



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

# 2011:18

Strålsäkerhetsläget vid de  
svenska kärnkraftverken 2010





Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Denna rapport har tagits fram på regeringens uppdrag enligt regleringsbrev för 2011 avseende Strålsäkerhetsmyndigheten.

# 2011:18

## Strålsäkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken 2010



# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse.....	3
Större förändringar av anläggningarna.....	3
Barriärer och skyddssystem .....	4
Ledning, styrning och organisation.....	4
Avfallshantering .....	5
Fysiskt skydd.....	6
Kärnämneskontroll .....	6
Beredskap .....	6
Strålskydd .....	6
<b>1. Utgångspunkter och bedömningsgrunder</b> .....	<b>9</b>
Grundläggande principer för kärnsäkerhet och strålskydd.....	9
<b>2. Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse</b> .....	<b>13</b>
Forsmark 1 .....	13
Forsmark 2 .....	13
Forsmark 3 .....	14
Oskarshamn 1 .....	14
Oskarshamn 2.....	15
Oskarshamn 3.....	15
Ringhals 1 .....	17
Ringhals 2 .....	17
Ringhals 3 .....	18
Ringhals 4 .....	18
<b>3. Större förändringar av anläggningarna</b> .....	<b>21</b>
Säkerhetsmoderniseringar.....	21
Höjning av reaktorernas termiska effekt.....	23
<b>4. Barriärer och skyddssystem</b> .....	<b>27</b>
Barriärerna och kraven på kontroll .....	27
Skademekanismer och skadeutvecklingen i stort .....	27
Tillståndet hos barriärer och skyddssystem .....	29
<b>5. Ledning, styrning och organisation</b> .....	<b>31</b>
Forsmarks Kraftgrupp AB .....	31
OKG Aktiebolag .....	32
Ringhals AB .....	33
<b>6. Avfallshantering</b> .....	<b>35</b>
<b>7. Fysiskt skydd</b> .....	<b>37</b>
<b>8. Kärnämneskontroll</b> .....	<b>39</b>
<b>9. Beredskap</b> .....	<b>41</b>
Forsmarks Kraftgrupp AB .....	41
OKG Aktiebolag .....	41
Ringhals AB .....	42
<b>10. Strålskydd</b> .....	<b>43</b>
Utsläpp av radioaktiva ämnen .....	43
Strålskydd för personal .....	45



# Sammanfattning

Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM:s) regleringsbrev ska myndigheten senast den 31 maj 2011 till regeringen redovisa strålsäkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken. Föreliggande rapport utgör denna redovisning.

## Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse

Under året har 384 händelser av mindre allvarligt slag, s.k. kategori-2 händelser, inträffat vid kärnkraftverken. Dessutom har 12 snabbstopp inträffat på 6 av reaktorerna

Under året har en händelse klassats som en 1:a på den internationella INES-skalan. Vid händelsen var Oskarshamn 1 i kall avställning och det pågick underhållsarbete på en dieselgenerator. Man hittade en lös skruvskalle och bedömde att dieseln skulle kunnat haverera om den startades, varför man bedömde dieseln som ej driftklar. Reaktortanklocket var pålagt och en redundant dieseln var vid detta tillfälle avställd för service.

## Större förändringar av anläggningarna

Med anledning av SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:17) om konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer pågår det moderniseringar av reaktorerna på alla kärnkraftverk. Mycket är genomfört men det har också uppstått förseningar i moderniseringsprojekten. SSM har, baserat på säkerhetsmässiga överväganden, accepterat senareläggning av vissa åtgärder relativt de ursprungligen beslutade tidpunkterna. Kärnkraftindustrin har nu ansökt om att få senarelägga vissa åtgärder, vilket skulle innebära att kraven skulle uppfyllas fullt ut först 2015. SSM har ännu inte tagit ställning till dessa ansökningar.

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 alla delar av den modernisering som föreskrifterna ställer krav på.

Kraftindustrin planerar att höja den termiska effekten i åtta av de tio reaktorerna. Man har kommit olika långt i den tillståndsprocess som fordras för att

få höja effekten. Vad gäller Oskarshamn 3 så har SSM givit OKG tillstånd till provdrift vid en termisk effekt på 3900 MW. Det har dock uppkommit problem med turbinlager och ångledningsvibrationer, vilka OKG nu arbetar med att åtgärda.

En effekthöjning påverkar anläggningen och dess driftsätt på flera olika sätt. Det krävs också relativt stora ombyggnader och utbyten av komponenter för att säkerhetskraven ska förbli uppfyllda efter en höjning av den termiska effekten. Dessutom behöver säkerhetsanalyser göras om och säkerhetsredovisningar, driftförutsättningar och instruktioner behöver uppdateras. Vidare behöver driftoperatörer få kompletterad utbildning och träning.

## Barriärer och skyddssystem

### *Bränsle och bränslekapsling*

Under 2010 rapporterades sammanlagt 12 bränsleskador, 10 stycken i Forsmark 3 och 2 stycken i Oskarshamn 3. Dessa skadade bränslestavar är nu utbytta.

Oskarshamn 3, Forsmark 1 och Forsmark 3 har de senaste åren stått för de flesta bränsleskadorna. I dessa reaktorer behövs ytterligare åtgärder för att reducera skadefrekvensen. För övriga reaktorer har skadefrekvensen de senaste fem åren stabiliserat sig på en relativt låg nivå.

### *Primärsystem*

Under 2010 har skador i anläggningarnas primärsystem endast förekommit i Ringhals 4, i form av indikationer på spänningskorrosionssprickor i ånggeneratorarter. Tuber med skador av så begränsad omfattning att det finns betryggande marginaler mot brott och uppfökning har behållits i drift, medan skadade tuber där marginalerna var otillräckliga har tagits ur drift. RAB planerar att under 2011 byta ut ånggeneratorerna 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 uppdagats i anläggningarnas reaktorinneslutningar. Uppföljande kontroll har gjorts av tätplåten i både Ringhals 1 och 2. I Ringhals 2 rör det sig om ett mindre läckage som kvarstår efter reparation av tätplåten i inneslutningens nedre del.

## Ledning, styrning och organisation

I tillsynen av tillståndshavarnas ledning, styrning och organisation har SSM funnit både brister och goda exempel hos samtliga tillståndshavare.

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 SSM.

SSM har kunnat konstatera att RAB lägger ner stora resurser på olika program för säkerhetshöjande åtgärder och utveckling av verksamheten. SSM:s tillsyn har också visat på framdrift i programmen. Bl.a. har man kommit långt med tillämpningen av instruktioner och andra styrande dokument för driftens operativa arbete och SSM ser också positivt på de ambitioner och försök som RAB uppvisar när det gäller arbetet med att förstärka säkerhetskulturen. Framdriften i arbetet med att utveckla det egna verksamhetsstyrssystemet har dock varit svag.

Trots en god framdrift i förbättringsprogrammen och en del positiva effekter kvarstår SSM:s bild att RAB fortfarande har mer arbete framför sig för att till fullo komma tillrätta med svagheterna i ledning och styrning. Detta har bl.a. framkommit i samband med inträffade händelser.

## Avfallshantering

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

Den 21 december 2008 godkände SSM den säkerhetsredovisningen för förvarsdelen silo, BLA, 1BTF och 2BTF i slutförvaret SFR-1. Detta innebar att delar av de deponeringsstopp som gällt sedan 2003 kunde hävas, vilket SSM gjorde den 14 januari 2010. Dock kvarstår deponeringsstopp för delar av de filtermassor som produceras vid Ringhals och Forsmarks kärnkraftverk och som deponeras i förvarsdelen BMA. Mot bakgrund av de osäkerheter som råder kring de metoder som tillämpas för uppskattning av kol-14 i avfallet, gäller sedan tidigare SSM:s beslut om att kol-14-halten i avfall från avfallsproducenterna ska mätas. Dessutom kvarstår deponeringsstopp för delar av det avfall som produceras vid Studsvik och som innehåller kol-14-haltigt avfall från icke-kärnteknisk verksamhet.

Enligt de miljödomar som meddelats under senare år ska Ringhals, Oskarshamns och Forsmarks kärnkraftverk utvärdera möjligheter att reducera vätskeburna utsläpp av radioaktiva ämnen genom att använda indunstare eller motsvarande utrustning. Det pågår, eller har pågått, ett utvecklingsarbete vid samtliga kärnkraftverk i drift, men i dagsläget är det bara Forsmark som har ett etablerat system för indunstning och omhändertagande av indunstningskoncentrat. Kapaciteten hos Forsmarks system för omhändertagande av indunstarkoncentrat är dock inte tillräcklig. SSM anser att det är angeläget att

arbetet med att åstadkomma de beslutade utsläppsreduceringarna och att metoder för att omhänderta och slutförvara avfallet utvecklas.

## **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. Vid kärnkraftverket i Forsmark har man under året genomfört åtgärder som innebär att alla krav i SSM:s föreskrifter ska vara uppfyllda. Kärnkraftverken vid Ringhals och Oskarshamn har dock ännu inte genomfört alla åtgärder som krävs. SSM gör bedömningen att de tillfälliga åtgärder som har vidtagits vid dessa anläggningar innebär att skyddsförmågan är tillräcklig fram till dess att de permanenta åtgärderna har genomförts. Undantagen för dessa anläggningar innebär att åtgärderna ska vara genomförda under 2011.

Till följd av intrånget i Forsmarksanläggningens bevakade område 2010, och efter SSM:s föreläggande om analys och åtgärder med anledning av händelsen, har åtgärder vidtagits vid samtliga kärnkraftverk för att bättre kunna detektera och försvåra intrång. Dessa åtgärder har vidtagits både utanför och innanför områdesskydden.

## **Kärnämneskontroll**

Under 2010 genomfördes totalt 34 kärnämnesinspektioner på svenska kärnkraftverk, med deltagande från IAEA, EU-kommissionen och SSM. 27 av inspektionerna syftade till att verifiera anläggningens egen inventering av kärnämne. Inga avvikelser mellan anläggningarnas uppgifter och det nationella kärnämnesregistret har påträffats och SSM:s bedömning är att Sverige under 2010 har följt internationella åtaganden och att bokföringen av kärnämne på svenska kärnkraftverk är god.

## **Beredskap**

SSM konstaterar att det under de senaste åren har skett en utveckling av beredskapsverksamheterna vid de svenska kärnkraftverken och anser att beredskapsverksamheterna ytterligare har stärkts under 2010. SSM bedömer att de svenska kärnkraftverken har beredskapsorganisationer och beredskapsplaner som ger förutsättningar att kontrollera och begränsa de förhållanden som kan uppkomma vid ett haveri.

## **Strålskydd**

SSM konstaterar att den beräknade stråldosen till följd av utsläppen av radioaktiva nuklider från kärnkraftverken till den mest exponerade personen i kritisk grupp under 2010 med god marginal ligger under både gränsen i SSM:s föreskrifter och miljökvalitetsmålet.

Det har under året inträffat ett antal händelser med förhöjda utsläpp som följd. De har dock inte lett till att de totala utsläppen har ökat i förhållande till tidigare år, och i övrigt har det inte inträffat några incidenter eller händelser vid de svenska kärnkraftverken under 2010 som haft någon signifikant påverkan på människa eller miljö. Det finns dock ett fortsatt behov av arbete inom utsläppsområdet för att hela tiden sträva efter sänkta utsläppsnivåer.

Kollektivdosen under 2010 till personal vid de svenska kärnkraftverken blev 7,7 manSv, vilket är betydligt lägre än utfallet för 2009 och i nivå med åren dessförinnan. Förklaringen är de omfattande moderniseringsarbeten som genomförts under 2009 vid samtliga anläggningar. Under 2010 har arbetet från strålskyddssynpunkt varit av mer normal omfattning. Den genomsnittliga stråldosen till personalen blev 1,7 mSv, vilket är något under föregående års värde på 2,0 mSv. SSM:s bedömning är att den årliga kollektivdosen fortsatt ligger på en rimlig nivå sett till de arbeten som genomförts och de strålningsmiljöer de utförts i. Inga incidenter, missöden, tillbud eller motsvarande har inträffat vid kärnkraftverken under 2010 som resulterat i några nämnvärda stråldoser till personalen.

Under senare år, och särskilt i samband med de stora projekt som pågår vid anläggningarna, har det visat sig att underlag för strålskyddsplanering inte kommer fram i rimlig tid eller innehåller tillräcklig information. Detta har även framgått av kvaliteten på den redovisning som ska lämnas till SSM av arbeten inklusive dosprognoser en viss tid innan arbetena inleds. Samtliga tillståndshavare har ett fortsatt förbättringsbehov i detta avseende.



# 1. Utgångspunkter och bedömningsgrunder

Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM:s) regleringsbrev ska myndigheten senast den 31 maj 2011 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 avfall som produceras på kärnkraftverken, vilket 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**

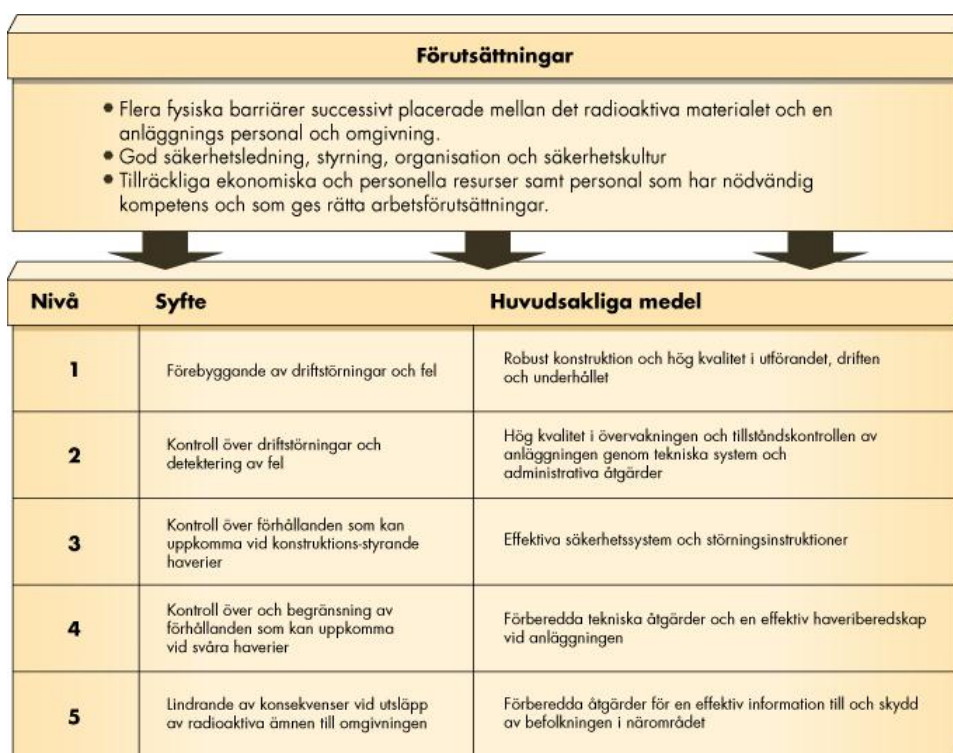
Enligt SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:1) om säkerhet i kärntekniska anläggningar 1 § 2 kap. ska radiologiska olyckor förebyggas genom en för varje anläggning anpassad grundkonstruktion i vilken ska ingå flera barriärer och ett för varje anläggning anpassat djupförsvar enligt figur 1.

Djupförsvaret innebär bl.a. att det finns ett antal fysiska barriärer placerade mellan det radioaktiva materialet och en anläggnings personal och omgivning. För kärnkraftsreaktorer 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 ekonomiska 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 försvaret.

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.

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 SSM:s föreskrifter och allmänna råd.





## 2. Inträffade händelser av säkerhetsbetydelse

Under året rapporterade de elproducerande kärnkraftverken totalt 384 händelser med säkerhetsbetydelse, s.k. kategori-2 rapporter. Däremot rapporterades ingen allvarligare händelser, s.k. kategori-1. En INES-1 har rapporterats från Oskarshamn 1, se nedan.

12 snabbstopp har inrapporterats.

### **Forsmark 1**

#### Snabbstopp

Inga snabbstopp har rapporterats under året.

#### Kategori-2 brister

Under året har 28 kategori-2 brister rapporterats. Ingen händelse med stor säkerhetspåverkan eller med driftkonsekvenser har inträffat under året.

### **Forsmark 2**

#### Snabbstopp

Ett snabbstopp inträffade under året.

#### *Snabbstopp på hög nivå i reaktorn p.g.a. rusande matarvattenpump*

Vid sanering intill en matarvattenpump, 2010-07-08, tappades en handske och en trasa som fastnade i pumpen. Trasan fastnade i varvtalsgivaren som då slogs ut och indikerade ett varvtal på 0 rpm. Pumpen försökte då kompensera detta genom att öka varvtalet. Flödet steg från 275 kg/s till 613 kg/s. Övriga pumpar gick ner för att kompensera för den rusande pumpen. Reaktorn gick dock på låg effekt vilket innebar att flödesbehovet till tanken understeg den rusande pumpens flöde. Nivån i reaktortanken steg tills snabbstopp utlöstes på hög nivå i tanken. Händelsen är även allvarlig ur arbetsmiljösynpunkt.

#### Kategori-2 brister

Under året har 39 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Inre skalventil stängde ej vid nedkylning av reaktorn*

Vid nergång inför revision, 2010-08-27, stängde inte en inre skalventil i kylsystemet för avställd reaktor vid manöverprov. Felet orsakades av en hård beläggning på ventildonets ytor. Denna beläggning fanns även där vid revisionen 2008. Om ventilen i serie tillsammans med den aktuella ventilen inte skulle ha stängts vid ett rörbrott utanför inneslutningen skulle konsekvensen bli oavstängbar flödesväg från reaktorn.

#### *Ej driftklar dieselsäkrad skena*

I samband med överslag i skenstråket mellan transformatorn och 500V brytaren, 2010-12-10, uppstod brand. Detta ledde till bortfall av ordinarie matning till en dieselsäkrad skena. Felet orsakades av att en skruv hade lossnat och orsakat kontakt mellan fas och nolla. Anläggningen togs till kallt avställd.

### **Forsmark 3**

#### **Snabbstopp**

Inga snabbstopp har rapporterats under året.

#### **Kategori-2 brister**

Under året har 28 kategori-2 brister rapporterats. Problemet med återkommande bränsleskador på Forsmark 3 har fortsatt under året.

#### *Konstaterad bränsleskada*

2010-05-10 konstaterades en bränsleskada. Då man stoppade anläggningen i juli för att åtgärda bränsleskadan hittades 6 bränsleskador.

#### *Konstaterad bränsleskada*

2010-11-30 konstaterades en bränsleskada. Då man stoppade anläggningen i april 2011 för att åtgärda bränsleskadan hittades 4 bränsleskador.

I april 2010 togs dessutom reaktorn ner för att åtgärda den bränsleskada som detekterades 2009-10-10.

### **Oskarshamn 1**

#### **Snabbstopp**

Två snabbstopp inträffade under året.

2010-06-06 gick reaktorn på 100 % effekt. Trycket i snabbstoppstankarna, vilket ska hålla ett övertryck relativt trycket i reaktortanken, låg nära sin utlösningströskel i 4 snabbstoppstankar. Trycket i reaktortanken steg något, vilket gav signal om för lågt differenstryck i dessa 4 kretsar, snabbstoppet

löste då ut eftersom villkoret för utlösning är att minst 3 av 28 vakter ger signal.

2010-08-06 gick reaktorn på 94 % effekt. En störning på yttre nätet medförde bortfall av yttre inmatningsväg p.g.a. felaktigt ställda jordfelskydd. 2 Säkerhetsklassade skenor blev spänningslösa vilket löser snabbstopp.

#### Kategori-2 brister

Under året har 50 kategori-2 brister rapporterats, varav en klassats som INES-1.

#### *Oidentifierat läckage inom reaktorinneslutningen större än 0,3 kg/s*

2010-08-13 indikerades stigande läckage i reaktorinneslutningen och anläggningen togs ner i effekt. Efter att man hade konstaterat att läckaget översteg det tillåtna togs reaktorn till kall avställd reaktor. Orsaken till läckaget var två ej helt stängda ventiler i härdsnödkylsystemet. Grundorsaken var felkonstruerade låsmekanismer till ventilerna.

#### *Ej driftklart dieselgeneratoraggregat, klassad som INES-1.*

2010-09-14 var reaktorn i kall avställning. Vid underhåll på en diesel noterades en lös skruvskalle. Det bedömdes att dieseln skulle kunna haverera om den skulle startas och den bedömdes som ej driftklar. Reaktortanklocket var pålagt och den redundanta dieseln var vid detta tillfälle avställd för service. Detta innebar att anläggningen ej skulle vara enkelfelställig om yttre nät skulle falla, vilket motiverar en klass 1 på den s.k. INES-skalan.

## **Oskarshamn 2**

### Snabbstopp

Inga snabbstopp har rapporterats under året.

### Kategori-2 brister

Under året har 38 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Ej driftklar kylkrets och ej tillsluten reaktorinneslutning*

Vid effektdrift 2010-09-05 konstaterades en krets i systemet för inneslutningssprinkling och kylning av kondensationsbassängen vara ej driftklar. Det var en ventil som inte öppnade. För att kunna åtgärda ventilen var man tvungen att bryta reaktorinneslutningens täthet. Alternativet hade varit att gå ner i effekt med en ej driftklar krets i systemet.

## **Oskarshamn 3**

### Snabbstopp

Fem snabbstopp inträffade under året.

*Högt tryck i reaktortanken i samband med manuell utlösning av turbinstopp och misslyckad övergång till dumpning av ånga till kondensorn*  
2010-02-12 pågick nedgång inför kortstopp. Vid 40 % reaktoreffekt löste man ut manuellt turbinsnabbstopp. När dumpreglerventilerna öppnade stängde samtidigt dumpblockeringsventilerna obefogat. Detta medförde högt tryck i reaktortanken och snabbstoppet löste ut.

*Snabbstopp p.g.a. turbinstopp med dumpförbud*

Vid 40 % reaktoreffekt 2010-03-17 löste man ut manuellt turbinsnabbstopp som planerat vid prov för att verifiera ombyggda dumpreglerventiler.

*Snabbstopp p.g.a. turbinstopp med dumpförbud i samband med utlösning av generatorbrytare p.g.a. störningar på yttre nät*

En störning på yttre nät 2010-07-13 gav obefogad utlösning av fältbrytaren och generatorbrytaren. Detta medförde turbinsnabbstopp och delsnabbstopp. Efter turbinsnabbstoppet fungerade inte matarvattentankens nivåreglering fullt ut, varpå dumpförbud erhöles. Det medförde att snabbstoppet löste ut cirka 6 minuter efter initial händelse, vid en reaktoreffekt på 46 %. Felet orsakades av ett felfungerande reläskydd på generatorbrytaren.

*Manuellt utlöst snabbstopp p.g.a. hög lageroljetemperatur på turbinlager*

Vid 92 % effekt 2010-08-29 löstes manuellt snabbstopp p.g.a. höga lagertemperaturer på turbinen. Anläggningen togs till kall avställd reaktor för att åtgärda felet.

*Snabbstopp för att möjliggöra vakuumsläckning vid hög lagertemperatur på turbin*

Hög temperatur på turbinlager 2010-09-10 medförde manuellt turbinsnabbstopp. Anläggningen togs till kall avställd reaktor för fastställande av orsaken till de stigande lagertemperaturerna.

## Kategori-2 brister

Under året har 30 kategori-2 brister rapporterats. Problemen med återkommande bränsleskador på Oskarshamn 3 har fortsatt under året.

*Konstaterad kärnbränsleskada*

2010-04-27 konstaterade man en bränsleskada.

*Konstaterad kärnbränsleskada*

2010-06-06 konstaterade man en bränsleskada.

*Ej driftklar pump i systemet för inneslutningssprinkling*

Vid effektuppgång 2010-07-17 erhöjls hög konduktivitet i reaktorvattnets reningskrets. Reaktorn togs då till varm avställd reaktor. Några timmar senare löste en pump i systemet för inneslutningssprinkling. Anläggningen togs till kall avställd reaktor för att åtgärda pumpen.

## **Ringhals 1**

### **Snabbstopp**

Ett snabbstopp inträffade under året.

Kort efter infasning på nätet 2010-12-01 erhöjls dumpförbud på en av turbinerna. Dumpventilerna stängde obefogat då ett tidrelä inte fungerat som avsett. Trycket i reaktorn steg och snabbstopp löstes ut.

### **Kategori-2 brister**

Under året har 56 kategori-2 brister rapporterats.

#### *Avvikelse mot gällande krav på pumpkapacitet*

I samband med provning, 2010-02-13, under uppgång efter revision visade det sig att en hjälpmatarvattenpump inte uppfyllde acceptanskriterierna. Reaktorn togs från varm avställning till kallt avställd reaktor för förnyad säkerhetsbedömning. Revisionsavställningen förlängdes till den 9 mars.

#### *Läckage genom personslussen*

Vid nukleär värmning inför uppgång 2010-08-11 utfördes täthetsprov av personalslussen till inneslutningen. Läckaget var över tillåtet värde vilket medförde nedgång till kall avställd reaktor för åtgärd.

#### *Fyra jordfel orsakade av felaktigt montage*

Reaktorn fasades in på nätet efter revision 2010-12-03. Vid uppgång inträffade den 4 december 2 jordfel på reaktortankens nivåvakter. Reaktorn togs ur drift för att åtgärda felen. 2010-12-07 återstartades reaktorn. Den 7 och 8 december uppkom ytterligare 2 jordfel. Reaktorn togs åter ur drift för åtgärd. Felen orsakades dels av att ej miljökvalificerade krympslangar använts vid montaget, dels av att vakternas kopplingsdosor vid montaget blivit felaktigt termiskt isolerade och erhöjll temperaturer som de inte är kvalificerade för och som inte heller krympslangarna tålde.

## **Ringhals 2**

### **Snabbstopp**

Två snabbstopp inträffade under året.

Ett av snabbstoppen utlöstes som avsett vid prov 2010-03-15. Det andra inträffade vid underhållsarbete 2010-06-11, då ett fel uppstod så att två reaktorkylpumpar stoppades. Detta ledde i sin tur till reaktorsnabbstopp.

#### Kategori-2 brister

Under året har 44 kategori-2 brister rapporterats.

*Dieselgenerator DG230 ej driftklar p.g.a. utebliven rumskylning samtidigt som dieselgenerator DG210 var avställd*

Vid underhållsarbete på en dieselgenerator gjordes en felaktig frånskiljning som medförde att samtliga fläktar till dieselaggregatrummet blev avställda. Vid ett eventuellt behov av dieseln skulle denna blivit överhettad. Eftersom en av de andra dieslarna samtidigt var planerat avställd innebar detta att två dieslar av fyra var ej driftklara samtidigt under 3 timmar.

### Ringhals 3

#### Snabbstopp

Ett snabbstopp inträffade under året.

En reaktortripbrytare öppnade obefogat 2010-06-03. Kortslutning i logikkort gav utlöst signal.

#### Kategori-2 brister

Under året har 29 kategori-2 brister rapporterats.

*Två dieselgeneratorer ej driftklara*

I samband med förberedelser inför provkörning visade sig en dieselgenerator ha internt kylvattenläckage till en av cylindrarna. En annan av dieslarna var avställd och hade ersatts av reservdieseln. Beslut togs att göra den avställda dieseln driftklar, för att på så sätt kunna sätta in reservdieseln som ersättning för den som fått internt läckage. Detta innebar att alla tre dieslarna var ej driftklara under cirka 2.5 timmar med följderna att två dieselkraftmatningsvägar blev ej driftklara.

### Ringhals 4

#### Snabbstopp

Inga snabbstopp inträffade under året.

#### Kategori-2 brister

Under året har 30 kategori-2 brister rapporterats.

*Härdens nödkylsystem ej driftklart p.g.a. läckande säkerhetsventil*

Anläggningen var kallt avställd 2010-07-15 och arbete pågick i inneslutningen. Vid arbete i ett elskåp bröts strömmen. Detta fick till följd att ventiler för avtappningsflöde till reaktortanken stängde samtidigt som laddningsflöde pågick. Trycket i primärkretsen steg och en säkerhetsventil öppnade för att avlasta till avblåsningstanken. När säkerhetsventilen stängde tätade den inte ordentligt vilket gjorde att avblåsningstanken fylldes. Några minuter senare brast avblåsningstankens sprängbleck och cirka 2 m<sup>3</sup> vatten rann ner i inneslutningens golvdränagesystem. Inneslutningen utrymdes. Senare verifierades att ingen aktivitet hade spridits till inneslutningen.

*Natriumhalten i ÅG över tillåtet värde*

2010-10-17 noterades höga natriumvärden på ånggenerator 2. Den pågående effektuppgången avbröts under 3 timmar för bottenblåsning. 2010-12-13 noterades höga värden igen. Reaktorn togs från full effekt ner till 5 % effekt för rening av ånggeneratorerna samt pluggning av den skadade värmeväxlartuben.





# 3. Större förändringar av anläggningarna

## Säkerhetsmoderniseringar

SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:17) om konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer, trädde i kraft den 1 januari 2005. Genom övergångsbeslut gavs tillståndshavarna tid att planera och genomföra de åtgärder som krävs för att uppfylla föreskrifterna. De ursprungliga besluten angav 2013 som det år då de sista moderniseringsåtgärderna skulle vara genomförda.

Det har uppstått förseningar i kärnkraftsindustrins moderniseringsprojekt och SSM har, baserat på säkerhetsmässiga överväganden, accepterat senareläggning av vissa åtgärder relativt de ursprungligen beslutade tidpunkterna. Kärnkraftindustrin har nu ansökt om att få senarelägga vissa åtgärder, vilket skulle innebära att kraven skulle uppfyllas fullt ut först 2015. SSM har dock ännu inte tagit ställning till dessa ansökningar.

De stora säkerhetsförbättringarna och moderniseringarna styrs i första hand av SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:17) om konstruktion och utförande av kärnkraftsreaktorer. 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 alla delar av den modernisering som föreskrifterna ställer krav på.

Moderniseringsplanerna har innehållit förhållandevis få åtgärder med genomförande 2010 och vissa av dessa har senarelagt, vilket gör att anläggningarnas status i stort är oförändrad sedan ett år tillbaka, 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. Forsmark 1 planerar att under 2011 genomföra motsvarande ändringar som Forsmark 2 genomförde under 2009.
- 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 härdnödskylningen genom införande av extern vattenkälla. Under 2010 diversifierades reaktivitetskontrollen genom att borsystemet automatiserades.

### **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. Under 2010 har ändringar genomförts för att vid en haverisituation kunna avlufta tanken, då hela tanken vattenfylls.
- Oskarshamn 2 planerar ombyggnad av säkerhetssystemen, instrumenterings- och kontrollutrustning samt kontrollrum. Det stora moderniseringsarbetena var planerade till 2011, men projektet dras med stora förseningar. Om dessa säkerhetsmoderniseringar inte blir klara under 2012 krävs ett godkännande av SSM för att OKG ska kunna köra reaktorn i effektdrift efter 2012 års utgång. Under 2010 har ändringar genomförts för att vid en haverisituation kunna avlufta tanken, då hela tanken vattenfylls.
- Under 2009 genomförde Oskarshamn 3 en effekthöjning och i samband med denna diversifierade man reaktivitetskontrollen genom automatisering av borinpumpningen. Vidare diversifierades härdnödskylningen 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 analyser som grund för att bedöma i vilken omfattning anläggningarna behöver byggas om. Diversifiering av reaktorskyddssystemet var planerad till 2010 men har senarelagts till 2011 för både Ringhals 3 och 4.

## **Höjning av reaktorernas termiska effekt**

Kraftindustrin planerar att höja den termiska effekten i åtta av de tio reaktorerna. En effekthöjning påverkar anläggningen och dess driftsätt på flera olika sätt. Det krävs också relativt stora ombyggnader och utbyten av komponenter för att säkerhetskraven ska förbli uppfyllda efter en höjning av den termiska effekten. Dessutom behöver säkerhetsanalyser göras om och säkerhetsredovisningar, driftförutsättningar och instruktioner behöver uppdateras. Driftoperatörer behöver få kompletterad utbildning och träning.

Detta innebär att det krävs både ett tillstånd från regeringen enligt kärntekniklagen och ett tillstånd från miljödomstolen enligt miljöbalken för att höja en reaktors termiska effekt. Det innebär också att SSM:s granskningar och annan tillsyn i effekthöjningsärenden omfattar flera steg. I första steget bereder SSM tillståndsansökan och de inledande granskningarna resulterar i ett yttrande till regeringen. När regeringen har beslutat om tillstånd granskar SSM 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 tillrätta 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. FKA fick den 28 januari 2010 regeringens tillstånd att höja effekten vid reaktorerna Forsmark 1, 2 och 3.

FKA har därefter inkommit med en ansökan om godkännande av en preliminär säkerhetsredovisning som grund för åtgärder i Forsmark 2. SSM:s granskning av denna preliminära säkerhetsredovisning pågår och beräknas vara klar vid halvårsskiftet 2011.

FKA har meddelat SSM att bolaget senarelägger de planerade effekthöjningarna i reaktorerna Forsmark 1 och 3, men man har inte redovisat någon ny tidsplan.

#### **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. OKG har nu inlett provdriften. Denna har emellertid inte gått som planerat eftersom det uppkommit problem med turbinlager och ångledningsvibrationer, vilka OKG nu arbetar för att åtgärda.

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. Den 29 april 2010 beslutade regeringen ge bolaget tillstånd att höja effekten i Oskarshamn 3. OKG har aviserat att de vid halvårsskiftet 2011 ska inkomma med en ansökan om godkännande av en preliminär säkerhetsredovisning som grund för åtgärderna i Oskarshamn 2.

#### **Ringhals kärnkraftverk**

För Ringhals 1 har regeringen tidigare beslutat om tillstånd att höja den termiska effekten. Det är en mindre höjning jämfört med övriga berörda anläggningar och provdriften har pågått under 2008 och 2009. Under 2010 kom RAB in med ansökan om rutinmässigt drift vid den högre effekten. SSM har nu granskat denna men avvaktar att fatta beslut om rutinmässig drift vid den högre effekten till dess att provdrift även har genomförts med det ombyggda och moderniserade reaktorskyddssystemet i reaktorn.

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 MW. 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. RAB har sedan dess bedrivit provdrift och man har aviserat att man under 2011 kommer att ansöka om rutinmässig drift vid den högre effekten.

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 avslutades 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 anläggningens personal och omgivning. För kärnkraftsreaktorer under drift består barriärerna av själva bränslet (bränslekuts), bränslekapslingen, reaktorns tryckbärande primärsystem och reaktorinneslutningen. Det finns olika säkerhetsfunktioner som ska skydda barriärerna och deras integritet mot förhållanden som kan uppkomma vid olika händelser.

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 SSM 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. Detta är särskilt viktigt efterhand som anläggningarna blir äldre.

## 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 2010 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 2010. Det finns för närvarande ingen tendens till ökning av antalet skadefall i takt med att anläggningarna blir äldre. Detta kan dock inte uteslutas framöver.

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.

#### *Primärsystem*

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 cirka 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 cirka 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 åldringshante-ringsverksamheterna med bl.a. det förebyggande underhålls- och utbytesar-betet. 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 reaktorinneslutning-arnas och de andra byggnadsstrukturernas säkerhet. Inträffade skador och försämringar har huvudsakligen orsakats av brister i samband med uppfö-randet 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 tätningsmaterial. Liknande erfa-renheter 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 skademekan-ismer inte enbart baseras på driftmiljöbetingelserna och den nominella kon-struktionen, utan måste också bedömas mot bakgrund av de rapporterade skadorna.

## **Tillståndet hos barriärer och skyddssystem**

#### *Bränsle och bränslekapsling*

Under 2010 rapporterades sammanlagt 12 bränsleskador, 10 stycken i Fors-mark 3 och 2 stycken i Oskarshamn 3. Dessa skadade bränslestavar är nu utbytta.

Under den senaste femårsperioden har nötnings-skador helt dominerat. Vissa år har upp till 10 sådana skador rapporterats. Några få reaktorer (Oskars-

hamn 3, Forsmark 1 och Forsmark 3) står för de flesta skadorna. I dessa reaktorer behövs ytterligare åtgärder för att reducera skadefrekvensen. För övriga reaktorer har skadefrekvensen de senaste fem åren stabiliserat sig på en relativt låg nivå.

#### *Primärsystem*

Under 2010 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 ånggenerator-tuber som är ur drift i Ringhals 4 genom pluggning motsvarar 3,8 % av det totala antalet tuber, vilket är en ökning sedan året innan. RAB planerar att under 2011 byta ut ånggeneratorerna 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 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 inneslutning. Små läckage har tidigare observerats från bottenplåten och bedöms vara orsakade av porer i svetsförbanden mellan plåtarna.

# 5. Ledning, styrning och organisation

## **Forsmarks Kraftgrupp AB**

### *Ledning, styrning och organisation*

SSM bedömer att tidspress och hög arbetsbelastning är och har varit dominerande inslag i FKA:s organisation under de senaste åren.

Under 2009 ställde SSM krav på FKA att förbättra den verksamhet som utreder händelser. Efter att ha granskat FKA:s åtgärder bedömer SSM nu att FKA har vidtagit nödvändiga åtgärder.

SSM konstaterade under 2010 att FKA har goda ambitioner med sin interngranskningsverksamhet och att verksamheten utvecklats positivt de senaste åren. SSM ser positivt på att en värdering görs av årets genomförda granskningar för att se om generella mönster finns.

Vid inspektion av ledningens uppföljning av verksamheten under 2010 bedömde SSM att FKA uppfyller de tillämpliga kraven. SSM bedömde att FKA följer upp och övervakar säkerheten genom ledningens genomgång. Instruktionen för ledningens genomgång tillämpas, är aktuell, bedöms vara tydlig och främjar klarhet i hur ledningens genomgång planeras och genomförs. SSM identifierade dock behov av förtydliganden i ledningssystemet.

SSM konstaterar att FKA har genomfört ett utvecklingsarbete avseende indikatorer och man har en god ambition avseende att värdera och reflektera utgående från dessa.

I samband med tillsynen har SSM bl.a. bedömt att det råder en samsyn hos FKA:s chefer på ledarskap och dess krav och svårigheter. Insikten om vilket ansvar man har som chef och ledare kopplas till fokus på säkerheten.

### *Kompetens och bemanning*

SSM bedömer att FKA:s kompetenssäkringssystem med inriktning på samarbete mellan projekt och linjeorganisation uppfyller kravet på säkerställande av personalens kompetens. Detta genom att man använder en systematisk metod för att analysera behovet av personal och den kompetens som behövs. Dock har ett antal förbättringsbehov identifierades.

SSM har konstaterat att FKA behöver beakta faktorer som kan påverka personalens prestationsförmåga på ett för säkerheten negativt sätt, samt ha en policy som omfattar åtgärder för att förebygga denna påverkan. Exempel på sådana faktorer är trötthet och bristande koncentration. SSM har också konstaterat att en bedömning av personalens lämplighet görs i den dagliga verksamheten men att detta inte är styrt.

Den ansträngda bemanningssituationen vid Forsmark 1 och 2:s kontrollrum är ett område där FKA behöver fortsätta att förbättra arbetsförutsättningarna för personalen.

## **OKG Aktiebolag**

### *Ledning, styrning och organisation*

SSM har genomfört en verksamhetsbevakning av ledarskap för säkerhet samt hur OKG arbetar med att förse organisationen med nya chefer. I samband med denna tillsyn har SSM konstaterat att OKG:s chefer verkar förespråka en tillåtande attityd till oliktankare så länge andra åsikter och kritik inte är direkt destruktivt. Utbildning finns att tillgå för samtliga chefer, från gruppchef och uppåt som stöd för konflikthantering. SSM anser att OKG arbetar aktivt med chefsförsörjning och har en strukturerad successionsordning för chefsbefattningar. Vidare verkar man inom OKG ha en enad bild av vad ledarskap kräver och chefer verkar ha förutsättningar att utöva ett säkerhetsinriktat ledarskap.

OKG har påbörjat förbättringar när det gäller systemet för rapportering, prioritering och uppföljning av avvikelser, händelser och åtgärder och arbetar mot ett samordnat system. SSMs slutsats är dock att OKG har mycket arbete kvar innan man har ett fungerande samordnat system.

OKG har genomfört förbättringar när det gäller processen för anläggningsändringar. SSM har under året konstaterat att OKG har förbättrat befintliga instruktioner och formulerat nya instruktioner för att hantera MTO vid anläggningsändringar och för att ta vara på erfarenheter.

När det gäller erfarenhetsåterföring framgick dock inte hur man tar vara på erfarenheter när det gäller konstruktionsmissar eller hur man, i samband med anläggningsändringar, tar vara på erfarenheter från befintlig utrustning. Dessutom behöver OKG redovisa om hur enskilda individer kan rapportera erfarenheter på ett enkelt sätt.

Vid en inspektion av OKG:s system för bedömning av personalens lämplighet konstaterade SSM att OKG följer sitt ledningssystem med tillhörande instruktioner. SSM konstaterade också att chefer upplevde sig ha stöd i sitt arbete inom området. SSM bedömde dock att OKG behöver tydliggöra för

medarbetarna vad medarbetaransvar innebär och SSM anser att OKG behöver utöka det dokumenterade stödet för bedömning av personalens lämplighet.

#### *Kompetens och bemanning*

Under året har SSM bl.a. genomfört en verksamhetsbevakning för att följa upp de brister SSM funnit inom området kompetens och bemanning. Bristerna gällde bl.a. otydliga instruktioner och behov av utbildningar. SSM kunde konstatera att OKG omhändertagit dessa genom att man förtydligat instruktioner och genomfört utbildningar. SSM bedömde även att OKG behövde förtydliga sina roller och ansvarsbilderna i kompetenssäkringsprocessen. Detta avsåg OKG att hantera i samband med den planerade omorganisationen 2011-01-01. SSM bedömde vid verksamhetsbevakningen att OKG har haft en god framdrift i hanteringen av identifierade brister.

## **Ringhals AB**

#### *Ledning, styrning och organisation*

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 SSM. RAB tog fram en omfattande åtgärdsplan och SSM har i sin utökade tillsyn följt RAB:s åtgärder för att komma tillrätta med problemen.

SSM har kunnat konstatera att RAB lägger ner stora resurser på olika program för säkerhetshöjande åtgärder och utveckling av verksamheten. Exempel på detta är Ringhals 1:s program för säkerhetsutveckling, Ringhals övergripande säkerhetskulturprogram "Förstärkt ledarskap". Dessutom arbetar man mycket med förbättringar och förtydligande av instruktioner samt Ringhals verksamhetsstyrssystem "RVS".

SSM:s tillsyn har visat på framdrift i programmen förutom avseende RVS. De effekter SSM kunnat identifiera är ett hos personalen upplevt tydligare fokus på säkerhetsfrågor och att VD är tydlig med att säkerheten ska komma i första rummet. Det har även framgått att medarbetare anser att säkerhetsavdelningens roll i verksamheten är tydlig och fristående.

SSM har konstaterat att tillämpning av instruktioner och andra styrande dokument för driftens operativa arbete, såsom ifyllnadsgrad, behörigheter och tydlighet, kommit långt. SSM ser också positivt på de ambitioner och försök som RAB uppvisar när det gäller arbetet med att förstärka säkerhetskulturen.

Framdriften i arbetet med att utveckla RVS har dock varit svag, men RAB uppger nu att en nystart gjorts med en förstärkt projektorganisation.

Trots en god framdrift i förbättringsprogrammen och en del positiva effekter kvarstår dock SSM:s bild att RAB fortfarande har mer arbete framför sig för att till fullo komma tillräta med svagheter i ledning och styrning. Detta har bl.a. framkommit i samband med inträffade händelser.

Ringhals behöver förtydliga sitt ledningssystem avseende uppföljning av genomfört underhållsarbete. Vad gäller underhållsinstruktioner så har Ringhals själva identifierat eftersläpning i att hålla underhållsinstruktionerna aktuella. Ringhals arbetar med att åtgärda denna eftersläpning och man har tagit fram en strategi för att inte hamna i denna situation igen.

RAB har genomfört ett flertal åtgärder för att förbättra efterlevnaden av underhållsinstruktioner och regler kopplade till underhåll. SSM konstaterar att dessa åtgärder har fått avsedd verkan.

SSM konstaterar vidare att Ringhals behöver förtydliga det delegerade ansvaret för underhållsinstruktioner i ledningssystemet, men SSM har även noterat att personalen som tar fram underhållsinstruktioner bedömer att de styrande instruktionerna och mallar ger ett bra stöd för framtagning av underhållsinstruktioner.

#### *Kompetens och bemanning*

Under 2010 har SSM i samband med inspektion av anläggningsändringar konstaterat att RAB har behov av kompetenshöjande åtgärder avseende MTO-kompetens inom funktionerna för internrevision och fristående säkerhetsgranskning. Dessutom har SSM konstaterat gap i individuella kompetensprofiler för beställare inom RAB. I samband med RAB:s byte av kontrollrum för reaktor 2 har SSM i sin tillsyn verkat pådrivande för att RAB ska bättre tillgodose kompetensbehov hos drift- och underhållspersonal.

## 6. Avfallshantering

Vid kärnkraftsanläggningarna sker olika former av behandling av radioaktivt driftavfall för att detta ska kunna slutförvaras direkt eller mellanlagras i avvaktan på slutförvaring. Mycket 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 som innehåller mycket små mängder radioaktiva ämnen kan undantas från strålskyddslagen och kärntekniklagens bestämmelser (friklassas) och därefter användas fritt, förbrännas eller deponeras på kommunalt avfallsupplag. Långlivat avfall mellanlagras tills vidare vid kärnkraftverken, Studsvik eller CLAB.

Slutsatserna från den tillsyn av avfallshantering som SSM genomförde under 2010 är att omhändertagandet av det låg och medelaktiva avfallet sker på ett acceptabelt sätt. Det finns dock områden vid samtliga kärnkraftverk där hanteringen av avfallet behöver förstärkas.

Den 21 december 2008 godkände SSM den säkerhetsredovisningen för förvarsdelen silo, BLA, 1BTF och 2BTF i slutförvaret SFR-1. Detta innebar att delar av de deponeringsstopp som gällt sedan 2003 kunde hävas, vilket SSM gjorde den 14 januari 2010. Dock kvarstår deponeringsstopp för delar av de filtermassor som produceras vid Ringhals och Forsmarks kärnkraftverk och som deponeras i förvarsdelen BMA. Mot bakgrund av de osäkerheter som har identifierats, rörande de metoder som tillämpas för uppskattning av kol-14 i avfallet, gäller sedan tidigare SSM:s beslut om att kol-14-halten i avfall från avfallsproducenterna ska mätas. Dessutom kvarstår deponeringsstopp för delar av det avfall som produceras vid Studsvik och som innehåller kol-14-haltigt avfall från icke-kärnteknisk verksamhet.

Enligt de miljödomar som meddelats under senare år ska Ringhals, Oskarshamns och Forsmarks kärnkraftverk utvärdera möjligheter att reducera vätskeburna utsläpp av radioaktiva ämnen genom att använda indunstare eller motsvarande utrustning. Detta arbete har fortskridit med varierande framdrift och framgång. Det pågår, eller har pågått, ett utvecklingsarbete vid samtliga kärnkraftverk i drift, men i dagsläget är det bara Forsmark som har ett etablerat system för indunstning och omhändertagande av indunstningskoncentrat. Kapaciteten hos Forsmarks system för omhändertagande av indunstarkoncentrat är dock inte tillräcklig, vilket leder till att mängden koncentrat som lagras succesivt ökar vid anläggningen. Vid Ringhals och Oskarshamn har man haft vissa tekniska problem med utrustningen, vilket

inneburit att utvecklingsarbetet har fått senareläggas. Oskarshamn har beslutat att avvakta idrifttagandet av indunstaren till dess att de andra anläggningarna har vunnit erfarenheter och istället inriktat arbetet på att så långt som möjligt minimerar vattenkonsumtionen.

SSM anser att det är angeläget att arbetet med att åstadkomma de beslutade utsläppsreduceringarna och att metoder för att omhänderta och slutförvara avfallet utvecklas.

Använt kärnbränsle och delar av annat långlivat avfall, t.ex. rester från interna delar från reaktorerna, mellanlagras i CLAB. Under året har 67 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. Vid kärnkraftverket i Forsmark har under året genomförts åtgärder som innebär att alla krav i SSM:s föreskrifter ska vara uppfyllda. Kärnkraftverken vid Ringhals och Oskarshamn har dock ännu inte genomfört alla åtgärder som krävs enligt SSM:s föreskrifter. SSM gör bedömningen att de tillfälliga åtgärder som har vidtagits vid dessa anläggningar innebär att skyddsförmågan är tillräcklig fram till dess att de permanenta åtgärderna har genomförts. Beslut om undantag för dessa anläggningar innebär att åtgärderna ska vara genomförda under 2011.

Till följd av intrånget i Forsmarksanläggningens bevakade område 2010, och efter föreläggande om analys och åtgärder med anledning av händelsen, har åtgärder vidtagits vid samtliga kärnkraftverk för att bättre kunna detektera och försvåra intrång. Dessa åtgärder har vidtagits både utanför och innanför områdesskydden.

Den 1 juli 2010 uppdrog regeringen åt SSM att, i samråd med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Rikspolisstyrelsen och Svenska kraftnät, göra en översyn av tillståndshavarnas och samhällets förmåga att skydda kärntekniska anläggningar och transporter av kärnämnen mot antagonistiska hot. Förutom de åtgärder som tillståndshavarna vidtar för fysiskt skydd krävs även förmåga hos samhället att ingripa i händelse av brottsligt angrepp. Översynen syftar till att identifiera eventuella brister och vid behov föreslå förbättringar i tillståndshavarnas och samhällets förmågor.



## 8. Kärnämneskontroll

IAEA, EU-kommissionen och SSM genomför gemensamma inspektioner på svenska kärnkraftverk. IAEA praktiserar Integrated Safeguards (IS) och inspekterar med stöd av både kontrollavtalet och tilläggsprotokollet. EU-kommissionen inspekterar med stöd av fördraget och Euratom förordningen. SSM inspekterar med stöd av kärntekniklagen och SSM:s föreskrifter.

Under 2010 genomfördes totalt 34 kärnämnesinspektioner på svenska kärnkraftverk. IAEA, EU-kommissionen och SSM deltog på samtliga. 27 av inspektionerna syftade till att verifiera anläggningens egen inventering av kärnämne och är något som görs årligen på varje kärnkraftverk och då oftast i samband med revisionen.

En inspektion under 2010 var en så kallad ”Complimentary Access” (CA). En CA är initierad av IAEA och görs med stöd av tilläggsprotokollet. Inspektionen gjordes på Ringhals 1 och syftet med inspektionen var att verifiera att ingen odeklarerad verksamhet förekommer på anläggningen. 3 av inspektionerna under 2010 var rutininspektioner och 3 var så kallade ”short notice” inspektioner, vilken anmäls endast 24 timmar i förväg.

Vid alla inspektioner utom CA:n har SSM kontrollerat att anläggningarnas bokföring överensstämmer med uppgifterna i det nationella kärnämnesregistret som SSM förvaltar. Under 2010 har inga avvikelser mellan anläggningarnas uppgifter och det nationella kärnämnesregistret påträffats.

SSM:s samlade bedömning av inspektionerna visar att Sverige under 2010 har följt internationella åtaganden och att bokföringen av kärnämne på svenska kärnkraftverk är god.



## 9. Beredskap

SSM konstaterar att det under de senaste åren har skett en utveckling av beredskapsverksamheterna vid de svenska kärnkraftverken och anser att beredskapsverksamheterna ytterligare har stärkts under 2010.

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

### **Forsmarks Kraftgrupp AB**

SSM konstaterar att FKA:s beredskapsverksamhet har stärkts under de senaste åren bland annat genom att delar av driftledningen nu finns närvarande på anläggningen under dygnets alla timmar, införandet av VHI-stöd och ny larmnivå. SSM anser vidare att FKA under 2010 på ett tillfredställande sätt har utrett och rekommenderat förbättringsåtgärder gällande planeringsprocessen för beredskapsverksamheten. FKA har informerat SSM om en pilotstudie som pågår för att bland annat förstärka funktionsansvaret inom ledningssystemet.

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:s beredskapsverksamhet har stärkts under de senaste åren bland annat genom resursförstärkning, ny larmnivå och införd beredskapstjänstgöring för BL.

SSM genomförde under 2010 en inspektion av systemet för planering av beredskapsverksamheten och fann att OKG uppfyller ställda krav. SSM anser dock att det finns vissa förbättringsbehov, bland annat när det gäller övning av samverkan mellan personal på blocket och personal som verkar från KC.

SSM anser att OKG:s arbete med utveckling av det datoriserade MARS-verktyget för alla tre block på ett väsentligt sätt kommer att öka beredskapsorganisationens förmåga att genomföra tidiga bedömningar av källtermen och ”what-if”-analyser.

## **Ringhals AB**

SSM konstaterar att RAB:s beredskapsverksamhet har stärkts under de senaste åren, bland annat genom att under 2010 införa beredskapstjänstgöring för valda nyckelpersoner med inställetid på 2 timmar. Ringhals har också gjort en översyn av utrymningsplanen för anläggningen, främst gällande kontakter med polis och länsstyrelsen i Halland. Nya rutiner har tagits fram som anpassats till befattningshavarnas åtgärdskalendrar.

SSM konstaterar vidare att RAB arbetar med utveckling av ett källtermsstöd för stärkt förmåga till källtermsbedömning, vilket bör underlätta identifieringen och karakteriseringen 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, och dessa utsläpp mäts kontinuerligt. Stråldosen till allmänheten från utsläppen räknas fram med hjälp av modeller som har anpassats till respektive anläggning, där hänsyn tas till bland annat 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 till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken under åren 2002 till 2010 uttryckt i mikrosievert ( $\mu\text{Sv}$ ). Stråldoserna avser personer som bor nära kärnkraftverken och som beräknas få högst dos, den så kallade kritiska gruppen. SSM konstaterar att den beräknade stråldosen till följd av utsläppen av radioaktiva nuklider från kärnkraftverken till den mest exponerade personen i kritisk grupp under 2010 med god marginal ligger under både gränsen i SSM:s föreskrifter (100  $\mu\text{Sv}$ ) och miljökvalitetsmålet<sup>1</sup> (10  $\mu\text{Sv}$ ).

---

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

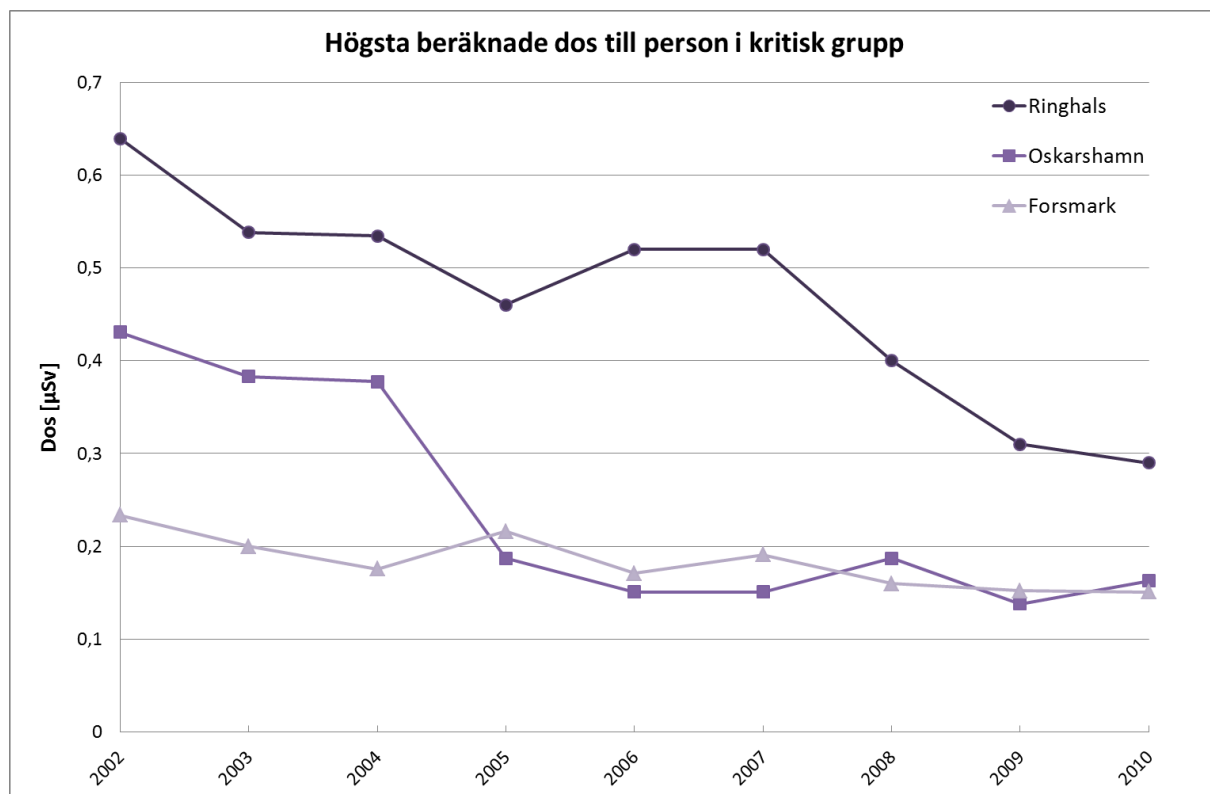


Diagram 1. Högsta beräknade dos till en person i den kritiska gruppen till följd av utsläpp från kärnkraftverken uttryckt i mikrosievert ( $\mu\text{Sv}$ ).

SSM ställer i föreskrifter krav på optimering av strålskyddsåtgärder och användande av bästa tillgängliga teknik för att begränsa utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön. Arbete inom utsläppsområdet pågår på kärnkraftverken i enlighet med SSM:s krav och i enlighet med fastställda miljödomar.

På Ringhals 1 är inläckage av luft till turbin en faktor som påverkar ädelgasutsläppen, och här pågår arbete med att hitta såväl som åtgärda läckagen. I slutet av 2009 och början av 2010 uppvisade Forsmark 1 förhöjda utsläpp av aerosoler i huvudskorsten. Efter en utredning av bakomliggande orsaker visade det sig att ett mycket litet vattenläckage gav förhöjda mängder aerosoler i ett rum. Aerosolerna sögs sedan till huvudskorsten via reaktorbyggnadens ventilationssystem. Ventilationen kan drivas med sektionerad filtretning, vilket gjordes för att hitta källan till aerosolerna och sedan hindra dem från att nå skorsten.

Forsmark 3 hade flera bränsleskador under 2010 och gjorde två kortare stopp för att åtgärda dessa. Båda gångerna förekom förhöjda utsläpp av ädelgaser och halogener.



Vid vakuumläcksökning på Oskarshamn 2 hamnade en ventil i delvis öppet läge, vilket medförde att luft läckte in i reaktorn. Argon i luften aktiverades i härden och ledde till ett förhöjt utsläpp av Ar-41. Efter två veckor hittades felet och åtgärdades, och utsläppen av Ar-41 återgick till tidigare nivå. Även Oskarshamn 3 har haft flera bränsleskador under 2010 och huvuddelen av ädelgasutsläppen skedde i samband med inledningar av avställningar.

Både OKG och FKA gör ansträngningar för att komma tillrätta med problemen med bränsleskador, eftersom de kan påverka utsläpp och även strålningsmiljön i anläggningen. En del av detta arbete är att minimera mängden skräp i reaktorsystemen, och arbete med detta är av central betydelse. Samtliga kärnkraftverk har gemensamt tagit fram en utbildning där man förtydligar begreppet ”Rent system”, hur man upprätthåller detta, samt konsekvenserna av eventuella föroreningar.

SSM:s bedömning är att konsekvenserna av ovanstående händelser är försumbara för människa och miljö. De enstaka förhöjda utsläppen har inte lett till att den totala nivån har ökat i förhållande till tidigare år, och i övrigt har det inte inträffat några incidenter eller händelser vid de svenska kärnkraftverken under 2010 som haft någon signifikant påverkan på människa eller miljö. SSM bedömer att det finns ett fortsatt behov av arbete inom utsläppsområdet för att hela tiden sträva efter sänkta utsläppsnivåer.

Från de omgivningskontrollprogram som genomförs kontinuerligt vid samtliga verk har enbart förväntade värden rapporterats under året. De tillsynsinsatser som SSM genomfört mot verken under 2010 på omgivningskontrollområdet visar att tillståndshavarna i allt väsentligt uppfyller kraven, men att det finns utrymme för förbättringar i till exempel kontakter med provtagarna av omgivningsproverna, speciellt rörande återkoppling av resultat.

## **Strålskydd för personal**

Personal som arbetar på kärnkraftverk, antingen som anställda eller som entreprenörer, utsätts i olika omfattning för joniserande strålning. Storlek och omfattning av exponeringen för den enskilda individen beror på 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.

---

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

Kollektivdosen under 2010 till personal vid de svenska kärnkraftverken blev 7,7 manSv. Av diagram 2 framgår att detta är betydligt lägre än utfallet för 2009 och i nivå med åren dessförinnan. Förklaringen är de omfattande moderniseringsarbeten som genomförts under 2009 vid samtliga anläggningar. Under 2010 har arbetsomfattningen från strålskyddssynpunkt varit av mer normal omfattning. Detta blir också tydligt genom att jämföra antalet personer som fått registrerad dos under respektive år. Under 2009 fick 6400 personer registrerad dos. År 2010 var antalet tillbaka på mer normal nivå, cirka 4400.

Den genomsnittliga stråldosen till personalen blev 1,7 mSv, vilket är något under föregående års värde på 2,0 mSv. Den högsta registrerade stråldosen för en enskild person blev 16,9 mSv. SSM konstaterar att ingen person har fått någon stråldos över fastställda dosgränser. Inte heller har någon fått något registrerat aktivitetsintag som motsvarar en interndos över rapporteringssvärdet 0,25 mSv. SSM:s bedömning är att den årliga kollektivdosen fortsatt ligger på en rimlig nivå sett till de arbeten som genomförts och de strålmiljöer de utförts i. I tabell 1 ges en sammanställning över 2010 års dosutfall och i diagram 2 visas dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken under perioden 2001 – 2010.

Inga incidenter, missöden, tillbud eller motsvarande har inträffat vid kärnkraftverken under 2010 som resulterat i några nämnvärda stråldoser till personalen. Däremot finns några strålskyddsrelaterade incidenter och tillbud som ändå är av intresse att omnämna.

Vid Oskarshamnsverket inträffade ett radiograferingstillbud i slutet av november. En person passerade förbi en avspärning och riskerade att utsättas för oavsiktlig exponering från strålkällan. Lyckligtvis blev det inga strålskyddskonsekvenser men tillbudet pekar återigen på problematiken kring radiograferingsarbeten på kärnkraftverken. Arbetena är speciella då entreprenörsfirmor utför röntgenarbete med strålningsutrustning som de tar med sig och som normalt inte finns vid anläggningen. Arbetena kräver att samverkan och samordning i strålskyddsfrågor mellan entreprenörer och kraftverkens personal fungerar på ett bra sätt. Tillbudet föranleder OKG att ytterligare förbättra det förebyggande arbetet inom detta område. Även på Ringhals har motsvarande tillbud inträffat tidigare. Där har man nu inlett ett utvecklingsarbete tillsammans med berörda entreprenörer för att stärka samverkan med dessa.

Under 2010 inträffade på Oskarshamn 2 en incident där två personer gick in i ett utrymme med hög strålningsnivå (dosrat). Även detta tillbud slutade utan några nämnvärda stråldoser till de inblandade. Flera orsaker bidrog till

incidenten: brister i lås och viss skyltning men också brister kopplade till beteende.

Strålningsmiljön inne i en reaktorläggning är en av faktorerna som påverkar personalstrålskyddet. Därför är det av vikt för tillståndshavaren att ha en kontinuerlig uppföljning och kontroll över strålningsnivåer (dosrater) och kontaminationsnivåer. Dosraterna mäts bland annat i samband med revisionsavställningar. För OKG:s reaktorer O1 och O2 är trenden att dosraterna på reaktorsystemen ökar. Till viss del hålls de i schack med återkommande dekontamineringsinsatser. För O3 är trenden något sjunkande dosrater. För Ringhals gäller att dosraterna minskar vid R1. Vid R3 och R4 ökar dosraterna något, vilket beror på minskad reningsdrift vid avställning för R3 och lägre pH i reaktorvattnet för R4. Vid Forsmark är dosraterna överlag stabila eller något minskande. Till exempel hade Forsmark 2 lägre dosrater på turbinsidan med anledning av att fukthalten i ångan minskat. I motsats till detta konstateras dessvärre att dosraterna på turbinsidan på Forsmark 3 ökat markant och det troliga skälet här är ökad fukthalt i ångan. Det är viktigt att tecken på eventuella ökning av dosrater analyseras ingående och att åtgärder vidtas för att begränsa detta.

Under 2010 var arbetena vid OKG av mindre omfattning än året innan. De från strålskyddssynpunkt mest krävande arbetena utfördes vid O1 som denna gång också genomförde dekontaminering av vissa reaktorsystem. Kollektivdosutfallet på O1 blev ändå högre än förväntat beroende på dels tillkommande arbeten men också det återkommande problemet med sent planeringsunderlag. Vid O2 och O3 har revisionerna genomförts på ett strålskyddsmässigt bra sätt.

Även vid Ringhals blev stråldoserna lägre under 2010 jämfört med året innan. Främsta skälet till detta är att R2 inte genomförde någon revisionsavställning under året. Den strålskyddsmässigt största utmaningen var förstärkningsarbetena av 313-ventilerna vid R1. En prognos i ett tidigt planeringskede visade på risken för mycket stora kollektivdoser. Ett särskilt program utformades för att optimera stråldoserna inom projektet, med ett lyckat utfall. Kollektivdosen för projektet slutade på drygt 1 manSv och sammanlagt bidrog R1 med nästan två tredjedelar av hela Ringhals årliga kollektivdos.

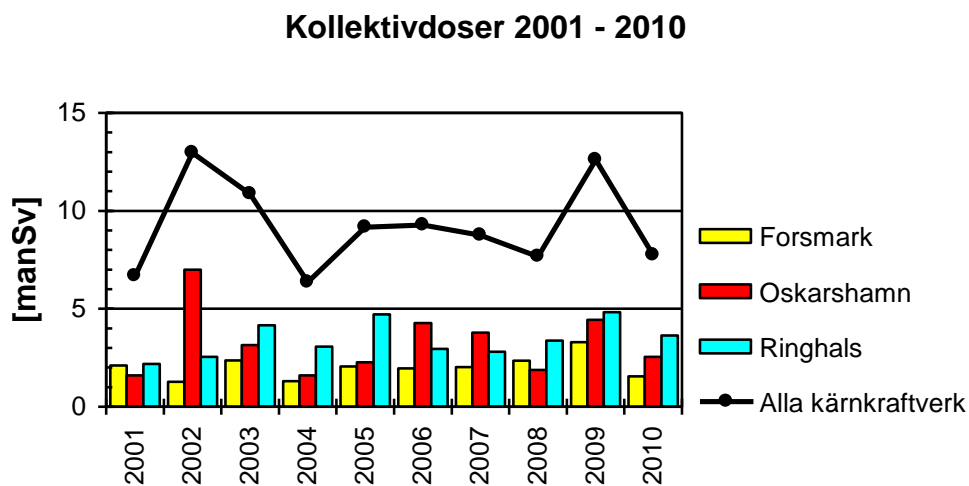
I syfte att stärka engagemanget för strålskydd inom organisationen har arbetssättet med avdelningsvisa kollektivdosmål fortsatt under 2010. Innebörden är att ansvaret för att ta fram dosprognoser och följa upp dem förläggs på avdelningarna. Vidare infördes under 2010 ett generellt planeringsvärde på 10 mSv per år per person för arbete på Ringhals. Detta fick tydlig påverkan på arbetet med 313-ventilerna på R1.

Kollektivdosutfallet vid Forsmark blev under 2010 i storleksordningen hälften jämfört med året innan. Den främsta anledningen till detta är att arbetena inte varit av samma stora omfattning som under 2009 då F2 hade mycket doskrävande arbeten. Strålskyddsmässigt har arbetena under året genomförts med rimligt resultat. Vid F2 har lägre dosrater på främst turbinsidan bidragit till lägre stråldoser. Vid F3 har däremot dosraterna på ångledningarna ökat vilket också tillsammans med tillkommande arbeten bidragit till högre dosutfall än beräknat för F3.

SSM har vid flertalet tillfällen, bland annat i förra årets rapport, pekat på vikten av att underlag för planering av arbeten som har relevans för strålskydd tas fram i god tid. I ett sådant underlag ingår antalet personer och hur lång deras arbetstid kommer att vara i en viss strålningsmiljö. Detta för att man inför arbetena ska kunna vidta nödvändiga skyddsåtgärder och optimera dessa på ett bra sätt. Under senare år, 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. Detta har även blivit tydligt vad gäller kvaliteten på den redovisning som ska lämnas till SSM av arbeten inklusive dosprognoser en viss tid innan arbetena inleds. Brister i planering är heller inte enbart en strålskyddsfråga utan påverkar även andra delar av strålsäkerheten. Samtliga tillståndshavare har ett fortsatt förbättringsbehov i detta avseende.

I det kontinuerliga arbete som syftar till att genomföra förbättringar inom olika strålskyddsområden kan nämnas att tillståndshavarna samverkat kring en ny läroplan för strålskyddsinformation. Nämnvärt är också att alla kraftverken deltagit i de jämförelsemätningar som genomförts för helkroppsmätningar, i syfte att verifiera kvaliteten på sina utrustningar som används för att mäta intag av aktivitet i kroppen.

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



Tabell 1: Sammanställning över persondoser vid de svenska kärnkraftverken 2010

Kraftverk	Kollektivdos (manSv)	Medeldos (mSv)	Största individdos (mSv)	Antal med registrerad dos > 0,1 mSv
OKG	2,55	1,7	14,6	1468
Forsmark	1,55	1,1	10,4	1382
Ringhals	3,64	1,9	13,8	1932
Samtliga	7,75	1,7	16,9	4462







2011:18

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 stödjer 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)