

SKI Rapport 00:15
SSI-rapport 2000:10

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1999

April 2000



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Institute

ISSN 1104-1374
ISSN 0282-4434
ISRN SKI-R--00/15--SE

SKi

SKI Rapport 00:15
SSI-rapport 2000:10

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1999

April 2000

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

MISSIV	5
SAMMANFATTNING	7
UTGÅNGSPUNKTER OCH BEDÖMNINGSGRUNDER	8
1. DRIFTERFARENHETER	11
2. TEKNIK OCH ÅLDRANDEFRÅGOR	11
<i>Spänningskorrosionsskador i kokvattenreaktorers säkerhetssystem</i>	11
<i>Uppföljande kontroll i tryckvattenreaktorer</i>	12
<i>Brister i reaktorinneslutningar och reaktorbyggnader</i>	13
<i>Bedömning av åldringstendenser och behov av ytterligare förbättrad tillståndskontroll</i>	14
3. HÄRD- OCH BRÄNSLEFRÅGOR	14
4. SÄKERHETSFÖRBÄTTRINGAR AV ÄLDRE REAKTORER	15
<i>Modernisering</i>	15
<i>Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar</i>	17
<i>Särskilda säkerhetsgenomgångar</i>	19
5. ORGANISATION OCH SÄKERHETSKULTUR	19
<i>Tryck från marknaden</i>	19
<i>Styrning av kärnkraftsäkerheten på styrelsenivå</i>	20
<i>Kvalitetssystem och arbetsformer</i>	20
<i>Driftklarhetsverifiering</i>	21
<i>Avveckling</i>	22
6. STRÅLSKYDDSLÄGET	24
<i>Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken</i>	24
<i>Stråldoser till personal</i>	27
<i>Utsläpp till omgivningen</i>	29
7. AVFALLSHANTERING VID KÄRNKRAFTVERKEN	31
<i>Behandling, mellanlagring och slutförvaring av kärnavfall</i>	31
<i>Friklassning</i>	32
<i>Använt kärnbränsle</i>	32
<i>Stora komponenter och annat udda avfall</i>	33
<i>Avfallsbehandling i Studsvik</i>	33
8. BEREDSKAP	33

Till Regeringen

2000-04-14

Miljödepartementet
103 33 STOCKHOLM

SKI 1.8-000508
SSI 00/1256/00

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1999

Regeringen har i regleringsbrev för budgetår 1999 uppdragit åt SKI att senast den 15 april 2000 till regeringen redovisa säkerhetsläget vid de svenska kärnkraftverken. Redovisningen skall sändas in tillsammans med Statens strålskyddsinstitut (SSI) redovisning av strålskyddsläget. En gemensam sammanfattning skall medfölja rapporterna och SKI skall svara för att den samlade redovisningen kommer regeringen tillhanda.

SKI och SSI har valt att redovisa uppdragen i form av en gemensam rapport som då täcker både säkerhets- och strålskyddsläget, där SSI ansvarar för avsnittet om strålskyddsläget och SKI för övriga avsnitt. Avsnitten om avfallshantering och beredskap har skrivits gemensamt av myndigheterna.

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

Redovisningen av Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1999 överlämnas härmed.

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION

STATENS STRÅLSKYDDSINSTITUT

Judith Melin

Lars-Erik Holm

Sammanfattning

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken under tillsyn av Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) är gott. Säkerheten och strålskyddet upprätthölls under 1999 på en tillfredsställande nivå i förhållande till de säkerhets- och strålskyddskrav som ställs på de kärntekniska anläggningarna i Sverige och i förhållande till de krav som är allmänt accepterade i jämförbara västländer.

Året har inte uppvisat några händelser eller upptäckter som inneburit att säkerheten varit omedelbart hotad. Inga allvarliga händelser har inträffat som medfört onormala stråldoser eller doser över dosgräns vare sig till personal eller allmänhet. SKI har ändå på grund av inspektioner eller efter rapporter från kraftverken haft anledning att rikta krav mot kärnkraftverken för att säkerheten ytterligare skall förbättras.

Så till exempel upptäcktes vid sommarens avställningar en relativt omfattande sprickbildning i ett säkerhetssystem i vissa kokvattenreaktorer. Upptäckten avslöjade även en del brister i det tillämpade kontrollsystemet där SKI anser att förbättringar behövs. Under senare år har även flera händelser inträffat som lett fram till härdinstabilitet. I samtliga fall har reaktorernas säkerhetssystem fungerat som avsett och skador på bränslet har förhindrats. SKI följer upp händelserna för att försäkra sig om att berörda anläggningar vidtagit åtgärder för att förhindra en upprepning.

Erfarenheterna från 1999 visar på nytt att ett systematiskt säkerhetsarbete med ändamålsenliga underhålls- och kontrollprogram lönar sig. Ett sådant säkerhetsarbete medger fortlöpande omprövning av tidigare säkerhetsanalyser och möjlighet att i god tid identifiera och åtgärda tidigare oupptäckta svagheter i konstruktion och handhavande innan de medfört några allvarliga incidenter eller olyckor.

SSI konstaterar att ett antal gynnsamma faktorer samverkar till att den totala stråldosen till personal som arbetar vid de svenska kärnkraftverken under 1999 var den lägsta någonsin, räknat på de år som samtliga svenska kärnkraftverk varit i drift. Den dosbelastning som 1999 års utsläpp kan ha medfört till personer boende i anläggningarnas närhet ligger, med ett undantag, under en hundradel av gällande riktvärde.

Det ekonomiska utrymmet för kärnkraftföretagen har minskat genom avregleringen av elmarknaden och ökade skatter på i Sverige producerad kärnkraftsel. SKI och SSI noterar att kärnkraftföretagen infört betydande besparings- och rationaliseringsprogram.

SKI och SSI anser att såväl kraftföretagen som tillsynsmyndigheterna aktivt måste bevaka att säkerheten och strålskyddet ständigt utvecklas. SKI kräver därför att tekniska och organisatoriska ändringar vid anläggningarna inte genomförs förrän de säkerhetsmässiga konsekvenserna i tillräcklig grad analyserats.

Myndigheterna noterar dock samtidigt att kraftföretagens ägare nu på ett tydligare sätt än tidigare pekar på att säkerheten är en naturlig del av affärsstrategin och att man även fortsättningsvis kommer att lägga stor vikt vid säkerheten.

De omfattande moderniseringar av kärnkraftverken som pågår eller planeras ger utrymme för förbättringar i säkerheten och strålskyddet. Oskarshamn 1, som genomgått ett omfattande moderniseringsprogram, har på ett tydligt sätt visat detta. SKI följer kraftföretagens arbeten noggrant för att tillse att säkerheten ständigt utvecklas och att erfarenheter från drift, säkerhetsstudier och moderna säkerhetsprinciper beaktas i förändringsarbetet.

Barsebäck 1 stoppade driften den 30 november i enlighet med regeringens beslut. Barsebäck Kraft AB (BKAB), som driver Barsebäcksreaktorerna, har alltsedan regeringsbeslutet 1998 vidtagit en rad åtgärder för att vidmakthålla säkerheten vid båda reaktorerna. SKI och SSI bedömer att BKAB:s ledning och personal på ett bra sätt hanterat situationen ur säkerhets- och strålskyddssynpunkt. SKI fortsätter med sin förstärkta tillsyn vid verket, men nu med fokus på säkerheten vid Barsebäck 2.

SSI har inlett en dialog med BKAB och Sydsvenska Värmekraftaktiebolaget (SVKAB) avseende den fortsatta hanteringen av den avställda reaktorn. SSI kommer fortsatt att bedriva tillsyn vid Barsebäcksverket med oförändrat hög ambitionsnivå och noga följa personalsituationen och beslut om resursfördelningar som kan påverka strålskyddsarbetet.

Kraftföretagens systematiska arbete med att anpassa datorsystemen till millennieskiftet och andra kritiska datumpassager genomfördes med hög kvalitet och inga händelser av säkerhetsmässig betydelse rapporterades i samband med dessa datumpassager.

Kärnavfallshanteringen vid kärnkraftverken har fungerat väl med undantag för ett par incidenter där mindre läckage av lågaktivt avfall skett från tillfälliga avfallsbehållare. Något läckage till omgivningen har inte skett och den säkerhetsmässiga betydelsen var ringa.

SKI och SSI bedömer att beredskapsplaneringen på de svenska kärnkraftverken behållit sin kvalitet och omfattning under året. Uppdateringar och förbättringsarbete bedrivs fortlöpande med regelbundna avstämningar med andra beredskapsaktörer.

Utgångspunkter och bedömningsgrunder

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

I sin första rapport över säkerhetsläget vid de svenska kärnkraftreaktorerna (SKI Teknisk Rapport 90:1) redovisade SKI utförligt sina bedömningsgrunder. Därvid framhölls bl.a. att det enligt SKI:s bedömning inte är möjligt att komma fram till ett entydigt, kvantitativt mått på säkerhetsnivån. I stället gjorde SKI en i huvudsak kvalitativ bedömning av hur tillståndsinnehavarna uppfyller de krav som ställs.

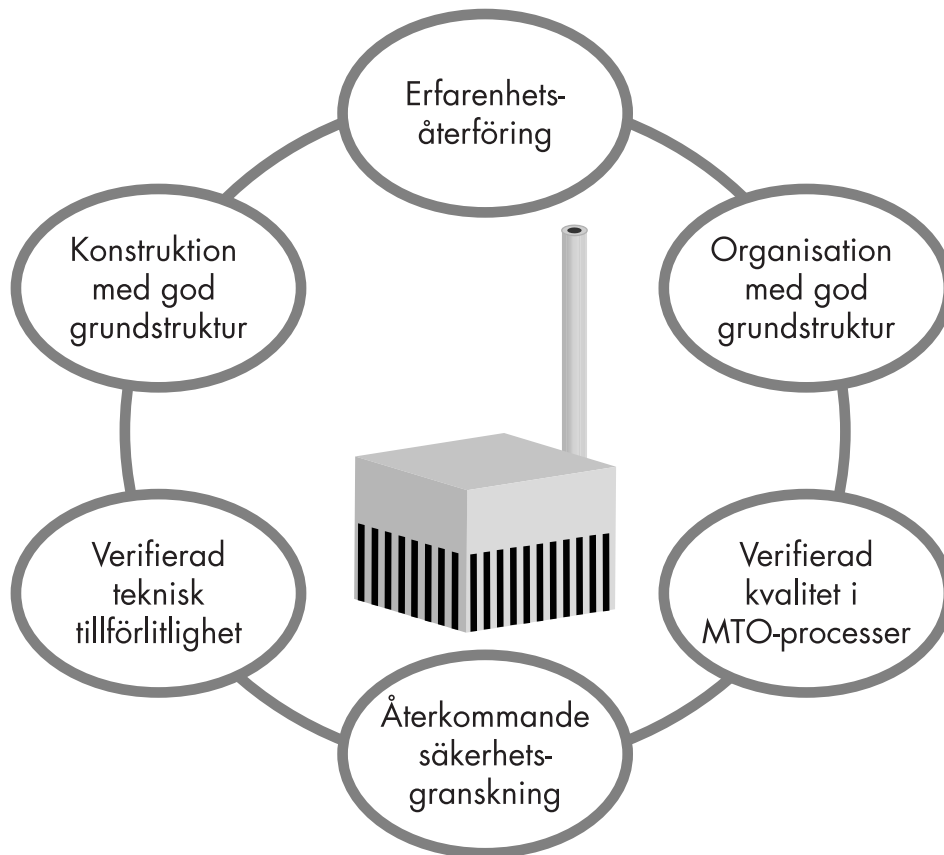
Regeringen har angett att SKI genom sin tillsyn skall verka för att svenska kärntekniska anläggningar skall ha ett tillfredsställande skydd i flera barriärer som förebygger allvarliga tillbud och haverier med ursprung i teknik, organisation eller kompetens samt även förhindrar eller begränsar spridning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

Viktiga led i djupförsvaret, d.v.s. länkarna i en kedja som bygger upp den samlade säkerhetsnivån (Figur 1) är att:

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

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

Figur 1. Kedjan som bygger säkerhet.



1. Drifterfarenheter

Revisionsavställningarna vid fyra av kokvattenreaktorerna blev betydligt längre än vad som var planerat detta år till följd av upptäckta skador i nödkylsystemen (hårdstrilarnas infästning). Reparationer och omfattande säkerhetsanalyser fick därför utföras på reaktorerna Barsebäck 1 och 2, Oskarshamn 2 samt Ringhals 1 innan återstart kunde ske. Under året har inte några alarmerande händelser inträffat men väl händelser som föranlett SKI att ställa utökade krav på tillståndsinnehavarna. Arbetet med att vidmakthålla och utveckla säkerheten vid de svenska kärnkraftverken har fortsatt.

Åtgärdsprogram har genomförts de senare åren för att komma till rätta med händelser förorsakade av bristande kontroll av driftklarheten hos säkerhetssystem. Åtgärdsprogrammen kan ha bidragit till att inga händelser av det slaget rapporterats under året.

Under 1998 gjorde SKI en preliminär bedömning av tillståndsinnehavarnas hantering av datorproblematiken inför millennieskiftet. SKI fortsatte under 1999 sin tillsyn av frågan och gav sin slutliga bedömning till regeringen i september 1999. SKI drog då slutsatsen, baserat på det program tillståndsinnehavarna genomfört, att millennieskiftet eller andra kritiska datumpassager inte skulle innebära något hot mot säkerheten vid de svenska kärntekniska anläggningarna. Som känt passerade årsskiftet utan störningar.

För en redovisning av inträffade specifika händelser och genomförda säkerhetsförbättrande åtgärder under året hänvisas till SKI:s tertialrapporter.

2. Teknik och åldrandefrågor

Vid de återkommande inspektionerna som genomfördes under 1999 upptäcktes ett antal skador i anläggningarnas barriärer och i delar som ingår i djupförsvaret. Liksom tidigare år har skadorna upptäckts i ett relativt tidigt skede av deras utveckling. Detta innebär att det under de gångna driftperioderna fram till revisionsavställningarna har funnits tillräckliga marginaler mot rörbrott, större läckage av kylvatten eller andra allvarliga konsekvenser. Merparten av de skadade delarna åtgärdades genom utbyten eller reparationer. En del skador har haft så pass begränsad omfattning att de efter säkerhetsbedömning kunnat lämnas tillsvidare utan åtgärder. SKI ställde dock krav på uppföljning under kommande revisionsavställningar.

Spänningskorrosionsskador i kokvattenreaktorers säkerhetssystem

Vid kontrollerna i Oskarshamn 2 observerades tecken på spänningskorrosionssprickor i konsoler och stag till hårdstrilens rörsystem. Hårdstrilen ingår i hårdnödkylsystemet som är ett av de viktigare säkerhetssystemen i reaktoranläggningar av kokvattentyp. Hårdstrilarna består av två oberoende rörsystem med dysor (munstycken) för sprinkling av härden i händelse av kylmedelsförlust till följd av större rörbrott under hårdnivå.

Observationerna ledde till utökade kontroller i såväl Oskarshamn 2 som i andra reaktorer med liknande hårdstrilkonstruktioner. De utökade kontrollerna i Oskarshamn 2, Barsebäck 1 och 2 visade på omfattande sprickbildning, som senare bekräftades vara spänningskorrosion, i konsoler och stag tillverkade av nickelbaslegeringen Alloy X-750.

Mindre omfattande sprickbildning konstaterades även i härdstrilen i Ringhals 1 som också har stag och konsoler tillverkade av materialet Alloy X-750. Detta material har, med den värmebehandling som använts, visat sig att vara mycket känsligt i reaktormiljö när det utsätts för höga dragspänningar.

Merparten av de skadade konsolerna och stagen i berörda anläggningars härdstrilar ersattes med nya, tillverkade av material som är mindre känsligt för spänningskorrosion. I Oskarshamn 2 samt Barsebäck 1 och 2 kunde emellertid ett fåtal skadade svårreparerade stag lämnas kvar efter att ingående hållfasthets- och funktionsanalyser visat att betryggande säkerhetsmarginaler trots detta förelåg. I SKI:s tillstånd till återstart av anläggningarna efter genomförda åtgärder ställdes det dock krav på uppföljande kontroll med kvalificerade provningssystem under revisionsavställningarna år 2000. För Ringhals 1 har motsvarande krav ställts.

Krav på återkommande kontroll av härdstrilsystemen i reaktorer av kokvattentyp har i princip funnits alltsedan anläggningarna togs i drift. Resultaten av 1999 års kontroller, och de därpå följande utredningarna, tydde emellertid på att tidigare återkommande kontroller inte utförts i den omfattning och på det sätt som avses i gällande bestämmelser.

Efter krav från SKI har därför både de berörda anläggningarna och det oberoende kontrollorganet SAQ Kontroll AB, som övervakat kontrollerna, låtit utreda omständigheterna kring vad som brustit och klargjort vilka åtgärder som skall vidtas för att förhindra ett upprepande. SKI kommer att på lämpligt sätt följa upp att dessa åtgärder ger avsedd effekt.

Under det gångna året har det även observerats ytterligare ett mindre antal fall av spänningskorrosion i andra barriärer och säkerhetssystem. Det har rört sig om rördelar vars materialsammansättning och tillverkning har varit sådan att skadorna inte är överraskande med tanke på den aktuella miljön.

I Ringhals 1 observerades även spänningskorrosionsliknande sprickbildning i en rördel med materialsammansättning som har bedömts vara tålig mot denna typ av skador. Liknande observationer har tidigare gjorts i Forsmark 1 och 2. Orsakerna till att dessa sprickor uppstått har ännu inte kunnat klarläggas. Relativt omfattande utredningar pågår och förväntas kunna ge en del svar under året.

Observationerna av spänningskorrosionsliknande skador i rördelar tillverkade av sådana lågkolhaltiga material som tidigare har bedömts vara okänsliga för denna skademekanism kan emellertid ge anledning till omprövning av synen på skadebenägenheten. Därmed påverkas även synen på förhållanden och faktorer som behöver beaktas i de tillämpade kontrollplaneringsstrategierna.

Uppföljande kontroll i tryckvattenreaktorer

Kontrollerna av tuber i tryckvattenreaktorernas ånggeneratorer har fortsatt under 1999. De mest omfattande kontrollerna görs i ånggeneratorerna i Ringhals 4. Dessa har till skillnad mot ånggeneratorerna i Ringhals 2 och 3 fortfarande tuber tillverkade av den relativt spänningskorrosionskänsliga nickelbaslegeringen Alloy 600. Resultaten av kon-

trollerna visar på en fortsatt långsam skadeutveckling i de sedan tidigare skadedrabbade delarna vid tubplattan. Ytterligare ett antal sprickor upptäcktes och mindre tillväxt av tidigare konstaterade sprickor noterades. Dessutom upptäcktes ytterligare två tuber med defekter i det s.k. U-böjsområdet. Kontrollresultaten ledde till att 65 tuber åtgärdades genom att pluggar monterades in i tubändarna för att förhindra fortsatt spricktillväxt. Totalt har nu drygt 3,3 procent av ånggeneratortuberna i Ringhals 4 tagits ur drift på detta sätt.

Ringhals AB har även under 1999 fortsatt med de kontroller av tryckvattenreaktorernas huvudcirkulationskretsar som påbörjades 1997. Ringhals har tidigare år haft svårt att få fram provningsmetoder som ger tillförlitliga resultat. De genomförda kontrollerna är bland de första i världen som utförts med kvalificerade provningssystem. Resultaten från 1999 är därför mer tillförlitliga.

Vid kontrollerna, som hittills koncentrerats till pumphusen för kylsystem och vissa anslutningar till ånggeneratorer och reaktortryckkärl, har inte upptäckts några tecken på skador. Enligt SKI:s bedömning har Ringhals AB genom sina utvecklings- och kvalificeringsprojekt därmed på ett bra sätt bidragit till att skapa förutsättningar för fortsatt uppföljning av tillståndet hos huvudcirkulationskretsarna. SKI noterar emellertid också att Ringhals AB bedriver andra projekt där man med olika riskmodeller avser att närmare pröva behoven av fortsatta kontrollinsatser i huvudcirkulationskretsarna. Som framgår nedan är detta en utveckling som SKI avser att noga följa upp.

Brister i reaktorinneslutningar och reaktorbyggnader

I Barsebäck 1 upptäcktes under 1999 ett fall av icke ritningsenligt utförande av byggnadsdelarna. Det rörde sig om ett felborrat, nästan genomgående, hål i mellanbjälklaget. Hålet åtgärdades under avställningen. Genomförda konsekvensanalyser visade att hålet inte medförde några allvarliga säkerhetsbrister i inneslutnings- och tryckavsäkringsfunktionerna.

Fall av icke ritningsenligt utförande har tidigare konstaterats i Barsebäck 2 där detta ledde till korrosionsangrepp på de plåtar som ingår i reaktorinneslutningens täta skal. Även i Forsmark 1 har denna typ av avvikelser konstaterats tidigare. Där ledde avvikelserna till att isolering som blivit fuktig av betongen pressats mot ståldetaljer med korrosionsangrepp på reaktorinneslutningens täta skal och på inneslutningskupolens fläns som följd.

Upptäckten i Barsebäck 1 visade emellertid åter på vikten av att de nu använda programmen för kontroll av reaktorinneslutningar och andra säkerhetsmässigt vitala byggnadsstrukturer ses över med utgångspunkt från både de slag av degraderingar som kan uppträda och att ej ritningsenligt utförande kan förekomma. Vissa översyner har redan gjorts vid anläggningarna efter krav från SKI. Baserat på resultaten från dessa översyner och internationella erfarenheter pågår nu inom SKI en större utredning av de här aktuella frågeställningarna. Denna utredning beräknas ge underlag för kommande tillsyns-åtgärder från SKI:s sida.

Bedömning av åldringstendenser och behov av ytterligare förbättrad tillstånds-kontroll

De samlade erfarenheterna från 1999 tyder på att de skador som uppträder i anläggningarnas barriärer och i djupförsvarets olika anordningar kan hållas under kontroll med en lämplig kombination av väl underbyggda provnings-, underhålls- och utbytesprogram. Erfarenheterna visar vidare att det hittills är samma typ av skador som dominerar, och att dessa skador kan fångas upp innan de påtagligt påverkar de nödvändiga säkerhetsnivåerna.

Erfarenheterna från 1999 visar emellertid också på en del brister i det tillämpade kontrollsystemet och att ytterligare förbättringar behövs. Utredningar kring fortsatt utveckling av såväl kontroll-planeringsstrategierna som kontrollmetoderna är nödvändiga. Sådana utredningar pågår, både i kraftföretagens regi och inom SKI. Dessa utredningar förutses bl.a. leda till vissa förändringar av SKI:s föreskrifter (SKIFS 1994:1) om mekaniska anordningar i kärntekniska anläggningar. Dessutom krävs ytterligare förbättringar av anläggningarnas egenkontrollverksamhet för att säkerställa att gällande bestämmelser följs fullt ut och att den systematiska erfarenhetsåterföringen ges ännu större uppmärksamhet. Detta är inte minst viktigt då det numera finns en strävan vid flera av anläggningarna att börja tillämpa kvantitativa riskmodeller för styrning av kontrollverksamheterna. Denna utveckling, som även kan ses internationellt, drivs av strävan att optimera kontrollinsatserna så långt som möjligt, både med hänsyn till säkerhet och ekonomiska aspekter. SKI kommer därför att noga följa denna verksamhet.

3. Härd- och bränslefrågor

Under 1999 konstaterades fem nya bränsleskador i fem reaktorer. Med bränsleskador avses här antalet bränslestavar där kapslingen gått sönder och läckt radioaktiva ämnen till det omgivande kylvattnet. Sju reaktorer var således skadefria. Man är nu ganska nära SKI:s riktvärde för bränsleskador. Riktvärdet anger att mindre än en skada per 100 000 bränslestavar¹ per år skall eftersträvas. SKI anser att tillståndsinnehavarna har utvecklat ambitiösa strategier för att ta hand om bränsleskador i ett tidigt skede. Däremot anser SKI att ytterligare ansträngningar måste göras att analysera mekanismer och orsaker till inträffade skador.

Oskarshamn 2 snabbstoppades 25 februari 1999 till följd av effektpendlingar vilka uppstått i en driftpunkt som låg utanför tillåtet driftområde. Incidenten orsakades av ett kortvarigt spänningsbortfall i ställverket. Reaktorhärden gled då in i otillåtet driftområde till följd av sjunkande matarvattentemperatur i kombination med nedstyrkt härdkylflöde. När operatören varseblev detta utlöste han manuellt delsnabbstopp. Inte desto mindre ledde den fortsatta sänkningen av matarvattentemperaturen till en härdinstabilitet med amplituder som snabbt tillväxte tills snabbstopp automatisk utlöstes när effektnivån 132 procent uppnåddes.

SKI bedömer att händelsen visade på brister i reaktorns skydd mot störning i yttre elför-sörjning och drift utanför tillåtet driftområde. Detta föranledde SKI att besluta att

¹) En reaktor innehåller 40.000-65.000 stavar

Oskarshamn 2 skulle förstärka skyddet mot denna typ av störningar. OKG vidtog därför temporära åtgärder omedelbart och därefter mer permanenta åtgärder, vilka genomfördes under revisionsavställningen 1999. Ändringarna innefattade bland annat införande av nya snabbstoppsvillkor med bättre övervakning vid låga härdkylflöden. SKI bedömer att reaktorns skydd mot drift utanför tillåtet område nu är acceptabelt och likvärdigt med det som finns vid andra reaktorer i drift.

Bortfall av en växelströmsskena i Oskarshamn 3 ledde till avbrott i effektförsörjningen till två huvudcirkulationspumpar och delsnabbstopp som följdes av effektpendlingar i härden. Efteranalyser visade att pendlingarna var av global typ med små amplituder. Säkerhetsbetydelsen av denna speciella händelse är ringa. Liknande händelser har dock tidigare rapporterats, vilket gav SKI en signal om att åtgärder behövdes för att förhindra ytterligare upprepning. OKG har därefter vidtagit åtgärder med detta syfte.

Händelsen har aktualiserat frågan om delsnabbstoppets funktion. I detta fall kom reaktorn, åtminstone stabilitetsmässigt, till en sämre driftpunkt genom delsnabbstoppet. SKI kommer att initiera en översyn av delsnabbstoppets funktion med syfte att ta fram underlag för tillkommande krav på anläggningarna.

Under senare år har flera händelser inträffat som lett fram till härdinstabilitet. I samtliga fall har reaktorernas säkerhetssystem fungerat som avsett och skador på bränslet med åtföljande radioaktivt läckage till kylvattnet har förhindrats. Den huvudsakliga säkerhetsbetydelsen är förknippad med förekomst av regionala effektsvängningar där olika delar av härden svänger i motfas. Under sådana betingelser kan stora lokala effekttillskott med bränsleskador som följd förekomma utan att synas i den signalbild som förmedlas till operatörerna i kontrollrummet.

En orsak till att denna typ av händelser inträffar är den optimering av härdomladdningarna som sker vid vissa anläggningar. Kunskap om detta och om de faktorer som har betydelse för härdens stabilitet har i vissa fall varit bristfällig. Åtgärder har därför vidtagits på vissa anläggningar för att förbättra utbildningen och att speciellt uppmärksamma stabilitetsfrågor i utvärdering och bedömning av härdomladdningar och tillåtet driftområde. Speciell utrustning har också utvecklats och installerats för att övervaka stabiliteten under drift och ge larm vid försämrad stabilitet.

Ett grundläggande säkerhetskrav är därför att reaktorn är stabil inom tillåtet driftområde. SKI bedömer att dessa åtgärder, och en fortsatt förfining av utrustning och metodik, samt en större medvetenhet om problematiken, kommer att leda till minskad frekvens av denna typ av händelser.

4. Säkerhetsförbättringar av äldre reaktorer

Modernisering

I Sverige finns sju olika typer av reaktorkonstruktioner vilka togs fram på 1960- och 1970-talen. Den första reaktorn, Oskarshamn 1, togs i drift 1972 och de sista, Oskarshamn 3 och Forsmark 3, år 1985. Framförallt de äldsta behöver förnyas och moderniseras för att leva upp till moderna krav på tillförlitlighet och säkerhet. Förslitning samt

ökade krav på underhåll och provning ligger också bakom behoven av förnyelse. I vissa fall kan teknisk utrustning behöva bytas ut på grund av att den är föråldrad och att man har svårigheter att hitta reservdelar eller kompetens för underhåll. Elektroniken utgör ett sådant exempel där föråldrad utrustning kommer att ersättas med modernare utrustning baserad på digitalteknik.

Den nya tekniken ställer nya och andra krav på kraftbolagens säkerhetsarbete vilket också har noterats under tidigare år. SKI:s bedömning är att dessa förändrade krav och behov av förändrade hanteringsrutiner kommer att kunna hanteras på ett tillfredsställande sätt av tillståndsinnehavarna.

Olika reaktorkonstruktioner

I Sverige finns sju olika reaktortyper eller konstruktionsgenerationer. I varje sådan konstruktionsgeneration är själva reaktorn och dess kylsystem liksom reaktorinneslutningen och viktiga säkerhetssystem utformade på ett likartat sätt medan det kan finnas mindre skillnader i övrigt. De sju konstruktionsgenerationerna är:

Kokvattenreaktorer

Oskarshamn 1

Ringhals 1

Oskarshamn 2, Barsebäck 1 och 2



Reaktorkylvattnet cirkuleras genom huvudcirkulationspumpar utanför reaktortanken, s.k. externpumpsreaktorer

Forsmark 1 och Forsmark 2

Forsmark 3 och Oskarshamn 3



Reaktorkylvattnet cirkuleras helt inom reaktortanken med hjälp av interna pumpar, s.k. internpumpsreaktorer

Tryckvattenreaktorer

Ringhals 2

Ringhals 3 och Ringhals 4

Tillståndsinnehavarna, d.v.s. kraftföretagen, har det primära ansvaret för säkerheten vid sina anläggningar. Att driva reaktorer kräver ett särskilt åtagande som måste ta sig uttryck i ett kontinuerligt och offensivt säkerhetsarbete. Den s.k. silhändelsen vid Barsebäcksverket 1992 medförde att fem reaktorer stoppades av säkerhetsskäl och har tydligt visat på vikten av att kontinuerligt ifrågasätta etablerade tekniska lösningar. Erfarenheter har även visat att säkerheten inte bara omfattar teknik utan också är beroende av kvaliteten i säkerhetsarbetet.

Anläggningsägarna informerade tidigt SKI om de program som pågår eller planeras för renovering och modernisering vid kärnkraftverken. SKI bedömde att planerna angav en acceptabel ambitionsnivå för ett fortlöpande säkerhetsarbete där egna och andras erfarenheter värderas och rimliga åtgärder vidtas. SKI fann därför ingen anledning att kräva ytterligare åtgärder avseende detta arbete. Under de senaste åren har de ursprungliga tidsplanerna i flera fall flyttats framåt i tiden för dessa insatser och ambitionsnivån

kan också ha sänkts. SKI finner därför anledning att pröva om aktuella tidsplaner och omfattning kan anses uppfylla de i SKI:s föreskrifter (SKIFS 1998:1) ställda kraven på tillvaratagande av erfarenheter av drift och säkerhetsanalyser och därigenom upprätthålla och fortlöpande utveckla säkerheten. SKI:s granskning av programmen syftar till att försäkra sig om att säkerheten förbättras i samband med ändringarna och att moderna säkerhetsprinciper införs.

Under 1999 ansökte OKG om att för Oskarshamn 1 förlänga det tillstånd för drift under särskild tillsyn som beviljades 1995. Tillståndet 1995 beviljades under förutsättning att Oskarshamn 1 senast 1999 genomfört ett moderniseringsprogram. På grund av komplikationer vid leveranserna av utrustning och system till kontrollutrustningen och kontrollrummet har OKG ansökt om att senarelägga färdigställandet till år 2001. SKI beviljade ansökan om senareläggning men ställde som villkor för fortsatt drift efter avställningen 1999 att skyddet mot brand och översvämning skulle förbättras.

I samband med modernisering av anläggningarnas el- och kontrollutrustning genomföra eller planerar kärnkraftverken att genomföra omfattande moderniseringar av sina kontrollrum. I flera fall är det fråga om en vidareutveckling av befintliga kontrollrum med bibehållande av kontrolltavlan, i andra om en utveckling av helt nya kontrollrum med t.ex. storbildsskärmar. I samband med förändringarna utvecklas nya operatörshjälpmedel som stöd för exempelvis driftklarhetsverifiering under revisionsavställningens olika faser. SKI har ställt krav på att kraftföretagen integrerar aspekter relaterade till människa-teknik-organisation redan i planeringsstadiet och att man måste kunna visa att operatörerna kan arbeta på ett säkert och effektivt sätt med de lösningar som tas fram.

Arbetet med att tydliggöra reaktorsäkerhetskraven har fortsatt. Det har fokuserats på att ta fram allmänna råd och bedömningskriterier för ett antal utvalda områden där SKI anser att ytterligare åtgärder bör vidtas om reaktorerne skall drivas långt in på 2000-talet. Under inledningen av år 2000 kommer SKI också att från tillståndsinnehavarna begära en redovisning av deras program för utveckling av säkerheten i ett längre tidsperspektiv.

Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar

Probabilistisk säkerhetsanalys (PSA) är en metod för att systematiskt utvärdera en anläggnings säkerhet och söka svaga punkter i systemkonstruktionen.

PSA innebär att man för tänkbara driftstörningar och haverier tar reda på alla kombinationer av ytterligare fel i en anläggning som måste inträffa för att den störningen eller det haveriet skall leda till härdsador. Genom att räkna samman frekvensen för störningar och haverier med sannolikheterna för alla felkombinationer erhålls den totala härdskadefrekvensen. Förutom den totala härdskadefrekvensen fås även andra typer av resultat, bland annat hur mycket brister i olika säkerhetsfunktioner bidrar till frekvensen för härdskada.

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

SKI:s föreskrift SKIFS 1998:1, som trädde i kraft den 1 juli 1999, innebär att det finns krav på att probabilistiska analyser genomförs och sedan hålls aktuella för alla typer av kärntekniska anläggningar som föreskriften tillämpas på. SKI kommer fortsättningsvis att granska tillståndsinnehavarnas PSA-verksamhet i det normala säkerhetsarbetet och inte som tidigare främst i samband med de 10-åriga ASAR-granskningarna. ASAR-programmet innebär att till och med 1999 skall det för alla kärnkraftverk finnas nivå 1-studier och för Oskarshamn 1, Oskarshamn 2, Barsebäck 1, Barsebäck 2, Ringhals 1 och Ringhals 2 även övriga analyser enligt Tabell 1. För några kärnkraftblock har inte tidsplanen innehållits. SKI kommer att följa upp detta under 2000.

Nedan följer en kort redovisning av pågående PSA-aktiviteter för respektive tillståndsinnehavare av kärnkraftverk.

OKG Aktiebolag

OKG har under året slutfört PSA-studien för Oskarshamn 2 och lämnat in den till SKI. Resultaten från studien har föranlett anläggningsåtgärder i elsystem och brandskydd. SKI:s granskning av studien sker under år 2000. SKI:s granskning av PSA-studien för Oskarshamn 3 har fortsatt under 1999.

Barsebäck Kraft AB (BKAB)

PSA-studierna för Barsebäck 1 och 2, nivå 1, presenterades för SKI i december 1998 och har under året granskats av SKI. Med anledning av resultaten har BKAB under 1999 infört förbättringar av elsystem och brandskydd. Barsebäck fortsätter under år 2000 arbetet med nivå 2-studien.

Ringhals AB

Ringhals har under året lämnat in en uppdaterad brandstudie för Ringhals 1.

Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA)

FKA har inte redovisat några nya studier under 1999. Uppdatering av studierna för Forsmark 1 och 2 pågår.

Tabell 1. Läget för till SKI redovisade PSA-analyser

Anläggning	Nivå 1	Nivå 2	Brand, Översvämning	Avställning	Upp- och nedgång
Barsebäck 1 och 2	1998	1995	1998	1995	1998
Forsmark 1 och 2	1995	-	1997-Brand	-	-
Forsmark 3	1995	1995	1995*	1995*	-
Oskarshamn 1	1997	1998	1997	1998*	-
Oskarshamn 2	1999	1999	1999	-	-
Oskarshamn 3	1998	1998	1998	-	-
Ringhals 1	1992	1996	1994	-	-
Ringhals 2	1992	1994	1994	1995	-
Ringhals 3 och 4	1992	-	1997-Brand	-	-

* Förenklade studier, ej fullständiga PSA.

Särskilda säkerhetsgenomgångar

Kraftföretagens arbete med genomgångar av de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsredovisningarna för reaktorerna har fortsatt. Genomgångarna bedrivs som projekt vid sidan av det normalt löpande säkerhetsarbetet. Målet är att:

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

Arbetsinsatserna är betydande, särskilt för tidiga reaktorgenerationer, och den bedömda insatsen för att genomföra arbetet har också efter hand ökat. Tidsplanen har därför fått förlängas på grund av brist på kompetent personal hos kraftbolagen och inblandade konsulter. Ringhals 1 blev under 1998 färdig med sin genomgång. Barsebäck 1 och 2 samt Oskarshamn 2 blev färdiga under 1999.

Motsvarande genomgångar har inletts för tryckvattenreaktorerna i Ringhals. Arbetet där är dock försenat, men beräknas vara genomfört år 2002. Vid Forsmark pågår ett arbete med att identifiera svagheter i nuvarande säkerhetsredovisning. Projektet är i slutfasen och beräknas kunna redovisas för SKI under år 2000.

SKI bedömer att de olika projekten bedrivits målinriktat och med hög ambition. Baserat på dessa projekt uppdateras säkerhetsredovisningarna. Ringhals 1 har lämnat in en ny säkerhetsredovisning under 1998 och Oskarshamn 2 samt Barsebäck 1 och 2 har lämnat sina under 1999. SKI noterar att det fortfarande återstår viktiga delar av genomgångarna för dessa anläggningar bl.a. analys av andra drifttillstånd än effektdrift och genomgångar av de säkerhetstekniska driftförutsättningarna. SKI anser också att en värdering av nya normer och krav måste göras. SKI kommer att kräva att verken redovisar hur projektens säkerhetsmål och krav i SKI:s föreskrifter uppfylls.

Under året har en riktad inspektion av projektet gällande Barsebäck 1 och 2 samt Oskarshamn 2 genomförts. En granskning av analyser och konstruktionsförutsättningar har påbörjats för att ta fram underlag till beslut om godkännande av de nya säkerhetsredovisningarna.

5. Organisation och säkerhetskultur

Tryck från marknaden

I föregående års rapport om säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken nämndes att de ekonomiska ramarna på anläggningarna krympt som en följd av sjunkande marknadspriser på el. Följden blir program med besparingar och organisationsöversyner. SKI:s bedömning var att skärpt uppmärksamhet krävdes på hur dessa förändringar påverkade säkerheten.

I samband med inspektioner har observationer gjorts som kan indikera vissa tendenser till att kärnkraftverken vid tillämpningen av SKI:s föreskrifter och andra krav söker efter en miniminivå och därigenom drar ner på marginalerna. SKI har förståelse för ett riskmedvetet synsätt, där krympande resurser satsas på områden där de gör störst nytta från säkerhetssynpunkt. Däremot är det inte acceptabelt om exakt efterlevnad av föreskrifter och uppfyllande av bara minimikrav skulle ta över i förhållande till en strävan mot ständiga förbättringar, något som SKI anser är en viktig del i en god säkerhetskultur. SKI:s föreskrifter har medvetet utformats för att ge utrymme för utveckling. Uppmärksamhet krävs på att även föreskrifternas tillämpning främjar en god säkerhetskultur.

Styrning av kärnkraftsäkerheten på styrelsenivå

Det finns samtidigt en ökad medvetenhet om att dålig säkerhet är en betydande affärsrisk, eftersom kostnaderna är stora för avställning av en anläggning. Erfarenheter från Kanada och USA har visat att goda resultat snabbt kan försämrats. Detta var faktorer som bidrog till att Vattenfall AB lät genomföra en internationell granskning av sin styrning av kärnkraftsäkerheten på koncern-, affärsområdes- och stationsnivå. En slutsats som uppdragsgivarna drog efter att ha tagit del av resultaten var att förstärka styrningen genom att på ett mer systematiskt och styrt sätt ta upp säkerhetsfrågorna i styrelserna. Ett säkerhetsråd inrättades för att förstärka behandlingen av kärnkraftens säkerhetsfrågor inom koncernen och ge ökad insyn för styrelsen. Vidare ville man förstärka controller-funktionen för kärnkraftsäkerhet.

Även Sydkraftkoncernen arbetar med dessa frågor och även med att utvärdera erfarenheter från Kanada och USA.

SKI ser positivt på att styrelserna blir mer informerade och kunniga i säkerhetsfrågor och att säkerhetsfrågorna beaktas när ekonomiska beslut tas.

Kvalitetssystem och arbetsformer

Samtliga kärnkraftverk har fortsatt arbetet med att kartlägga och förbättra processerna i verksamheten.

Vid Ringhals AB har Ringhals ledning utsett ansvariga för utveckling av driftsprocessen, underhållsprocessen och anläggningsutvecklingsprocessen. Uppdraget innebär bl.a. att säkerställa att processerna kontinuerligt utvecklas och effektiviseras och bidra till att processerna inom de olika enheterna standardiseras så långt som möjligt för att underlätta överföring av erfarenheter och kunskaper.

I slutet av året aviserades en organisationsändring vid ett av Ringhalsreaktorerna, vilken bl.a. innebär en processororienterad styrning med fokus på verksamhet och teknik och en linjestyrning som fokuserar på ledarskap. Ett av syftena är att öka kommunikation, samordning och samarbete över linjegränser. Att åstadkomma detta och samtidigt undvika oklarheter och konflikter mellan processledare och linjechefer är en utmaning. Hur dessa svårigheter tacklats är en av de aspekter som säkerhetsgranskningen av ändringen vid Ringhals kommer att ta fasta på.

Ringhals ledning tog 1997 initiativ till en oberoende översyn för att identifiera svagheter i säkerhetsarbetet. Svagheter som hade observerats vid översynen var bland annat bristande struktur i säkerhetsarbetet, otillräcklig uppföljning av delegering av ansvar samt oklarheter i ledningens ansvarstagande. Efter värdering av resultaten togs åtgärder fram som redovisades för SKI under 1999. Av redovisningen framgick ett antal åtgärder för att förbättra styrningen och tydligheten i säkerhetsarbetet. En ny ledningshandbok hade tagits fram med ny dokumentationsstruktur, förbättrade ansvarsbeskrivningar och nya funktioner inrättats för bearbetning av reaktorsäkerhetsfrågor. Inom Ringhals AB har åtgärder vidtagits för att återkommande utvärdera företagets säkerhetskultur via ett "batteri" med frågor som återkommande ställs till samtliga vid produktionsenheterna. SKI följer med intresse arbetet och hur resultaten används för att fortsätta utveckla säkerhetskulturen hos chefer och annan personal.

Inom Oskarshamns Kraftgrupp AB (OKG) fortsätter översynen av kvalitetssystemet och hierarkin av administrativa instruktioner för att underlätta översyn och tillgänglighet. OKG arbetar även med att utveckla måltal som ett instrument för att styra verksamheten.

OKG arbetar med att hitta måltal som fungerar styrande och inte enbart uppföljande på verksamheten. Sedan 1995 har Oskarshamn 1 stått under särskild tillsyn. Under 1999 fann SKI att sammantaget hade den organisatoriska utvecklingen vid Oskarshamn 1 drivits så långt och givit så goda resultat att skäl för fortsatt redovisning ur denna aspekt inte längre föreligger. Den särskilda tillsynen med avseende på modernisering kvarstår tills dess att moderniseringen är fullföljd och att goda driftresultat visats med den moderniserade anläggningen. Mycket kraft har sedan 1995 lagts ner av ledningen för Oskarshamn 1 på att förändra och förbättra organisationen. I den nya organisationen har driften renodlats ytterligare genom att en enhet för funktionssäkerhet och driftteknik samt en enhet för planering av verksamheten bildats. Det har lett till tydligare rollfördelning och renodling av driftorganisationen, men syftar även till ökad diskussion över enhetsgränser för att se mer långsiktigt på verksamheten. Oskarshamn 1 uppger även behov av fortsatt utveckling inför ökad effektivitet p.g.a. nya krav på balans mellan säkerhet och ekonomi samt bättre långsiktighet vid planering. I dagsläget finns inga direkta planer på fortsatt organisationsförändring.

Efter den riktade inspektionen i Forsmark 1998 ställde SKI krav på redovisning av åtgärder inom områdena kvalitetsrevisioner, anläggningsändringar, säkerhetsgranskning, utbildningsorganisation, instruktionssystem, MTO (människa-teknik-organisation), haveri och bemanning. Forsmarks senaste redovisning gjordes den 31 december 1999 och kommer att granskas av SKI som kommer att ta ställning till om alla avvikelser omhändertagits. Under 2000 kommer SKI att följa upp vissa av ovanstående områden genom inspektioner.

Aktuella frågor vid Barsebäcksverket behandlas nedan.

Driftklarhetsverifiering

Under de sista åren på 90-talet förekom ett antal rapporter om system som ej gjorts driftklara i den ordning som föreskrevs i samband med återstart av reaktorer efter driftuppehåll. Den säkerhetsmässiga betydelsen var ringa men SKI fanns anledning att

mer i detalj undersöka vilka organisatoriska brister som orsakade att sådana fel blev frekventa. Under 1999 fortsatte SKI sitt arbete med att klargöra hur rutinerna i samband med driftstart kan förbättras.

Representanter från samtliga svenska kärnkraftverk samlades till ett seminarium för att redovisa sina rutiner för driftklarhetsverifiering av säkerhetssystem vid revisionsavställning och diskutera ytterligare möjligheter till förbättringar. Även representanter från de finländska kärnkraftverken deltog i seminariet för att utbyta erfarenheter.

Anläggningarna i Ringhals har tagit fram ett direktiv för driftklarhetsverifiering, vilket gäller alla block. I det nya direktivet är framförhållning och ansvarsbild tydligare vid styrningen och kontrollen av driftklarhetsverifieringen. Inför 1999 års revisionsavställningar genomfördes utbildning på det paket med instruktioner som styr driftklarhetsverifieringen. Inom Forsmarks Kraftgrupp AB har arbetet fortsatt med att bl.a. tydliggöra de parametrar som på ett enkelt sätt skall kunna kontrolleras från kontrollrummet för att avgöra om system är driftklara.

Inom OKG gjordes i början av året en riktad intern granskning av vilka åtgärder som genomförts inom området driftklarhetsverifiering och hur de mottagits.

Helhetsintrycket var att området lyfts och bearbetats, men att fortsatta insatser behövs. Inför 1999 års revision tog Oskarshamn 1 fram en policy för driftklarhetsverifiering efter revisionsavställning. Policyn innehöll även en systematisk driftsättningsstrategi, vilken provades under revisionsavställningen. Vid Oskarshamn 2 infördes flera åtgärder i form av checklistor, oberoende kontroller och särskilda samfunktionsprov för att ytterligare förbättra rutinerna för driftklarhetsverifiering.

Även vid Oskarshamn 3 fortsatte arbetet med att förbättra rutinerna. Bland annat togs ett mer strukturerat arbetssätt fram för driftklarhetsverifiering i form av ett arbetsflöde, som också delgavs blockets entreprenörer. Också vid Barsebäck Kraft AB har arbetet med att förbättra rutinerna för driftklarhetsverifiering i samband med revisionsavställning fortsatt.

SKI anser att arbetet måste fortsätta med att utvärdera och förbättra arbetet med driftklarhetsverifiering och avser kalla tillståndsinnehavarna till ett möte under år 2000 för redovisning av erfarenheterna av vidtagna åtgärder och identifiering av vilka ytterligare åtgärder som behövs.

Avveckling

Vid en dom i regeringsrätten den 16 juni 1999 fastställdes regeringens beslut från 1998 att Barsebäck Kraft AB:s rätt att utvinna kärnenergi ur Barsebäck 1 skulle upphöra, men datum ändrades till utgången av november 1999. Barsebäck Kraft AB har alltsedan regeringsbeslutet 1998 vidtagit en rad åtgärder för att upprätthålla säkerheten vid båda blocken. Till dessa har hört en rullande femårig anställningsgaranti för all personal, kontinuerlig information till de anställda, utbildning av alla chefer i att leda verksamhet i förändring och att hantera kriser, individuell kompetensplanering samt åtgärder för att med hög delaktighet av personalen planera för framtiden.

Under året startades projekt Framtidsfabriken med mål att för olika framtidsscenarioer för företagets två reaktorer föreslå och motivera organisationsplaner, styrformer och kompetensbehov och att skapa förutsättningar för var och en att se de egna framtidsmöjligheterna. Arbetet genomfördes med stor delaktighet av personalen. Resultaten redovisades strax före stängningen av Barsebäck 1 varvid nya projekt bildades för att bearbeta ett antal frågor som ansågs kräva ytterligare utredning.

Personalerörligheten vid Barsebäck Kraft AB var något större under 1999 än under 1998, även om den jämfört med annan industri fortfarande var relativt låg, 5 procent. Ett trendbrott skedde fr.o.m. juni 1999. Avgångar inom den relativt lilla personalgrupp som arbetar med bränslefrågor har medverkat till ett ökat konsultberoende på området och att man börjat diskutera förutsättningarna för ett utökat samarbete med expertis på området inom koncernen.

Barsebäck Kraft AB har återkommande följt personalens bedömning av sin arbetsituation i form av samtal och enkäter för att värdera säkerhetsläget och sina åtgärder. En kontinuerlig uppföljning och värdering av s.k. rapportervärda omständigheter har gjorts. Man har inte kunnat se några tecken på ökning av händelser på grund av förhållanden som kan relateras till avvecklingssituationen.

SKI anser att Barsebäck Kraft AB på ett bra sätt hanterat situationen ur säkerhetssynpunkt. Ett påpekande från SKI:s sida har varit att det skulle behövas en mer systematisk analys av vilken kompetens och vilka personalresurser som verksamheten behöver på kort och lång sikt vid olika framtidsscenarioer. SKI:s bedömning bygger på de täta redovisningar och värderingar som företaget lämnat av säkerhetsläget samt på de observationer som SKI gjort vid inspektioner och möten.

SKI avser att fortsätta med den förstärkta tillsynen av Barsebäck Kraft AB med bland annat riktade inspektioner av:

- kompetens- och bemanningsfrågor
- ledningens och personalens bedömningar av den aktuella avvecklingssituationen
- hanteringen av MTO-relaterade händelser.

SKI har med anledning av den nya situationen begärt att Barsebäck Kraft AB uppdaterar en tidigare lämnad redovisning av avvecklingsbeslutets konsekvenser ur säkerhetssynpunkt.

Slutligen kan nämnas att SKI inlett en dialog med Sydkraft och det nybildade Sydsvenska Värmekraftaktiebolaget (SVKAB) i frågor som gäller överföring av relevanta tillstånd för den kärntekniska verksamheten vid Barsebäckverket från BKAB till SVKAB med anledning av avtalet om Barsebäck mellan staten, Sydkraft och Vattenfall.

6. Strålskyddsläget

Den totala stråldosen till personal som arbetar vid de svenska kärnkraftverken var under 1999 den lägsta som registrerats sedan samtliga kärnkraftverk tagits i drift. Ett antal faktorer samverkar till detta goda resultat:

- Strålningsnivåerna har generellt legat på en stabil till sjunkande nivå, till stor del tack vare tidigare införda dosreduceringsåtgärder.
- Planerade underhålls- och ombyggnadsarbeten har genomförts på ett strålskyddsmässigt bra sätt och tillkommande arbeten har inte varit särskilt doskrävande.
- De återkommande provningsinsatserna enligt framtagna program har varit av relativt begränsad omfattning jämfört med tidigare år.

SSI konstaterar dock att de kraftiga besparings- och rationaliseringsprogram som genomförs vid kärnkraftverken har påverkat såväl tidsplan som omfattning och inriktning av moderniseringsplanerna samt medfört vissa faktiska neddragningar i verkens strålskyddsorganisationer. SSI bedömer att det finns en risk för att verksamheten vid kärnkraftverken bedrivs mer kortsiktigt. Även om årets utfall visar på låga stråldoser kan kortsiktighet i kombination med minskad strålskyddsorganisation på längre sikt medföra ett försämrat strålskydd.

Den dosbelastning som 1999 års utsläpp kan ha medfört till personer boende i anläggningarnas närhet ligger, med ett undantag, under 1 procent av gällande riktvärde. SSI ser dock möjligheter till ytterligare förbättringar och ser för närvarande över gällande föreskrifter för utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen.

Strålskyddsverksamheten vid kärnkraftverken

SSI har i föreskrift om personalstrålskydd vid kärntekniska anläggningar (SSI FS 1994:2) ställt krav på att alla stråldoser skall begränsas så långt detta rimligen kan göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhällseliga faktorer (ALARA-principen). För detta ändamål skall det finnas ett särskilt utformat program som är väl känt på alla nivåer inom anläggningens organisation. Programmet skall innehålla planerade åtgärder för dosreduktion på kort och lång sikt.

SSI har vid ett antal s.k. ALARA-inspektioner följt upp dessa krav. Vid årets ALARA-inspektioner har granskningen främst baserats på befintlig dokumentation och kraftverkens redovisning av hur strålskyddsverksamheten bedrivs. SSI:s slutsats är att samtliga verk har en verksamhet som medvetet bedrivs enligt ALARA-principen. SSI ser dock att formen för hur denna verksamhet dokumenteras avsevärt skiljer sig åt mellan anläggningarna. Dokumentationen har i vissa fall fått karaktären av svar till SSI, istället för att vara ett stöd och styrdokument för den egna organisationen. I samband med revideringen av SSI:s föreskrifter om personalstrålskydd vid kärntekniska anläggningar understryker SSI nu syftet med införandet av ALARA-principen och förtydligar att erforderliga mål och styrmedel skall utformas och dokumenteras. Fortsättningsvis skall verksamhet inklusive mål och styrmedel följas upp och utvärderas minst årligen, och dokumentationen av denna utvärdering skall delges SSI.

Vid de riktade ALARA-inspektioner som genomfördes 1999 granskades också verkens moderniseringsplaner. Det är bl.a. genom att se på omfattning och inriktning av dessa som SSI kan förutse dosutvecklingen de kommande åren. De moderniseringsplaner som redovisades vid ALARA-inspektionerna visar tydligt att såväl ambition som omfattning på insatserna från kraftverkens sida har minskat betydligt. I vissa fall har en bantning av åtgärder skett, i andra fall har vissa delmoment skjutits på framtiden eller helt tagits bort. Kortsiktigt kan det tyckas vara bra att det är relativt få åtgärder som behöver göras i strålmiljö. Däremot är det allvarligt om neddragningar av moderniseringsprogrammen medför att åtgärder inte vidtas som har dosreducerande effekt på lång sikt.

Kraftverkens omfattande besparings- och rationaliseringsprogram återspeglas inte bara i de bantade moderniseringsplanerna, utan även i neddragningar av strålskyddsorganisationerna på vissa av verken. Vissa verksamheter "outsourcas", vikarier sätts inte in, skyddsåtgärder ifrågasätts av ekonomiska skäl i större utsträckning. SSI bedömer att det finns en risk för att verksamheten vid kärnkraftverken bedrivs mer kortsiktigt. Även om årets utfall visar på låga stråldoser kan kortsiktighet i kombination med minskad strålskyddsorganisation på längre sikt medföra ett försämrat strålskydd.

Barsebäck

Antalet rapportervärda händelser var under året fortsatt lågt och ingen händelse resulterade i onormala stråldoser. Vid ett tillbud i samband med röntgenkontroll av svets-skarvar fungerade inte BKAB:s rutiner för styrning av arbeten och en person sysselsatt med sanering kunde ha blivit oavsiktligt bestrålad. Efterföljande kontroll visade att så inte var fallet men händelsen utreddes noggrant och rapport angående händelsen och vidtagna åtgärder inlämnades till SSI i juni månad.

Omfattningen av SSI:s närvaro vid Barsebäcksverket – ungefär ett besök per månad – var oförändrad under år 1999. Under året har en uppföljning av BKAB:s program för dosreducerande åtgärder, ALARA-program, utförts. Samtidigt med detta gjorde SSI en uppföljning av frågor som aktualiserades vid en granskning år 1996: SSI-rapport 96:17 *Statens strålskyddsinstitutets granskning av ASAR-rapport för Barsebäcksverket 1984-1995*.

Under 1999 års inspektioner har genomgång och uppföljning av BKAB:s rutiner avseende dosövervakning (intern/extern), instrument och instrumentkalibrering, samt rutiner för dokumentering och arkivering av dosdata och strålskyddsmätningar genomförts.

Den 30 november stängdes Barsebäck 1 i enlighet med regeringens beslut och avtal om ekonomisk ersättning slöts mellan staten, Sydkraft AB och Vattenfall AB. Som ett resultat av den träffade överenskommelsen pågår en omstrukturering av ägar- och tillståndsinnehav. Tillsammans med den nya ägaren av Barsebäck Kraft AB, Ringhals AB, utförs utredningar avseende organisation och resursutnyttjanden m.m. SSI har inlett en dialog med BKAB och Sydsvenska Värmekraftaktiebolaget (SVKAB) avseende den fortsatta hanteringen av den avställda reaktorn.

SSI har under 1999 varit särskilt uppmärksam på förändringar i personalläge och organisation. SSI erhåller från BKAB fortlöpande särskilt framtagna rapporter angäen-

de personalläget. SSI gör bedömningen att personalläget än så länge inte har försämrats på ett oacceptabelt sätt vid Barsebäcksverket. Ett försämrat lönsamhetsläge för kraftindustrin, osäkerhet om personalens utvecklingsmöjligheter och Barsebäcksverkets framtida kompetensbehov kan dock leda till brist på kvalificerad personal och SSI måste kontinuerligt följa utvecklingen.

Forsmark

Vid Forsmark 1 genomfördes den kortaste och minst doskrävande revisionen någonsin i svensk historia. Revisionen pågick i nio dygn och dosutfallet blev 0,14 manSv mot prognostiserat 0,29 manSv. Orsakerna till det låga dosutfallet är främst att arbetsinsatserna varit begränsade, men även att dosraterna på turbinsidan är lägre än tidigare år. Att strålnivåerna är lägre än tidigare år är ett resultat av utbytet av ångseparatorer som genomfördes 1997 vilket inneburit lägre fukthalter i systemen på turbinsidan.

Även vid Forsmark 2 märks en minskning av strålnivåerna på turbinsidan. Detta är som för Forsmark 1 ett resultat av bytet av ångseparatorer 1997. Revisionen pågick i 23 dygn.

Revisionen vid Forsmark 3 pågick i 26 dygn och dosutfallet blev 0,62 manSv mot prognos 1,0 manSv. Av orsakerna till att dosutfallet blev så mycket lägre än förväntat kan nämnas att:

- antalet mantimmar på kontrollerat område blev betydligt färre än beräknat
- bytet av isolering från standardisolering till spegelisolering på 314 impulsledningar
- genomfördes på en tredjedel av den tid som var planerad
- drivdonsarbeten planerades om och förlades till utrymmen med lägre dosratsnivåer
- revisionen i stort var problemfri

Oskarshamn

Dosutfallet för egen personal samt entreprenörer vid Oskarshamn blev 1999 2,8 manSv vilket är lägre än förväntat. En anledning till detta är att man i planeringen av revisionerna överskattat tidsåtgången för olika arbeten i strålmiljö. Ett ökat ansvarstagande hos personalen för den egna dosbelastningen har också bidragit till att dosutfallet är lågt.

Revisionen vid Oskarshamn 1 genomfördes under 24 dygn utan några stora dosbelastande arbeten. Dosutfallet för revisionen blev 0,47 manSv vilket är klart under prognosen 0,71 manSv. En orsak är dåligt uppskattad mantid vid planeringen av revisionsarbetena. Strålnivåerna i reaktorinneslutningen har ökat med ca 10 procent sedan 1998 men ligger fortfarande på i genomsnitt 40 procent av de nivåer som var innan den stora dekontaminering som utfördes i samband med renoverings- och moderniseringsprojektet 1992 (projekt FENIX). Denna dekontaminering är en viktig faktor till de senare årens relativt sett låga dosutfall vid Oskarshamn 1.

Vid revisionen vid Oskarshamn 2 upptäcktes sprickor i konsoler som håller hårdstrilrören på plats i moderatortanklocket. Detta fick till följd att avställningen förlängdes med 95 dagar. Total revisionslängd blev nu fyra månader. Trots detta har personaldoserna hållits låga. Strålnivåerna i stationen var i paritet med 1998 års värden vilket var ungefär som förväntat.

Vid Oskarshamn 3 genomfördes under 1999 den mest omfattande revisionen i blockets historia där projekt MINK, utbyte av material med för hög kolhalt, var det från strålskyddssynpunkt intressantaste arbetet. Inför MINK utfördes en systemdekontaminering som gick mycket bra och som är en viktig orsak till det goda dosutfallet. Även i övrigt har arbetena genomförts på ett bra sätt och den totala dosen slutade på 1,4 manSv vilket är klart under prognosen.

Ringhals

Under 1999 uppgick den totala dosen till egen personal och entreprenörer vid Ringhalsverket till 3,6 manSv. 1999 års dosutfall är därmed lägre än förra årets låga värde på 3,7 manSv och även det lägsta dosutfallet vid Ringhalsverket sedan 1976. Medeldosen 1999 blev 2,4 mSv och högsta individdos vid anläggningen blev 21,4 mSv. Totalt har vid anläggningen 1 472 personer erhållit registrerad dos större än 0,1 mSv.

Under året har 308 personer genomgått intern kontaminationskontroll genom helkroppsmätning. I endast två fall har den lägsta rapporteringsnivån 0,25 mSv tangerats.

Samtliga block i Ringhals, med ett undantag, har under driftperioden körts med skadefri hård. Block 3 har körts med en mindre bränsleskada under större delen av driftperioden, men utan att det medfört någon konsekvens av betydelse från strålskyddssynpunkt.

Revisionen vid Ringhals block 1 förlängdes med ca 2 månader för åtgärder av bland annat hårdstril, ångseparatorernas spännidon, samt åtgärder efter sprinkling i PS. Strålnivåerna i stort är oförändrade från föregående år. Dosutfallet för revisionen blev 2,05 manSv.

Revisionen vid block 2 var av mindre omfattning än normalt. Vid revisionen öppnades inte ånggeneratorerna. Strålnivåerna är i stort oförändrade från föregående år. Dosutfallet för revisionen blev 0,45 manSv.

Revisionen vid block 3 var av normal omfattning. Strålnivåerna är i stort oförändrade, men i ånggeneratorernas vattenkammare har de minskat med ca 11 procent från föregående år. Dosutfallet för revisionen blev av detta skäl något lägre än planerat och uppgick till 0,40 manSv.

Revisionen vid block 4 var av normal omfattning. Strålnivåerna är i stort oförändrade jämfört med föregående år. Dock har en ökning med ca 14 procent uppmätts i ånggeneratorernas vattenkammare. Dosutfallet för revisionen blev 0,30 manSv.

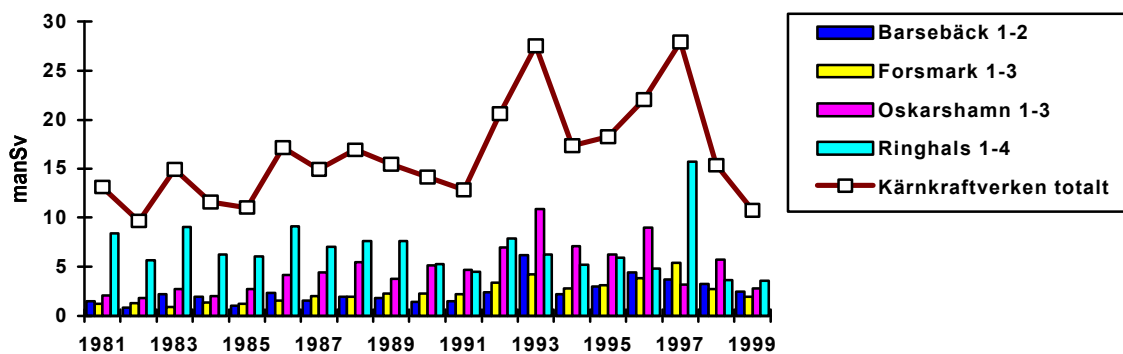
Stråldoser till personal

Under 1999 blev den sammanlagda stråldosen till personal inklusive entreprenörer vid de svenska kärnkraftverken 10,8 manSv. Som framgår av redovisningen ovan samver-

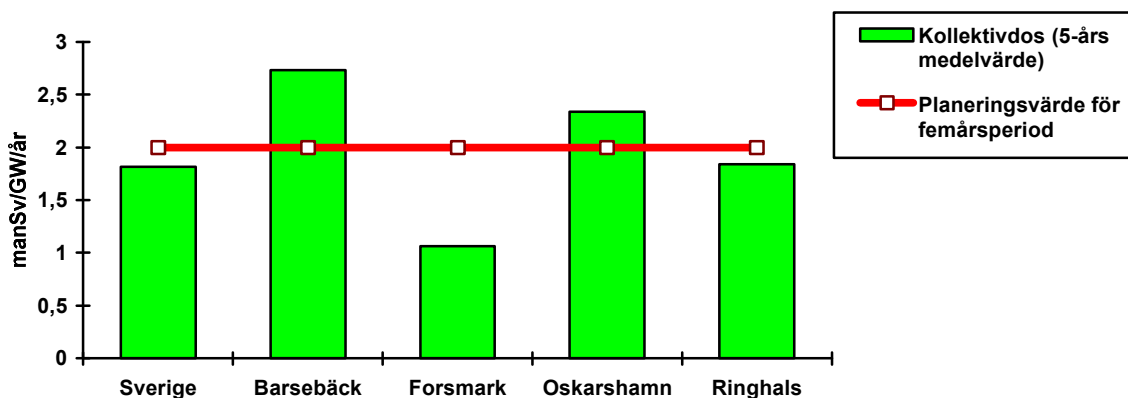
kar ett antal faktorer till detta goda resultat: Planerade underhålls- och ombyggnadsarbeten har genomförts på ett strålskyddsmässigt bra sätt och tillkommande arbeten har inte varit särskilt doskrävande. De återkommande provningsinsatserna enligt framtagna program har varit av relativt begränsad omfattning jämfört med tidigare år. Strålningsnivåerna har generellt legat på en stabil till sjunkande nivå, till stor del tack vare tidigare införda dosreduceringsåtgärder.

Då den sammanlagda installerade elektriska effekten vid svenska reaktorer är 10,4 gigawatt (GW) ger detta en normerad totaldos för 1999 på 1,0 manSv/GW. Detta värde ligger klart under det av SSI angivna riktvärdet 2 manSv/GW (räknat som ett medelvärde över fem år) för planering av verksamheten.

Figur 2 visar dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken 1990-1999. Figur 3 visar ett medelvärde för åren 1995-1999 på totaldosen per installerad elektrisk effekt och år vid de olika anläggningarna.



Figur 2. Årlig totaldos (manSv) till personal vid svenska kärnkraftverk.



Figur 3. Totaldos (manSv) per gigawatt installerad elektrisk effekt och år, medelvärde för 1995-1999. Planeringsvärdet gäller från och med 1995.

Medeldosen till personalen var 2,2 mSv under 1999 vilket är lägre än föregående år (2,7 mSv). Under året erhöll 4 801 personer en registrerbar dos varav endast sex personer (15 personer 1998) en dos överstigande 20 mSv. Ingen person har fått stråldoser över fastställda dosgränser. Högsta registrerade persondos var 25 mSv. För enstaka år är dosgränsen 50 mSv.

Inga interndoser överstigande 5 mSv har förekommit till följd av intag av radioaktiva ämnen.

Tabell 2. Sammanställning av persondoser vid kärnkraftverken¹ 1999.

Anläggning	Total årsdos (manSv)	Max individdos (mSv)	Medeldos (mSv)	Antal personer med registrerad dos > 0,1 mSv
Barsebäck	2,5	17,7	2,0	1 242
Forsmark	2,0	10,3	1,5	1 329
Oskarshamn	2,8	13,5	1,8	1 495
Ringhals	3,6	21,4	2,4	1 472

¹ Eftersom en enskild person kan få registrerad dos vid flera olika anläggningar kan inte den totala dosen eller antalet personer med registrerad dos summeras över verken. Av samma orsak är den högsta enskilda stråldosen (25mSv) högre än den högsta registrerade individdosen per anläggning.

Utsläpp till omgivningen

Utsläpp av radioaktiva ämnen från reaktorer i drift sker dels till luft, dels till vatten och regleras i enlighet med föreskrifter fastställda av SSI (SSI FS 1991:5). Utsläpp av kylvatten till vattenmiljön sker efter det att aktiviteten i ett s.k. dirigeringsprov, taget från utsläppstanken, konstaterats hålla en nivå som medger utsläpp. I samband med utsläppet tas ett proportionellt prov som genomgår detaljerad analys, varefter provet arkiveras. Sammanvägda månadsprov och årsprov på utsläppsvatten skickas till SSI för kontrollmätning. Utsläppen till luft övervakas med avseende på partikelbunden aktivitet, radioaktiv jod och radioaktiva ädelgaser. Utsläppen av kol-14 beräknas på basis av installerad elektrisk effekt.

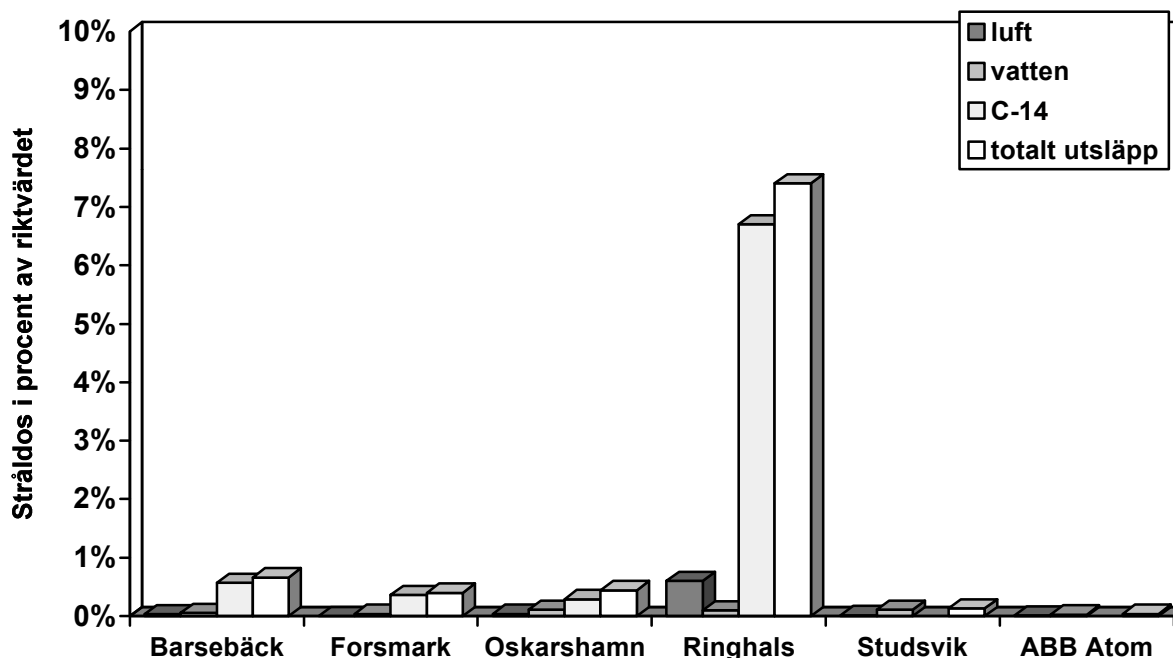
Anläggningarna utför omgivningskontroll enligt instruktioner utfärdade av SSI. Ett begränsat urval av proven mäts också av SSI. Cesium-137 från Tjernobylyolyckan 1986 dominerar fortfarande i de prover som tas inom kontrollprogrammet. I vattenmiljön kan man liksom tidigare driftår detektera ett antal andra radioaktiva ämnen i kraftverkens närområden bland annat i prover av alger och bottensediment. I fiskprover kan vanligen bara Cesium-137 detekteras. Prover tagna i landmiljön kring kärnkraftverken innehåller mycket låga halter av radioaktiva ämnen med ursprung från verkens utsläpp.

SSI genomför inspektioner för att följa efterlevnaden av gällande föreskrifter. Erfarenheterna från 1999 års inspektioner kommer att finnas redovisade i en särskild SSI-rapport.

SSI ser för närvarande över gällande föreskrifter för utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Ett första förslag till nya föreskrifter skickades på remiss den 8 november 1999 till olika remissinstanser. Remisstiden utgick den 28 januari i år. I anslutning till föreskriftsförslaget utgavs även en rapport med bakgrund och kommentarer samt konsekvensanalys. Ett delvis omarbetat förslag kommer att presenteras för SSI:s styrelse under våren för beslut.

Enligt gällande föreskrifter för begränsning av utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen skall stråldoserna till individer i kritisk grupp understiga riktvärdet 0,1 mSv per år. Den kritiska gruppen består av individer som till följd av levnadsvanor, ålder och vistelseort förväntas få högre doser än andra till följd av utsläppen. Den kritiska gruppen behöver inte vara sammansatt av verkliga personer. Med hjälp av modeller som beskriver hur olika radionuklider sprids i miljön och som tar hänsyn till olika exponeringsvägar till människan beräknas stråldoserna utifrån de uppmätta utsläppen av radioaktiva ämnen. De framräknade stråldoserna gör det också möjligt att direkt jämföra konsekvenserna av utsläppen mellan de olika anläggningarna.

I figur 4 redovisas stråldoserna från kärnkraftverken, Studsvik och ABB Atom AB:s bränslefabrik för 1999. Ringhals kärnkraftverk ger en stråldos som är cirka 8 procent av riktvärdet. Stråldosen beror till största delen på utsläppen av kol-14 från de tre tryckvattenreaktorerna (Ringhals 2-4), och till en mindre del av förhöjda utsläpp till luft från Ringhals 1. De högre luftutsläppen för Ringhals 1 är en kvardröjande effekt av den bränsleskada som inträffade 1993. För övriga anläggningar ligger stråldoserna under 1 procent av riktvärdet 0,1 mSv per år till individer i kritisk grupp.



Figur 4. Stråldoser till individer i kritisk grupp från 1999 års utsläpp från de svenska kärnkraftverken, Studsvik och ABB Atom AB angivna i procent av riktvärdet 0,1 mSv.

7. Avfallshantering vid kärnkraftverken

Behandling, mellanlagring och slutförvaring av kärnavfall

Vid kärnkraftverken behandlas radioaktivt driftavfall för att kunna slutförvaras antingen i lokala markförvar (Forsmark, Oskarshamn och Ringhals) om det är tillräckligt lågaktivt, eller i slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR-1, vid Forsmarksverket. Viss avfallsbehandling sker även vid Studsvik, t.ex. förbränning av sopor och smältning av metaller. Signifikanta mängder skrot mellanlagras vid kärnkraftverken, i vissa fall i avvaktan på avklingning eller uppförande av nödvändiga slutförvar. Mycket lågaktivt avfall friklassas för fri användning, förbränns eller deponeras på kommunalt eller eget avfallsupplag.

Kärnavfallshanteringen vid kärnkraftverken har fungerat väl med undantag för ett par incidenter vid Forsmarksverket där mindre läckage av s.k. industrikoncentrat skett från tillfälliga avfallsbehållare. Något läckage till omgivningen har inte skett och den säkerhetsmässiga betydelsen var ringa.

Innan kärnavfall får föras till SFR-1 för deponering skall en typbeskrivning av avfallet vara granskad och godkänd av SKI och SSI. Myndigheterna har fastställt riktlinjer för typbeskrivningar och granskningsförfarande. Dessa innebär att nya avfallstyper måste granskas och godkännas innan rutinmässig tillverkning får startas. Hittills har drygt trettio avfallstyper granskats och godkänts. Exempel på ytterligare avfallstyper är bl.a. visst fast avfall ingjutet i cement samt udda avfall, främst i form av stora komponenter, som skall godkännas efter samma principer, men där godkännandet inte gäller rutinmässig tillverkning.

SSI har under 1999 inspekterat kärnkraftverkens hantering av aktiva interna delar (s.k. hårdkomponenter). Detta avfall uppstår vid byte av komponenter som suttit inom eller i närheten av reaktorhärden. Avfallet mellanlagras vid kärnkraftverken eller CLAB i avvaktan på det planerade slutförvaret SFL-5. Inspektionerna visade att hanteringen i stort sker på ett tillfredsställande sätt men att dokumentationen om avfallet bör förbättras. SSI kommer att ställa krav på detta i kommande föreskrifter om hantering av radioaktivt avfall vid kärntekniska anläggningar.

Under 1999 har Forsmark och Oskarshamn efter tillstånd från SSI deponerat lågaktivt avfall i sina markförvar. Forsmark har deponerat 470 m³ och Oskarshamn har deponerat 1 550 m³. Ringhals har inte deponerat något avfall i sitt markförvar under året. Den totala mängden avfall som deponerats i markförvar vid kärnkraftverken uppgår till ca 13 100 m³.

Viss uppdatering av avfallsrutiner har skett vid de kärntekniska anläggningarna, med anledning av SKI:s föreskrift SKIFS 1998:1, som trädde i kraft vid halvårsskiftet 1999. I sin tillsynsverksamhet har SKI följt upp hur föreskriften efterföljs vid kärnkraftverken vad avser hantering av kärnavfall samt tillståndsinnehavarnas egen säkerhetsgranskning av avfallshanteringen.

Under året har en helt ny säkerhetsteknisk drifthandbok (STF) tagits fram för bergsrummet för avfall (BFA) vid OKG, som en konsekvens av nya krav på kärntekniska anläggningar enligt SKI:s föreskrift SKIFS 1998:1.

Vid SFR-1 har under året deponerats 1 935 m³. Totalt är 26 437 m³ deponerat sedan starten 1987. Ca 42 procent av tillgänglig kapacitet är nu utnyttjad. Under året har tre rapportervärda händelser inträffat, varav en som konsekvens av att ett avfallskolli från Barsebäck Kraft AB uppvisade en smärre avvikelser från typbeskrivningen. Någon påverkan på säkerheten har inte förelegat i något av fallen. Millennieskiftet skedde utan några störningar.

Förberedelser för en förnyad granskning av långtidssäkerheten för SFR-1 har inletts.

Friklassning

Under 1999 har kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals med stöd av SSI:s föreskrifter deponerat lågaktivt avfall på avfallsupplag. Forsmark deponerade 17 ton innehållande 1 MBq (MBq = Mega bequerel). Oskarshamn deponerade 29 ton innehållande mindre än 10 MBq. Ringhals deponerade 105 ton innehållande 17 MBq.

Samtliga kraftverk har under 1999 med stöd av SSI:s föreskrifter låtit destruera lågt kontaminerad olja. Totalt har kärnkraftverken låtit destruera 59 ton olja, innehållande 20 MBq.

Visst avfall materialåtervinns med stöd av SSI:s föreskrifter eller enligt särskilda tillstånd utfärdade av SSI. Den mängd metaller som sänds till Studsvik för smältning redovisas nedan.

Använt kärnbränsle

Använt kärnbränsle från de svenska kärnkraftverken mellanlagras i CLAB vid Oskarshamns kärnkraftverk. Tillståndsinnehavare är Svensk kärnbränslehantering AB, som utövar övergripande tillsyn av anläggningen. Den dagliga driften och hanteringen sköts av OKG.

Under året inträffade tre rapportervärda händelser. Ingen av händelserna hotade säkerheten. Som jämförelse kan nämnas att antalet rapportervärda händelser sjunkit från 15 stycken, sedan 1998. Under året har 73 behållartransporter utförts och 219,8 ton har förts till CLAB, varav 208,9 ton som uran och 17 stycken innehållande hårdkomponenter.

Under året har omlastning av 1 594 ton kokvattenreaktorbränsle och 240 ton tryckvattenreaktorbränsle skett. Allt planerat tryckvattenreaktorbränsle är nu omflyttat till s.k. kompaktkassetter i syfte att skapa mer lagringsutrymme i förvaringsbassängerna. En förstudie av kontrollrumsombyggnad har skett. Millennieskiftet skedde utan några incidenter.

Utbyggnaden av CLAB etapp 2 fortlöper under översyn av SKI. Under året har fortsatt utsprängning av bergsal skett, med ett antal överskridande av gränsvärdet för bergvibrationer i samband med sprängningar. Gränsvärdet är satt med utgångspunkt från att

skydda bränslet i den befintliga förvaringsbassängen. Detta gränsvärde har mycket stora marginaler och någon fara för säkerheten har inte uppstått. Etapp två beräknas att driftsättas 2004.

Stora komponenter och annat udda avfall

Ångseparatorer i arton kolli från Forsmarksverket, har deponerats i SFR-1 under året.

Avfallsbehandling i Studsvik

På uppdrag av kärnkraftverken utför Studsvik RadWaste AB viss avfallsbehandling, främst förbränning av sopor och smältning av metaller. Under 1999 har 37,9 ton sopor från Barsebäck mottagits för förbränning och 75 ton skrot från kärnkraftverken har smälts. Huvuddelen av materialet friklassas direkt eller efter en tids avklingning. Levererade och behandlade mängder framgår av tabellen nedan.

Anläggning	Levererat	Behandlat	Slagg och kaprester i retur
Barsebäck	30,7 ton	41,6 ton	1,3 ton
Forsmark	14,2 ton	13 ton	0,2 ton
Oskarshamn	7 ton	6,8 ton	0,15 ton
Ringhals	19,9 ton	11,5 ton	0,2 ton

Under 1999 inträffade ett tillbud där degelugnen i Studsviks smältanläggning förstördes. Degelugnen har ersatts av en ny, mer robust ugnstyp.

8. Beredskap

SKI och SSI bedömer att beredskapsplaneringen på de svenska kärnkraftverken behållit sin kvalitet och omfattning under året. Uppdateringar och förbättringsarbete bedrivs fortlöpande med regelbundna avstämningar med andra beredskapsaktörer.

Övningar har genomförts på kärnkraftverken och totalövningen för året genomfördes i Barsebäck och länsstyrelsen i Malmö en vecka innan stängningen av Barsebäck 1. Syftet med totalövningarna är att prova uppgjorda planer mot kärnenergiolycka samt beredskaps-organisationernas förmåga att lösa sina uppgifter enligt plan.

Övningen planerades av länsstyrelsen i Skåne län i samverkan med berörda myndigheter och organisationer. Bland deltagarna återfanns ett 15-tal myndigheter och organisationer på lokal, regional samt central nivå. Det internationella deltagandet i övningen bestod av Beredskapsstyrelsen i Danmark samt Strålsäkerhetscentralen, STUK, i Finland. För utvärderingen svarar Räddningsverket som den 18 februari 2000 fastställde den slutliga utvärderingsrapporten. Rapporten både pekar på sådant som fungerade bra och ger rekommendationer om sådant som kan förbättras. Barsebäck uppnådde de mål som hade ställts upp för övningen med undantag av målet att upprätta regelbunden kontakt mellan utsänd expert till länsstyrelsen och kraftverket. För såväl SKI som SSI bedöms samtliga delmål för övningen som uppfyllda.

Barsebäck Kraft AB och SKI fick för första gången möjlighet att testa nyutvecklade lösningar, vilket utföll positivt. På SSI provades en ny metodik för publicering av informa-

tion på den s.k. operativa webbplatsen. Övningserfarenheterna visar att en lämplig metod har valts. Diskussioner har pågått under 1999 med SKI och de svenska kärnkraftverken beträffande upprättande av en myndighetsgemensam webbplats med operativ information. Dessa diskussioner är inte avslutade utan förväntas fortgå.

Som en följd av totalövningen Hugin vid Forsmarksverket i slutet av 1998 genomfördes ett uppföljande beredskapsseminarium med bl.a Länsstyrelsen i Uppsala. I förlängningen väntas detta leda till förbättrad aktörsinteraktion lokalt, regionalt och nationellt. Övningen föranledde också översyn av rutinerna för informationsförsörjningen till den finska myndigheten STUK och de regionala myndigheterna på Åland.

SSI och SKI har vidare utvecklat beredskapssamarbetet med Litauens myndighet VATESI och även övervakat en beredskapsövning vid Ignalinaverket. Ett avtal har träffats mellan Ignalinaverket, VATESI och SSI som reglerar användandet av ett satellitkommunikationssystem för tidig varning vid olyckor. Systemets funktion testas regelbundet genom att ett prov-meddelande sänds en gång per vecka.

I september genomfördes en internationell mätövning i Gävleborgs län. Syftet med övningen var att prova befintliga mobila system för mätning och kartläggning av nedfallna radioaktiva ämnen efter en kärnkraftsolycka. Under övningen gjordes jämförelsestudier mellan de deltagande nationernas mätsystem för att utreda möjligheterna till samarbete över nations-gränser i händelse av en kärnkraftsolycka. Platsen för övningen hade valts med hänsyn till Gävleborgs läns beläggning av Cesium-137 efter Tjernobyl-olyckan. I övningen som pågick under tre dagar deltog samtliga nationer runt Östersjön utom Tyskland. Från Sverige övades samtliga laboratorier som SSI har kontrakterat för avancerade mätningar i händelse av en kärnkraftsolycka.

Millennieberedskapen krävde särskilda arrangemang på både SSI och SKI som var relativt omfattande. Inte bara utvecklingen vid de svenska kärnkraftverken bevakades vid övergången till år 2000. Vid SSI:s lokaler fanns personal från SSI och SKI på plats som under närmare 30 timmar bevakade millennieskiftet över hela världen. Som ett led i bevakningen och lägesrapporteringen hade omfattande nationella och internationella kontakter och avstämningar förberetts. För de svenska kärnkraftverkens del skedde övergången problemfritt.

I föreskriften SKIFS 1998:1 klargörs ambitionen på beredskapsområdet. Det ställs ökande krav på snabbhet i agerandet räknat från inledande händelse till tidpunkten för utsläpp. SKI har därför initierat en översyn av arbetsprocesserna i den interna beredskapsstaben. Initiativ har tagits för att prioritera den operativa informationen och stärka dialogen med mottagarna av SKI:s produkter, bl.a. beskrivningar av det tekniska hotet och råd till räddningsledare, SSI och andra beredskapsaktörer.

SSI och SKI söker vidare lösningar på haverikommunikation som kan resultera i överföring av direkt, korrekt och förståelig information. En plattform i detta arbete är den Nationella Plan för Kommunikation som utvecklats i en aktörsgemensam arbetsgrupp. I dessa sammanhang behöver synen på media förändras så att de uppfattas som den betydelsefulla, snabba och oundgängliga beredskapsaktör de faktiskt är. I detta arbete söker SKI därför nya, mer genomtänkta former för interaktion med media.

SKI och SSI har under året medverkat i en rad aktiviteter för bilateralt, europeiskt och internationellt erfarenhetsutbyte. Som en naturlig följd av beredskapsfrågornas internationalisering kommer en del av svensk forskning och utveckling på området att framdeles behöva ske i allianser eller samarbete med andra länder i Europa. Det ger, förutom de ekonomiska fördelarna, möjligheter till betydelsefull harmonisering av hur bedömningar går till, vilket avsevärt kan stärka tilltron till det som kommuniceras mellan aktörer. SKI söker internationellt standardiserade lösningar. Centralt är generella fysikaliska modeller för bedömning av källterm som kan fungera för alla svenska kärnkraftverk. Till detta behövs djupa kunskaper om transienter, haveriförlopp och haverihantering då detta ligger till grund för bedömningar som ingår i beslut i en multinationell beredskapsapparat. Dessa tidstrånga analyser ställer stora krav på organisation, verktyg och interaktion.

Ett stort utvecklingsarbete med syfte att effektivisera inrapportering av mätdata från länsstyrelser, kontraktslaboratorier m.fl. till SSI har fortgått under 1999. Den nya metoden bygger på elektronisk inrapportering med hjälp av dedicerade webbapplikationer. Tekniken är tagen i drift sedan februari 2000.