktor är färdig med den modernisering som föreskrifterna ställer krav på.

Statusen för moderniseringarna av de svenska reaktorerna är enligt följande:

### **Forsmarks kärnkraftverk**

- Under 2008 genomförde Forsmark 1 en stor revision. Man genomförde bl.a. fysisk separering av resteffektkylningen samt moderniserade den del av reaktivitetskontrollsystemet som innebär inskrivning av styrtavarna, kallad V-kedjan.
- Under 2009 genomförde Forsmark 2 en stor revision. Viktigast ur säkerhetssynpunkt är ombyggnad av V-kedjan, utbyte av ångskalventiler och diversifiering av reaktivitetskontrollen genom automatisk borinpumpning.
- Under 2009 diversifierade Forsmark 3 härdsnödkylningen genom införande av extern vattenkälla.

### **Oskarshamns kärnkraftverk**

- Oskarshamn 1 var den första svenska reaktor att genomgå en omfattande modernisering. Arbetet avslutades under 2002 och innebar bl.a. en ny utformning av säkerhetssystemen, ny instrumenterings- och kontrollutrustning samt ett nytt kontrollrum.
- Oskarshamn 2 planerar ombyggnad av säkerhetssystemen, instrumenterings- och kontrollutrustning samt kontrollrum. År 2011 kommer stora delar av moderniseringarna att genomföras. År 2012 planerar man att vara klara med moderniseringarna för att uppfylla SSMFS 2008:17.
- Under 2009 genomförde Oskarshamn 3 en effekthöjning och i samband med denna diversifierade man reaktivitetskontrollen med automatisk borinpumpning. Vidare diversifierades härdsnödkylningen genom införande av en extern vattenkälla och resteffektkylningen byggdes för att bl.a. öka kapaciteten.

### **Ringhals kärnkraftverk**

- Under 2009 genomförde Ringhals 1 en stor ombyggnad då man införde ett nytt reaktorskyddssystem och nya kylkedjor.
- Under 2009 genomförde Ringhals 2 en stor ombyggnad som innebar ett totalt utbyte av reaktorskyddssystemet och kontrollrummet. Reaktorskyddssystemet bygger nu på programmerbar teknik.
- På Ringhals 3 och 4 pågår ännu analyser som grund för att bedöma i vilken omfattning anläggningarna behöver byggas om.

## **Tillstånd för höjning av termisk effekt**

SSM:s granskning i effekthöjningsärenden omfattar flera steg. Den inledande granskningen resulterar i ett yttrande till regeringen. När regeringen har meddelat tillstånd granskar myndigheten att berörda anläggningar uppfyller de villkor som gäller för tillståndet och att säkerhetskraven uppfylls. Ett effekthöjningsärende är mycket omfattande och löper under flera år.



### *Forsmarks kärnkraftverk*

Under 2005 ansökte FKA om tillstånd att få höja den termiska effekten vid reaktorerna Forsmark 1, 2 och 3. Som del av yttrandet till regeringen gjorde SKI bedömningen att tekniska förutsättningar finns att genomföra effekthöjningarna, men SKI informerade också om att myndigheten inte kommer att inleda granskning av den preliminära säkerhetsredovisningen förrän FKA kommit tillräta med påtalade brister i bolagets ledning och styrning, vilka blev tydliga i samband med Forsmarkshändelsen 2006).

Den 21 april 2009 bedömde SSM att de åtgärder som FKA vidtagit för att komma till rätta med bristerna i ledning och styrning hade nått en sådan nivå att den särskilda tillsynen kunde upphöra. SSM ansåg därmed också att regeringen kunde gå vidare med beslut i fråga om tillstånd att höja den termiska effekten.

### *Oskarshamns kärnkraftverk*

Regeringen beslutade den 8 juni 2006 att OKG får höja den termiska effekten vid Oskarshamn 3 från 3300 MW till 3900 MW. I april 2007 ansökte OKG om godkännande av den preliminära säkerhetsredovisning som skall ligga till grund för anläggningsändringar inför provdrift av reaktorn vid en termisk effekt av 3900 MW. Granskning av denna redovisning blev mycket omfattande. Kompletteringar och förtydliganden begärdes i flera steg. En uppdaterad preliminär säkerhetsredovisning krävdes därför. Denna granskades och godkändes i februari 2009. OKG kom sedan in med ansökan om godkännande av förnyad säkerhetsredovisning och provdrift vid 3900 MW. Denna granskades och godkändes i september 2009.

Den 26 september 2007 inkom OKG även med en ansökan om tillstånd att höja den termiska effekten i reaktor Oskarshamn 2 från 1800 MW till 2300 MW. Efter granskning av ansökan lämnade SSM i juni 2009 ett yttrande till regeringen. SSM hade inte funnit några avgörande faktorer som talar emot en effekthöjning, varför regeringen föreslogs bevilja OKG tillstånd att höjda den termiska effekten. Ärendet ligger för närvarande på regeringens bord.

### *Ringhals kärnkraftverk*

För Ringhals 1 har regeringen tidigare beslutat om tillstånd att höja den termiska effekten och provdriften har pågått under 2008 och 2009. Under 2010 beräknas RAB inkomma med ansökan om rutinmässigt drift vid den högre effekten.

Regeringen har även beslutat att RAB får höja den termiska effekten vid Ringhals 3 från 2783 MW till 3160 MW. Effekthöjningen planeras i två steg, först upp till 3000 MW och sedan vidare upp till 3160. I september 2007 inkom RAB för Ringhals 3 med en ansökan om godkännande av den preliminära säkerhetsredovisning som skall ligga till grund för anläggningsändringar inför provdrift av reaktorn vid en termisk effekt av 3160 MW. Granskningen av redovisningen slutfördes i juni 2008. I december 2008 inkom RAB med en ansökan om godkännande av förnyad säkerhetsredovisning och provdrift vid 3144 MW. Den granskades och godkändes i maj 2009.

Den 17 december 2007 ansökte RAB även om att få höja den termiska effekten i Ringhals 4. Denna höjning kräver mycket omfattande ändringar av anläggningen. Bland annat behöver de skadade ånggeneratorerna bytas ut, vilket i sig kräver håltagning i reaktorinneslutningen. SSM:s granskning av denna ansökan färdigställdes under januari 2009 och ett yttrande lämnades till regeringen. Med anledning av SSM:s beslut att införa särskild tillsyn av Ringhals kärnkraftverk har myndigheten senare rekommenderat regeringen att avvakta med sitt beslut i tillståndsfrågan till dess att bolaget har kommit tillrätta med bristerna.

# 4. Barriärer och skyddssystem

## Barriärerna och kraven på kontroll

Anläggningens djupförsvar innebär 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 (bränslekuts), bränslekapslingen, reaktorns tryckbärande primärsystem och reaktorinneslutningen.

Ingående analys och bedömning samt noggrann kvalitetskontroll av barriärerna innan de tas i bruk första gången är nödvändigt. Syftet är att säkerställa att det finns nödvändiga säkerhetsmarginaler mot de belastningar som kan förekomma under normala driftförhållanden, störningar och antagna haveriförhållanden. Motsvarande analyser, bedömningar och kvalitetskontroller behövs även vid förändringar av anläggningen eller av dess driftsätt, till exempel vid moderniseringar och effekthöjningar.

När barriärerna har tagits i bruk krävs fortlöpande underhåll, uppföljning och återkommande kontroll för att i tid fånga upp skador till följd av oförutsedda förhållanden eller sådana skademekanismer som inte beaktats vid konstruktionen.

För att säkerställa att barriärerna inte degraderar över tid ställer myndigheten krav på såväl underhålls- och kontrollprogram som på sammanhållande program för hantering av åldersrelaterad degradering. Syftet med sådana program är att skapa bättre framförhållning i det skadeförebyggande arbetet.

## Skademekanismer och skadeutvecklingen i stort

Omfattande utbyten av skadekänsliga delar har genomförts vid de svenska kärnkraftsreaktorerna. Många byten har gjorts i förebyggande syfte allt eftersom fördjupade kunskaper byggts upp av skadeorsaker och skademekanismer. I andra fall har utbyten skett när skador inträffat. Under 2009 har få nya skador och brister uppkommit. Tidigare identifierade problemområden har följts upp och analyserats.

SSM följer fortlöpande skadeutvecklingen i de komponenter som ingår i anläggningarnas barriärer och djupförsvar. I uppföljningen ingår både samlade utvärderingar av skadeutvecklingen i stort och utvecklingen för respektive anläggning. Dessutom ingår att följa upp hur olika skademekanismer uppträder.

Den samlade utvärderingen, som omfattar alla skadefall sedan den första anläggningen togs i drift, bekräftar att de skadeförebyggande och skadeavhjälpande åtgärderna i huvudsak har haft avsedd effekt. Den slutsatsen gäller

även för de skadefall som inträffat fram till utgången av år 2009. Det finns ingen tendens till ökning av antalet skadefall i takt med att anläggningarna blir äldre. Den samlade utvärderingen visar också att merparten av skadorna har upptäckts innan säkerheten har påverkats. Endast en liten del av alla skador har lett till läckage eller andra allvarigare förhållanden.

#### *Bränsle och bränslekapsling*

En tät bränslekapsling är grundläggande för säkerheten mot utsläpp av radioaktiva ämnen i och från anläggningarna. Under 1980-talet och en bit in på 1990-talet rapporterades en hel del skador till följd av spänningskorrosion, där bränslekapslingen inte svarade mot de miljötålighetskrav som ställts.

De skador som numera förekommer har huvudsakligen orsakats av spånor eller trådar av metall som följer med moderatorvattnet och fastnar i bränslepatronerna där de nöter hål på kapslingen. Därför förses bränslet med filter som hindrar skräpet från att komma in i bränslepatronerna, och cyklonfilter installeras som renar moderatorvattnet. Men viktigast är att det i dag finns en större medvetenhet om vikten av att hålla reaktorkylvattnet fritt från material som kan nöta hål på bränslekapslingen. Anläggningarna har program för att reducera risken för att skadligt skräp kommer in i systemen.

#### *Primärssystem*

I de mekaniska anordningarna som ingår i primär- och skyddssystemen är det huvudsakligen olika slag av korrosionsmekanismer som har orsakat de skador som har inträffat sedan anläggningarna togs i drift. Korrosionsmekanismerna står för ca 30 procent av fallen, med interkristallin spänningskorrosion som den vanligast förekommande skademekanismen, följt av erosionskorrosion.

Spänningskorrosion uppträder främst i rostfria austenitiska stål och nickelbaslegeringar då de utsätts för dragspänningar och korrosiva miljöer. Trots att det under de senaste årtiondena byggts upp betydande kunskaper om skadepåverkande faktorer och hur dessa samverkar, är kunskaperna ännu inte tillräckligt ingående för att man helt ska kunna undvika problemen.

Medan spänningskorrosionsskadorna oftast har uppträtt i primära rörsystem och i säkerhetssystem, förekommer erosionskorrosion vanligen i mer sekundära delar, såsom ång- och turbindelar. Termisk utmattning, som är den tredje vanligast skadeorsakande mekanismen och svarar för ca tio procent av fallen, har främst uppträtt i primära rörsystem och i säkerhetssystem.

Den positiva utvecklingen, där antalet skadefall inte ökar i takt med att anläggningarna blir äldre, kräver fortsatt hög ambitionsnivå i det förebyggande underhålls- och utbytesarbetet. SSM kommer därför att fortsätta driva på tillståndshavarna så att de bibehåller en hög ambitionsnivå och har en god beredskap för att utvärdera och bedöma skador när de upptäcks.

#### *Reaktorinneslutningar*

Det krävs fortsatta utrednings- och utvecklingsinsatser för att få en fullgod bevakning av åldersrelaterade skador som kan försämra reaktorinneslutningarnas och de andra byggnadsstrukturernas säkerhet. Inträffade skador och

försämringar har huvudsakligen orsakats av brister i samband med uppförandet eller vid senare anläggningsändringar. Sådana skador har observerats i flertalet reaktorer.

Det är i första hand korrosionsskador i inneslutningarnas metalliska delar som har inträffat, men även försämringar av tätningmaterial. Liknande erfarenheter finns internationellt. Med hänsyn till svårigheterna att tillförlitligt kontrollera reaktorinneslutningarna och andra vitala byggnadsstrukturer är det enligt SSM angeläget att tillståndshavarna fortsätter att studera möjliga åldrings- och skademekanismer som kan påverka delarnas integritet och säkerhet.

SSM fortsätter också med egen utredning och forskning kring skador och annan degradering som kan påverka reaktorinneslutningarna. Resultaten visar att risken för olika miljöbetingade skador eller andra försämringar av betongdelarna generellt sett är liten i svenska inneslutningar. Å andra sidan vet vi från inträffade skador att avvikelser från ritningsenligt utförande har lett till skador i ett senare skede. Därför kan risken för olika skademekanismer inte enbart baseras på driftmiljöbetingelserna och den nominella konstruktionen, utan måste också bedömas mot bakgrund av de rapporterade skadorna.

## **Tillståndet hos barriärer och skyddssystem**

### *Bränsle och bränslekapsling*

Under 2009 rapporterades sammanlagt två bränsleskador, en i Forsmark 1 och en i Forsmark 3. Skadorna hålls under observation och det finns en beredskap för att byta ut skadat bränsle om skadorna överstiger de gränsvärden som FKA tillämpar.

Under den senaste femårsperioden har nötningsskador helt dominerat. Vissa år har upp till nio sådana skador rapporterats. Några få reaktorer (Oskarshamn 3, Forsmark 1 och Forsmark 3) står för de flesta skadorna, vilket tyder på att det borde vara möjligt att reducera skadefrekvensen ytterligare. För övriga reaktorer har skadefrekvensen de senaste fem åren stabiliserat sig på en relativt låg nivå.

### *Primärsystem*

Under 2009 har skador i anläggningarnas primärsystem endast förekommit i Ringhals 4. Anläggningen har ånggeneratorer med tuber tillverkade av det skadekänsliga Alloy 600-materialet. Omfattande provningar har liksom tidigare år utförts av tubdelar i ånggeneratorernas tubplatta, stödplåtskorsningar, förvärmardelar och U-böjar. Ytterligare ett antal tuber med indikationer på spänningsskorrosionssprickor vid tubplatta hittades liksom mindre tillväxt av tidigare konstaterade sprickor. Tuber med skador av så begränsad omfattning att det finns betryggande marginaler mot brott och uppfläkning har behållits i drift, i enlighet med särskilda myndighetsbeslut. För de skadade tuber där marginalerna var otillräckliga togs tuberna ur drift. I de tre ånggeneratorerna har drygt 2000 tuber skador i någon form. Det totala antalet ånggeneratorertuber som är ur drift i Ringhals 4 genom pluggning motsvarar 3,51 procent av det totala antalet tuber. RAB planerar att under 2011 byta ut ånggeneratorer-

na i Ringhals 4 till en ny modell som bl.a. har mer skaderesistent material i tuberna

#### *Reaktorinneslutningar*

Under året har inga skador eller andra allvarliga brister har uppdagats i anläggningarnas reaktorinneslutningar.

Uppföljande kontroll har gjorts av ett mindre läckage som kvarstår i Ringhals 2 efter reparation av toroidplåten i inneslutningens nedre del. Läckaget är orsakat av ett tillverkningsfel och behöver följas upp så att defekten inte börjar öka på grund av korrosion. Uppföljande kontroll har också gjorts av tätplåten i Ringhals 1:s inneslutning. Små läckage har tidigare observerats från bottenplåten och bedöms vara orsakade av porer i svetsförbanden mellan plåtarna. Vissa oväntade variationer i läckageflöden har noterats men de bedöms inte vara tecken på tillväxt eller andra förändringar.

# 5. Ledning, styrning och organisation samt kompetens och bemanning

Samtliga kärnkraftverk har bedrivit en omfattande ändringsverksamhet under 2009 och man kan konstatera att organisationerna varit ansträngda. Ändringsprojekten har blivit kraftigt försenade med långa stilleståndstider och produktionsbortfall som följd. Förseningarna beror bl.a. på brist på leverantörer, förseningar hos kontrakterade leverantörer och oförutsedda händelser. Sammantaget ser SSM brister i tillståndshavarnas förmåga att hantera de stora ändrings- och analysprojekten och utmaningarna på leverantörssidan. Detta mot bakgrund av att tillståndshavarna har det fulla och odelade ansvaret för att nödvändiga åtgärder blir genomförda och att dessa blir gjorda på ett riktigt sätt.

SSM har sett exempel på brister i arbetssättet inom kärnkraftverkens säkerhetsgranskning som resulterat i att anmälningar av ändringar i anläggningen inte är kompletta och SSM tvingas bordlägga en del inkomna ärenden i väntan på komplettering. Problemet med inkompleta anmälningar uppstod efter ikraftträdandet av SSMFS 2008:1 som skärpte kraven på anmälningar. Erfarenheter från 2009 och även åren dessförinnan visar på ett behov av att kärnkraftverkens tolkning och tillämpning av SSM:s föreskrifter görs tydligare och kommuniceras med myndigheten så att verksamheten så tidigt och så effektivt som möjligt styr mot föreskriftens mål.

## **Forsmarks Kraftgrupp AB**

Arbetsbelastningen i FKA:s organisation är hög på grund av den omfattande ändringsverksamheten. FKA hanterar frågan genom att skjuta stora ombyggnader i framtiden och att ta till vara de erfarenheter man fått hittills. De säkerhetsmässiga moderniseringarna är visserligen nödvändiga och tidsplanerna för dem är beslutade av SSM. När dessa beslut togs var moderniseringarnas detaljer och omfattning inte helt kända, vare sig för myndigheten eller för FKA, vilket är en av orsakerna till att SSM, baserat på säkerhetsmässiga överväganden, har accepterat senareläggning av vissa åtgärder.

SSM bedömer att FKA även fortsättningsvis behöver prioritera inom sin verksamhet och anpassa organisationen efter arbetsuppgifterna så att arbetsbelastningen blir rimlig och personalen ges goda arbetsförutsättningar. Vidare är det av vikt att FKA tar tillvara erfarenheter av genomförda projekt. SSM bedömer att kompetens- och bemanningssituationen fortfarande kräver uppmärksamhet.

År 2008 konstaterade SSM att det fanns ett förbättringsbehov avseende kvalitet i instruktioner. I första hand avsåg detta drift- och störningsinstruktioner där uppdateringar dragit ut på tiden efter genomförda ändringsarbeten. Un-

der 2009 har SSM funnit att FKA genomfört förbättringar avseende uppdateringar i syfte att ha färdiga instruktioner inför uppstart av anläggningarna. SSM har dock sett kvarstående förbättringsbehov avseende instruktionernas aktualitet och även i något fall avseende handhavande. Vad gäller administrativa instruktioner har SSM konstaterat att det finns förbättringsbehov avseende instruktionernas omfattning och struktur.

SSM bedömer att FKA genomfört de säkerhetskulturåtgärder som SKI förelade FKA 2006. Åtgärderna har pågått sedan 2007 och 2008 bedömde SSM att FKA:s arbete med säkerhetskultur hade haft en positiv effekt. Under 2009 har SSM kunnat konstatera att de aktiviteter som FKA avser att genomföra för att upprätthålla en god säkerhetskultur kommer att prioriteras. Den särskilda tillsynen som myndigheten har bedrivit mot FKA sedan september 2006 avseende bl.a. säkerhetskultur upphörde under våren 2009, efter beslut från myndigheten.

SSM bedömer att det under de senaste åren har skett en förbättring av kvaliteten både vad gäller händelserapporter och den fristående säkerhetsgranskningen av dessa. Även dokumentationen av den fristående säkerhetsgranskningen har förbättrats. Förbättringstrenden har dock avstannat något och det finns förbättringsbehov avseende rapporteringen generellt. Bland annat kan rapporteringen bli betydligt mer utförlig och beskrivande. Förbättringsbehov finns också avseende hur blocken tar hänsyn till kommentarerna från den fristående säkerhetsgranskningen. SSM har även identifierat ett antal förbättringsåtgärder inom verksamheten ”att utreda händelser” när det gäller kraven på organisation, ledning och styrning samt erfarenhetsåterföring.

Myndigheten ser positivt på att FKA bevakar regelefterlevnaden. Under revisionsavställningen gjorde Forsmark 2 en kraftig markering avseende vikten av att rutiner följs. Detta genom att stänga av inhyrda personer som trots påpekanden inte följde de uppsatta reglerna. SSM bedömer att FKA vidtog nödvändiga åtgärder, även om det säkerligen finns mer långsiktiga åtgärder att vidta. SSM bedömer att FKA kommer att identifiera dessa långsiktiga åtgärder och göra de insatser som krävs så att problemen inte upprepas.

Under SSM:s tillsyn vid revisionsavställningarna på Forsmark 2 framkom att arbetsberedning och planering inte alltid fungerar som förväntat. Omfattningen av arbetena har i vissa fall inte varit väl klarlagda från början och tiden för genomförande har inte följt planeringen. Detta har förutom förse-ning medfört att dosprognoserna inte har kunnat hållas. De doser som personalen på Forsmarks kärnkraftverk har fått har enligt SSM:s bedömning varit acceptabla även om kollektivdosen blev högre än i prognoserna. Bristen på bra underlag och kanske även knapphet i tid har också menligt inverkat på skyddstillstånd som ska finnas för de flesta arbeten. SSM noterade att flera skyddstillstånd inte hämtades ut av ansvarig arbetsledare och därmed inte heller lämnades tillbaka. SSM bedömer att FKA bör se över sina rutiner för skyddstillstånd.



## **OKG Aktiebolag**

Att OKG upptäcker tekniska brister i anläggningsändringar, kontroller och underhåll tyder på förbättringsbehov i kvalitetsstyrning av konstruktion och utförande. Då brister upptäcks genomför OKG tillfredställande adekvata åtgärder för att korrigera bristerna. Exempel finns dock på ärenden där det framkommit skillnader mellan den tolkning av föreskrifterna som OKG tillämpar och den som SSM anser ska råda. När detta väl har uppdagats har tillämpningen i anläggningsutformningen i flera fall framskridit så långt att den valda lösningen inte blir optimal. Detta har gällt såväl konstruktionsfrågor som arbetssätt inom säkerhetsgranskningen.

Både Oskarshamn 2 och Oskarshamn 3 har genomfört omfattande ombyggnader på turbinerna som medfört vibrationsproblem vid uppstart. Oskarshamn 3 har ännu inte kommit upp i full planerad effekt. Problem av denna art är inte oväntade och kan till viss del antas bero på tappad kompetens/erfarenhet hos leverantörer.

SSM kan konstatera att trots förseningarna i Oskarshamn 3:s effekthöjnings- och moderniseringsprojekt så har företagsledningen valt att inte forcera provdriften utan istället fokuserat på personalens arbetsförutsättningar, vilket SSM ser mycket positivt på.

OKG behöver lägga ytterligare vikt vid arbetet med att uppdatera och vidmakthålla säkerhetsredovisningarna. Det finns behov av att komplettera säkerhetsredovisningarna, bl.a. genom att i dessa förtydliga hur tillämpade krav och standarder uppfylls.

## **Ringhals AB**

Sedan sommaren 2009 bedriver SSM särskild tillsyn av Ringhals kärnkraftverk. Bakgrunden till detta är att SSM under en längre tid hade identifierat och påtalat oacceptabla brister vid Ringhals kärnkraftverk inom områdena ledning och styrning, spårbarhet av interna beslut samt efterlevnad av rutiner och instruktioner.

Som följd av detta förelades RAB att initiera nödvändiga åtgärder för att komma tillrätta med problemen och fortlöpande rapportera genomförandet av åtgärderna till myndigheten. RAB har redovisat en åtgärdsplan som för närvarande granskas av SSM.

SSM anser inte att de identifierade bristerna hindrar fortsatt drift av Ringhals kärnkraftverk, men bedömer att situationen tyder på att säkerhetsarbetet inte fått den tydliga prioritering som behövs i alla delar av organisationen. Denna brist på tydlig och konsekvent prioritering är något som på sikt kan äventyra reaktorsäkerheten.

SSM bedömer att de identifierade bristerna utgör en indikation på bristande säkerhetskultur. RAB:s återkommande brister innebär bl.a. att man inte alltid

når de mål och ambitioner som man själv ställer upp. RAB har tagit fram en åtgärdsplan och SSM förväntar sig att bolaget avsätter erforderliga resurser för att leva upp till satta ambitioner.

Som exempel på de identifierade bristerna kan nämnas att det finns oacceptabla glapp mellan teori och praktik - mellan de formella kraven i ledningssystemet och den praxis som råder/tillämpas i organisationen vid driftklarhetsverifiering.

SSM har också konstaterat att de stora moderniseringsprojekten tagit mycket resurser i anspråk och belastat organisationen hårt. SSM anser att RAB behöver se över sitt system för att tidsplanera stora projekt, göra leverantörsbedömningar och värdera genomförda utbildningar.

Flera exempel på allvarliga brister i konstruktionen har identifierats vid anläggningsändringar, vilket tyder på förbättringsbehov i kvalitetsstyrning av konstruktion, utförande, säkerhetsgranskning och verifiering.

## 6. Avfallshantering

Vid kärnkraftanläggningarna sker olika former av behandling av radioaktivt driftavfall för att detta ska kunna slutförvaras direkt eller mellanlagras i avvaktan på slutförvaring. Lågaktivt avfall deponeras i lokala markförvar vid Studsvik, Forsmarks, Oskarshamns och Ringhals kärnkraftverk eller skickas till anläggningarna i Studsvik för annan behandling. Avfall med högre aktivitet deponeras vid slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) som är beläget vid Forsmarks kärnkraftverk. Avfall med mycket låg aktivitet kan undantas från strålskyddslagens och kärntekniklagens bestämmelser (friklassas) och därefter användas fritt, förbrännas eller deponeras på kommunalt avfallsupplag. Långlivat avfall mellanlagras tills vidare vid kärnkraftverken eller CLAB.

Slutsatserna från den tillsyn av avfallshanteringen som SSM genomförde under 2009 är att det löpande omhändertagandet av det låg- och medelaktiva avfallet sker på ett acceptabelt sätt. Det finns dock områden vid samtliga kärnkraftverk där arbetet behöver förstärkas.

De stora mängder avfall som för närvarande uppstår genom de omfattande moderniserings- och effekthöjningsarbeten som genomförs vid Ringhals, Oskarshamns och Forsmarks kärnkraftverk innebär delvis nya utmaningar och nya problem. Stora mängder aktivt skrot uppstår, vilket behöver omhändertas på ett sätt som är acceptabelt från såväl personalstrålskydds- som slutförvarssynpunkt. Tillsynen har identifierat oklarheter i hur avfallsfrågorna prioriteras och SSM har begärt att OKG klargör hur avfallsfrågorna har värderats. SSM har också efterlyst ett närmare samarbete mellan avfallsproducenterna och Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) för att de lösningar som utvecklas ska vara ändamålsenliga från slutförvarssynpunkt. Detta gäller i synnerhet för omhändertagandet av långlivat avfall. För den del av detta avfall som avses deponeras i slutförvaret för långlivat avfall (SFL) saknas ännu de krav som avfallskollin måste uppfylla för att kunna deponeras (s.k. acceptanskriterier). Det är dock ändå angeläget att detta avfall så långt som rimligen är möjligt karaktäriseras och konditioneras, och att detta sker i samförstånd med SKB.

SSM drar slutsatsen att de metoder som tillämpas för att bestämma de viktigaste radionukliderna i förbrukade jonbytarmassor har utvecklats betydligt under senare år som en följd av myndighetens tillsyn och p.g.a. att tidigare approximativa uppskattningar nu har ersatts av faktiska mätningar. SSM:s granskning gav till följd att delar av de restriktioner som sedan 2003 gällt för delar av avfallet från Ringhals kärnkraftverk kunde hävas. Ännu återstår restriktioner för deponering av jonbytarmassor från Forsmarks och Ringhals kärnkraftverk i förvarsdelen BMA. För Forsmarks vidkommande är mellanlagringskapaciteten på anläggningen begränsad och för närvarande bedömer FKA att man har kapacitet att mellanlagra avfall från ytterligare något års produktion.

FKA erhöll den 29 oktober 2007 tillstånd enligt 5 § kärntekniklagen att uppföra, driva och inneha ett s.k. markförvar för lågaktivt kärnavfall. I anslut-

ning härtill meddelade SSI ett antal villkor för tillståndet med krav på bl.a. redovisning av ett kontrollprogram för uppförandet och driften, uppgifter om det avfall som avsågs deponeras, en tidsplan för arbetet samt uppgifter om den oberoende kontroll som ska ske av uppförandet och driften. FKA lämnade in de begärda redovisningarna och genomförde en första deponering vid markförvaret under 2009. Arbetet avslutades under september månad och den slutredovisning som inkom i november godkändes av SSM i februari 2010.

Använt kärnbränsle och delar av annat långlivat avfall, t.ex. rester från interna delar från reaktorerna, mellanlagras i CLAB vilket är beläget i anslutning till Oskarshamns kärnkraftverk. Under året har 61 transportbehållare innehållande använda bränsleelement förts till CLAB.

## 7. Fysiskt skydd

Sammantaget bedömer SSM att kärnkraftverken på ett acceptabelt sätt har vidtagit åtgärder för att förstärka det fysiska skyddet vid sina anläggningar. Nivån på det fysiska skyddet har höjts väsentligt sedan 2007 då föreskrifterna om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar trädde ikraft. Kärnkraftverken har dock inte ännu genomfört alla åtgärder som krävs enligt SSM:s föreskrifter. SSM gör bedömningen att de tillfälliga åtgärder som har vidtagits innebär att den höjda skyddsförmågan är tillräcklig fram till dess att de permanenta åtgärderna har genomförts. Detta bedömer SSM ska vara gjort senast vid utgången av 2011.

Bakgrunden till att kärnkraftverken ännu inte genomfört alla åtgärder som krävs för att uppfylla de aktuella föreskrifterna är att åtgärderna är omfattande och präglas av stor komplexitet. Införandet av nya system och metoder har visat sig vara mer komplicerat än vad som bedömdes i samband med att föreskrifterna togs fram. Omfattande åtgärder vid kärnkraftreaktorerna för modernisering och införande av fysiskt skydd har pågått parallellt och brist på resurser inom konstruktionsområdet har uppstått.

SSM har under året identifierat behov av förbättringar vad gäller främst genomförande av hot- och säkerhetsanalyser. Utformningen av det fysiska skyddet vid OKG:s och Ringhals anläggningar är inte baserad på tillräckliga analyser av hotbilden mot dessa. Utformningen av det fysiska skyddet vid FKA:s anläggningar bedömer SSM vara baserad på mer omfattande analyser. Analyserna är nödvändiga för att kunna genomföra tekniska, administrativa och organisatoriska åtgärder för fysiskt skydd och beskriva dessa i planer och säkerhetsredovisningar.



## 8. Kärnämneskontroll

Sedan den 15 januari 2009 har så kallad Integrated Safeguards införts i Sverige. Detta innebär att IAEA infört inspektioner som med kort varsel (24 timmar) ska genomföras årligen på minst två av de svenska kärnkraftverken. Dessutom ska varje anläggning en gång årligen genomföra en fysisk inventering av sitt innehav av kärnämne. För kärnkraftverken sker detta i samband med den årliga revisionen. Resultatet av inventeringen verifieras av SSM, IAEA och EU-kommissionen.

Under 2009 har totalt 44 inspektioner genomförts av såväl SSM som IAEA och EU-kommissionen vid kärnkraftverken. Vid inspektionerna under 2009 har inget framkommit som tyder på brister i kärnämneskontrollen vid kärnkraftverken.

Under 2009 har de av anläggningarna till SSM inlämnade uppdateringarna av anläggningsbeskrivningarna för tilläggsprotokollet till kontrollavtalet med IAEA skickats till IAEA före den stipulerade tidpunkten den 15 maj. Tilläggsprotokollet innebär att staten måste ge IAEA mer information än tidigare om kärnteknisk verksamhet och även om verksamhet relaterad till kärnbränslecykeln. Tilläggsprotokollet ger dessutom IAEA en utökad inspektionsrätt, vilken utförts två gånger under 2009 då området och dess byggnader och verksamhet kontrollerades på Oskarshamns respektive Forsmarks kärnkraftverk.





## 9. Beredskap

SSM konstaterar att det sker en utveckling av beredskapsverksamheten vid de svenska kärnkraftverken och anser att beredskapen har stärkts under 2009.

SSM anser, gemensamt för de tre anläggningarna, att dessa i sin metodik för källtermsbedömning ytterligare bör beakta komplexa och okända haveriscenarier i tidigare skeden. Verken behöver också se över behov och tillgång till kompetens inom termohydraulik och svåra haverier

Sammanfattningsvis bedömer SSM att de svenska kärnkraftverken har beredskapsorganisationer och beredskapsplaner som ger förutsättningar att kontrollera och begränsa de förhållande som kan uppkomma vid ett haveri.

### **Forsmarks Kraftgrupp AB**

SSM konstaterar att FKA under 2009 har förstärkt beredskapen genom att delar av driftledningen nu finns närvarande på anläggningen under dygnets alla timmar. Nu finns vakthavande ingenjör (VHI) ständigt på plats inom anläggningsområdet med 15 minuters inställetid till kontrollrummen. Till sin hjälp har vakthavande ingenjör också ett VHI-stöd som snabbt kan påbörja upprättandet av haveriorganisationen. Vidare har FKA inrättat en ny beredskapsnivå, utöver larm om höjd beredskap och haveri. Den nya nivån, med beteckningen Forsmark Anläggnings Beredskap (FAB), innebär att nödvändiga resurser kan samlas vid situationer som inte påverkar omgivningen men där den ordinarie organisationen inte räcker till. FAB kompletterar de två beredskapsnivåerna Haveriberedskap och Höjd beredskap som finns etablerade sedan länge.

SSM anser dock att det finns utvecklingsbehov gällande FKA:s ledningssystem. Ledningssystemet pekar tydligt ut funktionsansvaret för planeringen av den anläggningsgemensamma beredskapen, men pekar inte lika tydligt ut vilka avdelningar och enheter på blocken som har det operativa ansvaret. FKA planerar att under 2010 genomföra en utredning av funktionsansvar/verksamhetsansvar inom den operativa och funktionella verksamheten inom hela haveriberedskapsområdet.

SSM ser positivt på FKA:s arbete med utvecklingen av ett nytt verktyg för källtermsbedömning och bedömer att detta kommer att leda till en förstärkning av FKA:s förmåga avseende densamma.

### **OKG Aktiebolag**

SSM konstaterar att OKG har tillfört beredskapsverksamheten resurser i form av fler tjänster under de senaste åren. Verksamheten har utvecklats och mer arbetstid har kunnat läggas på beredskapsverksamheten. Under året har verkets beredskapsplan utvecklats och omarbetats. Under 2009 har man ock-

så infört en ny intern larmnivå. Nivån betecknas Stabsberedskap och kan utlösas utan att kriterierna för larmnivåerna Höjd beredskap eller Haverilarm uppnåtts.

SSM ser positivt på att OKG:s beredskapsorganisation under 2011 kommer att ha tillgång till MARS-systemet, ett dataverktyg för härdska-bedömning, men anser att metodiken för källtermsbestämning baserad på anläggningens tekniska status, kan utvecklas avseende struktur och dokumentation.

## **Ringhals AB**

SSM konstaterar att RAB planerar att under 2010 stärka beredskapsorganisationen genom att införa beredskapstjänstgöring för valda nyckelpersoner med inställetid på 2 timmar. Det finns dock behov av vidareutveckling och förtydligande av anläggningens utrymningsplan, vilket RAB planerar genomföra under hösten 2010.

SSM konstaterar vidare att RAB arbetar med utveckling av ett källtermsstöd för stärkt förmåga till källtermsbedömning, vilket bör underlätta identifieringen och karaktäriseringen av en inträffad händelse i ett tidigt skede.

# 10. Strålskydd

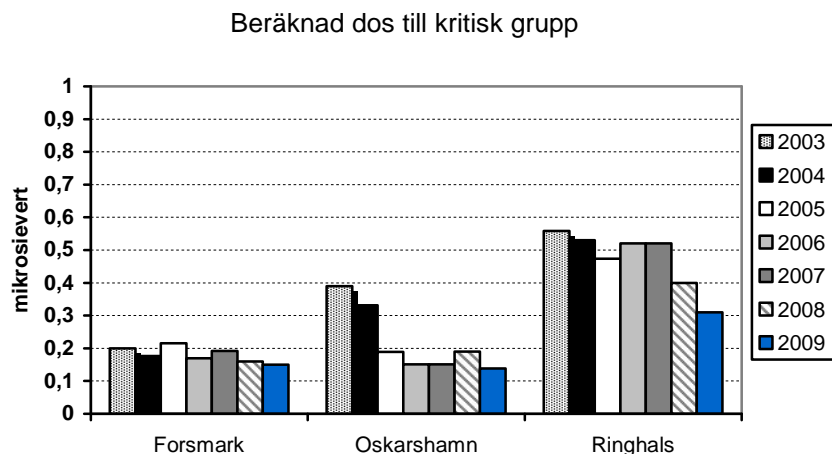
De strålskyddskonsekvenser som uppstår i samband med driften av de svenska kärnkraftverken består av dels utsläpp till omgivningen av radioaktiva ämnen, dels exponering av personal som arbetar vid anläggningarna.

## Utsläpp av radioaktiva ämnen

Kärnkraftverken släpper under kontrollerade former ut radioaktiva ämnen till både luft och vatten. Dessa utsläpp mäts kontinuerligt. Stråldosen till allmänheten från dessa utsläpp räknas fram med hjälp av modeller som har anpassats till respektive anläggning, där hänsyn tas till bl.a. meteorologiska förhållanden och den lokala land- och vattenmiljön. Mätning och rapportering av utsläpp ska utföras i enlighet med föreskrifter utfärdade av SSM.

I diagram 1 redovisas beräknade stråldoser från utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken under åren 2003-2009. Stråldoserna (angivna i  $\mu\text{Sv}$ ) avser personer som bor nära kärnkraftverken och som beräknas få högst dos, en så kallad kritisk grupp. SSM konstaterar att utsläppen av radioaktiva nuklider från kärnkraftverken under 2009 har resulterat i beräknad stråldos till den mest exponerade personen i kritisk grupp som med god marginal ligger under miljökvalitetsmålet<sup>1</sup> 10 mikrosievert.

*Diagram 1:* Beräknad stråldos till kritisk grupp från utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten från kärnkraftverken



SSM ställer i föreskrifter krav på optimering av strålskyddsåtgärder och användande av bästa möjliga teknik för att begränsa utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön. SSM:s bedömning är att det finns ett behov av fortsatt arbete inom utsläppsområdet. Sådant arbete pågår också i olika omfattning i

<sup>1</sup> Avser delmålet om utsläpp av radioaktiva ämnen inom det av riksdagen fastställda miljökvalitetsmålet "Säker strålmiljö".

enlighet med SSM:s krav och i enlighet med fastställda miljödomar. Nedan ges några exempel på åtgärder vid kärnkraftverken.

På Oskarshamns kärnkraftverk har rekombinatorer införts vid Oskarshamn 1 och 2 med syftet att reducera luftutsläppen. Vid OKG görs också ansträngningar för att komma tillrätta med bränsleskadeproblemen som kan påverka utsläpp och även strålningsmiljön i anläggningen. En del av detta arbete är att begränsa skräp i reaktorsystemen. Här har en del tekniska åtgärder genomförts, bl.a. införande av s.k. cyklonfilter i matarvattensystemen på Oskarshamn 2 och Oskarshamn 3, samt installation av skräpfångare i härden och särskild rengöring av bränslet i Oskarshamn 3. Vidare ska befintliga indunstare renoveras och åter tas i bruk för att ytterligare begränsa utsläppen till vatten.

Vid Forsmarks kärnkraftverk används indunstare för att begränsa aktivitetsutsläpp till vatten och rekombinatorer för att begränsa luftutsläpp. Vad gäller luftutsläpp via huvudskorstenen har FKA tidigare haft problem med tillförlitligheten i mätsystemen för aktivitet. Under de senaste åren har mätsystemen förbättrats vid samtliga reaktorer och erfarenheterna från detta är goda så här långt. Under 2009 genomförde Europeiska kommissionen en verifikation av Euratom artikel 35, vilket bl.a. innebar kontroll av funktion och effektivitet hos Forsmarks kärnkraftverks system för övervakning av utsläpp till luft och vatten. Resultatet från verifikationen är att det svenska nationella övervakningssystemet är förenligt med bestämmelserna i artikel 35 i Euratomfördraget. Kommissionen lämnade några rekommendationer och förslag som främst rör ackreditering av laboratorier och allmän kvalitetssäkring.

Vid Ringhals kärnkraftverk pågår ett långsiktigt program för att reducera utsläppen till både luft och vatten. SSM kan konstatera att vattenutsläppen har minskat väsentligt och anledningen är att såväl administrativa som tekniska åtgärder har genomförts. För att minska utsläppen till vatten har vattenhanteringen optimerats genom att i möjligaste mån minimera vattenmängderna och genom att hålla olika flöden separerade. Exempel på införda tekniska åtgärder är den stora bufferttanken på Ringhals 1 för hantering av stora mängder vatten och ett system på Ringhals 2 för filtrering av avfallsvatten. Ytterligare åtgärder för att reducera vattenutsläpp genomförs under 2010 då den renoverade indunstaren på Ringhals 1 är planerad att tas i drift. Åtgärder pågår även för att minska utsläpp till luft. På Ringhals 1 är inläckage av luft till turbin en faktor som påverkar ädelgasutsläppen. Här pågår arbete med att hitta och åtgärda läckagen.

Under 2009 inträffade ett läckage av kondenserad ånga från turbinbyggnaden vid Oskarshamn 1. Orsaken var ett läckage i en ångledning till högtrycksturbin i samverkan med undertrycket i de övre delarna av turbinbyggnaden. SSM:s bedömning är att konsekvenserna från denna händelse är försumbara för människa och miljö. I övrigt har det inte inträffat några incidenter eller händelser vid de svenska kärnkraftverken under 2009 som haft någon signifikant påverkan på människa eller miljö.

Från det omgivningskontrollprogram som genomförs kontinuerligt vid samtliga kraftverk har enbart förväntade värden rapporterats under året.

## Strålskydd för personal

Personal som arbetar på kärnkraftverk, antingen som anställda eller som entreprenörer, utsätts i olika omfattning för joniserande strålning. Hur stor exponeringen blir för den enskilda individen beror av flera faktorer; var i anläggningen denne arbetar, dvs. i vilken strålningsmiljö, under hur lång tid personen vistas där samt vilka övriga skyddsåtgärder som används i samband med arbetet. En viktig åtgärd är att mäta stråldoserna till personalen. Alla som arbetar i en sådan strålningsmiljö, dvs. på kontrollerat område, bär därför en personlig dosimeter för att kontrollera att man inte utsätts för oacceptabla doser. Den sammanlagda stråldosen till all personal, kollektivdosen, kan ses som ett mått på den totala strålningsrisken<sup>2</sup> som arbetstagarna utsätts för.

Kollektivdosen till personal under 2009 vid de svenska kärnkraftverken blev 12,6 manSv. Som framgår av diagram 2 är detta ett betydligt större dosutfall jämfört med de närmast föregående åren. Det förhållandevis stora dosutfallet har inte varit oväntat och kan förklaras med de omfattande ombyggnadsarbeten som pågått under året vid samtliga anläggningar. En tydlig bild av att arbetsomfattningen har varit stor under året ges av att antalet personer som fått en registrerad stråldos uppgått till 6 400. Motsvarande siffra för åren 2005-2008 är ca 4 300 st per år.

Den genomsnittliga stråldosen till personalen ligger kvar på tidigare nivå, ca 2 mSv per år, och den högsta registrerade stråldosen för en enskild person var 22,8 mSv. SSM kan för 2009 konstatera att ingen person har fått någon stråldos över fastställda dosgränser. Inte heller har någon fått något registrerat aktivitetsintag över 0,25 mSv. SSM:s bedömning av dosutfallet under 2009 är att det ligger på en rimlig nivå sett till de arbeten som genomförts och de strålningsmiljöer de utförts i. I tabell 1 ges en sammanställning över 2009 års dosutfall och i diagram 2 visas dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken under perioden 2000 – 2009.

Inga incidenter, missöden, tillbud eller motsvarande har inträffat vid kärnkraftverken under 2009 som resulterat i några nämnvärda stråldoser till personalen. Däremot finns några strålskyddsrelaterade incidenter och tillbud som ändå är av intresse att omnämna.

Vid Ringhals kärnkraftverk upptäcktes att en kontaminerad rörläns av okänd anledning hamnat i en verkstad där man inte hanterar radioaktivt material. Lokalen är därför inte heller anpassad för sådant arbete och den personal som vistas där använder ingen strålskyddsutrustning. Hur rörlänsen hamnat i lokalen har inte kunnat fastställas men händelsen visar på ett behov av att ytterligare förbättra hanteringsrutinerna. Det har även återigen inträffat incidenter i samband med radiograferingsarbeten. Dessa arbeten är speciella då entreprenörsfirmor utför röntgenarbete med strålningsutrustning som de tar med sig och som normalt inte finns vid anläggningen. Arbetena kräver därför att samverkan och samordning i strålskyddsfrågor mellan entreprenörer och kraftverkens personal fungerar på ett bra sätt. SSM avser att under

---

<sup>2</sup> Här avses sannolikheten för att strålningsexponeringen ger upphov till sena skador, t.ex. cancer

2010 genomföra tillsynsinsatser inom detta område inom de anläggningar som har reaktorer i drift.

Vid Oskarhamns kärnkraftverk inträffade en händelse i samband med kalibrering av strålningsdetektorer. Den kalibreringsstrålkälla som används för ändamålet, Cs-137 med hög aktivitet, fastnade i ett oskärmat läge, med en mycket hög dosrat i lokalen som följde. Strålskyddspersonalen löste dock den uppkomna situationen på ett tillfredsställande sätt, och ingen person utsattes för några nämnvärda doser.

SSM:s allmänna bedömning är att man vid samtliga anläggningar hanterat incidenter och andra uppkomna strålskyddsrelaterade situationer på ett tillfredsställande sätt.

Strålningsmiljön inne i reaktorerna är en viktig faktor som påverkar personalstrålskyddet. Därför är det viktigt för tillståndshavaren att ha en kontinuerlig uppföljning och kontroll över strålningsnivåer (dosrater) och kontaminationsnivåer. Dosraterna mäts bl.a. annat i samband med revisionsavställningar. Vid vissa av reaktorerna har dosraterna ökat något medan andra har uppvisat stabila eller sjunkande nivåer. Efter årets omfattande ändringsverksamhet i anläggningarna är det svårt att ge en tydlig bild av hur strålningsmiljön kommer att påverkas framöver. Det är viktigt att tecken på eventuella ökning av dosrater analyseras ingående så att åtgärder kan vidtas.

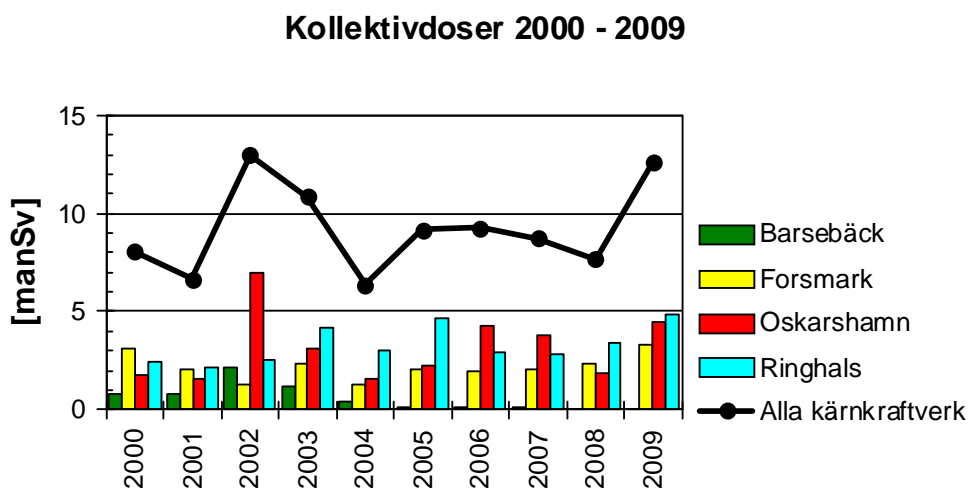
Under 2009 har som tidigare nämnts omfattande arbeten utförts vid flera av reaktorerna. Oskarshamn 3 har haft den mest omfattande ändringsverksamheten i dess historia med både säkerhetshöjande åtgärder och åtgärder för att möjliggöra en höjning av effekten. Av det totala dosutfallet vid OKG:s reaktorer stod Oskarshamn 3 för hälften. Vid Ringhals kärnkraftverk har de största arbetsinsatserna under året genomförts vid Ringhals 1 och 2 och över 80 procent av stråldoserna på Ringhals kärnkraftverk har erhållits vid dessa reaktorer. Forsmarks kärnkraftverk har haft stora arbeten på Forsmark 2 som genomfört den största revisionsavställningen i kraftverkets historia. Genomförandet av arbetena vid alla dessa stora avställningar har enligt SSM:s bedömning utförts på ett från strålskyddssynpunkt acceptabelt sätt.

Det finns dock fortfarande förbättringsbehov när det gäller förberedelserna inför stora arbeten. Myndigheten har vid flertalet tillfällen pekat på vikten av att underlag för planering av arbeten som har relevans för strålskydd tas fram i god tid. Detta för att inför arbetena kunna vidta nödvändiga skyddsåtgärder och optimera dessa på ett bra sätt. I ett sådant underlag ingår antalet personer och hur lång deras arbetstid kommer att vara i en viss strålningsmiljö.

Ett av myndighetens tillsynsverktyg inom detta område är kravet på redovisning till SSM av arbeten inklusive dosprognoser en viss tid innan arbetena inleds. Under senare år inklusive 2009, och särskilt i samband med de stora projekt som pågår vid anläggningarna, har det visat sig att underlag inte kommer fram i rimlig tid eller innehåller tillräcklig information. Brister i planering är heller inte enbart en strålskyddsfråga utan påverkar även andra delar av strålsäkerheten. Tillståndshavarna behöver förstärka sina rutiner på

detta område och SSM överväger behovet av ytterligare tillsynsinsatser eller reglering.

Diagram 2: Årlig kollektivdos (manSv) till personalen vid de svenska kärnkraftverken



Tabell 1: Sammanställning över persondoser vid de svenska kärnkraftverken 2009<sup>3</sup>.

Anläggning	Kollektivdos (manSv)	Medeldos (mSv)	Största individdos (mSv)	Antal med registrerad dos > 0,1 mSv
Oskarshamn	4,43	1,79	18,3	2480
Forsmark	3,30	1,60	11,7	2063
Ringhals	4,83	1,93	19,6	2507
Barsebäck	0,05	0,64	4,3	83
Samtliga	12,61	1,97	22,8	6403

<sup>3</sup> Det finns personer som under året arbetat vid flera olika verk, vilket påverkar summeringen av antal personer, största individdos och medelvärdesbildningen.









2010:11

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stöder forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 250 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

**Strålsäkerhetsmyndigheten**  
Swedish Radiation Safety Authority

SE-171 16 Stockholm  
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00  
Fax: +46 8 799 40 10

E-post: [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)  
Webb: [stralsakerhetsmyndigheten.se](http://stralsakerhetsmyndigheten.se)