

**Säkerhets- och strålskyddsläget
vid de svenska kärnkraftverken
1995-96**

November 1996

ISSN 1104-1374
ISSN 0282-4434
ISRN SKI-R--96/71--SE

SKI Rapport 96:71

SSI-rapport 96-12

**Säkerhets- och strålskyddsläget
vid de svenska kärnkraftverken
1995-96**

November 1996

NORSTEDTS TRYCKERI AB
Stockholm 1996

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1995-96

Innehållsförteckning

Missiv	1
Sammanfattning	3
Utgångspunkter och värderingskriterier	5
1. Drifterfarenheter	7
2. Teknik- och åldrandefrågor	11
Tillstånd till återstart av Oskarshamn 1	11
Material- och hållfasthetsfrågor i övriga anläggningar	12
3. Härd- och bränslefrågor	13
4. Övriga säkerhetsfrågor	14
Säkerhetsfrågor vid övriga reaktorer som aktualiserats av granskningen av Oskarshamn 1	14
Modernisering av äldre reaktorer	15
Övriga aktuella säkerhetsfrågor och åtgärdsplaner	16
5. Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar	17
Probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA)	17
Uppskattade sannolikheter för härdhaverier	18
Uppskattade sannolikheter för utsläpp	18
Återkommande säkerhetsgranskningar av reaktorena (ASAR)	19
Särskilda säkerhetsgenomgångar	20
6. Organisation och säkerhetskultur	20
Barsebäck	21
Forsmark	22
Oskarshamn	22
Ringhals	23
7. Strålskyddsläget	24
Personalstrålskydd	24
Utsläpp till omgivningen	26
8. Avfallshanteringen vid kärnkraftverken	28
9. Beredskap	29
Bilaga 1	
Bilaga 2	

Till Regeringen
Miljödepartementet
103 33 STOCKHOLM

Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1995-96

Enligt proposition 1990/91:88 om energipolitiken skall regeringen varje år i budgetpropositionen redovisa drifts- och säkerhetsförhållanden vid de svenska kärnkraftreaktorerna. Regeringen har i regleringsbrevet uppdragit åt SKI att, i samarbete med Statens strålskyddsinstitut (SSI) årligen senast den 15 november till regeringen redovisa säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken.

Föreliggande redovisning omfattar driftåret 1995/96, d.v.s. tiden efter avslutade revisionsavställningar 1995 till och med revisionsavställningarna 1996 i den mån de var avslutade vid rapportens färdigställande. Redovisningen följer i stort samma disposition som tidigare rapporter i serien. För en något utförligare diskussion av vissa principiella säkerhetsfrågor och frågor rörande osäkerheter i säkerhetsanalyser hänvisas till föregående års rapport (SKI Rapport 95:63, SSI-rapport 95-27).

SSI ansvarar för avsnittet om strålskyddsläget. Avsnitten om avfallshantering och beredskap har skrivits gemensamt av myndigheterna.

Rapporten har behandlats i SKIs reaktorsäkerhetsnämnd som därvid biträtt de säkerhetsbedömningar som redovisas i sammanfattningen. SKIs styrelse har konsulterats i ärendet enligt 22§ verksförordningen (SFS 1987: 1100). Styrelsen 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 1995-96 överlämnas härmed.

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION


Lars Högberg


/Christer Viktorsson

Sammanfattning

Revisionsavställningarna för vissa av reaktorerna blev längre än vad som var planerat detta år, till följd av utökade kontroller och reparationer. Detta har påverkat drifttillgängligheten. Antalet rapporterade händelser har legat på oförändrad nivå jämfört med tidigare år. Sex händelser har klassificerats på den internationella 7-gradiga INES-skalan (se figur 3 sid 9), dock ingen på nivå 2 eller högre.

Erfarenheterna från perioden 1995-96 har återigen visat att åldersbetingade förändringar i anläggningarna måste hållas under uppsikt. Degradering har upptäckts i material som tidigare har ansetts mindre benäget att angripas av så kallad interkristallin spänningskorrosion. Hittillsvarande erfarenheter visar på behovet av fortsatt noggrann kontroll av tillståndet i anläggningarna men också att svagheter och skadebildning förefaller att huvudsakligen fångas upp av kontrollprogrammen. SKI anser därför att det är viktigt att pågående vidareutveckling av kontrollprogram och provningsmetoder fortsätts i oförminskad takt.

I tidigare rapporter har SKI redovisat problem med böjning av bränslepatroner i två av tryckvattenreaktorerna. Åtgärder har nu vidtagits för att komma tillrätta med dessa problem. Rapporter från utlandet pekar på att problemet börjat uppträda även där. Under perioden konstaterades sammanlagt nio nya bränsleskador i fem av reaktorerna, d.v.s. mindre än en skada per reaktor och år. Detta innebär en viss ökning i jämförelse med tidigare år. SKI bedömer det dock svårt att uppnå en felfrekvens som understiger 0,5 skador per reaktor och år.

Arbetet med att granska och förbättra säkerhetssystemens tillförlitlighet fortgår vid kraftföretagen och SKI. Drifterfarenheter, såväl svenska som utländska, inhämtas och händelser analyseras. Säkerhetsanalyserna kompletteras och förbättras med hjälp av förbättrade metoder. De återkommande säkerhetsgranskningarna fortsätter att bidra till säkerhetsarbetet. SKI tillmäter dessa en viktig roll i säkerhetsarbetet.

Sedan ett par år tillbaka arbetar kraftföretagen med att se över de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsanalyserna. Översynerna beräknas vara klara i slutet av 1998 för kokvattenreaktorerna. Behovet av sådana översyner framgår tydligt då SKI granskar ändringsarbeten. För tryckvattenreaktorerna finns motsvarande behov av översyn och verifiering men projektstarten har försenats. SKI finner det angeläget att även detta arbete drivs målmedvetet och med hög ambitionsnivå så att översedda säkerhetsanalyser och värdering av tryckvattenreaktorerna mot moderna krav kommer till stånd innan vi går in i nästa sekel. Kraftföretagens konstruktionsgenomgångar är även av betydelse för att utveckla kompetensen i för reaktorsäkerheten väsentliga frågor.

SKI har under perioden anmodat kraftföretagen att redovisa säkerhetsläget för de egna reaktorerna med avseende på de säkerhetsfrågor som aktualiserades vid granskningen av Oskarshamn 1. Denna anmodan skall ses som ett led i SKIs arbete att försäkra sig om att alla reaktorer i drift på 2000-talet har en tillfredsställande säkerhetsnivå också i förhållande till moderna konstruktionsprinciper, trots att reaktorerna konstruerades på 1960- och 1970-talen. Åtgärderna knyts till de pågående genomgångar som nämnts ovan. SKI har under perioden märkt en ökad ambition hos kraftföretagen när det gäller att vidta genomgripande säkerhetsförbättringar i kärnkraftverken. Renoveringen av Oskarshamn 1 tjänar här som förebild och erfarenhetskälla. SKI har å sin sida inlett arbetet på att precisera de vidareutvecklade och moderniserade säkerhetskrav som bör gälla för drift av de svenska kärnkraftreaktorerna under nästa sekel.

De organisatoriska faktorernas betydelse för en hög kvalitet på säkerhetsarbetet har tydliggjorts ytterligare. Detta framgår bland annat av de satsningar som görs för att utveckla verksamheten genom strukturella förändringar, framtagning av tydliga mål och strategier samt utveckling och implementering av moderna kvalitetssystem. Centrala

frågor i dessa sammanhang har varit att förbättra förutsättningarna för ökad framförhållning och långsiktighet i säkerhetsarbetet. Betydelsen av samspelet människa-teknik-organisation (MTO) återspeglas i en alltmer ökad tillämpning av systematiska analysmetoder och förbättrad MTO-verksamhet i övrigt. I arbetet med att förbättra organisation och säkerhetskultur har man emellertid kommit olika långt vid de olika verken. SKI har sålunda fortsatt att ha Barsebäcksverket under särskild tillsyn bl.a. mot bakgrund av problem i samband med en organisationsförändring och ett antal händelser med tecken på brister i samspelet människa-teknik-organisation. SKI utvärderar för närvarande de åtgärder Barsebäcksverket vidtagit för att komma tillrätta med problemen.

Det ovan redovisade, pågående moderniseringsprogrammet vid de svenska kärnkraftverken samt ökande strålnivåer i reaktorerna har sedan 1992 resulterat i en ökad dosbelastning till personalen. Ingen person har 1995, eller hittills under 1996, överskridit årsdosgränsen 50 mSv. Kollektivdosen 1995 blev 18,3 manSv. Kollektivdosen 1996 fram t.o.m. september är ca 18 manSv, och för hela året är prognosen ca 21-22 manSv. Detta utfall är visserligen, till följd av skärpta regler från SSI och ökat strålskyddsmedvetande vid verken, betydligt gynnsammare än det hittills sämsta året 1993. Emellertid är arbetet med att modernisera reaktorerna endast i sin startfas, och fler reaktorer kommer att beröras de närmaste åren.

SSI finner därför att ytterligare ansträngningar måste läggas på att begränsa personalstråldoserna även på längre sikt. Detta måste vara en fråga av högsta prioritet för kärnkraftverken de närmaste åren. En hållbar, uthållig säkerhetsutveckling vid verken förutsätter att personalstrålskyddet integreras i allt förnyelse- och förändringsarbete och inte betraktas som något isolerat därifrån.

Utsläppen av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken till omgivningen har i samtliga fall resulterat i doser lägre än gällande gränsvärden. Ingen har utsatts för doser överstigande 3% av den naturliga bakgrundsstrålningen. Som framgått av föregående års rapporter har luftutsläppen från Ringhals 1 varit förhöjda efter en bränsleskada 1993. Utsläppen minskar dock stadigt sedan 1994. SSI för dock en diskussion om att komplettera dagens utsläpps begränsningar, som baseras på stråldos till de mest utsatta personerna, med utsläpps begränsningar baserade på andra kriterier, t.ex. miljöskydd, bästa tillgängliga teknik etc.

SKI och SSI gör bedömningen att avfallshanteringen vid kärnkraftverken, SFR (slutförvar för radioaktivt driftavfall) samt CLAB (centralt lager för använt kärnbränsle) generellt sett är av god kvalitet. Detta avser både arbetets planering och dess genomförande.

Kraftindustrin fyller enligt SSIs bedömning de krav som ställts på beredskapen mot kärnkraftolyckor. SSI och SKI finner att beredskapsplaneringen inom kärnkraftverken bedrivs på ett konstruktivt sätt vid samtliga kraftverk.

Utgångspunkter och värderingskriterier

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 SKIs bedömning inte var möjligt att komma fram till ett entydigt, kvantitativt mått på säkerhetsnivån. I stället söker SKI göra en i huvudsak kvalitativ bedömning i förhållande till de allmänna säkerhetsmål som SKI och kraftföretagen arbetar efter. I sin allmänna utformning har dessa mål godtagits av regeringen i anslutning till enskilda tillståndsärenden, såsom effekthöjningar, och vidare i redovisning av programmet för återkommande säkerhetsgranskning och i riktlinjerna för utsläpps begränsande åtgärder.

Det primära och grundläggande målet för säkerhetsarbetet är att förebygga och förhindra omfattande skador på reaktorhärden – ett härdhaveri eller en härds smälta. Det finns flera typer av indikatorer på en hög förebyggande säkerhet. En indikator är att det inträffar få eller inga störningar och tillbud som pekar på allvarliga säkerhetsbrister. Andra indikatorer är de marginaler mot skador på kritiska komponenter som räknas fram i olika typer av säkerhetsanalyser, t.ex. hållfasthetsanalyser eller nödkylningsanalyser. En intressant indikator är den uppskattning av sannolikheten för härdskada per reaktordriftår som kan erhållas ur anläggnings specifika, probabilistiska analyser av säkerhetssystemens tillförlitlighet, s.k. PSA-studier. Den sannolikhet för härdskada som på detta sätt räknas fram skall enligt SKIs mening främst ses som ett systematiskt framräknat godhetstal för säkerhetssystemens tillförlitlighet. Säkerheten kan inte värderas enbart på grund av dessa framräknade sannolikheter, bl.a. därför att analyserna inte kan göras helt fullständiga, t.ex. vad avser risk för felaktiga beslut sammanhängande med lågt säkerhetsmedvetande i någon del av en organisation.

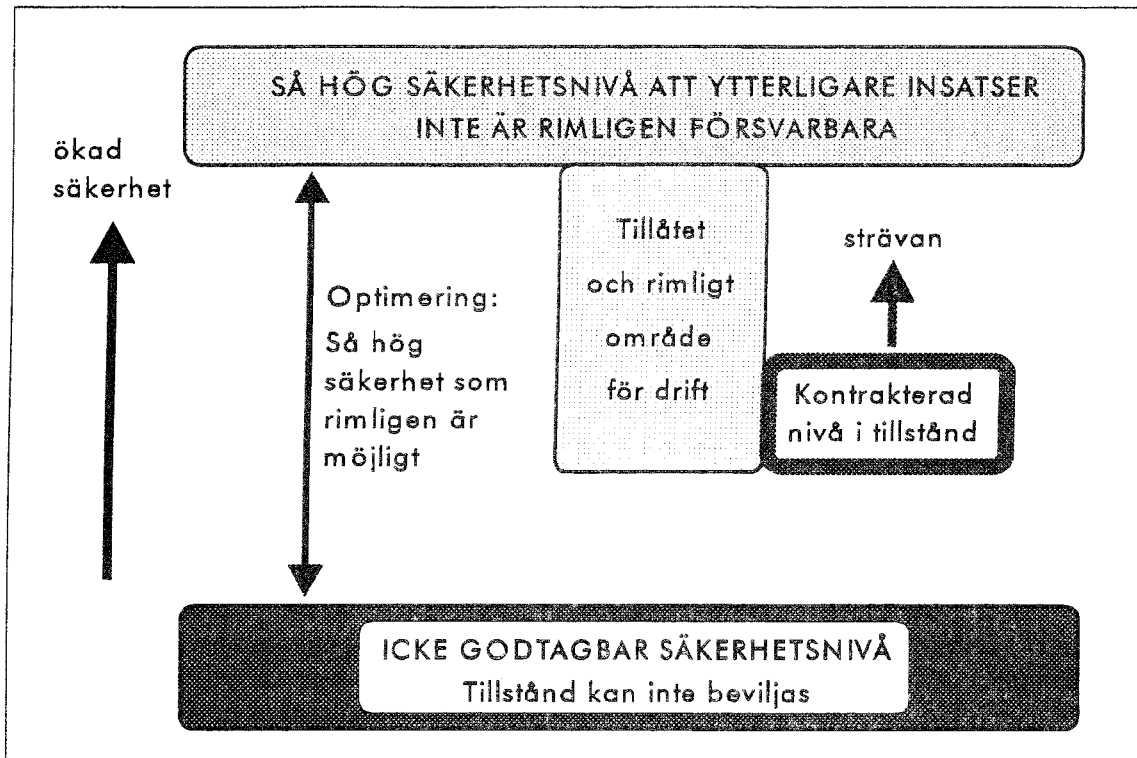
Även med hög förebyggande säkerhet, ingår det i den svenska säkerhetsfilosofin att ett härdhaveri trots allt kan inträffa. Ett andra säkerhetsmål är därför att för det fall ett svårt härdhaveri skulle inträffa så skall de radioaktiva utsläppen kunna begränsas kraftigt så att dödsfall i akut strålsjuka förhindras och endast mycket begränsade områden drabbas av restriktioner på grund av markbeläggningar av långlivade radioaktiva ämnen som cesium.

Det går inte att helt utesluta händelseförlopp som leder till större utsläpp genom att de utsläpps begränsande systemen inte fungerar som avsett. Enligt säkerhetskraven är dock systemen utformade så att sådana händelseförlopp får bedömas ha extremt låg sannolikhet.

Säkerhetsanalyserna visar på att olika reaktorer kan skilja sig åt med avseende på hur stora riskbidrag som kommer från olika typer av händelser. Det väsentliga är då enligt SKIs mening att den sammanvägda säkerhetsnivån minst uppfyller den nivå som redovisades som grund för det ursprungliga drifttillståndet, och de tilläggskrav som statsmakterna och SKI ställt sedan detta tillstånd gavs (den "kontrakterade nivån" i figur 1). Även om den sammanvägda säkerhetsnivån, sålunda definierad, uppnås med marginal talar SKI i sina säkerhetsanalyser om riskbidrag som SKI bedömer vara av viss betydelse. Sådana värderingar används i första hand för att prioritera olika insatser i det fortlöpande arbetet på att förbättra säkerheten så långt rimligen är möjligt.

Dagens bedömningar av den sammanvägda säkerhetsnivån och behovet av säkerhetsförbättringar grundas på flera analys- och värderingssteg. Dessa bygger på de riktlinjer för värdering av säkerheten hos reaktorer av olika konstruktionsårgångar som tagits fram inom IAEA. Först analyseras huruvida de konstruktionsnormer och krav, som låg till grund för det ursprungliga tillståndet är uppfyllda även med användning av dagens förbättrade beräkningsmetoder och data. Betydelsen för säkerheten av eventuella avvikelser från ursprungskraven värderas sedan med bl.a. probabilistisk säkerhetsanalys. Avvikelser av väsentlig säkerhetsbetydelse leder till krav på omedelbara åtgärder som villkor för fortsatt drift. I ett nästa steg analyseras och värderas på liknande sätt hur reaktorn uppfyller de konstruktionsnormer och krav som i ett internationellt perspektiv ställs på nya

reaktorer. Eventuella avvikelser värderas och läggs till grund för ett program för säkerhetshöjande åtgärder som syftar till att reaktorn skall uppnå en säkerhetsnivå som är likvärdig med de nya reaktorernas så långt rimligen är möjligt.



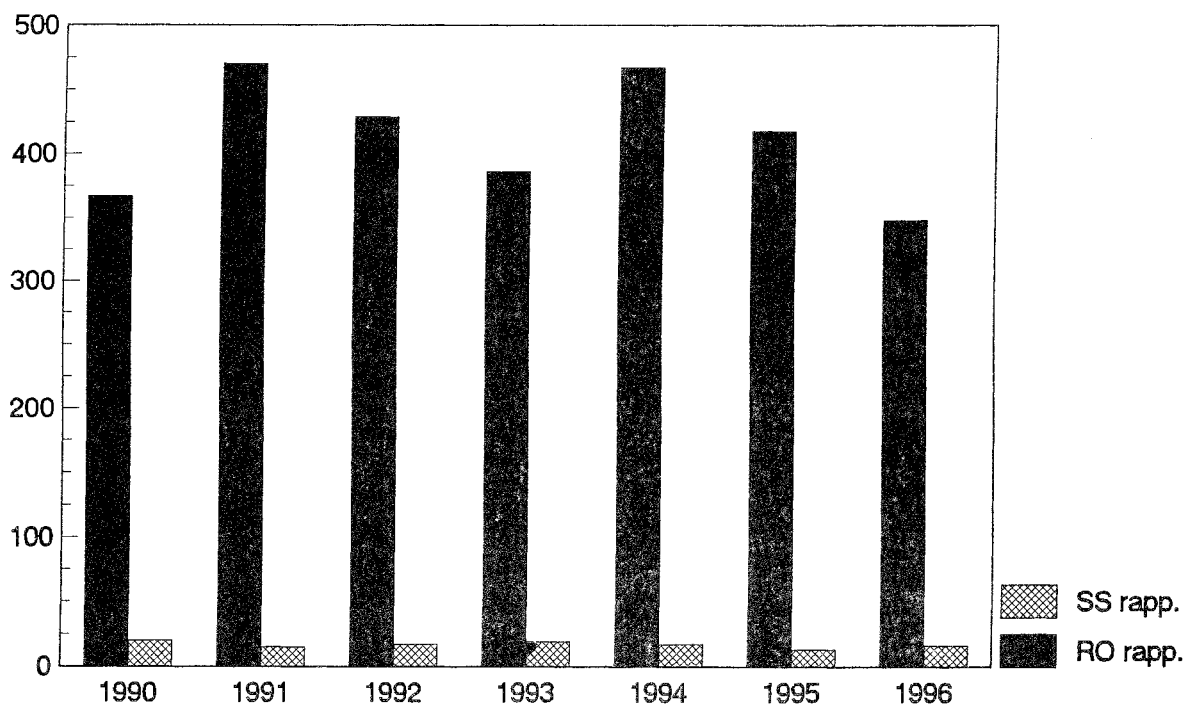
Figur 1.

Ovannämnda analyser och värderingar är en fortlöpande process inom ramen för SKIs tillsyn, bl.a. programmet för återkommande säkerhetsgranskning av svenska reaktorer, som innefattar en ingående genomgång av varje reaktor ungefär vart tionde år. Olika reaktorer har hunnit olika långt i den återkommande säkerhetsgranskningen, som nu är inne på sitt andra varv. Säkerhetsnivån vid samtliga reaktorer vad gäller att förebygga härdhaveri har dock analyserats med PSA-metodik. Skyddet mot utsläpp om ett härdhaveri skulle inträffa analyserades och värderades för samtliga reaktorer i samband med införandet av utsläppsbegränsande åtgärder, bl.a. de s.k. haverifiltren.

I SKIs tillsyn ingår också fortlöpande inspektioner, analyser och värderingar av icke-tekniska faktorer av betydelsen för säkerheten, såsom organisation, ledning, utbildning, kvalitetssäkring, m.m.; något som kan sammanfattas under begreppet kvaliteten i kärnkraftföretagens interna säkerhetsarbete – deras säkerhetskultur. SKIs samlade bedömning av säkerhetsläget omfattar sålunda både det tekniska säkerhetsläget vid anläggningarna och kvaliteten i anläggningsinnehavarnas säkerhetsarbete.

1. Drifterfarenheter

Revisionsavställningarna för vissa av reaktorerna blev längre än vad som var planerat, vilket påverkat drifttillgängligheten. Antalet snabbstopp har ökat något sedan förra perioden. Antalet rapporterade händelser ligger i huvudsak på oförändrad nivå. Utvecklingen de senare åren framgår av figur 2.



Figur 2. Antalet rapportervärda omständigheter (RO) och snabbstopp (SS) för alla reaktorer under tiden 1990-1996 (t.o.m. oktober).

Ett antal händelser under drift- och revisionsperioderna har rapporterats i SKIs tertialrapporter. Ett urval av dessa av intresse från säkerhetssynpunkt behandlas nedan, inklusive de som klassats enligt INES-skalan (se figur 3 sid 9)

För Barsebäck 1 och 2 har omfattande provningar och rörbyten i resteffektkylsystemet utförts. Ett utökat program för kontroll och provning av systemet genomfördes under revisionerna eftersom sprickor upptäcktes i detta system i Barsebäck 2 under förra årets avställning. I samband därmed påträffades ett antal sprickor och de aktuella rördelarna byttes till stor del ut. Totalt hittades tio indikationer i Barsebäck 1 av vilka fem konstaterats vara sprickor förorsakade av interkristallin spänningskorrosion (IGSCC) och de övriga var bindfel, d.v.s. bristande ihopsmältning av material vid svetsning. Samtliga rördelar med indikationer har bytts ut. I ett fall var avvikelserna mellan uppmätt (3 mm) och verkligt sprickdjup (15 mm) avsevärd. I Barsebäck 2 hittades åtta svetsskarvar med IGSCC-sprickor vilka alla har bytts ut. Händelserna visar behovet av att ytterligare arbeta med att förbättra provningsverksamheten och framförallt att systematiskt kvalificera metoder, utrustning och personal. Detta ställer SKIs föreskrifter krav på.

Under ett kortvarigt stopp för kontroll och provning av rörsvetsar i Barsebäck 2 i juni månad uppstod problem under återstartsforloppet. En ventil mellan drywell (övre

utrymmet i inneslutningen) och wetwell (nedre utrymmet) lämnades öppen. Detta uppmärksammades vid atmosfärsbyte i inneslutningen när reaktoreffekten var uppe i ca 20%. Vid arbeten i wetwell hade denna ventil troligen öppnats för ventilation av utrymmet, men detta hade inte dokumenterats. Vid återstart kontrollerades inte ventilen, trots att detta ingår i instruktionen för återstart. Motivet för att inte kontrollera ventilen var att det inte fanns någon dokumentation som visade att ventilen hade rörts under stoppet.

I kokvattenreaktorerna begränsas trycket i inneslutningen i händelse av ett större rörbrott genom att vattenånga leds till en stor vattenbassäng i ett separat utrymme, s.k. wetwell, i nedre delen av inneslutningen där den kondenserar. För att denna metod skall fungera tillfredsställande krävs att eventuellt läckage av ånga mellan wetwell och den övre delen av inneslutningen, s.k. drywell, inte är för stort. Händelsen vid Barsebäck 2 försämrade den beskrivna trycknedtagningsfunktionen, men innebar inget hot mot inneslutningens integritet ifall ett större rörbrott skulle ha inträffat med öppen ventil. Detta eftersom Barsebäck är utrustad med FILTRA-systemet, vilket är konstruerat för att, bland annat, hantera en läckagearea mellan dry- och wetwell större än den som motsvaras av den aktuella rördimensionen. En s.k. MTO-utredning (Människa-Teknik-Organisation) initierades om det inträffade. Händelsen klassades som 1 på INES-skalan.

Under driftåret 1994 och i samband med revisionsavställningarna samma år, inträffade ett antal händelser som bidrog till att SKI vidtog särskilda tillsynsåtgärder gentemot Barsebäckverket. Dessa tillsynsåtgärder bestod i riktade inspektioner och särskild uppföljning av inträffade händelser. Barsebäck Kraft AB (BKAB) svarade med att redovisa ett åtgärdsprogram som ett led i utvecklingen av verksamheten i syfte att undanröja de brister som låg till grund för problemen. SKIs särskilda tillsyn av BKAB har fortgått under 1995 och 1996 bl.a. i form av riktade inspektioner, varav den senaste ännu inte är slutförd. Begreppet särskild tillsyn förklaras i faktaruta nedan.

Begreppet särskild tillsyn

Särskild tillsyn har tidigare tillämpats i samband med provdrift av nya reaktorläggningar och efter större ombyggnader i dessa, t.ex. vid ånggeneratorbyten. Den särskilda tillsynen har därvid innefattat speciell uppmärksamhet från SKIs sida genom särskilt inriktad inspektionsverksamhet samt krav på särskild redovisning vid specificerade tidpunkter och/eller kontrollpunkter. Vid driftsättning av nya anläggningar och efter större ombyggnader i anläggningarna har ökad uppsikt krävts då ny utrustning installerats, ny och mindre erfaren personal anstälts och nyupprättade administrativa rutiner tagits i bruk. För närvarande befinner sig reaktorerna Oskarshamn 1 och Ringhals 3 under särskild tillsyn av sådana skäl. För Ringhals 3s del gäller det perioden efter ånggeneratorbytet. För Oskarshamn 1 är det den omfattande renoveringen som motiverar den särskilda tillsynen.

SKI har funnit det lämpligt att också tillämpa särskild tillsyn när SKI observerat händelser och företeelser av säkerhetsmässig betydelse där bl.a. tydliga tecken på organisatoriska brister kan ses. För närvarande står Barsebäckverket under särskild tillsyn av sådana skäl. Den särskilda tillsynen innefattar även i detta fall särskilt inriktad inspektionsverksamhet samt krav på särskild redovisning vid specificerade tidpunkter och/eller kontrollpunkter.

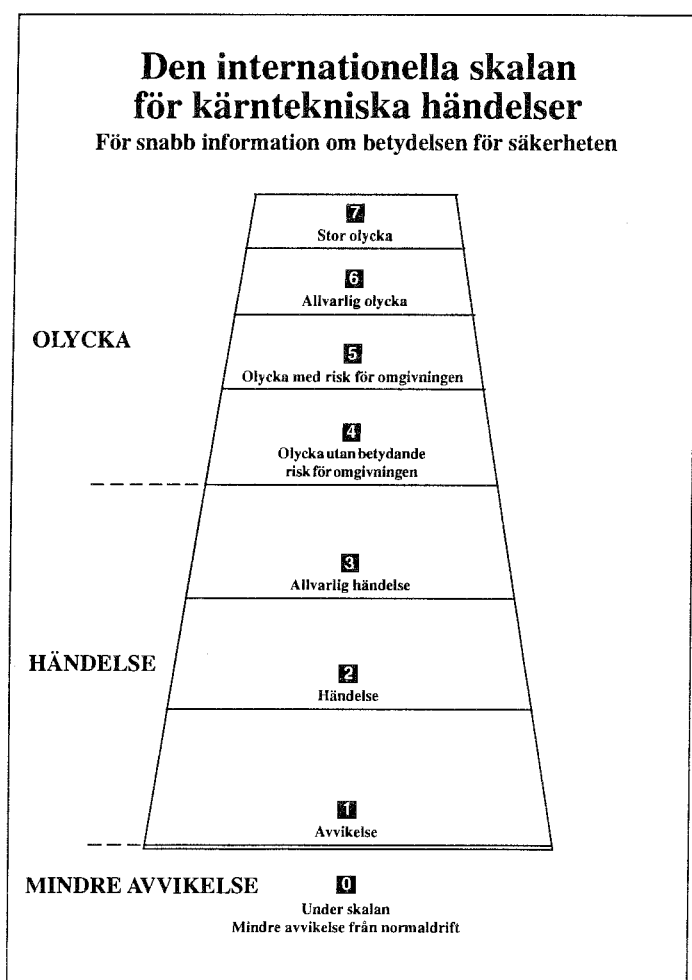
Under uppgång efter revisionen av Forsmark 1 upptäcktes fel basläggning av ventiler i två olika system. Båda felen klassades som 1 på INES-skalan. I systemet för filtrerad tryckavlastning av reaktorinneslutningen hade inte ventilen efter sprängblecket i ledningen till säkerhetsfiltret öppnats efter läckageprov. I borsystemet hade inte systemet baslagts korrekt efter läckagemätning av ångskalventilerna.

Under revisionen på Forsmark 2 inträffade ett antal händelser där brister i arbetsledning, arbetspraxis och rutiner ledde till att arbeten utfördes med dålig kvalitet. Bland händelserna kan nämnas:

- en okontrollerad nivå-sänkning i hanteringsbassängen när tryckavsäkringsventiler öppnades under prov av säkerhetssystem samtidigt med underhållsåtgärder på andra ventiler i systemet
- fel tillsatsmedel användes vid svetsningsarbeten
- vid underhåll av ventiler flödade vatten från kondensationsbassängen in i nedre inneslutningsutrymmet.

Med anledning av detta har Forsmarksverket startat en utredning av händelserna för att klarställa bakomliggande orsaker.

På grund av erfarenheterna från Barsebäck utökade Forsmark 2 antalet svetsar i provprogrammet i systemet för kylning av avställd reaktor. En indikation på defekt identifierades. Skadeorsaken är troligen densamma som i Barsebäck, d.v.s. interkristallin spänningskorrosion, IGSCC. Den berörda rördelen byttes ut.



Figur 3. INES – International Nuclear Event Scale. (För mer detaljerad information om kriterier för klassning av händelser, se bilaga 1).

Oskarshamn 1 som varit avställd sedan augusti 1992 återstartades i slutet av 1995. OKG AB fick efter ett omfattande åtgärdsprogram på reaktorn SKI:s tillstånd att återuppta driften av reaktorn intill revisionsavställningen 1996, som genomförs i slutet av året. Tillståndet avser drift under särskild tillsyn och kan förlängas under förutsättning att vissa av SKI angivna villkor uppfylls (se vidare sid 11-12). När reaktorn återstartade i slutet av december uppstod problem i en generator vilket medförde att denna måste bytas ut. Utbytet av generatoren pågick till mitten av januari då driften återupptogs. Orsaken till problemen visade sig vara det nya kylsystemet för generatoren, vilket hade installerats under renoveringsperioden.

Reaktorn råkade ut för ett flertal snabbstopp efter återstarten, framförallt orsakade av problem i den icke-nukleära delen. Två händelser klassades på INES-skalan. I samband med uppstarten inträffade en turbinstörning som utlöste snabbstopp. Vid nedkylningen av reaktorn kopplades hjälpkondensorsystemet in men dess funktion stoppades automatiskt. Detta berodde på att ett relä hade felkopplats då man bytte en komponent under renoveringsperioden. Felkopplingen upptäcktes inte vid den verifierande provningen som genomfördes inför återstarten. Händelsen klassades som 1 på INES-skalan. Den andra händelsen gällde en skalventil tillhörande hårdnöd kylsystemet som felfungerade vid en periodisk provning. Vid den interna säkerhetsbedömningen av händelsen skedde en otillräcklig kontroll mot de säkerhetstekniska föreskrifterna, STF. Detta medförde att avhjälpande åtgärd på skalventilen fördröjdes så att tillåten reparationstid enligt STF överskreds. Även denna händelse klassades som 1 på INES-skalan.

Under revisionen i Oskarshamn 2 hittades ett antal indikationer på defekter i reaktorns huvudcirkulationskretsar. Utvärdering av indikationerna visade att det dels rörde sig om spänningsskorrosionssprickor, dels kvarlämnade tillverkningsdefekter av typ bindfel och rotfel. Det är av intresse att notera att det är första gången man tillämpar s.k. kvalificerade provningssystem (se faktaruta nedan) vid provning av dessa kretsar. Notervärt är att en del av de nu upptäckta och åtgärdade tillverkningsdefekterna inte upptäckts vid installationskontrollen, med de provningsmetoder som då användes, trots att vissa var relativt stora.

Kvalificerat provningssystem

Med ett kvalificerat provningssystem menas att såväl provningsutrustning som arbetsprocedurer och personal har demonstrerat sin förmåga att upptäcka och kartlägga de defekter och sprickor som kan förekomma med tillräcklig noggrannhet för att man skall kunna fastställa att sådana defekter och sprickor inte hotar hållfastheten hos aktuell komponent. Demonstrationerna görs på testblock med verkliga eller simulerade defekter och sprickor, och under övervakning av ett oberoende s.k. kvalificeringsorgan som SKI godkänt för ändamålet. Syftet med kvalificeringarna är att få tillräckligt tillförlitliga resultat av de återkommande provningar som är ett viktigt inslag i den tillståndskontroll som behövs i åldrande anläggningar.

I slutet av 1995 sänkte Ringhals 4 trycket i reaktorkylkretsen för att minska läckaget genom en säkerhetsventil. Innan trycket sänktes bedömde man att åtgärden inte skulle ha någon signifikant påverkan på reaktorsäkerheten. Efter nyår blev Ringhalsverket uppmärksammat på att detta stred mot de säkerhetstekniska föreskrifterna. Händelsen klassades som 1 på INES-skalan.

Den 16 april testades reaktorskyddssystemet vid Ringhals 4 varvid reaktorsnabbstopp utlöstes på grund av låg nivå i en ånggenerator, vilket i sin tur berodde på avbrott i tillförseln av matarvatten. Detta inträffade som en följd av felaktigt utfört test. Vid tester av detta slag följer man alltid en skriven instruktion. Det visade sig att den använda

instruktionen var felaktig, något som inte observerades av operatörerna. Den använda instruktionen hade kopierats från den aktuella arkivpärmen i kontrollrummet. Anledningen till att kopian inte var komplett var ett fel i kontrollrummets kopieringsmaskin, som gjorde att vissa delar av originalets text föll bort vid kopiering. Ringhals fick med denna händelse anledning att se över sina rutiner för kontroll av instruktioner i framtiden. Alla instruktioner i kontrollrummet har efter snabbstoppet kontrollerats.

Den 26 april utlöstes överfallslarmet för samtliga Ringhalsreaktorer. Två personer ur Greenpeace tog sig in på Ringhals stationsområde och klättrade upp på ett av hjälpsystembyggnadernas yttertak. Flera poliser fanns på plats eftersom en övning pågick och man kunde relativt snabbt avhysa personerna. Driften vid Ringhals var aldrig hotad. Ringhals bevakningspersonal följde gängse rutiner och instruktioner.

2. Teknik- och åldrandefrågor

Tillstånd till återstart av Oskarshamn 1

I samband med den s.k. silhändelsen i Barsebäck 2 år 1992 uppdagades brister i de äldre reaktorernas nödkylsystem. OKG AB beslutade att undersöka och renovera rörsystemen i Oskarshamn 1 i anslutning till att nödkylsystemen åtgärdades. Därvid upptäcktes bl.a. sprickor i rörsystem både innanför och utanför reaktortanken. SKI krävde den 13 december 1993 kontroll av reaktortanken och dess interna delar som villkor för fortsatt drift. OKG AB fann tidigt att reparationer och utbyten av skadade rör och andra delar krävde en längre tids avställning av reaktor. OKG AB beslöt att utnyttja avställningstiden till att gå igenom och renovera även andra reaktorsystem, bl.a. vissa el- och mätsystem. Vid den genomgång av olika reaktorsystem som därvid gjordes med moderna analysmetoder uppmärksammades ett antal säkerhetsbrister.

Efter en omfattande säkerhetsgranskning meddelade SKI tillstånd för OKG AB att återuppta driften av Oskarshamn 1 intill revisionsavställningen 1996. Till grund för SKIs beslut låg en samlad säkerhetsvärdering av reaktor.

SKIs samlade bedömning var *för det första* att anläggningen genom de vidtagna åtgärderna har återförts till att minst motsvara de säkerhetskrav som gällde och låg till grund för drifttillståndet för Oskarshamn 1 intill dess att anläggningen ställdes av sensommaren 1992. De viktigaste exemplen på brister som åtgärdats är de otillräckliga avlastningsvägarna för ånga som strömmar ut vid rörbrott utanför inneslutningen, de identifierade riskerna för samtidig utslagning av vissa säkerhetssystem genom sekundärskador vid rörbrott och den bristande robustheten i elmatningen av säkerhetssystemen med risk för samtidiga fel av gemensamma orsaker. Reaktortryckkärlet har genomgått omfattande provningar och dess tillstånd, efter vidtagna åtgärder, har befunnits vara tillfredsställande för alla normenligt beaktade lastfall. Reaktortryckkärlets integritet i härdområdet vid belastningsfall av typen övertryckning eller termisk chock i kallt tillstånd har analyserats särskilt. Här har de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna förändrats genom att de delar som är i höjd med reaktorhärden förspredats genom neutronbestrålning. Analyserna visar att riskbidragen från sådana belastningsfall är godtagbart låga för att reaktor skall kunna tas i drift. Åtgärder bör dock vidtas för att ytterligare minska riskbidragen och verifiera säkerhetsmarginalerna. SKI fann sammanfattningsvis att reaktortryckkärlets interna delar och huvudcirkulationskretsar, även om det finns vissa kvarstående defekter, kunde tas i drift med godtagbara säkerhetsmarginaler under tiden till revisionsavställningen i början av november 1996, då förekommande skador skall kontrolleras och ny ställning tas till fortsatt drift.

För det andra fann SKI det bekräftat att de åtgärder som vidtagits för att uppfylla tidigare gällande säkerhetskrav, också med dagens kunskaper och synsätt ger godtagbar säkerhet

för att kunna medge att driften av Oskarshamn 1 återupptas. Det är dock önskvärt att säkerheten efter hand ytterligare förbättras genom att anläggningen på vissa punkter – som uppmärksammats i SKIs granskning – ytterligare anpassas till moderna konstruktionskrav. SKI noterade att viss sådan anpassning har skett inom ramen för redan vidtagna åtgärder. Vidare noterades att OKG AB avser att genomföra ytterligare åtgärder i form av ett moderniseringsprogram för anläggningen som planeras pågå till och med revisionsavställningen 1999. SKI har därför som villkor för fortsatt drifttillstånd efter kommande revisionsavställningar ställt krav på att ett antal sådana åtgärder genomförs, som har väsentlig betydelse för att ytterligare förbättra säkerheten. Till dessa åtgärder hör främst fullföljande av kabelseparering utanför inneslutningen, modernisering av skalventilsystemen och en nybyggnad av systemen för nöd- och resteffektkylning med tillhörande elförsörjning.

Med de nu vidtagna åtgärderna fann SKI samtidigt att Oskarshamn 1 uppfyllde de mål för säkerhetssystemens tillförlitlighet som tillämpas för befintliga reaktorer enligt av IAEA föreslagen internationell praxis. Med de ytterligare åtgärderna inom moderniseringsprogrammet förutsätts att även motsvarande mål för nybyggda reaktorer kommer att uppfyllas, vilket är ett mål i svenskt reaktorsäkerhetsarbete.

För det tredje fann SKI att OKG AB dragit de riktiga slutsatserna av vad som framkommit i anslutning till FENIX-projektet, vad gäller behovet av förbättringar och förstärkningar av det interna säkerhetsarbetet. Vidtagna och planerade åtgärder är relevanta i förhållande till de brister som identifierats. SKI förutsätter att planerade åtgärder genomförs samt att resultaten av åtgärderna utvärderas. SKI fann också att OKG AB under det långa driftuppehållet målmedvetet har sört för att driftpersonalen har kunnat behålla och även utveckla sin kompetens för fortsatt drift av anläggningen, bl.a. genom intensifierad träning i den verkliga fullskalesimulatorens och genom den allmänna kompetenshöjning som medverkan i FENIX-projektet har medfört.

Tillståndet avser drift under särskild tillsyn och kan förlängas till och med revisionsavställningen 1999 under förutsättning att vissa angivna villkor uppfylls. Med hänsyn till vad som framkommit vid SKIs granskning finner SKI att OKG AB bör genomföra ytterligare provningar av reaktortryckkärlens innervägg i hårdregionen med kvalificerade metoder för att upptäcka eventuella mindre defekter, utgående från skadetålighetsanalyser, allt i syfte att ytterligare verifiera säkerhetsmarginalerna vid termiska transienter i reaktortryckkärl och övertryckning i kallt tillstånd. Tillstånd till rutinmässig drift kan ges först efter genomfört moderniseringsprogram vad gäller åtgärder av betydelse för säkerheten.

Material- och hållfasthetsfrågor i övriga anläggningar

Under årets avställningar har ett antal skador och sprickbildningar observerats i kylsystemet för avställd reaktor i Barsebäck 1, 2 och Forsmark 2. Liknande skador har tidigare observerats i Barsebäck 1, 2 och Oskarshamn 2. Kravet på att kontrollerna skall utökas då skador upptäcks har för Barsebäcksreaktorerna lett till dels en extra avställning för kontroll, dels till att revisionstiden vid ordinarie avställning förlängts. Det kan noteras att de flesta sprickorna finns i områden av mindre betydelse för reaktorsäkerheten, men att sprickor även uppträtt i material med låg kolhalt som tidigare ansetts mindre benäget för s.k. spänningsskorrosion. För att åtgärda rör med sprickor byter man vanligen ut skadade rördelar, men även temporära reparationsmetoder har använts.

SKI gör bedömningen att dessa erfarenheter dels visar på behovet av fortsatt kontroll av tillståndet i anläggningarna, dels att svagheter och skadebildning förefaller fångas upp med de använda kontrollprogrammen innan de påverkar säkerheten.

Så kallade kvalificerade provningssystem (se faktaruta sid 10) har för första gången tillämpats i huvudcirkulationskretsarna i Oskarshamn 2. Tidigare okända indikationer på defekter har härvid uppmärksammats. Detta visar att den påbörjade utvecklingen mot kvalificerade provningssystem bör fortsätta i oförminskad takt.

Årets kontroll av ånggeneratortuberna i Ringhals 4 visar liksom tidigare år på en långsam tillväxt av skador till följd av spänningskorrosion. I ett mindre antal tuber (16 st) har skadorna nått sådana storlekar att de pluggats och tagits ur drift. Dessutom har äldre pluggar bytts ut mot nya som är mer resistent mot spänningskorrosion.

I Oskarshamn 1 fann man under den omfattande renoveringen att de interna delarna i reaktortryckkärlet var skadade. Skadeutredningar visade att den sannolika orsaken var en kombination av driftsätt under reaktorns tidigare år och den kemiska miljön. För övriga anläggningar hade redan tidigare ställts krav på att provning av interna delar skulle påbörjas under 1997. Detta med anledning av skador som observerats i en del utländska anläggningar. SKI har inte funnit anledning att ändra detta beslut med anledning av skadorna i Oskarshamn 1. Rapporter om eventuella skador i interna delar hos övriga anläggningar kommer därför att föreligga först efter revisionsavställningen 1997.

3. Härd- och bränslefrågor

Under perioden konstaterades sammanlagt nio nya bränsleskador i fem av reaktorena. Detta innebär en viss ökning i jämförelse med tidigare år. Skadeomfattningen är dock inte så hög att gränsvärdena för utsläpp av radioaktivitet till omgivningen överskrids. Bränsleskador har emellertid erfarenhetsmässigt en negativ inverkan på strålnivåerna i stationerna och måste därför hållas under uppsikt för att hålla stråldoserna till underhålls- och provningspersonal så låga som möjligt. Bränsleskador för även med sig andra problem, såsom ökande alfaaktivitet i vattenfilter och eventuellt försvårad detektering av nya bränsleskador. SKI och SSI följer därför noga den fortsatta utvecklingen. SKI bedömer bränsleskadefrekvensen utgående från fel förorsakade av defekter från tillverkning som är ca 1-2 per 100.000 bränslestavar. Mot bakgrund av att det finns ungefär 35-70.000 bränslestavar i en reaktorhärd, bedömer SKI det svårt att uppnå en felfrekvens som understiger 0,5 skada per reaktor och år.

I tidigare rapporter har SKI redovisat problem med böjning av bränslepatroner i Ringhals 3 och 4. Styrstavar hade kärvat vid snabbstopp och inte fallit in i härden med normal hastighet. Det visade sig att krökningen hos bränslet ökade friktionen mellan styrstavarna och de ledrör styrstavarna löper i genom bränslepatronerna. Problemet åtgärdades i ett första steg genom att i styrstavpositioner inte tillåta bränsle med högre utbränning än motsvarande ett driftår. Dessutom ställdes krav på att verket under driftsäsongen återkommande skulle kontrollera styrstavarnas funktion genom fallprov. SKI har utfärdat speciella anvisningar gällande frekvensen för dessa kontroller. Det har senare kunnat fastställas att grundorsaken till böjningen var för hög inspänning av bränslepatronerna och problemet har åtgärdats genom att spännkraften i patronernas nedhållarfjädrar minskats. Ringhals 2 berördes inte av problemen, eftersom man där använder en annan typ av bränsle.

I samband med en händelse med fastnande styrstavar i Ringhals 3 och överskridande av gällande gränsvärde för vissa härddriftparametrar konstaterades att det lokalt i härden förekom vattenspalter, som var större än de som antagits i säkerhetsanalyserna. Vattenspalter medför lokalt förhöjd effekt. En analys har visat att de termiska marginalerna i Ringhals 3 är tillräckliga för att uppfylla licensieringsförutsättningarna om borhalten höjs vid avställd reaktor och instegningsgränserna för styrstavarna ändras. Ringhals har vidtagit dessa åtgärder.

SKI konstaterar att vidtagna åtgärder för att undvika att bränsle böjer sig har lett till att härdarna nu är "rakare" i Ringhals 3 och 4 jämfört med föregående år. Problemet med vattenspalter försvinner när bränslet successivt blir rakare. SKI fortsätter att bevaka utvecklingen. Det kan noteras att liknande händelser som de vid Ringhals har inträffat utomlands vid flera tryckvattenreaktorer.

4. Övriga säkerhetsfrågor

Säkerhetsfrågor vid övriga reaktorer som aktualiserats av granskningen av Oskarshamn 1

Som rapporterats ovan uppmärksammades vid genomgången av Oskarshamn 1 ett antal säkerhetsbrister. SKI drog av detta slutsatsen att det fanns anledning av klarställa läget för vissa på så sätt aktualiserade säkerhetsfrågor också vid övriga reaktorer. SKI anmodade därför i februari 1996 samtliga tillståndshavare att gå igenom och för SKI redovisa säkerhetsläget för de egna kärnkraftverken med avseende på dessa säkerhetsfrågor. Denna anmodan skall ses som ett av flera led i SKIs arbete med att försäkra sig om att samtliga svenska reaktorer i drift på 2000-talet har en tillfredställande säkerhetsnivå också i förhållande till moderna konstruktionsprinciper, trots att reaktorerna konstruerades på 1960- och 1970-talen. (I bilaga 2 förklaras olika konstruktionsprinciper för säkerhetsfunktioner).

De säkerhetsfrågor som SKI anmodade kraftföretagen att behandla var:

- dimensionering av blåsvägar utanför inneslutningen
- miljökvalificering av utrustning såväl utanför som innanför inneslutningen
- kabelseparering i inneslutningen
- verifiering av skydd mot brand och översvämning
- beroenden i elförsörjningssystem
- kylkedjornas separation och beroenden
- skalventiler
- rörbrottsförankringar i och utanför inneslutningen
- provningsomfattning vid årliga samfunktionsprov
- nivåmätningssystemet
- analys av händelser som kan orsaka utslagning av flera säkerhetsfunktioner

Dessutom anmodades kraftföretagen att gå igenom den egna säkerhetsorganisationen med avseende på erfarenheterna från Oskarshamn 1.

SKI har erhållit kraftföretagens redovisningar och utvärdering pågår. Av redovisningarna kan konstateras att flera av frågorna var specifika för Oskarshamn 1 men att också kunskapsläget vid andra anläggningar behöver förbättras. Detta tas om hand inom ramen för de pågående genomgångarna av konstruktionsförutsättningar och säkerhetsanalys.

Av redovisningarna framgår också att utrymme för tekniska förbättringar finns, främst hos de äldre reaktorerna där exempelvis s.k. sekundära effekter vid haverier hanterats något mer förenklat än i de nya reaktorkonstruktionerna. Detta gäller påverkan på byggnader på grund av rörbrott, haverimiljöer och annan påverkan på säkerhetsutrustning.

En utförligare värdering av eventuella behov av åtgärder kommer att utföras i de speciella säkerhetsgenomgångar som pågår. Resultatet kommer att utgöra ett betydelsefullt beslutsunderlag för kommande planer på modernisering av reaktorerna (se nedan). De organisatoriska frågorna behandlas i avsnitt 6.

Modernisering av äldre reaktorer

I Sverige finns sju olika typer av reaktorkonstruktioner vilka togs fram redan på 1960- och 1970-talen. Den första reaktorn, Oskarshamn 1, togs i drift 1972 och de sista, Oskarshamn 3 och Forsmark 3, år 1985. Reaktorerna är således mellan elva och 24 år gamla. Framförallt de äldsta behöver förnyas och moderniseras för att leva upp till moderna krav på tillförlitlighet och säkerhet. Förslitning samt ökade krav på underhåll, provning och säkerhet ligger också bakom behoven av förnyelse. Viss teknisk utrustning i anläggningarna behöver också bytas ut på grund av att den är föråldrad och att man har svårigheter att hitta reservdelar. Elektroniken utgör ett exempel där utvecklingen gått väldigt snabbt.

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
 - Forsmark 1 och Forsmark 2
 - Forsmark 3 och Oskarshamn 3
- } Reaktorkylvattnet cirkuleras genom huvudcirkulationspumpar utanför reaktortanken, s.k. externpumpsreaktorer
- } Reaktorkylvattnet cirkuleras helt inom reaktortanken med hjälp av interna pumpar, s.k. interumpnsreaktorer

Tryckvattenreaktorer

- Ringhals 2
- Ringhals 3 och Ringhals 4

Kraftföretagen har det primära ansvaret för säkerheten vid sina anläggningar. Att driva reaktorer, speciellt äldre sådana, kräver ett särskilt åtagande som måste ta sig uttryck i ett kontinuerligt och offensivt säkerhetsarbete. Silhändelsen vid Barsebäcksverket 1992 har med all önskvärd tydlighet visat på vikten av att kontinuerligt ifrågasätta redan etablerade tekniska lösningar. Erfarenheter har även visat att säkerhetsarbetet inte bara omfattar teknik utan också kvalitet i säkerhetsarbetet. Attityden till säkerhet hos dem som arbetar vid anläggningarna måste vara den rätta. Detta gäller inte minst ledningspersonalen som genom att föregå med gott exempel kan sprida en gynnsam säkerhetskultur inom sin organisation.

Anläggningsägarna har informerat SKI om de program som pågår eller planeras för renovering och modernisering vid kärnkraftverken. Att satsningar görs på fortsatt förnyelse av anläggningarna ser SKI som mycket betydelsefullt eftersom satsningarna inte bara rör produktionsekonomi utan också ger utrymme för väsentliga säkerhetsförbättringar.

SKI kan konstatera att det idag inte föreligger någon helt entydig uppfattning om hur moderna krav och moderna konstruktionsprinciper skall tillämpas på äldre reaktorer i syfte att nå en säkerhetsnivå som så långt möjligt är likvärdig med de nyaste reaktorkonstruktionerna. Detta är ett område som är av stor principiell betydelse, framförallt mot bakgrund av moderniseringsplanerna. Som ett led i att möta denna utveckling har SKI inlett arbetet med att förtydliga de krav som myndigheten avser att ställa på reaktorer som skall vara i drift på 2000-talet. Flera av de frågor som nu måste beaktas härrör sig från att utvecklingen av säkerhetstänkandet förändrat kravbilderna i de senare reaktorgenerationerna. Speciellt märkbart blir detta i ljuset av den kravnivå som nu växer fram för 2000-talets europeiska reaktorkonstruktioner.

Övriga aktuella säkerhetsfrågor och åtgärdsplaner

Arbetet med ett antal säkerhetsfrågor som redovisats i tidigare rapporter fortgår. Nedan nämns några av de frågor som har stor aktualitet i det pågående säkerhetsarbetet.

Miljökvalificering av utrustning är av stor säkerhetsmässig betydelse och har prioriterats vid de nu pågående konstruktionsgenomgångarna som kraftföretagen genomför (se sid 20). Detta berör bl.a. elgenomföringar av inneslutningen. Utbyte av elgenomföringar och kabeldragningar sker eller har skett vid samtliga reaktorer.

Beroenden i elförsörjningssystemen kartlades med en detaljerad analys i Oskarshamn 1. De felaktigheter man hittade talar för att motsvarande analys bör genomföras på alla kokvattenreaktorerna. SKI har begärt att sådana analyser skall redovisas och att resultaten skall inarbetas vid uppdateringar av PSA-studierna.

Kylkedjornas separation och beroenden har visat sig ha stor inverkan på anläggningens totala tillförlitlighet. Anläggningarnas känslighet mot fel i kylflödet till inneslutningen varierar och konsekvenserna av detta bör värderas. Frågan behandlas i de pågående konstruktionsgenomgångarna.

Skalventilfunktionen har varit en generisk fråga där ventilens förmåga att stänga på avsedd tid utretts vid experiment. Ett stort antal skalventiler har bytts ut. Vissa kritiska genomföringar har dessutom försetts med tre skalventiler för att säkerställa stänga-funktionen. I första hand är detta aktuellt för Oskarshamn 2, Barsebäck 1 och 2 samt Ringhals 1. Även denna fråga kommer att behandlas i konstruktionsgenomgångarna.

De nyare svenska reaktorerna har konstruerats för att möta kraven på skydd mot skador på anläggningen förorsakade av rörbrott. Motsvarande analyser för de äldre reaktorerna med externa huvudcirkulationskretsar förutses. I Oskarshamn 1 studerades vissa brottställen probabilistiskt för att bedöma konsekvensen av brott på ett specifikt utpekat brottställe. Motsvarande analyser för de äldre reaktorerna med externa huvudcirkulationskretsar förutses och har påbörjats för Ringhals 1.

Reaktortankens nivåmätningssystem har en central roll i styrningen av reaktorns säkerhetssystem. Utredningar pågår för att diversifiera nivåmätningssystemet men man har ännu inte funnit någon godtagbar lösning.

Installation av diversifierat tryckavsäkringsystem har påbörjats i Forsmark. För de andra reaktorerna utreds fortfarande lämpliga konstruktionslösningar. Tryckavsäkringen är ett

av de viktigaste säkerhetssystemen i en kokvattenreaktor vilket enligt SKI motiverar att ytterligare förstärkning i form av diversifiering införs.

Seismisk verifiering pågår med målet att man 1998 skall ha en tydlig bild av samtliga anläggningars tålighet mot jordbävningsslaster som kan tänkas uppkomma vid en anläggningsplats med en sannolikhet om 1 på 100 000 per reaktordriftår.

Tryckvattenreaktorns konstruktionsprincip skiljer sig i flera avseenden från kokvattenreaktorns. Man förlitar sig i högre grad på "snabba" operatörsingripanden vid tryckvattenreaktorerna, d.v.s. manuella åtgärder ganska kort tid efter en störning. Utredning pågår om lämpligheten av att förbättra förutsättningarna för operatörerna att hantera haverisituationer genom förbättrat stöd av automatik eller andra konstruktiva lösningar.

5. Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar

Probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA)

De probabilistiska säkerhetsanalyser av de svenska reaktorerna som för närvarande föreligger har utförts vid olika tidpunkter och representerar därför en varierande grad av utveckling. De ligger enligt SKIs uppfattning dock väl framme i ett internationellt perspektiv, bl.a. därför att de grundas på en systematisk felstatistik på komponentnivå som förts alltsedan verken startades.

I studierna kartläggs systematiskt händelser och störningar i anläggningarna och deras konsekvenser i form av hårdhaveri (PSA nivå 1) eller utsläpp (PSA nivå 2) vid olika fel i säkerhetssystemen och fel som operatörer kan göra. Genom att utnyttja händelse- och felstatistik från systematisk erfarenhetsåterföring ger studierna också en uppskattning av sannolikheten för hårdhaverier och utsläpp. Erfarenheten har visat att man måste driva PSA-studierna långt i detalj för att täcka in alla från säkerhetssynpunkt relevanta händelseförlopp. Så sker också bl.a. inom ramen för programmet för återkommande säkerhetsgranskning.

Ett viktigt underlag för PSA-studier är de säkerhetsanalyser som redovisas i FSAR, Final Safety Analysis Report, där verifiering och validering av säkerhetssystemens kapacitet återfinns. För att öka tilltron till PSA-resultat måste således de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna kontrolleras, vilket görs i de särskilda konstruktionsgenomgångar som har initierats och som SKI redogör för nedan. Fullständigheten i dessa har en mycket stor betydelse för den samlade riskbilden.

PSA-studierna har främst utvecklats för att identifiera säkerhetssvagheter och behov av förbättringar. De ger en form av godhetstal för tillförlitligheten hos olika säkerhetssystem, med reservationer för de metodiska begränsningar som finns. Däremot kan inverkan av mera komplicerade mänskliga eller organisatoriska förhållanden, av obestridlig betydelse för säkerheten, inte beräknas. Sådan inverkan kan vara av både negativ och positiv natur. Å ena sidan kan mänskliga felgrepp utlösa eller försvåra ett haveriförlopp. Å andra sidan kan rådiga mänskliga ingrepp bryta eller lindra ett haveriförlopp så att det inte leder till allvarliga skador eller utsläpp. Men trots dessa reservationer och begränsningar bör de resultat som nås med PSA-resultat vägas in i en samlad bedömning av säkerhetsnivå och riskbild.

PSA skall ses som ett komplement till den klassiska säkerhetsanalysen, den deterministiska, där särskilt utvalda, s.k. konstruktionsstyrande, händelser ligger till grund för att utforma konstruktioner och förvissa sig om att säkerhetsmarginalerna är tillfredsställande

för dessa händelser. PSA strävar efter att ge bästa tänkbara uppskattning av risken och att behandla osäkerheter baserade på de bästa kunskaper som står till buds. Varje studie representerar därför kunskapsläget vid en given tidpunkt.

För att få en så god bild som möjligt av säkerhetsläget behöver den ursprungliga deterministiska "konstruktionsgrunden", som beskrivs i FSAR, verifieras. Därefter skall anläggningarna granskas mot moderna säkerhetsprinciper. Dessa aktiviteter tillsammans med en detaljerad PSA utgör grunden för kommande års säkerhetsförbättringar och värderingar.

Uppskattade sannolikheter för härdhaverier

Sedan länge finns för samtliga svenska reaktorer uppskattat sannolikheten för härdhaveri med hjälp av PSA-studier. Dessa studier uppdateras återkommande av kraftföretagen och granskas av SKI. De har också efter hand blivit allt fullständigare och mera detaljerade. Tidigare omfattade de huvudsakligen haveriförlopp utlösta av s.k. inre händelser och störningar i reaktorn och dess närmaste kringssystem. På senare tid har studierna utsträckts till yttre påverkan av reaktorsystemen genom brand, översvämning, jordbävning, missöden med tunga lyft m.m.

Studierna ger genomgående en uppskattning av sannolikheten för att ett härdhaveri inträffar i storleksordningen 1 på 100 000 per reaktordriftår. Denna siffra svarar mot ett internationellt vedertaget mål för säkerhetsarbetet vid projektering av nya reaktorer. För äldre reaktorer i drift är motsvarande internationella mål en haverisannolikhet om 1 på 10 000 per reaktordriftår.

SKIs granskning av PSA visar att det fortfarande finns utrymme för utveckling av PSA-metodiken för att ytterligare förfinas analyserna. Granskningen visar också på att det finns ett behov av anläggningsspecifika säkerhetsförbättringar för att möta uppställda måltal. Detta bör tas om hand i moderniseringsprogrammen.

Uppskattade sannolikheter för utsläpp

Översiktliga analyser av sannolikheten för utsläpp vid härdhaverier redovisades av kraftföretagen i samband med att SKI granskade och godkände de utsläppsbegränsande åtgärderna (1985 för Barsebäck och 1988 för övriga svenska reaktorer). Analyserna byggde på omfattande forskning om fenomenen vid svåra reaktorhaverier och möjligheterna att förbättra inneslutningsfunktionen. Mera avancerade metoder för systematisk utsläppsanalys har dock utvecklats på senare tid. Den säkerhetsstudie för vissa amerikanska reaktorer som genomfördes av den amerikanska säkerhetsmyndigheten under slutet av 80-talet tjänade i stor utsträckning som förebild.

SKI har under det senaste året fått moderna PSA-studier av risker för utsläpp redovisade för reaktorerna i Barsebäck, som tillhör en äldre generation av kokvattenreaktorer med externpumpar. Sådana studier har också redovisats för tryckvattenreaktorn Ringhals 2, som i väsentliga avseenden är representativ för de två övriga tryckvattenreaktorerna, Ringhals 3 och 4. Liknande analyser pågår för övriga reaktorer. Forsmark 3 har, som representant för den senaste generationen av kokvattenreaktorer i Sverige, redovisat sin analys vilken för närvarande granskas inom SKI.

Studien av Ringhals 2 har granskats av SKI och bedömts vara av god kvalitet sett i ett internationellt perspektiv. SKI kom till samma resultat vid sin granskning av PSA-studien av Barsebäcksreaktorerna; dock behöver nivå 1-studien kompletteras med ytterligare händelseförlopp.

Regeringen har fastställt som mål att utsläppen vid flertalet typer av svåra haveriförlopp skall begränsas till radioaktiva ädelgaser och mindre än 0,1% av härdinnehållet av radioaktiva ämnen som kan ge långvariga markbeläggningar, såsom cesium. Enligt PSA-studierna för Ringhals 2 och Barsebäcksreaktorerna uppskattas sannolikheten för härdhaveriförlopp med utsläpp som är större än säkerhetsmålet, till mellan 1 på miljonen till 1 på 10 miljoner per reaktordriftår. Resultaten visar att de konsekvenslindrande systemen väsentligt minskar risken för större utsläpp vid reaktorhaverier, särskilt vid långvariga förlopp. Samtidigt visar de att haveriförlopp där de konsekvenslindrande systemen inte får avsedd effekt inte kan uteslutas, även om sådana förlopp har mycket låg sannolikhet. Studierna aktualiserar överväganden om ytterligare förstärkning av skyddet mot händelseförlopp som t.ex. gör att de s.k. haverifiltren förbipasseras. Åtgärderna får värderas tillsammans med de övriga säkerhetsförbättringar som planeras.

Återkommande säkerhetsgranskningar av reaktorerna (ASAR)

Reaktorägarna är genom riksdagsbeslut ålagda att med 10 års mellanrum genomföra en genomgripande säkerhetsgranskning av varje reaktor. Det är sedan SKIs uppgift att granska och avge yttrande om rapporten till regeringen (ASAR – As-operated Safety Analysis Report). Under rapporteringsperioden redovisade SKI till regeringen sin granskning av ASAR-rapporten för Oskarshamn 1. Granskningen av ASAR-rapporten för Barsebäck 1 och 2 är i det närmaste slutförd men den avslutande behandlingen i SKIs reaktor-säkerhetsnämnd och stryrelse återstår. Slutjusteringen av rapporten avvaktar resultatet av den pågående riktade inspektionen vid Barsebäck som gjorts med anledning av den särskilda tillsynen.

I sitt yttrande inför återstarten av Oskarshamn 1 framhöll SKI sammanfattningsvis

”att på grundval av den granskning som genomförts av OKGs ASAR rapport och med hänsyn till de bedömningar SKI gör av den senare utvecklingen, drar SKI slutsatsen att Oskarshamn 1 fortsättningsvis kan drivas med godtagbar säkerhet, förutsatt att:

- *SKIs granskning av åtgärderna inför återstart av blocket utfaller så att tillstånd ges till att återuppta driften.*
- *Åtgärder för att förbättra och kvalitetssäkra det förebyggande säkerhetsarbetet vid blocket genomförs med kraft varvid erfarenheterna från FENIX-projektet tas tillvara.”*

SKI förutsatte också att OKG AB fortsätter säkerhetsarbetet enligt redovisade planer och med uppmärksamhet på de säkerhetsfrågor som SKI särskilt framhållit i sin ASAR-rapport till regeringen.

Såsom ovan redovisats gav SKI i december 1995 OKG AB tillstånd att återuppta driften vid Oskarshamn 1. SKI följer nu genom en särskild granskningsgrupp driften vid blocket och speciellt att de villkor som ställdes i SKIs tillstånd uppfylls. SKIs bedömning är att arbetet vid Oskarshamn 1 följer de uppgjorda planerna och enligt de villkor SKI uppställt. Ett sådant villkor för fortsatt drift gällde att OKG AB redovisar en plan för fortsatta säkerhetsförbättringar vid blocket. En sådan redovisning skall inkomma till SKI under slutet av året.

De återkommande säkerhetsgranskningarna ger, genom det övergripande perspektivet, viktigt underlag både för SKIs bedömningar av säkerheten vid anläggningarna och för inriktningen på SKIs säkerhetstillsyn. ASAR-granskningarna var under 80-talet särskilt inriktade på probabilistisk säkerhetsanalys. På senare tid har de gått in mera på organisatoriska förhållanden och organisatoriskt lärande genom analys av ekonomiska och organisatoriska erfarenheter. SKI anser att den förändrade inriktningen givit gott utbyte.

Bedömningar av kärnkraftreaktorernas säkerhetsnivå och riskbild handlar sålunda, enligt SKIs mening, inte bara om att tolka innebörden av uppskattade sannolikheter för hårdhaveri med tillhörande osäkerheter, utan i minst lika hög grad om att bedöma kvaliteten och trovärdigheten i det fortlöpande säkerhetsarbete som bedrivs vid verken i syfte att förebygga och förhindra att allvarliga olyckor överhuvudtaget inträffar.

Särskilda säkerhetsgenomgångar

Kraftföretagens arbete med genomgångar av de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsredovisningarna för reaktorerna har fortsatt sedan det omkring 1993-94 inleddes med förstudier på viktiga delområden. 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 reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer, och den bedömda insatsen för att genomföra arbetet har också efter hand ökat. Enligt aktuella uppskattningar uppgår den till mer än 500 personår för samtliga reaktorer. Tidplanen har därför fått skjutas framåt. Enligt aktuella planer kommer alla svenska kokvattenreaktorer att vara genomgångna vid slutet av 1998. Motsvarande genomgångar håller på att inledas för tryckvattenreaktorerna i Ringhals. Arbetet där är dock försenat men beräknas vara genomfört till år 2000.

SKI följer verksamheten ingående och med krav på regelbunden rapportering av läget och resultat som framkommer samt bedriver vissa egna kompletterande studier i olika säkerhetsfrågor. SKI räknar med att även följa och tillse arbetet genom riktade inspektioner, varav en sådan skett under året. Verksamheten redovisas dessutom vid årliga möten för SKI.

SKI bedömer att arbetet vid de olika verken i huvudsak är målinriktat och väl uppstyrt. För tryckvattenreaktorerna är projekten ännu inte definierade och det är därför inte möjligt att nu bedöma arbetssätt och inriktning.

SKI anser att genomgångarna skall vara förutsättningslösa beträffande vad slags säkerhetsbrister som kan förekomma, och var de kan förekomma. Samtidigt bör de genomföras på ett sådant sätt att säkerhetsbrister av större betydelse klarläggs i ett så tidigt skede som möjligt. SKI driver på mot denna inriktning.

6. Organisation och säkerhetskultur

Samspelet människa-teknik-organisation (MTO) är av stor betydelse för säkerheten vid anläggningarna. SKI skaffar sig underlag för att kunna bedöma säkerhetsarbetet och säkerhetskulturen vid anläggningarna genom årliga uppföljningar av s.k. MTO-relaterade händelser, genom inspektioner och genom granskning av verkens ansökningar om anläggningsändringar, där verkens interna kvalitetssäkring och säkerhetsgranskning är av betydelse.

SKI intresserar sig särskilt för verkens förmåga att identifiera och analysera problem som uppkommit, ta fram och genomföra lösningar samt följa upp effekten av åtgärder som vidtagits. Detta är de steg som ingår i den läroprocess som kännetecknar en hög säkerhetskultur och som måste finnas i varje verksamhet som strävar till förbättringar.

Barsebäck

Den nya organisationen och arbetssättet som introducerades 1994 syftade till att genom dialog, samverkan och målstyrning skapa bättre förutsättningar att nå långsiktiga mål för säkerhet, kvalitet och produktion. Likaså syftade den till att stärka kompetens och resurser för att öka analysförmåga, långsiktighet och framförhållning. Organisationen och arbetssättet baserades på ett beställare-utförarekoncept. Den genomgripande organisationsförändringen innebar stora förändringar i ansvar, roller och arbetssätt, vilket också försvårat och fördröjt implementeringen.

SKI meddelade hösten 1994 att Barsebäck Kraft AB (BKAB) står under s.k. ”särskild tillsyn”, detta bl.a. mot bakgrund av att tidigare problem inte lösts i samband med organisationsförändringen och ett ökat antal händelser med tecken på brister i samspelet människa – teknik – organisation. BKAB har sedan dess arbetat aktivt med att vidta åtgärder för att förbättra kvalitet och säkerhet. En viktig grund för dessa förbättringar har varit utvecklingen av ett nytt kvalitetssystem.

Vid en samlad genomgång av iakttagelser och erfarenheter från driften vid Barsebäckverket under året fann SKI att det inte var motiverat att häva den särskilda tillsynen. Tecken fanns på att Barsebäckverkets organisation fortfarande var hårt ansträngd.

SKI beslutade också att genomföra en omfattande inspektion i syfte att följa upp de åtgärder BKAB vidtagit för att förbättra säkerhetsarbetet och att få en klarare bild av hur verksamheten bedrivs inom ett antal centrala områden. De områden som inspekterades var:

- organisation och säkerhetskultur
- kvalitetssystemet
- MTO-verksamheten
- erfarenhetsåterföring
- säkerhetsgranskningsfunktionen
- chefsutvecklingsprogrammet
- kompetensutveckling
- kontrollrumsarbetet
- kontroll och provning
- BOKA-projektet med avseende på konstruktionsförutsättningar.

Resultaten från inspektionen bearbetas nu och det är därför inte möjligt att ge en sammanfattande bedömning.

Forsmark

Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) har enligt SKIs bedömning ett väl etablerat och fungerande kvalitetssystem. En av Vattenfall AB genomförd granskning av kvalitetssäkringsfunktionen under perioden konstaterade även att FKA uppvisar en hög mognadsgrad inom området. Fortsatta förbättringar och förtydliganden görs kontinuerligt. Så har t.ex. ytterligare förtydliganden gjorts i lednings- och kvalitetshandboken, LOKET, av strukturen för säkerhetsgranskning och de olika driftledningsnivåernas ansvar.

Vid en temainspektion 1995 gjorde SKI en genomgång av systemet för anläggningsändringar med betoning på de granskningssteg som ingår. Systemet bedömdes vara väl uppstyrt och fungera bra. Därefter har ytterligare förbättringar redovisats som planeras eller genomförts med anledning av SKIs förslag vid inspektionen men också till följd av egna auditeringar och på annat sätt identifierade brister.

SKI har ännu inte gjort någon samlad uppföljning av MTO-verksamheten och MTO-relaterade rapportervärda omständigheter (RO) under denna period. Vid tidigare inspektioner inom FKA har SKI emellertid konstaterat att MTO är väl etablerat i säkerhetsarbetet, har tillgång till expertstöd och drivs med långsiktighet. Den centrala MTO-gruppens egna analyser av 1995 års RON visar att fortsatt få händelser är relaterade till brister i kommunikation, erfarenhetsåterföring och oklara ansvarsförhållanden, vilket är tillfredsställande. Forsmark 2 uppvisar i analysen fler händelser än Forsmark 1 och Forsmark 3 som är kopplade till brister i arbetsledning, brister i arbetspraxis och överträdelse av rutin. Detta har uppmärksamats och åtgärder initierats för att utreda och korrigera de förhållanden som bidragit till bristerna.

Under 1995 genomförde FKA på eget initiativ en granskning av sitt system för incidentutredningar och erfarenhetsåterföring. Granskningen gjordes i samarbete med IAEA med s.k. ASSET-metodik (Assessment of Safety Significant Events Team). I självanalysen lyftes ett antal säkerhetsproblem fram, såsom brister i driftklarhetsverifiering och ändringsrutiner, vilka i stort sett också hade framkommit i de egna incidentutredningarna. Analysresultatet sågs som en bekräftelse på att de metoder som använts för incidentutredningar fungerar väl, men att analysmetoder som ASSET kan vara värdefulla komplement. Initiativet att öppna dörrarna för extern granskning visar enligt SKIs bedömning på en öppenhet och vilja att lära av andra som är en viktig förutsättning för utveckling och ständig förbättring.

Oskarshamn

OKG AB har utvecklat en strategisk plan "OKG 2000" med syftet att skapa ett ramverk för företagets utveckling under de närmaste åren. I planen klargörs OKG ABs huvudmål, strategier och vägval, grundade på analyser av den egna nuvarande verksamheten och ett tänkt framtidsscenario i omvärlden. Utifrån en analys av företagets styrkor och svagheter samt de hot och möjligheter som kan ses framöver, har mål formulerats, strategiska vägval gjorts och ett åtgärdsprogram tagits fram. Några exempel på åtgärder är implementerandet av ett totalt kvalitetstänkande inom organisationen i enlighet med bl.a. SIQs (Svenska Institutet för Kvalitet) modell samt strukturerandet av den egna verksamheten utifrån principerna för effektiv målstyrning. Vidare planeras en effektivisering av projekt- och ändringsverksamheten med bättre prioriteringsförfarande och ett minskat konsultberoende som resultat. Syftet är att "OKG 2000" skall vara ett levande dokument och att företagsledningen prioriterar åtgärder relaterade till planen.

Det är SKIs bedömning att planen med de analyser som legat till grund för den visar på de egenskaper som kännetecknar en lärande organisation och att den ger OKG AB goda förutsättningar att kunna utveckla verksamheten mot ständiga förbättringar.

I samband med renoveringen av Oskarshamn 1 identifierades brister i organisation och verksamhet som också rapporterades till SKI i form av en "onormal händelse". Rapporten åtföljdes av en noggrann och självkritisk analys av orsaken till dessa brister och ett åtgärdsprogram presenterades. SKI har följt detta arbete och kan konstatera att man i stort följt den utlovade åtgärdsplanen. Således har erfarenheterna från FENIX-projektet följts upp och åtgärder vidtagits i olika former. Erfarenheterna har också kunnat förmedlas internationellt genom att personal från blocket efterfrågats av utländska organisationer. Insatser har också gjorts för att styra upp ändringsverksamheten inom organisationen; bl.a. har en viss omorganisation skett för att förbättra hanteringen av ändringar inom hela företaget, vilka kommer att bedrivas i projektform framöver. Inför revisionsavställningen 1996 utlovades särskilda kvalitetsrevisioner. Dessa har genomförts av OKG ABs säkerhetsavdelning som kunnat konstatera vissa brister. Interna kvalitetsrevisioner har också genomförts på blocket. Kvalitetsrevisioner kommer också att genomföras under och efter den kommande avställningen av Oskarshamn 1 i slutet av året.

SKI har konstaterat att OKG AB har gjort stora framsteg inom MTO-verksamheten sedan föregående uppföljning 1995. Säkerhetsavdelningen har rekryterat flera medarbetare till MTO-området, varav en beteendevetare, och har förtydligat sin strategi för MTO-verksamheten samt förankrat denna på ledningsnivå. En bredd i verksamheten uppvisas också där både analyser av inträffade händelser och analys av risker och barriärer för ett förebyggande arbete genomförs. Ett flertal MTO-utredningar har genomförts under året.

Ringhals

Under perioden har man på Ringhals arbetat vidare med att utveckla arbetsformerna inom verket. Från och med april har en ny organisation trätt i kraft och samtidigt började huvuddokumentet inom en ny lednings- och kvalitetshandbok att gälla. Den nya organisationen har en tydligare processorientering, och gör också en uppdelning i kärn- och sidoverksamheter. För att försäkra sig om att de långsiktiga frågorna inte kommer i skymundan av de kortsiktiga har man gjort en uppdelning av detta arbete. Den operativa planeringen sträcker sig över en treårsperiod och den långsiktigt strategiska över en tioårsperiod. Man har också minskat antalet chefsnivåer inom verket och därmed gjort organisationen plattare.

Det har också varit avsikten att den nya organisationen skall underlätta arbetet med säkerhets- och kvalitetsfrågor. Verket planerar att under första halvåret 1997 ha en fullt anpassad Lednings- och Kvalitetshandbok. Man har inom staben för säkerhet, miljö och kvalitet en tjänst för kvalitetsstyrning samtidigt som varje produktionsenhet har sin egen stab för dessa frågor. När det gäller kvalitetsfrågor har man inom verket vidgat kvalitetsbegreppet och höjt ambitionsnivån genom att utgå från Svenska Institutets för Kvalitet (SIQ) syn på dessa frågor.

SKI har informerats vid ett flertal tillfällen, både före och efter organisationsförändringen. Nyligen presenterades hur verksamheten i den nya organisationen bedrivs inom varje block. SKI ser positivt på att man betonar en vidgad syn på säkerhet och att man i djupförsvarsprincipen inkluderar inte bara tekniska krav utan även krav på organisation och verksamhet med starka ambitioner att utveckla säkerhetskulturen. Likaså att man bedömer säkerheten utifrån ett integrerat synsätt inkluderande såväl deterministiska, probabilistiska som MTO-analyser. För varje block gäller att verksamheten styrs utifrån väl definierade visioner, mål och strategier och med betoning på vikten av att skapa ett starkt engagemang hos personalen för att kunna uppnå målen. SKI kan också konstatera att organisationsförändringen förberetts och förankrats noggrant med tydlighet och starkt engagemang från högsta ledningen, vilket också ledde till en mycket smidig övergång och acceptans hos personalen.

SKI genomförde en riktad inspektion bl.a. med anledning av en uppmärksam ökning av tillbud under revisionsavställningen vid ett av blocken 1995. Kritik riktades då mot att man inte tagit fram en särskild handlingsplan för att komma tillrätta med dessa frågor. En handlingsplan togs därefter fram. SKI genomförde en inspektion under årets revisionsavställning och kunde med tillfredsställelse konstatera att problemen från förra året inte upprepats.

7. Strålskyddsläget

Personalstrålskydd

Strålskyddsverksamheten

Vid de svenska kärnkraftverken pågår för närvarande en process vars syfte är att uppdatera säkerheten vid anläggningarna. Till viss del innebär den att nya tekniska lösningar arbetas fram, men framför allt att befintliga reaktorsystem renoveras och förbättras. Häri ingår även provning med förbättrade metoder av systemkomponenter med avseende på sprickor. Dessa arbeten har tillsammans med ökande strålnivåer i reaktorerna resulterat i en ökad dosbelastning till personal alltsedan 1992. Detta gäller i första hand de äldsta kokvattenreaktorerna.

Arbetet med att modernisera reaktorerna är endast i sin startfas och de insatser som hittills utförts vid Oskarshamn 1 (FENIX-projektet) kommer inom en överskådlig framtid att följas av liknande arbeten i varierande omfattning även vid övriga reaktorer. Inom Sydkraft-koncernen finns planer på att genomföra åtgärder vid de s.k. "trillingarna" (Oskarshamn 2 och Barsebäck 1 och 2) och också vid Ringhals 1 finns planer på moderniseringar.

Detta innebär enligt SSI att ytterligare ansträngningar måste läggas på att begränsa personalstråldoserna även på längre sikt. Detta måste vara en fråga av högsta prioritet för kärnkraftverken de närmaste åren. För att nå en hållbar och uthållig säkerhetsutveckling vid verken måste därför personalstrålskyddet integreras i allt förnyelse- och förändringsarbete och inte betraktas som något isolerat därifrån.

Under innevarande år har Oskarshamn 1 åter tagits i drift efter det drygt tre år långa stoppet. Moderniseringsarbetet är dock långt ifrån färdigt och stora insatser förväntas under de närmaste årens avställningar. Vid Oskarshamn 2 har ett stort arbete gjorts med att byta ut elkablaget i reaktorns inneslutning. Arbetena under 1996 vid Oskarshamn-verket har inneburit att stor möda lagts på att begränsa stråldoserna, t.ex. genom dekontaminering av reaktorsystem för att minska strålnivåer. Vid Barsebäck 1 och 2 erhöles vid provning indikationer på sprickor i ett av reaktorsystemen vilket medfört stora extraarbeten. Stråldoserna förväntas av dessa skäl bli högre 1996 än föregående år vid en del reaktorer.

Vid Ringhals tre tryckvattenreaktorer (Ringhals 2-4) har redan omfattande arbeten utförts under 1980- och första halvan av 1990-talet, bl.a. har ånggeneratorer bytts på Ringhals 2 och 3. Dessa reaktorer uppvisar i motsats till kokvattenreaktorer minskande strålnivåer i reaktorsystemen. Detta har lett till att stråldoserna under senare åren har minskat, en trend som fortsatt under 1996.

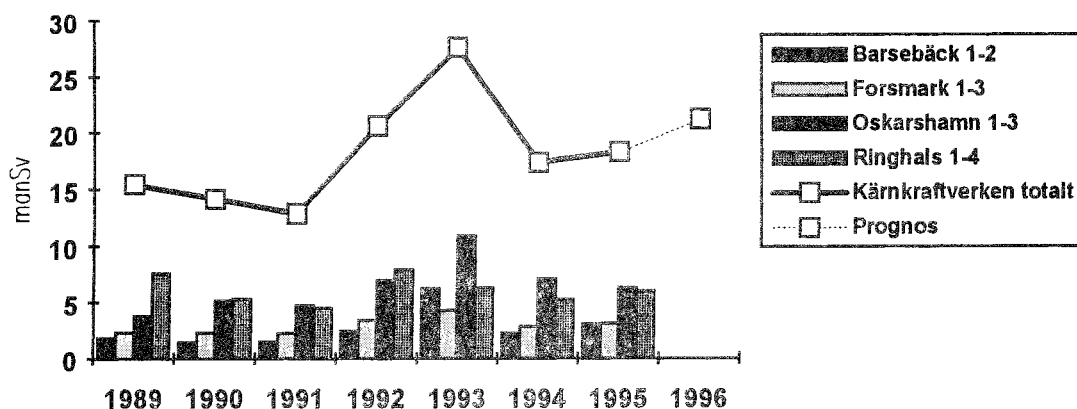
SSI har i föreskrifter (SSI FS 1994:2) ställt krav på att s.k. ALARA-program, med åtgärder för dosreduktion på lång/kort sikt, skall finnas vid varje anläggning. I verkens aktuella ALARA-program finns ambitioner och i många fall planerade dosreducerande åtgärder beskrivna. Dock återstår mycket vad gäller att genomföra de föreslagna åtgärderna. Åtgärder och tidplaner varierar också till sitt innehåll mellan verken. Akronymen ALARA står för "as low as reasonably achievable", så lågt som rimligen möjligt. Detta är

i ett nötskal en av strålskyddets grundprinciper, nämligen att skyddet ska vara optimerat. Detta innebär att det inte räcker med att hålla stråldoser under bestämda gränser utan arbetet med att ytterligare sänka doserna skall drivas så långt som rimligen är möjligt, med hänsynstagande till såväl ekonomiska som samhällseliga faktorer.

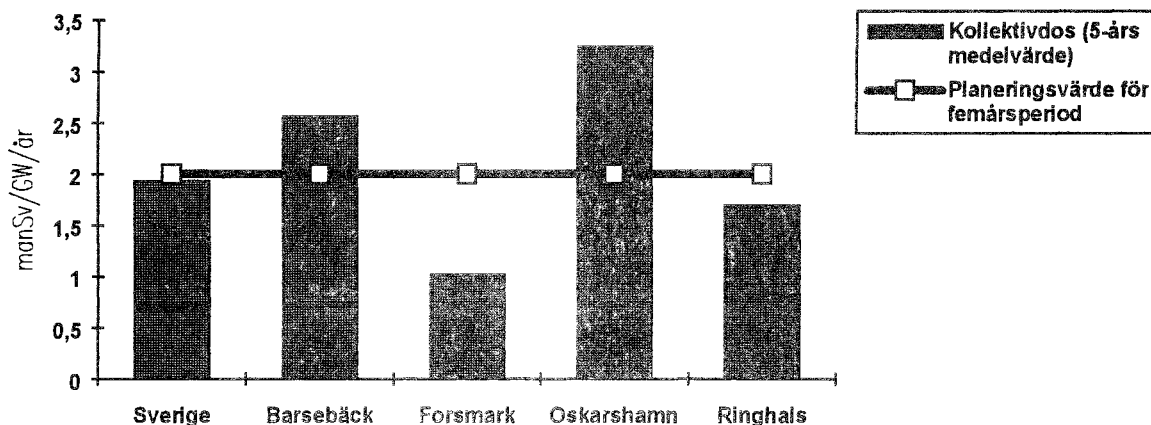
SSI utförde under 1995 systematiska inspektioner vid samtliga anläggningar av befintliga ALARA-program – en insats som återkommer under våren 1997.

Stråldoser

1995 blev kollektivdosen till personal vid kärnkraftverken 18,3 manSv. Detta utfall är visserligen högre än föregående år (17,3 manSv) men fortfarande betydligt lägre än 1993 (27,6 manSv). Då den sammanlagda installerade effekten vid svenska reaktorer är ca 10 gigawatt (GW) ger detta en normerad kollektivdos för 1995 på 1,8 manSv/ GW. Detta värde ligger under den av SSI föreskrivna gränsen för planering av verksamhet (tidigare ambitionsnivå) på 2 manSv/ GW räknat som ett medelvärde över fem år. Figur 4 visar dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken 1989-1995. Figur 5 visar ett medelvärde för åren 1991-1995 på kollektivdosen per installerad elektrisk effekt och år vid de olika anläggningarna.



Figur 4. Årlig kollektivdos (manSv) till personal vid svenska kärnkraftverk.



Figur 5. Kollektivdos (manSv) per gigawatt installerad elektrisk effekt och år, medelvärde för 1991-1995. Planeringsvärdet gäller fr.o.m. 1995.

För de största bidragen svarar de två äldsta kokvattenreaktorerna Oskarshamn 1 (3,4 manSv) och Ringhals 1 (3,0 manSv). Oskarshamn 1 har varit avställd under hela 1995 för det renoveringsarbete som startade 1993 (FENIX-projektet), medan dosbelastningen vid Ringhals 1 är en följd av höga strålnivåer inne i stationen.

Vidare kan konstateras att de äldre kokvattenreaktorerna (Barsebäck 1 och 2, Oskarshamn 1 och 2 och Ringhals 1) har högre genomsnittliga kollektivdoser än den yngre generationen reaktorer (Forsmark 1, 2 och 3 och Oskarshamn 3). Vid de tre tryckvattenreaktorerna (Ringhals 2-4) fortsätter den gynnsamma trenden med sjunkande doser.

1996 kommer kollektivdoserna att ytterligare öka vid flertalet av reaktorerna som beskrivits ovan. Kollektivdosutfallet t.o.m. september 1996 är ca 18 manSv. Totalt för 1996 pekar prognosen på mellan 21 och 22 manSv. Huvudorsaken är de pågående säkerhets-höjande insatserna som tidigare nämnts samt omfattande underhållsarbeten på några kokvattenreaktorer.

Ingen person har under 1995 överskridit årsdosgränsen 50 mSv. Dessutom minskar antalet individer med höga doser. 1995 fick 26 personer mer än 20 mSv medan motsvarande siffra för 1994 var 47. Detta är en naturlig följd av SSIs dosgränsföreskrift med den nya kompletterande dosgränsen på 100 mSv över 5 år.

I november 1995 presenterade SSI två rapporter innehållande en djupare granskning av strålskyddsförhållandena vid Oskarshamn 1 respektive Ringhals 2 (SSI rapport 95-26 och 95-28). Motsvarande granskning av Barsebäck 1 och 2 pågår och en rapport beräknas bli färdig under hösten 1996. Granskningen och rapporterna är samordnade med SKIs ASAR-arbete (se sid 19).

Utsläpp till omgivningen

Utsläpp till vattenmiljön sker efter det att aktiviteten i ett s.k. dirigeringsprov, taget från utsläppstanken, konstaterats hålla en nivå som medger utsläpp. Under själva utsläppet tas ett proportionellt prov som genomgår detaljerad analys, varefter provet arkiveras. Sammanvägda månadsprov och årsprov på utsläppsvatten, liksom analysresultat, skickas till SSI för kontrollmätning. Beräkningar utförda på basis av dessa analyser visar att dosen till de potentiellt mest utsatta individerna (den s.k. kritiska gruppen) till följd av ett års utsläpp till vattenmiljön generellt sett ligger under 0,001 mSv, d.v.s. under en hundradel av det riktvärde för årsutsläpp (0,1 mSv) som föreskrivits av SSI.

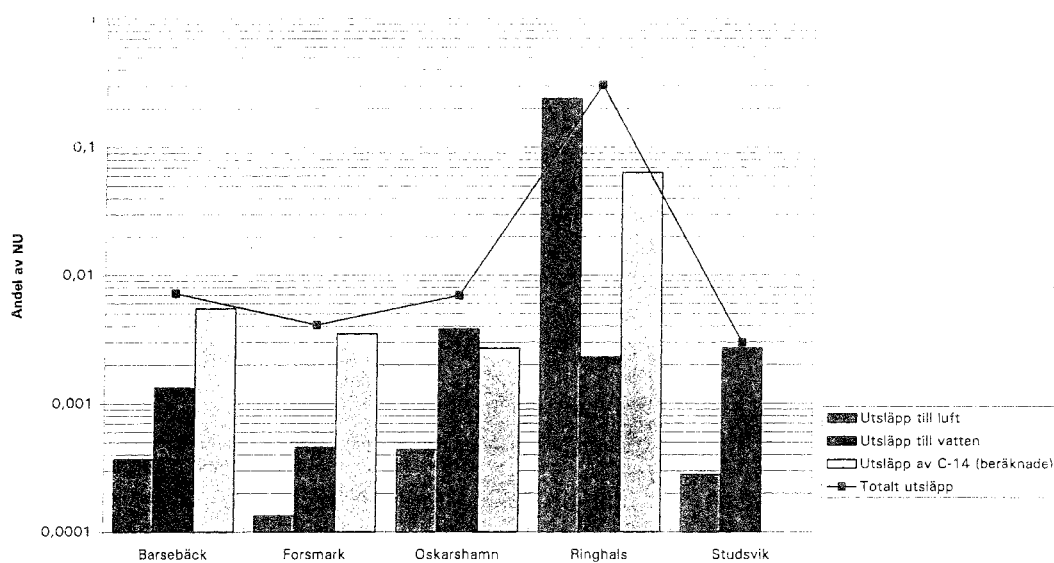
Utsläppen till luft övervakas med avseende på partikelbunden aktivitet, radioaktiv jod och radioaktiva ädelgaser. Utsläppen av kol-14 beräknas på basis av installerad elektrisk effekt. Utsläppen till luft resulterar i samtliga fall i doser under SSIs riktvärde. Dock är utsläppen till luft förhöjda vid Ringhals 1 sedan bränsleskadan 1993, ett förhållande som orsakat viss uppmärksamhet i massmedia under hösten 1996. Årsutsläppet från Ringhals 1 till luft resulterade under 1995 i en dos till den kritiska gruppen på 0,024 millisievert. Utsläppen under 1995 var dock lägre än 1994, då dosen uppgick till 0,036 millisievert. Utsläppen minskar bl.a. i takt med att man byter bränsle i härden, vilket görs med ca en femtedel varje år. Utsläppen väntas alltså minska ytterligare under 1996. De förhöjda utsläppen består huvudsakligen av kortlivade ädelgaser och andra ämnen som inte hinner avklinga inom den fördröjningstid Ringhals 1 har för utsläpp till luft. Utsläppen under 1995 åskådliggörs i figur 6 på nästa sida.

Kollektivdos

Kollektivdosen är summan av alla dosbidrag till alla individer (anges i enheten manSv). Måttet används för att begränsa framtida individdoser från många anläggningar, där varje anläggning i sig ger ett litet bidrag till individdosen. Kollektivdosen beräknas integrerad över 500 år och domineras av de beräknade utsläppen av kol-14 på grund av nuklidens långa halveringstid. Dosen per GW installerad effekt och år ligger nära SSI:s ambitionsnivå om 5 manSv.

Verken utför omgivningskontroll enligt instruktioner utarbetade av SSI. I vattenmiljön kring kärnkraftverken kan man liksom tidigare driftår notera något förhöjda halter av radioaktiva ämnen i prover av alger, bottensediment m.m. I prover av fisk har inga förhöjda halter av radionuklider uppmätts. Prover tagna i landmiljön kring kärnkraftverken innehåller mycket låga halter av radioaktiva ämnen med ursprung i verkens utsläpp. Den stora spridningen av radioaktiva ämnen från Tjernobylyolyckan (främst cesium-137) dominerar fortfarande i de prover som tas i kärnkraftverkens kontrollprogram. De förhöjda utsläppen från Ringhals 1 består huvudsakligen av ämnen som inte ger markbeläggning, eller vilkas aktivitet snabbt avklingar.

Sammanfattningsvis ligger stråldoserna till allmänheten i anläggningarnas närhet under gällande gränsvärden, och ingen har utsatts för doser överstigande 3% av den naturliga bakgrundsstrålningen. SSI för dock en diskussion om att komplettera dagens utsläppsbe- gränsningar, som baseras på stråldos till den kritiska gruppen, med utsläppsbe- gränsningar utgående från andra kriterier, t.ex. miljöskydd, bästa tillgängliga teknik, etc.



Figur 6. Utsläpp till omgivningen 1995 från kärnkraftverken, uttryckta i normutsläpp. Högsta tillåtna utsläpp är 1 normutsläpp, som motsvarar en dos på 0,1 mSv till personer i den s.k. kritiska gruppen. Observera att skalan är logaritmisk.

8. Avfallshantering vid kärnkraftverken

Hantering av avfall vid kärnkraftverken och SFR (slutförvar för radioaktivt driftavfall) har under den aktuella perioden förlöpt utan rapportervärda missöden. Vid CLAB (centralt lager för använt kärnbränsle) har drygt ett tiotal rapportervärda omständigheter (RO) inträffat. Händelserna har huvudsakligen samband med maskinerna för hantering av det använda kärnbränslet i anläggningen. Säkerheten var inte hotad vid någon av händelserna.

Transporter av avfallskollin från kärnkraftverken till SFR har förlöpt utan missöden. Även de transporter av använt kärnbränsle till CLAB som genomförts under perioden har förlöpt utan missöden.

Under perioden har arbetet med att upprätta en ASAR (As Operated Safety Analysis Report) för CLAB, som nu varit i drift i 10 år, inletts. Tillståndshavaren SKB AB och driftorganisationen OKG AB genomför analysen som under 1997 kommer att inlämnas till SKI för granskning. Inom SKB AB pågår vidare arbete med att projektera en utbyggnad av CLAB så att kapaciteten ökas från 5 000 ton använt kärnbränsle till 8 000 ton. Ansökan kommer att inlämnas till SKI i slutet av 1996.

Under det gångna året har Oskarshamnsverket deponerat lågaktivt avfall i sitt markförvar. De övriga kärnkraftverk som har markförvar (Ringhals och Forsmark) har inte deponerat något avfall under perioden.

Under 1995 utnyttjade Forsmark, Ringhals och Oskarshamn möjligheten till friklassning enligt strålskyddslagen av mycket lågaktivt avfall för deponering på kommunalt eller eget avfallsupplag (SSI FS 1989:3). Forsmark friklassade 600 kg innehållande 3 kBq radioaktiva ämnen, Ringhals 54 ton innehållande 11 MBq radioaktiva ämnen och Oskarshamn 162 ton innehållande 211 MBq. Forsmark och Oskarshamn friklassade med stöd av SSI FS 1989:3 också 67 respektive 45 ton skrot för återvinning.

Samtliga kärnkraftverk har också, med stöd av SSI FS 1991:6, sänt svagt kontaminerad olja till förbränning. Sammanlagt förbrändes under 1995 ca 60 m³ olja.

I SFR har under den aktuella perioden deponerats 2 229 m³ avfall. Den totala mängden avfall i SFR uppgick till 19 294 m³ vilket motsvarar ca 30% av tillgänglig kapacitet. Till CLAB har under den aktuella perioden förts 219 ton uran (räknat som färskt bränsle). Den totala mängden i CLAB uppgick till 2 445 ton vilket motsvarar ca 49% av tillgänglig kapacitet (5 000 ton).

Under året har ytterligare en typbeskrivning av avfallskollin avsedda för deponering i SFR granskats och godkänts av SKI och SSI. Ca 15 typbeskrivningar återstår att upprätta varav merparten rör avfall från Studsvik. De kontrollmätningar av aktivitetsinnehållet i avfallskollin som SSI genomförde vid kärnkraftverken under hösten 1995 visade på god överensstämmelse med verkens egna resultat och SSI bedömer att verkens mätningar och rapportering är av god kvalitet.

SKB AB har framlagt en rapport om hantering av stora komponenter och skrot vid kärnkraftverken. Målet är att ha tömt de befintliga skrotlagren vid kärnkraftverken under 1998.

Sammantaget gör SKI och SSI bedömningen att avfallshanteringen vid kärnkraftverken, SFR och CLAB generellt sett är av god kvalitet, avseende både arbetets planering och dess genomförande.

9. Beredskap

För närvarande har kärnkraftverken i Barsebäck, Ringhals och Forsmark mätstationer i kärnkraftverkens omgivning med vilka man kontinuerligt registrerar strålnivån. Antal mätstationer och systemval för avläsning är olika vid de olika kraftverken. SSI bedriver i samarbete med kraftverken ett projekt med syftet att mätdata också skall överföras till en databas vid SSIs beredskapscentral för att där kunna avläsas och analyseras i händelse av en olycka. Under 1996 har prototyper av överföringsprogrammet testats för Barsebäck och Ringhals. För Forsmark har inget överföringstest gjorts. Separata systemlösningar krävs för varje kraftverk och ytterligare utvecklingsarbete är nödvändigt innan systemen för dataöverföring kan tas i drift.

SSI och SKI genomför i samverkan s.k. temainspektioner av kärnkraftverkens beredskap. Dessa inspektioner syftar till att ge en samlad bild av haveriberedskapen. Inspektionerna omfattar bl.a. organisation, instruktioner, mätmetoder, utrustning, utbildning, övning, och planering för samverkan med länsstyrelse och andra myndigheter. Under 1996 genomfördes inspektioner vid samtliga kärnkraftverk. De flesta av de brister som påpekades i samband med tidigare inspektioner har nu rättats till. Kärnkraftverkens interna haveriberedskap bedöms av SSI och SKI i stora drag som god. Några påpekanden kvarstår. Det gäller främst vissa mindre brister i organisation, instruktioner och utbildning, vilket kommer att följas upp av SSI.

Mellan SSI och kärnkraftverken i Barsebäck, Ringhals och Forsmark har överenskommelser tecknats om bistånd från kraftverken med mätverksamhet vid nedfall av radioaktiva ämnen från kärntekniska olyckor. Överenskommelsen baseras på att kraftverken frivilligt ställer mät- och laboratorieresurser till förfogande. För att kvalitetssäkra analysresultaten erbjuds kraftverken att delta i den utbildnings- och interkalibreringsverksamhet som sker på SSIs uppdrag vid de radiofysiklaboratorier som ingår i den nationella beredskapen.

Varje år genomförs en stor s.k. totalövning av haveriberedskapen. Årets övning (SIMPAN 96) genomfördes den 8 maj 1996 i Kalmar län. I övningen deltog OKG AB, länsstyrelsen i Kalmar, SSI och SKI. Utvärderingen, som genomfördes i Räddningsverkets regi, angav omdömet "God förmåga" för OKG AB att lösa sina uppgifter enligt instruktionerna. Däremot ansåg utvärderingen att OKG AB bör komplettera och förbättra de tekniska kommunikationssystemen i kommandocentralen.

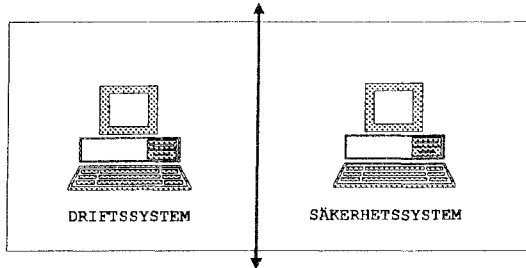
Sammanfattningsvis fyller kraftindustrin enligt SSIs bedömning de krav som ställts på beredskapen mot kärnkraftolyckor. SSI och SKI finner att den inre beredskapsplaneringen bedrivs på ett konstruktivt sätt vid samtliga kraftverk.

Skalans grundstruktur

	KRITERIER		
	Omgivningspåverkan	Anläggningspåverkan	Försämring i djupförsvaret
7 Stor olycka	Mycket stort utsläpp: omfattande hälso- och miljöpåverkan.		
6 Allvarlig olycka	Stort utsläpp: beredskapsåtgärder sätts sannolikt in i full omfattning.		
5 Olycka med risk för omgivningen	Begränsat utsläpp: beredskapsåtgärder sätts sannolikt in i begränsad omfattning.	Allvarliga skador på reaktorhärd och /eller strålskyddsbarriärer.	
4 Olycka utan betydande risk för omgivningen	Litet utsläpp: allmänheten utsätts för stråldoser inom föreskrivna gränser.	Betydande skador på reaktorhärd och/eller strålskyddsbarriärer och/ eller livshotande stråldoser till personal.	
3 Allvarlig händelse	Mycket litet utsläpp: allmänheten utsätts för mycket små stråldoser inom föreskrivna gränser.	Mycket omfattande spridning av radioaktiva ämnen och/eller höga stråldoser till personal.	Nära olycka. Inga återstående skyddsbarriärer.
2 Händelse		Betydande spridning av radioaktiva ämnen och/ eller förhöjda stråldoser till personal.	Händelse med betydande avvikelser från säkerhetsförutsättningarna.
1 Avvikelse			Avvikelse från driftvillkor.
0 Under skalan Mindre avvikelse	INGEN SÄKERHETS BETYDELSE		
Utanför skalan	INGEN SÄKERHETSMÄSSIG BETYDELSE		

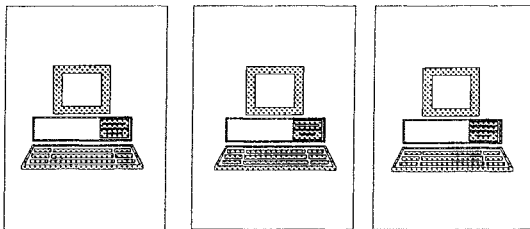
Konstruktionsprinciper för att nå hög tillförlitlighet i säkerhetsfunktioner

Funktionell separation



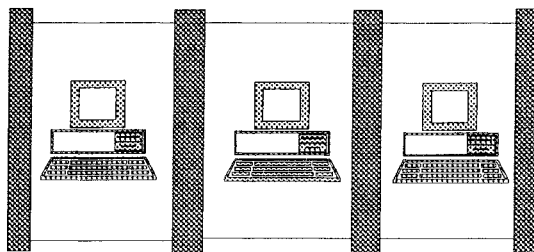
Skilda system svarar för att hantera driften av reaktorn, respektive för att fullgöra säkerhetsfunktioner vid olika driftstörningar och haverier. Därigenom undviks inbördes beroenden mellan driftsystem och säkerhetssystem.

Redundans



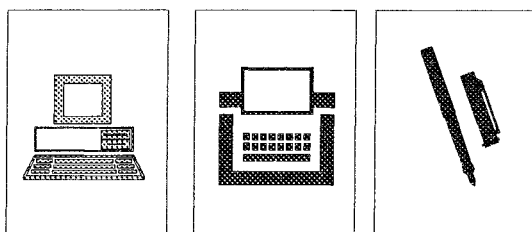
Det finns flerdubbla system för varje säkerhetsfunktion. Med tredubbla system kan man exempelvis förutsätta att ett system är ur drift för reparation, ett system slås ut av själva haveriet, och det finns ändå ett system kvar som kan klara säkerhetsfunktionen vid ett haveri, t.ex. kyla härden vid ett rörbrott.

Fysisk separation



Vart och ett av de redundanta säkerhetssystemen är rumsligt väl skilt från de andra. Därigenom säkerställs att t.ex. brand eller översvämning i ett gemensamt utrymme inte slår ut samtliga säkerhetssystem.

Diversifiering



Samma funktion kan fullgöras av system med olika konstruktion. Därigenom undviks att t.ex. gemensamma fel sammanhängande med konstruktion eller underhåll för system av samma typ slår ut hela funktionen. I figuren belyses detta med att det finns diversifierade sätt att få fram ett skriftligt meddelande med varierande grad av beroende av maskinvara, programvara och elförsörjning.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Institute

Statens kärnkraftinspektion:

Postadress
106 58 STOCKHOLM

Telefon
08-698 84 00

Telefax
08-661 90 86

Statens strålskyddsinstitut:

Postadress
171 16 STOCKHOLM

Telefon
08-729 71 00

Telefax
08-729 71 08