

# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1994-95

November 1995

ISSN 1104-1374  
ISSN 0282-4434  
ISRN SKI-R--95/63--SE

SKI Rapport 95:63

SSI-rapport 95-27

**Säkerhets- och strålskyddsläget  
vid de svenska kärnkraftverken  
1994-95**

November 1995



# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1994-95

## Innehållsförteckning

Missiv .....	1
<b>Utgångspunkter och värderingskriterier .....</b>	<b>2</b>
<b>Sammanfattning .....</b>	<b>4</b>
Drifterfarenheter och åldrandefrågor .....	4
Drifterfarenheter .....	4
Kontroller och reparationer av reaktortankar, rörsystem och inneslutningar .....	4
Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar .....	5
Konstruktionsgenomgångar .....	5
Probabilistiska säkerhetsanalyser .....	5
Osäkerheter om säkerhetsläget .....	6
Organisation och säkerhetskultur .....	6
Strålskydd .....	7
Yrkesexponering .....	7
Omgivning - allmänhet .....	7
Hantering av använt kärnbränsle och kärnavfall .....	8
Haveriberedskap .....	8
Sammanfattande bedömning .....	8
<b>1. Drifterfarenheter .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Teknik- och åldrandefrågor .....</b>	<b>11</b>
Renoveringen av Oskarshamn 1 - Projekt Fenix .....	11
Upptäckta brister .....	11
Mål för projekt Fenix .....	12
Vidtagna åtgärder .....	12
SKIs tekniska granskning .....	14
Ånggeneratorbytet i Ringhals 3 .....	15
Förnyelse och modernisering - allmänt .....	15
Material och hållfasthetsfrågor i övrigt .....	15
Härd- och bränslefrågor .....	16
Säkerhetssystemens tillförlitlighet .....	16
Genomförda och pågående förbättringar .....	16
Säkerhetsfrågor vid övriga reaktorer aktualiserade av granskningen av Oskarshamn 1 .....	17
Övriga aktuella säkerhetsfrågor och åtgärdsplaner .....	17
<b>3. Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar .....</b>	<b>19</b>
Probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA) .....	19
Metodiska förutsättningar .....	19
Uppskattade sannolikheter för härdhaverier .....	19
Uppskattade sannolikheter för utsläpp .....	20
Osäkerheter i sannolikhetsuppskattningarna .....	20
Återkommande säkerhetsgranskningar av reaktorerna (ASAR) .....	21
Särskilda säkerhetsgenomgångar .....	22

<b>4. Organisation och säkerhetskultur</b> . . . . .	<b>23</b>
Metodiska utgångspunkter . . . . .	23
Läget vid olika verk . . . . .	23
Barsebäck . . . . .	23
Forsmark . . . . .	23
Oskarshamn . . . . .	24
Ringhals . . . . .	25
Sammanfattande bedömning . . . . .	26
<b>5. Strålskyddsläget</b> . . . . .	<b>26</b>
Personalstrålskydd . . . . .	26
Strålskyddsverksamheten . . . . .	26
Stråldoser . . . . .	27
Händelser av intresse . . . . .	29
Utsläpp till omgivningen . . . . .	29
<b>6. Avfallshanteringen vid verken</b> . . . . .	<b>30</b>
<b>7. Beredskap</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>Bilagor</b> . . . . .	<b>33</b>

Till Regeringen

Miljödepartementet  
103 33 STOCKHOLM

## **Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1994-95**

*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. SKI har av miljödepartementet underhand beviljats visst anstånd med redovisningen.*

*Föreliggande redovisning omfattar driftåret 1994/95, d.v.s. tiden efter avslutade revisionsavställningar 1994 till och med revisionsavställningarna 1995. Denna rapport anknyter, liksom föregående års rapporter, till det sätt att redovisa säkerhetsläget som användes i den första rapporten i serien, Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken (SKI Teknisk rapport 90:1, SSI-rapport 90-1) som överlämnades till regeringen den 9 januari 1990. Föreliggande redovisning följer i stort denna rapports disposition. Med hänsyn till pågående energipolitiska diskussion har redovisningen i årets rapport gjorts något utförligare än under närmast föregående år.*

*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 1994-95 överlämnas härmed.*

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION

  
Lars Högborg

## Utgångspunkter och värderingskriterier

I sin första rapport (SKI Teknisk rapport 90:1) över säkerhetsläget vid de svenska kärnkraftreaktorerna redovisade SKI utförligt sina bedömningsgrunder. Därvid framhöll SKI 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, vidare i redovisning av programmet för återkommande säkerhetsgranskning och i riktlinjerna för utsläpps begränsande åtgärder.

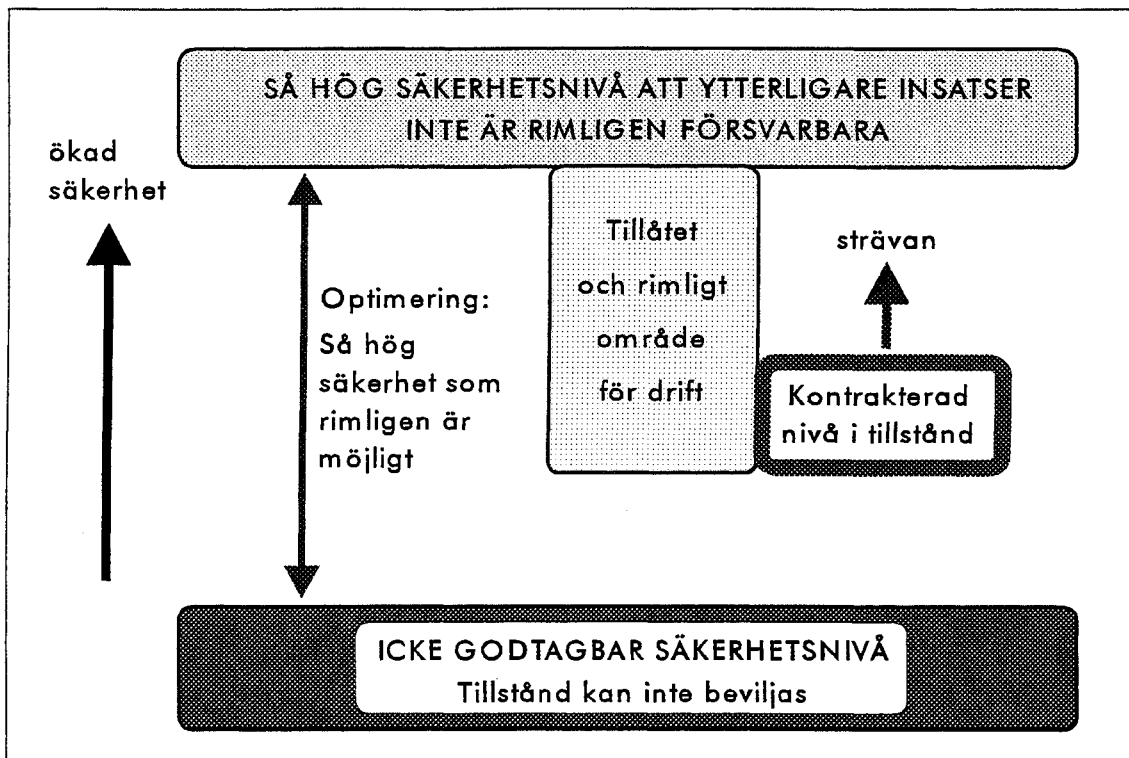
Det primära och grundläggande målet för säkerhetsarbetet är att förebygga och förhindra omfattande skador på reaktorhärden - ett härdhaveri eller en härds smälta. Det finns flera typer av indikatorer på en hög förebyggande säkerhet. En indikator är att det inträffar få eller inga stömingar och tillbud 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 innebär att utsläppen vid ett härdhaveri i en svensk reaktor skall kunna begränsas till mindre än en tiondel av den mängd cesium som föll ned på svensk jord efter haveriet i Tjernoby.

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 ursprungs kraven värderas sedan med bl.a. probabilistisk säkerhetsanalys. Avvikelser av väsentlig säkerhetsbetydelse leder till krav på



Figur 1

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 reaktorens så långt rimligen är möjligt.

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 hårdhaveri har dock analyserats med PSA-metodik. Skyddet mot utsläpp om ett hårdhaveri skulle inträffa analyserades och värderades för samtliga reaktorer i samband med införandet av utsläpps begränsande åtgärder, bl.a. de s.k. haverifiltren.

I SKIs tillsyn ingår också fortlöpande inspektioner, analyser och värderingar av icke-tekniska faktorer av betydelse 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.



# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1994-95

## Sammanfattning

### Drifterfarenheter och åldrandefrågor

#### Drifterfarenheter

Drifttillgängligheten har varit hög med undantag för Oskarshamn 1 som varit avställd för större reparations- och renoveringsarbeten. Antalet rapporterade händelser och avvikelser har legat på i huvudsak oförändrad nivå. Fem händelser av viss betydelse för säkerheten redovisas i följande avsnitt i denna rapport. Av dessa har fyra klassats som nivå 1 och en som nivå 2 på den sjugradiga INES-skalan (International Nuclear Event Scale). Händelsen på nivå 2 utgjordes av sedan lång tid felkalibrerade säkerhetsventiler på ånggeneratorerna i Ringhals 2-4. Felkalibreringen var inte så stor att den medfört risk för skador på härden eller andra delar av reaktorn, men de brister i kvalitetssäkring som låg bakom motiverade klassningen.

#### Kontroller och reparationer av reaktortankar, rörsystem och inneslutningar

Reaktortanken i Oskarshamn 1 har genomgått en omfattande provning med modern teknik och dess tillstånd har befunnits tillfredsställande för alla normala lastfall. Omfattande byten och reparationer har skett i reaktorns rörsystem. Kvarstående skador finns i icke tryckbärande delar inuti reaktortanken och i vissa pump- och ventilhus av gjutet rostfritt material. Vid tidpunkten för upprättandet av denna rapport återstår granskning av detaljerade brottmekaniska analyser för vissa belastningsfall med låg sannolikhet för att SKI skall kunna ta slutlig ställning till huruvida SKI skall kunna medge drift av Oskarshamn 1, i första hand för ett år i taget med återkommande kontroll.

Byte av ånggeneratorer har planenligt genomförts i Ringhals 3, vilket är till gagn för säkerheten.

För övriga anläggningar har återkommande provningar enligt gällande kontrollprogram lett till upptäckter av sprickor och skador i en omfattning som erfarenhetsmässigt är normal. Reparationer och brottmekaniska analyser har genomförts i enlighet med SKIs föreskrifter för att säkerställa att säkerheten inte äventyras.

Erfarenheterna från årets provningar tyder liksom tidigare års erfarenheter på att kontrollprogrammen i huvudsak fångar upp skadebildning på ett tidigt stadium. Därigenom kan marginalerna till läckage och brott av väsentlig säkerhetsbetydelse hållas på en tillfredsställande nivå trots att anläggningarna blir äldre. En fortsatt teknik- och metodutveckling i linje med vad som krävs i SKIs föreskrifter på området (SKIFS 1994:1) är dock en nödvändig förutsättning. Bl.a. måste de observerade skadorna i gjutet rostfritt material följas upp noggrant, eftersom skademekanismerna, bl.a. i vad mån de är driftbetingade, inte är helt klarlagda. Någon allmän och utbredd åldersbetingad degradering i reaktorerna har dock inte hittills kunnat konstateras som är av sådan art att den skulle ge anledning att idag ifrågasätta huruvida reaktorerna, om de underhålls väl, skulle kunna drivas under den tekniska livslängd de ursprungligen konstruerats för, d.v.s. ca 40 år, men SKI

vill i detta sammanhang påpeka att det finns kvarstående osäkerheter kring faktorer som kan visa sig livslängdsbegränsande. Vidare understryker årets erfarenheter i än högre grad tidigare bedömningar att omfattande insatser kan behövas för att reparera eller byta vissa komponenter i anläggningarna som visat sig ha begränsad livslängd, bl.a. till följd av mindre lämpliga konstruktionslösningar, tillverkningsmetoder och driftsätt.

## **Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar**

### **Konstruktionsgenomgångar**

Vid den grundliga genomgången av säkerhetssystemen i samband med renoveringen av Oskarshamn 1 uppmärksammades ett antal säkerhetsbrister. De gällde bl.a. skyddet av olika säkerhetssystem och deras elmatning vid brand, översvämning och utströmmande ånga i haverisituationer. Bristerna åtgärdas nu inför återupptagen drift.

En väsentlig lärdom av renoveringen av Oskarshamn 1 är sålunda att en genomgång av äldre konstruktionsförutsättningar och konstruktionslösningar med moderna analysmetoder, inklusive en fördjupad och mer detaljerad probabilistisk säkerhetsanalys (PSA) har visat sig kunna påvisa beroenden och svagheter som inte varit kända tidigare. Denna lärdom tas nu om hand i den pågående genomgången av konstruktionsförutsättningarna för de svenska reaktorerna. Dessa kommer att pågå åtminstone till 1998 med omfattande arbetsinsatser; för industrins del ca 500 personår.

Även om lärdomarna från renoveringen av Oskarshamn 1 i första hand torde vara tillämpliga på de först byggda reaktorerna är det viktigt att även de nyare reaktorerna går igenom på samma sätt. Allmänt förstärker hittillsvarande analysresultat tidigare bild att reaktorer av senare konstruktionsgenerationer har en säkerhetsmässigt mer avancerad konstruktion än de som hör till tidigare generationer, särskilt när det gäller skyddet mot händelser som brand, översvämning och jordbävning. Å andra sidan visar det sig inte sällan att säkerhetsfunktioner i reaktorer av tidiga generationer kan vara mindre känsliga för andra typer av fel med gemensam orsak, t ex att samma komponent- eller underhållsfel samtidigt skulle kunna slå ut flera säkerhetssystem. Det visar sig sålunda vid en närmare analys att de skillnader som finns mellan reaktorer av olika konstruktionsgenerationer i stor utsträckning kompenseras av hur säkerhetssystemen är utformade eller dimensionerade. Den sammanvägda säkerhetsnivån, sådan den bl.a. kan värderas med probabilistisk säkerhetsanalys (se vidare nedan) visar sig därför inte vara påtagligt olika mellan de svenska reaktorerna, särskilt inte om man ser till den osäkerhet som finns i analysmetoderna. Likväl finner SKI det angeläget att på ett antal punkter förbättra den funktionella och fysiska separationen mellan olika säkerhetssystem vid reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer för att få ett mer robust skydd mot samtidig utslagning vid brand eller vid utströmning av vatten och ånga i reaktorbyggnaden i händelse av rörbrott.

### **Probabilistiska säkerhetsanalyser**

De probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA) av de svenska reaktorerna som finns för närvarande varierar i omfattning och detaljeringsgrad, eftersom analyserna utvecklas fortlöpande. De ligger dock enligt SKIs uppfattning väl framme i ett internationellt perspektiv, bl.a. för att de grundas på systematisk felstatistik på komponentnivå som förts alltsedan verken startades. PSA-studierna är främst avsedda att identifiera säkerhetssvagheter och behov av förbättringar genom att de ger en form av godhetstal för tillförlitligheten hos olika säkerhetssystem, med reservationer för de metodiska begränsningar som finns (se sid 1). Med beaktande av dessa reservationer och begränsningar är de sannolikheter för olika typer av reaktorhaverier som räknas fram med PSA-

metodik en av de faktorer som bör vägas in i en samlad bedömning av säkerhetsnivå och riskbild. Däremot bör de inte ses som någon prognos på hur sällan eller ofta man kan förvänta sig ett haveri.

PSA-studierna av svenska reaktorer ger genomgående en uppskattning av sannolikheten för att ett hårdhaveri inträffar i storleksordningen 1 på 100 000 per reaktordriftår. Denna sannolikhet svarar mot en internationellt vedertagen målsättning för projektering av nya reaktorer. För äldre reaktorer i drift är motsvarande målsättning en sannolikhet om 1 på 10 000 per reaktordriftår. Sannolikheterna för utsläpp större än de mål regeringen angett (se sid 2) uppskattas för de svenska reaktorer som hittills analyserats med modern metodik ligga i området 1 på miljonen till 1 på 10 miljoner per reaktordriftår, d.v.s. väsentligt under sannolikheten för hårdhaveri. De utsläppsbegränsande systemen minskar väsentligt risken för större utsläpp vid reaktorhaverier, särskilt vid i tiden utdragna haveriförlopp. Samtidigt visar analyserna att haveriförlopp inte kan uteslutas, där de utsläppsbegränsande systemen inte får avsedd effekt, även om sådana förlopp har mycket låg sannolikhet.

### **Osäkerheter om säkerhetsläget**

En intressant fråga är vilka kvarstående osäkerheter som kan finnas om tillförlitligheten i säkerhetssystemens funktion, bl.a. sådan den uppskattas med PSA-metodik. Kända eller uppskattade osäkerheter i använda beräkningsmodeller och statistiska data ger en typ av vägledning därvidlag. Intressant är också att i efterhand analysera betydelsen i PSA-termer av tidigare okända säkerhetsbrister som enligt ovan kunnat identifieras med förbättrad analysmetodik eller genom inträffade händelser. Sådana analyser av faktiska erfarenheter, både av tidigare inte intäckta tekniska säkerhetsbrister och av sådant mänskligt felhandlande som knappast går att täcka in i analyserna, har visat att det har funnits ofullständigheter och osäkerheter i tidigare analyser som motsvarar upp mot tio till hundra gånger högre sannolikheter för hårdhaveri, räknat i förhållande till en referensnivå om 1 på 100 000 per reaktordriftår.

Å ena sidan går det mot bakgrund av ett sådant erfarenhetsmaterial inte att utesluta att det vid någon eller några reaktorer fortfarande finns säkerhetsbrister av liknande betydelse som ännu inte upptäckts. Å andra sidan visar samma erfarenheter att ett systematiskt säkerhetsarbete med fortlöpande omprövning av tidigare säkerhetsanalyser på grundval av drifterfarenheter, tillbud och metodutveckling har förmåga att identifiera och åtgärda tidigare okända säkerhetssvagheter innan de lett till allvarliga haverier. Detta är erfarenheter som kärnkraften delar med andra verksamheter med höga säkerhetskrav, t.ex. trafikflyg. Det är också viktigt att notera att den grundläggande säkerhetsstrategin för kärnkraftreaktorerna - ett djupförsvar i flera led mot allvarliga olyckor - är utformad utifrån förutsättningen att dolda fel och brister kan finnas, men att de inte skall leda längre än till tillbud utan allvarligare konsekvenser utanför anläggningen. Bedömningar av kärnkraftreaktorernas säkerhetsnivå och riskbild handlar därför 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.

### **Organisation och säkerhetskultur**

Av väsentlig betydelse för kvaliteten i verkens säkerhetsarbete och därmed för säkerheten är att det finns processer som bidrar till att skapa en lärande organisation med förmåga att identifiera och analysera de relevanta problemen, ta fram och genomföra lösningar och åtgärder och följa upp effekten. SKI värderar i sin inspektionsverksamhet systematiskt verkens organisation och säkerhetskultur från denna utgångspunkt.

Verkens engagemang i frågorna kring samspelet mellan människan, tekniken och organisationen (MTO) har utvecklats tillfredsställande under senare år. MTO-verksamheten är i regel väl etablerad i verkens organisation. I den mån drifterfarenheter har indikerat brister i säkerhetsarbetet har detta lett till kraftfulla och ändamålsenliga åtgärder från respektive kraftverksledning. Detta tyder på ett i grunden gott säkerhetsmedvetande. Både verken och SKI har dock identifierat behov av förbättrad framförhållning i det långsiktigt förebyggande säkerhetsarbetet. Under perioden har exempelvis OKG AB grundligt omprövat sitt interna säkerhetsarbete i ljuset av erfarenheterna från renoveringen av Oskarshamn 1.

SKIs erfarenheter från verkens hantering av ett antal större säkerhetsärenden som aktualiserats under de senare åren pekar dock på att verken inte sällan slår i ett kapacitetstak när det gäller tillgång till egen specialistkompetens inom olika områden. Det kan bl.a. leda till ett alltför stort konsultberoende. Sådana frågor bör ägnas särskild uppmärksamhet i ljuset av den arbetsvolym som de fördjupade säkerhetsgenomgångarna enligt ovan torde medföra, inte bara hos tillverkare och konsultföretag utan också vid verken.

## Strålskydd

### Yrkesexponering

Under 1992 och 1993 ökade de kollektiva stråldosema till personalen på ett oroväckande sätt vid landets nio kokvattenreaktorer. Inga individdosgränser överskreds dock. De främsta orsakerna till dosökningen bedöms vara stigande strålnivåer kring reaktorsystem, ökad frekvens provning och kontroller runt dessa samt stora ombyggnader och reparationer. Detta ledde till att SSI skärpte kraven på strålskyddsarbetet vid anläggningarna. 1994 minskade personaldosema till 17,3 manSv från 27,6 manSv för 1993. 1995 väntas ge något högre doser än 1994, bl.a. beroende på ånggeneratorbytet vid tryckvattenreaktorn Ringhals 3 vilket dock kommer att leda till lägre doser i framtiden. Till följd av SSIs kompletterande dosgränsföreskrifter har antalet personer med höga individdoser i landet minskat betydligt.

SSI har det allmänna intrycket att anläggningarna tar ökning av personaldosema på allvar och att intresset för att långsiktigt minska doserna är stort. Vissa av de tekniska åtgärder som vidtas kommer dock inte att ge påvisbara resultat i form av lägre doser förrän efter 5-10 år.

### Omgivning - allmänhet

De årliga stråldosema till allmänheten till följd av utsläpp till vattenmiljön ligger generellt sett under 0,001 mSv, d.v.s. under en hundradel av det gränsvärde för samtliga utsläpp som föreskrivits av SSI (0,1 mSv). Även luftutsläppen ligger under detta gränsvärde. Det gäller även luftutsläppen från Ringhals 1 som är starkt förhöjda sedan bränsleskadan 1993 och 1994 resulterade i en dos på 0,036 mSv. Luftutsläppen från Ringhals 1 under första halvåret 1995 var dock betydligt lägre än motsvarande period 1994.

Omgivningskontroll visar som väntat förhöjda halter radioaktiva ämnen i prover från vattenmiljön nära utsläppen. Halten radioaktiva ämnen i prover från landmiljön är mycket låg, även runt Ringhals 1.

Sammanfattningsvis ligger stråldosema till allmänheten i anläggningarnas närhet genomgående under gällande gränsvärden, och ingen har utsatts för doser överstigande 5% av den naturliga bakgrundsstrålningen. Till en viss del återspeglar detta gynnsamma utspädningsförhållanden, och SSI anser att det kan finnas skäl att ta upp en ytterligare diskussion om miljömål med bäring på utsläppens storlek.

## Hantering av använt kärnbränsle och kärnavfall

SKI och SSI bedömer att hanteringen av använt kärnbränsle och kärnavfall vid kärnkraftverken och vid CLAB samt SFR i huvudsak sköts på ett tillfredsställande sätt. Verken gör medvetna satsningar för att minska avfallsmängderna. Hösten 1994 stoppade SKI tillfälligt avfallstransporter från Barsebäck till SFR i avvaktan på att vissa brister i Barsebäcksverkets kvalitetsrutiner rättades till.

## Haveriberedskap

Kärnkraftverkens interna haveriberedskap bedöms av SSI och SKI i stora drag som god. Inspektioner har dock påvisat en del smärre brister som bör rättas till. Det är främst organisationsfrågor och brister i rutiner och dokumentation som föranlett påpekanden. Sammanfattningsvis fyller kraftindustrin i stort sett väl sin roll inom den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor.

## Sammanfattande bedömning

Erfarenheterna från perioden 1994-95 har ytterligare understrukt vikten av en fortsatt skärpt uppmärksamhet på åldersbetingade förändringar. Någon allmän och utbredd åldersbetingad degradering i reaktorerna har dock inte kunnat konstateras som är av sådan art att den skulle ge anledning att idag ifrågasätta huruvida reaktorerna skulle kunna drivas under den tekniska livslängd de ursprungligen konstruerats för, d.v.s. ca 40 år, men SKI vill i detta sammanhang påpeka att det finns kvarstående osäkerheter kring faktorer som kan visa sig livslängdsbegränsande. Omfattande insatser på underhåll och renovering kan också bli nödvändiga.

Kvaliteten i verkens säkerhets- och strålskyddsarbete visar också i stort en positiv utveckling. I den mån drifterfarenheter har indikerat brister i säkerhetsarbetet har detta lett till kraftfulla och ändamålsenliga åtgärder från respektive kraftverksledning. Detta visar på ett i grunden gott säkerhetsmedvetande. Tidigare års trend mot ökade kollektiva stråldoser till personalen har brutits. SSI har det allmänna intrycket att anläggningarna tar öknings av personaldoserna på allvar och att intresset för att långsiktigt minska doserna är stort. Vissa av de tekniska åtgärder som vidtas kommer dock inte att ge påvisbara resultat i form av lägre doser förrän efter 5-10 år. Stråldoserna till allmänheten har legat på en tillfredsställande låg nivå i förhållande till SSI:s gränsvärden.

Erfarenheterna från perioden har också bekräftat och förstärkt vikten av en fortsatt noggrann prövning av vissa äldre säkerhetsanalyser och konstruktionsförutsättningar. SKIs bedömning av säkerhetsnivå och riskbild har dock, efter under perioden genomförda säkerhetsförbättringar, inte påtagligt förändrats jämfört med tidigare år om man ser till vad som med fackspråk betecknas som "bästa uppskattning" av säkerhetsnivån. Däremot tyder årets erfarenheter från genomgångar av äldre säkerhetsanalyser på att det funnits och även fortsättningsvis kan finnas större osäkerheter i uppskattningarna av säkerhetssystemens tillförlitlighet än man tidigare bedömt. Å andra sidan visar samma erfarenheter att ett systematiskt säkerhetsarbete med fortlöpande omprövning av tidigare säkerhetsanalyser på grundval av drifterfarenheter, tillbud och metodutveckling har förmåga att identifiera och åtgärda tidigare okända säkerhetssvagheter innan de lett till allvarliga haverier. Det är också viktigt att notera att den grundläggande säkerhetsstrategin för kärnkraftreaktorerna - ett djupförsvär i flera led mot allvarliga olyckor - är utformad utifrån förutsättningen att dolda fel och brister kan finnas, men att de inte skall leda längre än till tillbud utan allvarligare konsekvenser utanför anläggningen. Bedömningar av kärnkraftreaktorernas säkerhetsnivå och riskbild handlar därför enligt SKIs mening inte bara om att tolka

innebörden av uppskattade sannolikheter för härdhaveri 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.

SKI bedömer säkerhetsnivån inte vara påtagligt olika mellan de svenska reaktorerna, om man också beaktar osäkerheterna i de kvantitativa analyserna. De säkerhetsfrågor av betydelse som enligt ovan aktualiserats genom drifterfarenheter och fördjupade säkerhetsanalyser rör sålunda i flera fall lika väl de nyare som de äldre reaktorerna. Ändå ger erfarenheterna från det s.k. silärendet och från renoveringen av Oskarshamn 1 enligt SKIs bedömning anledning att ifrågasätta om ambitionsnivån hittills har varit tillräcklig när det gäller att modernisera i första hand reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer. SKI kan vidare konstatera att trots de betydande säkerhetsförbättringar som genomförts för de svenska reaktorerna så finns ändå ett gap mellan den tekniska kravnivån från 70- och 80-talet, som formellt ligger till grund för de svenska drifttillstånden, och den kravnivå som nu växer fram för 2000-talets europeiska reaktorkonstruktioner. I framtidsperspektivet aktualiseras då frågan vilken teknisk kravnivå som skall gälla för svenska reaktorer på 2000-talet. SKI avser återkomma till dessa frågor under 1996.

---

# Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 1994-95

## 1. Drifterfarenheter

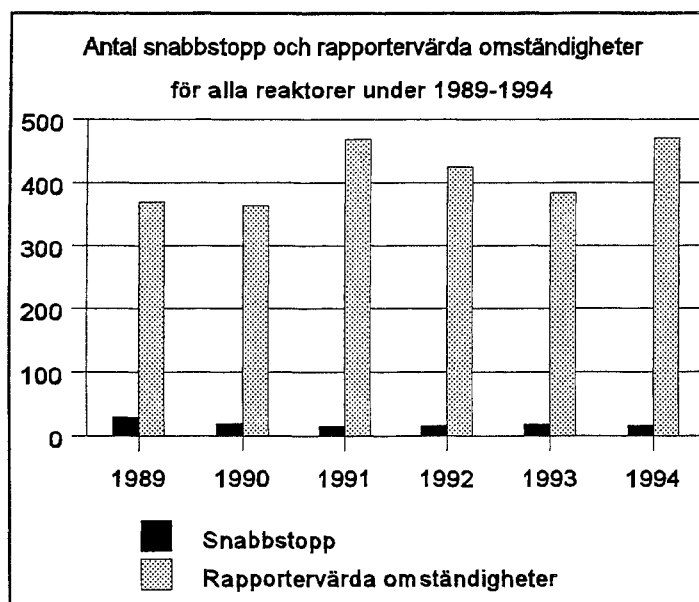
Drifttillgängligheten har varit hög med undantag för Oskarshamn 1 som varit avställd för större reparations- och renoveringsarbeten; se vidare bilaga 1. Antalet snabbstopp, rapporterade händelser och avvikelser har legat på i huvudsak oförändrad nivå. Utvecklingen under senare år framgår av vidstående diagram. Barsebäck 2 noterade dock en onormal ökning under 1994, vilket föranledde särskilda tillsynsinsatser från SKIs sida; se vidare avsnitt 4 nedan. Antalet snabbstopp under 1995 till och med oktober i jämförelse med hela året 1994 redovisas i bilaga 2.

I SKIs tertialrapporter nr 3, 1994, och nr 1 och 2, 1995 omnämns ett 80-tal händelser och avvikelser varav fyra klassats som nivå 1 och en som nivå 2 på den sjugradiga INES-skalan (International Nuclear Event Scale). Till dessa kommer två händelser som rapporterats i INES-systemet men klassats under skalan.

Ett urval händelser från perioden av särskilt intresse från säkerhets-synpunkt behandlas nedan.

Vid analys av ett snabbstopp i Ringhals 2, som inträffade i oktober 1994, framkom att säkerhetsventilerna till ånggeneratorerna hade varit felinställda sedan anläggningen togs i drift. Felet berodde på att ett inställningsdon var felkalibrerat och aldrig kontrollerats. De två övriga tryckvattenreaktorerna, Ringhals 3 och 4 kontrollerades då också. Felet fanns även där. Den mindre övertryckning av reaktorns sekundärsystem som inställningsfelet i säkerhetsventilerna medförde vid snabbstoppet visade sig dock inte ha lett till några överbelastningar eller skador. SKI krävde att Ringhals gjorde en djupgående undersökning av de faktorer i organisationen som bidragit till att felkalibreringen inte upptäckts; se vidare avsnitt 4 nedan. Ringhals har senare redovisat åtgärder för att undvika ett upprepande. Händelsen klassades som nivå 2 på INES-skalan.

I samband med renoveringsarbetet på Oskarshamn 1 upptäcktes sprickor i ventil- och pumphus, av rostfritt gjutgods, i reaktorns huvudcirkulationssystem. Undersökningar visade att sprickorna kommer från tillverkningen. Det kan dock inte uteslutas att de växt till under drift. Gjutgodset ges normalt en tjocklek som medger att defekter från tillverkningen av detta slag avlägsnas genom bearbetning och detta har även skett med tillstånd från SKI. Erfarenheten har föranlett SKI att begära redovisning av tillståndet hos motsvarande komponenter av rostfritt gjutgods på andra verk. Händelsen rapporterades i INES-systemet men klassades under skalan (noll).



Figur 2

I april 1995 tappade en av generatorerna i *Ringhals 2* sin vattenkyllning. Detta orsakade turbinsnabbstopp och avbrott på 400 kV-nätet som ledde till snabböverkoppling till 130 kV-nätet. Vid denna överkoppling utlöstes strömrusningsskydden vilket medförde spänningsbortfall. En av reaktorkylpumparna stoppade och eftersom reaktoreffekten var över 40% utlöstes reaktornsabbstopp. Händelsen fick särskild uppmärksamhet genom att strömrusningsskydden, som löses ut med krutladdningar, gav rökutveckling och därmed automatiskt också brandlarm. Händelsen rapporterades i INES-systemet men klassades under skalan (noll).

I juli 1995 upptäckte ronderande skiftspersonal vid *Barsebäck 1* en mindre vattensamling, 1,6 m<sup>3</sup>, i en kulvert utanför kontrollerat område. Vattnet antogs därför inte innehålla radioaktivitet och pumpades via dagvattennätet ut i havet. Vid undersökning framkom att vattnet av misstag hade dränerats från ett rörsystem med renat processvatten och därför innehöll en mindre mängd radioaktivitet. Utsläppet uppgick till mindre än 1% av normalt utsläpp per vecka vilket i sin tur är mindre än 0,1% av tillåtet värde. Genom att misstaget visade sig bero på bristfälliga rutiner klassificerades misstaget som nivå 1 i INES-systemet, trots att utsläppet i sig saknade betydelse från strålskydds- och säkerhetssynpunkt. Åtgärder har vidtagits för att förhindra upprepande.

Vid kontroll under revisionsavställningen i *Forsmark 2* konstaterades att ventilen efter sprängblecket i inneslutningens tryckavsäkring felaktigt var stängd. Även de två avstängningsventilerna efter sprängblecket i tryckavlastningsledningen till haverifiltret var felaktigt stängda. Det konstaterades att ventilema hade stängts vid provningen av inneslutningens täthet, och att de inte hade öppnats vid återställningen. Händelsen klassades som nivå 1 på INES-skalan.

## 2. Teknik- och åldrandefrågor

### Renoveringen av Oskarshamn 1 - Projekt Fenix

#### Upptäckta brister

I samband med den s.k. silhändelsen i Barsebäck 2 1992 uppdagades brister i de äldre reaktoreernas nödkylsystem. OKG 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 fann tidigt att reparationer och utbyten av skadade rör och andra delar krävde en längre tids avställning av reaktorn. OKG 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.

De uppdagade bristerna gällde bl.a. skyddet av säkerhetssystemen och deras elmatning vid brand, översvämning och utströmmande ånga i haverisituationer som kunde innebära risker för utslagning av säkerhetssystem då de behövs. Exempelvis visade sig systemen för avblåsning av utströmmande ånga vid rörbrott i reaktorbyggnaden vara otillräckligt dimensionerade för att i sådana situationer säkert kunna förhindra skador på byggnaden och säkerhetssystemen.



## Mål för projekt Fenix

Kontroll- och renoveringsprogrammet för Oskarshamn 1, projektet Fenix, har i ett första steg syftat till att återuppta driften med en verifierad säkerhetsnivå som minst motsvarar kraven enligt gällande säkerhetsredovisning. Projektet innehåller vidare ett moderniseringsprogram som skall genomföras i flera steg i anslutning till de årliga revisionsavställningarna av reaktor under perioden 1996-1999. OKG anger att syftet med moderniseringsprogrammet är att kunna tillgodose krav på säkerhet och ekonomi som behöver ställas på längre sikt.

## Vidtagna åtgärder

Reaktortanken i Oskarshamn 1 har genomgått en omfattande provning med modern teknik och dess tillstånd har befunnits tillfredsställande för alla normala lastfall. Figur 3 ger en översiktsbild av reaktortanken och dess interna delar. Bland interna delar i reaktortanken byttes det s.k. moderatortankstativet, liksom genomgående rörledningar och backventiler till härdnödkylningen.

Till de större interndelarna hör den s.k. moderatortanken, som omger härden. Moderatortanken har till uppgift att styra kylvattenflödet upp genom härden och sedan åter ner genom den s.k. fallspalten mellan moderatortank och reaktortankvägg ner till huvudcirkulationspumparna (jfr. figur 3). I övre delen av fallspalten tillsätts matarvatten som ersättning för det vatten som avgått i form av ånga till turbinen.

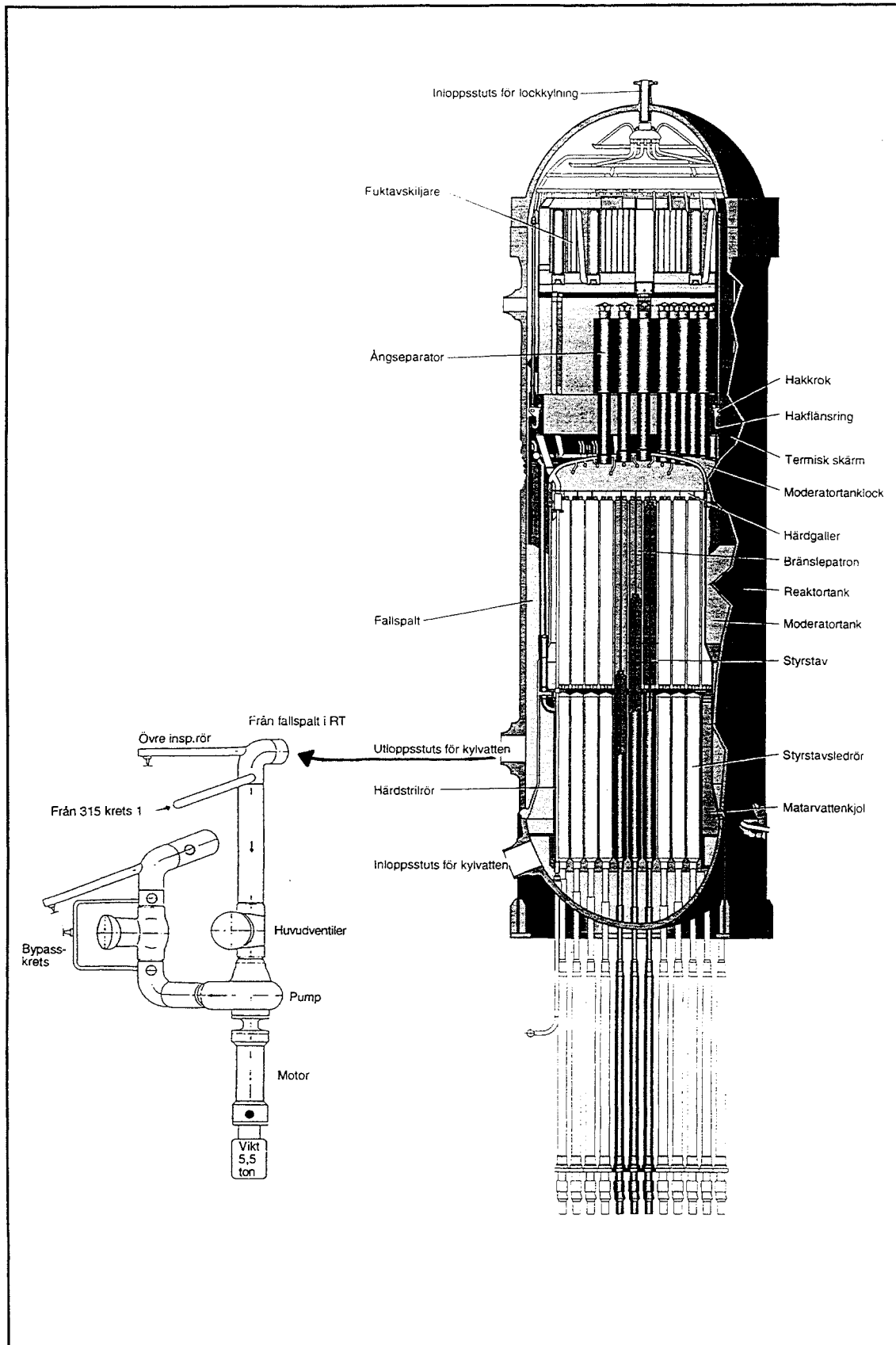
I moderatortankens vägg fanns ett antal sprickor - ett för övrigt internationellt väl känt fenomen. Sprickorna bearbetades för att förhindra tillväxt eller lämnades utan åtgärd sedan det med brottmekanisk analys kunnat fastställas att hållfastheten inte äventyras. Förnyad kontroll kommer att göras vid kommande revisionsavställningar.

Moderatortanklocket befanns vid kontroll ha två genomgående sprickor i den övre manteln. Denna bildar tillsammans med en undre mantel ett mellanrum som har till uppgift att leda vatten i härdnödkylningssystemet till munstycken på lockets undersida, över bränslehärden. Genom brottmekanisk analys har fastställts att de befintliga sprickorna, eller eventuellt oupptäckta sprickor, inte kan leda till läckage som äventyrar nödkylningssystemets funktion. Konstruktionen av nödkylsystemet vad gäller vattenspridningen till bränslehärden är emellertid föråldrad och speciell för Oskarshamn 1. Utbyte av moderatortanklocket bör enligt SKIs mening vara ett villkor för drift på längre sikt.

Upptäckta korrosionsskador i primärsystemets rörsystem föranledde att rören byttes ut och ersattes med rör av mer motståndskraftigt material. Onödiga röranslutningar i reaktortankbotten pluggades. I huvudcirkulationskretsarna har spänningsskorrosionskänsligt material i anslutande klenrör bytts ut mot mera resistent material. Omfattande, men inte genomgående, sprickor i pump- och ventilhus har slipats bort. Brottmekaniska analyser visar att kvarvarande godstjocklek ger godtagbara hållfasthetsmarginaler, men ev. ytterligare sprickbildning måste hållas under noggrann kontroll genom återkommande provning.

Förutom åtgärder för att säkerställa härdnödkylningen, det s.k. silärendet, omfattar de säkerhetsförbättrande åtgärderna i övrigt bl.a.

- utbyggnad av blåsvägar för säker avledning av ånga vid rörbrott;
- ombyggnader för förbättrad separation och förbättrat skydd av säkerhetssystemen mot brand och översvämning;



**Figur 3.** Reaktortanken i Oskarshamn 1 med interndelar och en av de fyra huvudcirkulationskretsarna.  
(Källa: OKG - KSU Kompendium O1-AT-014)

- införande av rörbrottsförankringar för att förhindra att säkerhetsrelaterad utrustning skadas genom att rörändar kan slå vid rörbrott;
- extra rörbrottsventil i resteffektkylsystemet för ökad inneslutningssäkerhet;
- omfattande utbyten av kablage och komponenter i inneslutningen, bl.a. för att klara påfrestningar bättre i händelse av rörbrott;
- ökad kapacitet hos borsystemet som är reserv för reaktorns ordinarie avstängningssystem;
- förbättrad tryckavsäkring av reaktortanken;
- åtgärder för förbättrad tillförlitlighet och reservkapacitet i elmatning och processkontroll, bl.a. oberoende automatisk utlösning av snabbstopp från reservkontrollbyggnaden;
- ombyggnad av systemet för vattennivåmätning i reaktortanken.

Efter dessa åtgärder har OKG AB bedömt att anläggningen uppfyller kraven enligt gällande säkerhetsredovisning och ansökt om att få ta Oskarshamn 1 i drift. Av ansökan framgår de ytterligare förbättringar av anläggningen och dess säkerhet som planeras i det kommande moderniseringsprogrammet. Där ingår utbyte av vissa ovan nämnda komponenter i reaktortanken med återstående defekter, utbyten av skalventiler, ytterligare rörbrottsförankringar och en större ombyggnad av systemen för kylning och elmatning med förstärkt redundans och separation.

### SKIs tekniska granskning

SKIs tekniska granskning av OKGs ansökan om att ta Oskarshamn 1 i drift har följt internationellt etablerad praxis vad gäller äldre reaktorer, som byggts i en tid då konstruktionsnormer och krav delvis var andra än de som gäller idag. Denna praxis har närmare beskrivits i det inledande avsnittet i denna rapport under rubriken Utgångspunkter och värderingskriterier. Under granskningens gång har SKI begärt kompletterande redovisningar på ett antal punkter.

Vid granskningen har SKI noterat att Oskarshamn 1 hade väsentliga säkerhetsmässiga förtjänster redan i utgångsläget. Moderna krav uppfylldes i väsentliga delar vad gäller reaktivitetskontrollen och reaktorns inneslutning. Tidigare förbättringar (1980) omfattade reservkontrollbyggnad, separerad hjälpkraftmatning från dieslar/gasturbin, hjälpmatarvattenförsörjning, intrångsskydd och - från 1989 - även system som begränsar utsläppen i händelse av hårdhaverier, bl.a. haverifilter. Moderna inslag var från början en unik hjälpkondensator för resteffektkylning och ett diversifierat system för vattennivåmätning, som nu ytterligare förbättrats.

SKI har efter granskning dragit slutsatsen att Oskarshamn 1 med de genomförda åtgärderna och kompletterande kontrollprogram bör kunna nå en godtagbar säkerhetsnivå i förhållande till de krav och villkor som uppställts i tidigare tillstånd liksom i förhållande till internationell praxis för befintliga reaktorer av denna konstruktionsgeneration. Vid tidpunkten för upprättandet av denna rapport återstår granskning av detaljerade brottmekaniska analyser för vissa belastningsfall med låg sannolikhet för att SKI skall kunna ta slutlig ställning till huruvida SKI skall kunna medge drift av Oskarshamn 1, i första hand för ett år i taget med återkommande kontroll.

SKI konstaterar samtidigt att det återstår vissa avvikelser i förhållande till de konstruktionsprinciper och krav som gällt för utformningen av säkerhetssystemen i reaktorer av senare konstruktionsgeneration. OKG har redovisat ett flerårigt moderniseringsprogram för Oskarshamn 1 som syftar till att åtgärda sådana avvikelser. Ett genomförande av moderniseringsprogrammet torde enligt SKIs mening vara en viktig förutsättning för drift på längre sikt av Oskarshamn 1.

## Ånggeneratorbytet i Ringhals 3

1989 byttes ånggeneratorerna i Ringhals 2. Vattenfall beslöt 1992 att byta ånggeneratorerna även i Ringhals 3. Tuberna i Ringhals 3 ånggeneratorer hade sedan drifttagningen kontinuerligt degraderats, först genom nötning till följd av vibrationer och därefter genom sprickning på grund av spänningskorrosion. Liknande skador finns i Ringhals 4, men i mindre omfattning. De nya ånggeneratorerna för Ringhals 3 har dimensionerats för att kunna medge en höjning av reaktoreffekten med 12%.

Efter tillstånd från SKI genomfördes bytet av ånggeneratorer i Ringhals 3 planenligt med början den 25 juni 1995. Installationen av de nya ånggeneratorerna var färdig den 20 juli och driften återupptogs den 24 augusti. Erfarenheterna av denna omfattande renovering av anläggningen var mycket goda, och den bedöms bli till gagn för både säkerhet och strålskydd.

I anslutning till ånggeneratorbytet genomfördes vid Ringhals 3 även ett större utbyte av reaktorns skydds- och reglersystem till modern, programmerbar elektronik.

## Förnyelse och modernisering - allmänt

Anläggningsägarna har informerat SKI om de program som pågår eller planeras för renovering och modernisering vid samtliga kärnkraftblock. 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.

## Material och hållfasthetsfrågor i övrigt

Under årets avställningar har SKIs nya föreskrift för Mekaniska komponenter (SKIFS 1994:1) börjat tillämpas. Av verken föreslagna och av SKI godtagna övergångsplaner från tidigare system gäller under en treårsperiod. De nya reglerna innebär striktare krav i flera avseenden.

Anläggningarna har i huvudsak genomgått återkommande provningar enligt tidigare kontrollprogram med viss anpassning till de nya föreskrifterna. I de fall skador upptäckts kräver föreskrifterna noggrann kartläggning och diagnostisering av funna skador före varje åtgärd. Mindre skador får lämnas utan åtgärd om en brottmekanisk analys visar att det finns godtagbara hållfasthetsmarginaler. Vissa av verken har haft svårigheter att leva upp till dessa striktare krav, vilket medfört förseningar.

Rapporteringen under perioden har främst rört skador i kokvattenreaktorerna. Spänningskorrosion och termisk utmatning fortsätter att vara framträdande skadeorsaker. Sett över längre tid finns dock ingen framträdande skillnad mellan skadeförekomsten i kokvattenreaktorer och i tryckvattenreaktorerna. Skador rapporteras både från nyare och äldre reaktorer.

Uppföljande kontroll har gjorts av de i Ringhals 2 tidigare observerade, spruckna drivdonsgenomboringarna i reaktorlocket. Ingen mätbar tillväxt av kvarlämnade mindre sprickor har observerats.

SKIs bedömning är fortfarande att kontrollprogrammen i huvudsak fångar upp skador på tidigt stadium. De skärpta föreskrifterna på området bidrar till att ytterligare förbättra säkerheten. Med de skärpta kontrollkraven bör marginalerna till läckage och brott av väsentlig säkerhetsbetydelse kunna hållas på en tillfredsställande nivå trots att anläggningarna blir äldre. Någon allmän och utbredd åldersbetingad degradering i reaktorerna har inte kunnat konstateras som är av sådan art att den skulle ge anledning att idag ifrågasätta huruvida reaktorerna skulle kunna drivas under den

tekniska livslängd de ursprungligen konstruerats för, d.v.s. ca 40 år, men SKI vill i detta sammanhang påpeka att det finns kvarstående osäkerheter kring faktorer som kan visa sig livslängdsbegränsande.

## **Härd- och bränslefrågor**

Under perioden konstaterades sex nya bränsleskador i fyra av de elva reaktorer som varit i drift. Detta innebär ingen påtaglig förändring av skadeomfattningen i jämförelse med tidigare år. Skadeomfattningen är inte så hög att gränsvärdena för utsläpp av radioaktivitet till omgivningen överskrids. Den måste dock ändå minskas för att hålla stråldoserna till underhålls- och provningspersonal så låga som möjligt. SKI och SSI följer uppmärksam den fortsatta utvecklingen mot att nå uppsatta mål.

I förra årets rapport redovisades problem med krökning av högt utbrända bränslepatroner i Ringhals 4. Styrstavar hade kärvat vid ett snabbstopp och inte fallit in i härden med normal hastighet. Det visade sig att krökningen hos bränslet ökade friktionen mellan styrstavarna och de ledrör stavarna löper i genom bränslepatronerna. Problemet, som även berörde Ringhals 3, åtgärdades i ett första steg genom att i styrstavspositioner inte tillåta bränsle med högre utbränning än motsvarande ett driftår. Dessutom skulle verket under driftsäsongen återkommande kontrollera styrstavarnas funktion genom fallprov. Det kunde senare fastställas att grundorsaken var för hög inspänning av bränslepatronerna och problemet åtgärdades genom att spännkraften i patronernas nedhållarfjädrar minskades. Ringhals 2 berördes inte av problemen, eftersom man där använder en annan typ av bränsle.

## **Säkerhetssystemens tillförlitlighet**

Arbetet med att kritiskt granska och vid behov förbättra säkerhetssystemens tillförlitlighet fortgår både vid kärnkraftföretagen och SKI. Drifterfarenheter tas tillvara och inträffade händelser som kan ge vägledning om svagheter i säkerheten analyseras. Säkerhetsfrågor, som aktualiserats i internationellt erfarenhetsutbyte och forskning, analyseras. De kvantitativa, probabilistiska säkerhetsanalyserna (PSA) kompletteras och fördjupas återkommande med hjälp av alltmer förbättrade metoder.

De sedan 80-talet periodiskt återkommande säkerhetsgranskningarna av varje reaktor (ASAR) och de för närvarande pågående konstruktionsgenomgångarna som beskrivs nedan spelar en väsentlig roll i arbetet med att förbättra säkerheten.

## **Genomförda och pågående förbättringar**

Utöver ovannämnda större renoveringsarbeten på Oskarshamn 1 och Ringhals 3 kan nämnas installation av nya kraftigt förstörade intagsilar för nödkylningvatten i Ringhals 2, modifieringar och utbyten av skalventiler vid flera reaktorer för att förbättra inneslutningssäkerheten i händelse av haverier och modifierad utrustning för vattennivåmätning med högre tillförlitlighet i Forsmark 1-3. I Barsebäckverkets reaktorer har vidare ett helt nytt branddetekterings- och brandbekämpningssystem installerats.

## Säkerhetsfrågor vid övriga reaktorer aktualiserade av granskningen av Oskarshamn 1

En väsentlig lärdom av renoveringen av Oskarshamn 1 är att en genomgång av äldre konstruktionsförutsättningar och konstruktionslösningar med moderna analysmetoder, inklusive en fördjupad och mer detaljerad probabilistisk säkerhetsanalys (PSA) har visat sig kunna påvisa beroenden och svagheter som inte varit kända tidigare. Även om lärdomarna från renoveringen av Oskarshamn 1 i första hand torde vara tillämpliga på de först byggda reaktorerna är det viktigt att även de nyare reaktorerna går igenom på samma sätt.

Allmänt förstärker hittillsvarande analysresultat tidigare bild att reaktorer av senare konstruktionsgenerationer har en säkerhetsmässigt mer avancerad konstruktion än de av tidigare konstruktionsgenerationer, särskilt när det gäller skyddet mot händelser som brand, översvämning och jordbävning. Å andra sidan visar det sig inte sällan att säkerhetsfunktioner i reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer kan vara mindre känsliga för andra typer av fel med gemensam orsak, t ex att samma komponent- eller underhållsfel samtidigt skulle kunna slå ut flera säkerhetssystem. Det visar sig sålunda vid en närmare analys att de skillnader som finns mellan reaktorer av olika konstruktionsgeneration i stor utsträckning kompenseras av hur säkerhetssystemen är utformade eller dimensionerade. Genom åren har också ett antal säkerhetsförbättringar genomförts vid de äldre reaktorerna, bl.a. som följd av programmet för återkommande säkerhetsgranskning. Den sammanvägda säkerhetsnivån, sådan den bl.a. kan värderas med probabilistisk säkerhetsanalys (se vidare nedan) visar sig därför inte vara påtagligt olika mellan de svenska reaktorerna, särskilt inte om man ser till den osäkerhet som finns i analysmetoderna.

Likväl finner SKI det angeläget att mot bakgrund av erfarenheterna från renoveringen av Oskarshamn 1 gå igenom och vid behov förbättra säkerhetssystemen vid i första hand reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer för att nå en bättre överensstämmelse med moderna säkerhetsprinciper och konstruktionskrav. SKI har därför vid möten med kraftföretagen uppmärksammat dem på dessa frågor och SKI avser också att i särskild ordning begära redovisning från kraftföretagen beträffande:

- avlastningsvägar för utströmmande ånga vid rörbrott utanför inneslutningen,
- verifiering att samtliga komponenter i säkerhetssystemen är kvalificerade för miljöförhållanden som kan uppstå vid rörbrott,
- kabelseparering i inneslutningen,
- tillförlitlighet och robusthet i elförsörjning,
- verifiering av skydd mot brand och översvämning,
- kylkedjornas separation och beroenden,
- rörbrottsförankringar för att undvika sekundärskador vid rörbrott,
- funktionstester och inspektion.

Syftet är att säkerställa att det finns ett robust skydd mot samtidig utslagning av hela säkerhetsfunktioner vid brand eller vid utströmning av vatten och ånga i reaktorbyggnaden i händelse av rörbrott samt vid vissa typer av förhållande vis sällsynta störningar i den interna elförsörjningen.

## Övriga aktuella säkerhetsfrågor och åtgärdsplaner

Arbetet med ett antal säkerhetsfrågor som redovisats i tidigare rapporter fortgår. Dessa säkerhetsfrågor berör reaktorer av såväl äldre som nyare konstruktionsgenerationer.

Tillförlitligheten hos tryckavsäkringen för reaktorernas primärsystem behöver uppmärksammas ytterligare även om avblåsningskapacitet redan nu tillgodoses med betydande övertalighet av säkerhetsventiler i förhållande till det beräknade behovet. Flera säkerhetsventiler skulle t.ex. kunna fela samtidigt till följd av gemensamma tillverknings- eller underhållsfel. Det är därför

aktuellt att diversifiera tryckavsäkringen genom att installera ett kompletterade system med ventiler av annan konstruktion och med annat funktionssätt för att ytterligare öka tillförlitligheten i tryckavsäkringen. Under rapporteringsperioden gjordes förberedelser för att installera alternativ tryckavsäkring vid reaktorerna i Forsmark under revisionerna åren 1996 och 1997.

Likaledes är det önskvärt att ytterligare öka tillförlitligheten i vattennivåmätningen i reaktorerna. Vid kokvattenreaktorerna har det dels gällt att förbättra tillförlitligheten hos befintlig mätutrustning och dels att komplettera med ytterligare utrustning som bygger på någon alternativ mätprincip (diversifiering). Tillförlitligheten hos olika tekniska lösningar undersöks f.n. I tryckvattenreaktorerna är det önskvärt att kunna mäta nivån inte bara i den s.k. tryckhållartanken utan också i själva reaktortanken i vissa störningssituationer då det kan ifrågasättas om tanken är helt vattenfylld. Även här undersöks tillförlitligheten hos olika tekniska lösningar. Ringhals har t.v. infört en metod, som bygger på mätning av ånghalten i vattenflödet genom reaktorkylpumparna, som till en del fyller behovet.

För inneslutningens säkra funktion har tillförlitligheten hos de s.k. skalventilerna väsentlig betydelse genom att de isolerar reaktorinneslutningen från omgivningen i händelse av haverier. Det har varit svårt att försäkra sig om ventilernas funktionssäkerhet under verkliga haveriförhållanden, bl.a. på grund av ventilernas och haveriflödenas storlek. Ventilerna, som manövreras pneumatiskt eller med motordon, har vid funktionsprov, som gjorts i internationellt samarbete på senare tid, visat sig kunna kärva. Nytt dimensioneringsunderlag kommer nu efter hand fram. Utbyten och modifieringar har under året gjorts vid flera reaktorer och kan förutses komma att fullföljas under de närmaste åren.

För tryckvattenreaktorerna i Ringhals (Ringhals 2-4) har frågan återkommit om behov av ytterligare automatik eller andra åtgärder för att avlasta operatörerna i vissa snabba störnings- och haveriförlopp. Om exempelvis ett större rörbrott inträffar behöver operatörerna efter relativt kort tid göra vissa omkopplingar av kylvattenvägarna för att upprätthålla nödkylning av reaktorhärden. För närvarande tränas förloppet återkommande i simulator.

Säkerhetsanalyser har visat att bidraget till den totala risken från revisionsavställningar inte är oväsentligt. Säkerhetstekniska bestämmelser finns även för avställningar, t.ex. vad gäller driftklarhet hos olika säkerhetssystem. Samma krav kan dock inte gälla som under effektdrift eftersom system i olika omgångar behöver tas ur drift för underhållsarbetena. Kontrollrumsfaciliteter och larmpresentation är för närvarande mera anpassade till effektdrift och ändringar av driftlägen än till krav som ställs under revisionsavställningarna. Detta ställer förhållandevis stora krav på skiftingenjörernas förmåga att överblicka och kontrollera det aktuella säkerhetsläget med ett stort antal arbeten pågående ute i anläggningen. Åtgärder för att förbättra säkerheten innefattar tillslutning av inneslutningen under kritiska sekvenser och på senare tid, försöksvis tillämpat vid Barsebäcksverket, även att man avlägsnar bränslet ur reaktortanken i samband med revisionsavställning.

Kraftföretagen och SKI har i samverkan utarbetat riktlinjer för seismisk säkerhet (jordbävnings-säkerhet) hos anläggningarna. De är anpassade till svenska förhållanden vad gäller utbredningen av markskakningar från jordbävningar. Medan de två nyaste reaktorerna, Forsmark 3 och Oskarshamn 3, från början är byggda enligt viss seismisk standard ställdes tidigare inga sådana krav på reaktorerna eftersom riskbidraget från den låga seismiska aktiviteten i svensk berggrund har bedömts vara litet. Anläggningarna är också kraftigt dimensionerade för att tåla de mycket avsevärda vibrationer och belastningar som kan uppstå vid stora rörbrott och hårdhaverier.

Avsikten är emellertid nu att ställa krav även på seismisk säkerhet hos ny utrustning som installeras i kärnkraftverken. Sådana krav har också i vissa fall redan ställts på utrustning som installerats under senare år, bl.a. de utsläpps begränsande systemen (bl.a. haverifiltren) vid reaktorerna. Kraven hänför sig till seismiska laster av en storlek som enligt tillgänglig

jordbävningstatistik kan förekomma vid en anläggningsplats med en sannolikhet om 1 på 100 000 per reaktordriftår. Anläggningen skall enligt kraven då kunna ställas av på säkert sätt. Reaktorinneslutningarna, liksom de utsläpps begränsande systemen, beräknas kunna motstå även större seismiska laster som skulle kunna förekomma i ännu mer osannolika fall. Det rör sig då om jordbävningar av en styrka som skulle ge mycket betydande ödeläggelse av drabbad normal bebyggelse. Det återstår att komplettera beräkningarna av den påverkan som markskakningarna får på anläggningarna för att krav på seismisk standard skall kunna ställas regelmässigt. Förutsättningar för detta skall enligt planerna finnas från 1998.

### **3. Säkerhetsanalyser och konstruktionsgenomgångar**

#### **Probabilistiska säkerhetsanalyser (PSA)**

##### **Metodiska förutsättningar**

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 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.

PSA-studierna är främst avsedda att identifiera säkerhetssvagheter och behov av förbättringar genom att de ger en form av godhetstal för tillförlitligheten hos olika säkerhetssystem, med reservationer för de metodiska begränsningar som finns. Exempelvis 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. Med beaktande av dessa reservationer och begränsningar är de sannolikheter för olika typer av reaktorhaverier som räknas fram med PSA-metodik en av de faktorer som bör vägas in i en samlad bedömning av säkerhetsnivå och riskbild. Däremot bör de inte ses som någon prognos på hur sällan eller ofta man kan förvänta sig ett haveri.

##### **Uppskattade sannolikheter för hårdhaverier**

Sedan länge finns för samtliga svenska reaktorer uppskattningar av sannolikheten för hårdhaveri genom 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 reaktor 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 hårdhaveri inträffar i storleksordningen 1 på 100 000 per reaktordriftår. Denna siffra svarar mot en internationellt vedertagen målsättning för säkerhetsarbetet vid projektering av nya reaktorer. För äldre reaktorer i drift är motsvarande internationella målsättning en haverisannolikhet om 1 på 10 000 per reaktordriftår.

### Uppskattade sannolikheter för utsläpp

Redovisningen från kraftföretagen, som låg till grund för SKIs godkännande av de utsläppsbe-gränsande åtgärder som vidtagits vid de svenska kärnkraftverken (1985 för Barsebäck och 1988 för övriga svenska reaktorer), omfattade även översiktliga analyser av sannolikheterna för utsläpp vid hårdhaverier. 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 reaktorer 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, däribland Forsmark 3, som är representativ för den senaste generationen av kokvattenreaktorer, och där analysen befinner sig i långt framskridet skede.

Studien av Ringhals 2 har granskats av SKI och bedömts vara av god kvalitet i ett internationellt perspektiv. SKIs granskning av PSA-studien av reaktorer i Barsebäck pågår.

Regeringen har fastställt som mål att utsläppen vid flertalet typer av svåra haveriförlopp ska 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 hårdhaveriförlopp 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 genom flera samtidiga ventilfel.

### Osäkerheter i sannolikhetsuppskattningarna

En intressant fråga är vilka kvarstående osäkerheter som kan finnas om tillförlitligheten i säkerhetssystemens funktion, bl.a. sådan den uppskattas med PSA-metodik. Kända eller uppskattade osäkerheter i använda beräkningsmodeller och statistiska data ger en typ av vägledning därvidlag. Här minskar osäkerheterna efterhand som analyserna kan grundas på förbättrade modeller och allt längre serier av empiriska data om inträffade störningar och fel. Intressant är emellertid också att i efterhand analysera betydelsen i PSA-termer av tidigare inte kända säkerhetsbrister som enligt ovan kunnat identifieras med förbättrad analysmetodik eller genom inträffade händelser. Ett exempel är igensättningen av silarna till nödkylningssystemen i äldre kokvattenreaktorer, det problem som ledde till att fem svenska reaktorer stoppades för ombyggnader hösten 1992. Andra exempel finns från renoveringen av Oskarshamn 1 och från andra svenska och utländska säkerhetsanalyser. En genomgång i OECD-NEA-regi av ett antal

fall av felhandlande i kontrollrum ger ytterligare en indikation på osäkerheter i analysresultaten. Det rörde sig här om allvarliga fel i beslutsprocesserna som gjorde att väsentliga säkerhetsfunktioner sattes eller förblev ur spel.

Sådana analyser av faktiska erfarenheter, både av tidigare inte intäckta tekniska säkerhetsbrister och av sådant mänskligt felhandlande som knappast går att täcka in i analyserna, har visat att det har funnits ofullständigheter och osäkerheter i tidigare analyser som motsvarar upp mot tio till hundra gånger högre sannolikheter för härdhaveri, räknat i förhållande till en referensnivå om 1 på 100 000 per reaktordriftår.

Å ena sidan går det mot bakgrund av ett sådant erfarenhetsmaterial inte att utesluta att det vid någon eller några reaktorer fortfarande finns säkerhetsbrister av liknande betydelse som ännu inte upptäckts. Å andra sidan visar samma erfarenheter att ett systematiskt säkerhetsarbete med fortlöpande omprövning av tidigare säkerhetsanalyser på grundval av drifterfarenheter, tillbud och metodutveckling har förmåga att identifiera och åtgärda tidigare okända säkerhetssvagheter innan de lett till allvarliga haverier. Detta är erfarenheter som kärnkraften delar med andra verksamheter med höga säkerhetskrav, t.ex. trafikflyg. Det är också viktigt att notera att den grundläggande säkerhetsstrategin för kärnkraftreaktorerna - ett djupförsvar i flera led mot allvarliga olyckor - är utformad utifrån förutsättningen att dolda fel och brister kan finnas, men att de inte skall leda längre än till tillbud utan allvarligare konsekvenser utanför anläggningen.

Bedömningar av kärnkraftreaktorernas säkerhetsnivå och riskbild handlar därför enligt SKIs mening inte bara om att tolka innebörden av uppskattade sannolikheter för härdhaveri 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.

## **Återkommande säkerhetsgranskningar av reaktorerna (ASAR)**

Reaktorägarna och SKI är genom riksdagsbeslut ålagda att med 8-10 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-rapporter för Ringhals 3 och 4 samt Ringhals 2. Granskningen av ASAR-rapporten för Oskarshamn 1 är slutförd och kommer att redovisas i anslutning till SKIs beslut i drifttillståndsärendet.

I sina yttranden framhåller SKI sammanfattningsvis att man inte funnit anledning att ifrågasätta att dessa reaktorer kan drivas med fullt godtagbar säkerhet, med beaktande av de säkerhetsförbättringar som vidtagits under den period som gått sedan föregående granskning. SKI förutsätter då också att reaktorägarna fortsätter säkerhetsarbetet enligt redovisade planer och med uppmärksamhet på de säkerhetsfrågor som SKI särskilt framhållit i sina yttranden. I fallet Oskarshamn 1 görs förbehåll för resultatet av säkerhetsgranskningen inför återstart efter genomförd renovering (se avsnitt 2 ovan).

Den återkommande säkerhetsgranskningen av Ringhals 2 kompletterades med en särskild genomgång av vissa säkerhetsfrågor vid Ringhals 2 i samband med att SKI till regeringen tillstyrkte Vattenfalls ansökan om tillstånd för fortsatt drift av Ringhals 2 efter den 31 dec 1995. I yttrandet konstaterade SKI sammanfattningsvis att det inte återstod någon fråga i samband med ånggeneratorbytet eller effekthöjningen 1989 som ger anledning att ifrågasätta säkerheten. De åtgärdsprogram som Ringhals tagit fram för att komma tillrätta med en antal problem som uppmärksammats under senare år har varit väl planlagda och genomförts med framgång. Det blev därför SKIs bedömning i yttrandet till regeringen att Ringhals 2 fortsättningsvis kan drivas med godtagbar säkerhet i förhållande till de säkerhetskrav som ställts i regeringens ursprungliga

tillstånd och i senare, av regeringen och SKI uppställda villkor och föreskrifter. En förutsättning är enligt SKI att det förebyggande säkerhetsarbetet vid blocket även fortsättningsvis bedrivs med hög ambition och god kvalitetssäkring.

De återkommande säkerhetsgranskningarna ger, genom det övergripande perspektiv de tar, viktigt underlag både för SKIs bedömningar av säkerheten vid anläggningarna och för inriktningen av SKIs säkerhetstillsyn. ASAR-granskningarna har - från att under 80-talet särskilt ha varit inriktade på säkerhetsanalys och PSA - på senare tid gått in mera på organisatoriska förhållanden och organisatoriskt lärande samt analys av erfarenheterna av drift och tekniskt och organisatoriskt förändringsarbete. SKI anser att den förändrade inriktningen har gett förbättrat utbyte.

Den s.k silhändelsen i Barsebäck och erfarenheterna från renoveringen av Oskarshamn 1 visar dock på att ASAR-granskningarna också borde ha gått närmare in på konstruktionsförutsättningarna för reaktorens säkerhetssystem och de säkerhetsanalyser som ligger till grund för säkerhetsredovisningen. Detta har nu i stället blivit en uppgift för de särskilda säkerhetsgenomgångar som redovisas i följande avsnitt. SKI framhåller också i sin rapport över granskningen av ASAR för Oskarshamn 1, med anledning av erfarenheterna från renoveringsprojektet, att det kan ifrågasättas om ambitionsnivån har varit tillräcklig när det gäller att modernisera reaktorer av tidiga konstruktionsgenerationer.

## Särskilda säkerhetsgenomgångar

Kraftföretagens arbete med genomgångar av de ursprungliga konstruktionsförutsättningarna och säkerhetsredovisningarna för reaktorer 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

- återskapa säkerhetsredovisningen i dess helhet för reaktorer 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. Det planerade färdigställandet har därför fått skjutas framåt i tiden. Enligt aktuella planer kommer alla reaktorer att vara fullständigt genomgångna före slutet av 1998, utom de senast byggda tryckvattenreaktorer, Ringhals 3 och 4, som planeras vara genomgångna först år 2000.

SKI följer verksamheten ingående med utgångspunkt från egna studier i olika säkerhetsfrågor. SKI bedömer att arbetet vid de olika verken i huvudsak är väl målinriktat, styrt och inriktat på att vara grundligt. SKI anser att genomgångarna skall vara förutsättningslösa beträffande vad slags säkerhetsbrister som kan förekomma, och var de kan förekomma, men att de samtidigt bör genomföras på ett sådant sätt att säkerhetsbrister av större betydelse klarläggs i så tidigt skede som möjligt. SKI driver samtidigt på för att genomgångarna skall färdigställas snarast möjligt.

Som ovan redovisats (sid 17) anser SKI att erfarenheterna från renoveringen av Oskarshamn 1 ger anledning att, vid sidan av de pågående säkerhetsgenomgångarna, klarställa läget i vissa uppmärksammade säkerhetsfrågor för samtliga reaktorer.

## 4. Organisation och säkerhetskultur

### Metodiska utgångspunkter

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

SKI intresserar sig särskilt för verkens förmåga att identifiera och analysera problem som uppkommit, ta fram och genomföra lösningar samt följa upp effekten av de 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. De nya metoder för inspektion som SKI utvecklat inom områdena organisation, underhåll och kvalitetssystem har gjort det möjligt att fördjupa granskningen av verkens säkerhetskultur från dessa utgångspunkter.

### Läget vid olika verk

#### Barsebäck

Under 1994 genomgick Barsebäcksverket en omfattande omorganisation. Ett antal åtgärder har därefter vidtagits för att förtydliga roller och ansvar och förstärka kompetens och resurser i den nya organisationen. Behovet av dessa åtgärder identifierades genom en undersökning som gjordes för att klarlägga orsakerna till att antalet MTO-relaterade händelser ökade efter omorganisationen. Undersökningen visade att det fanns behov av förbättrad kommunikation och koordinering mellan drift, underhåll och entreprenörer, förbättrad planering och verifiering, särskilt vad gäller driftklarhet, och förbättrad kvalitets- och säkerhetsuppföljning. Verket har satt in åtgärder på så gott som alla punkter som utredningen berörde och förstärkt sin kompetens, bl.a. genom att inrätta specialistbefattningar inom MTO- och kvalitetsområdet. Alla anställda har också genomgått en utbildning som behandlade säkerhetskultur, samspelet människa-teknik-organisation, kvalitet och kvalitetspolicy. I samband med omorganisationen började verket också att ta fram ett nytt kvalitetssystem och införde under året ett nytt styrnings- och ledningsdokument, SOL, som är toppdokumentet i organisationens nya kvalitetssystem.

Effekterna av de olika åtgärder Barsebäcksverket vidtagit för att förbättra kvalitet och säkerhet kommer att följas upp av SKI i en temainspektion.

#### Forsmark

SKI har i en temainspektion granskat Forsmarksverkets kvalitetssäkring av säkerhetsgranskningen vid anläggningsändringar. Verket bedömdes ha ett väl utbyggt system för att ta fram en anläggningsändring från projektering, konstruktion, införande och avslut. Det finns en medveten styrning mot att integrera synpunkter från olika kompetensområden så att organisationens samlade kompetens utnyttjas på bästa sätt. Styrningen skulle dock behöva förstärkas när det gäller att tillgodose ergonomiska och andra MTO-krav som bör ställas. Förutsättningarna för detta har

förbättrats genom att verket har utarbetat dels en handledning i ergonomi och dels en kontrollrumsfilosofi inför kommande förändringar av kontrollrummen i Forsmark 1 och 2.

MTO-verksamheten är för övrigt väl etablerad i säkerhetsarbetet på Forsmarksverket. Verksamheten styrs med stöd av beteendevetenskaplig specialistkompetens. Den centrala MTO-gruppens bedömningar och analyser har stort genomslag i organisationen. Uppföljningen av gruppens rekommendationer med anledning av inträffade händelser skulle dock behöva förbättras.

Den centrala MTO-gruppen har gått igenom alla rapportervärda omständigheter och snabbstopp under året. De MTO-relaterade händelserna klassificeras sedan 1992 med avseende på vilka barriärer som brustit och en sammanställning har nu gjorts. Säkerhetskommittén har beslutat att utfallet för de tre största kategorierna skall följas upp särskilt.

I samarbete med IAEA har Forsmarksverket startat en "Self analysis of plant performance", d.v.s. en s.k. ASSET<sup>1</sup> med egen personal. Arbetet kommer att granskas av IAEA. Avsikten är att analysen skall komplettera verkets egen bild av hur säkerhetsfrågorna hanteras inom organisationen.

Det kan noteras att Forsmarksverket har etablerat en god rutin i att dokumentera vad som erfarenhetsmässigt är god praxis i säkerhetsarbetet och hur man därigenom skapar ett gott "djupförsvar" mot att allvarliga fel uppstår till följd av svagheter i samspelet människa-teknik-organisation.

Frågor som rör säkerhetskultur drivs för övrigt målmedvetet inom Forsmarksverkets hela organisation, bland annat i form av seminarier och utbildning.

## Oskarshamn

I anslutning till renoveringen av Oskarshamn 1 har OKG AB i en rapport till SKI redovisat en öppen och utförlig analys av orsakerna till att ett antal säkerhetsbrister blev ordentligt analyserade och åtgärdade först i samband med renoveringsarbetet. Under rubriken "Trolig orsak och analys av situationen" anger OKG i rapporten:

"Orsaken till den uppkomna situationen med oklar verifiering av anläggningens säkerhet och som rubriceras "Avvikelse från redovisad säkerhetsnivå" kan härledas till samverkande faktorer huvudsakligen beroende på brister i organisation och rutiner. Framförhållningen i såväl det korta som det långa perspektivet har försvårats till följd av brist på målinriktning i verksamheten. Verksamheten har i alltför stor utsträckning bedrivits händelsestyrt."

SKI ser OKGs förmåga till självkritik och insikt i dessa avseenden som synnerligen väsentlig för det fortsatta säkerhetsarbetet. SKI har genom inspektioner fått bekräftat att synsättet är väl förankrat i kraftverksledningen.

Verket har tagit fram ett strategiskt program "2000" med syfte att utveckla verksamheten när det gäller visioner, mål, strategier, forskning och utveckling samt organisations- och systemutveck-

---

<sup>1</sup> ASSET (Assessment of Safety Significant Events Team) är en tjänst som IAEA erbjuder genom att tillhandahålla internationella granskningsteam för granskning av hanteringen av erfarenhetsåterföring och incidentutredningar på ett kärnkraftverk.

ling. Verket satsar också särskilt på att vidareutveckla kvalitetssystemet, informationsstödsystem, säkerhetsgranskningsfunktionen och på att förstärka kompetensen inom olika områden, bl.a. MTO. Åtgärderna är i linje med behov som identifierades i den återkommande säkerhetsgranskningen, bl.a. behovet att skapa större långsiktighet och engagemang i organisationen för att utveckla anläggningen och verksamheten inför framtida krav.

Nyligen beslöts att verkets säkerhetsavdelning skulle förstärkas genom att rekrytera en MTO-specialist. Målet är att varje avdelning skall ha sin egen MTO-verksamhet, väl integrerad i den övriga verksamheten. Sedan en tid finns också en för verket gemensam s.k. MTO-pool. I poolen ingår personer som har genomgått MTO-utbildning och som kan medverka i MTO-utredningar av inträffade händelser m.m. Man betonar på verket den förebyggande MTO-verksamheten och har också genomfört ett antal MTO-analyser av kritiska scenarier i förebyggande syfte. Även om det inom organisationen finns vissa problem med att acceptera MTO-analyser av inträffade händelser kan SKI nu notera en positiv utveckling av MTO-verksamheten vid verket.

SKI har särskilt granskat kvalitetssäkringen i anslutning till de omfattande anläggningsändringar som har genomförts vid renoveringen av Oskarshamn 1. Verket har i detta projekt lagt särskild vikt vid kvalitetssäkringsfrågorna och successivt etablerat goda rutiner för projektledningen, kvalitetssäkringen och säkerhetsgranskningen. SKI anser att dessa rutiner är väl värda att tas tillvara i den övriga verksamheten vid verket. Resursbehovet för kvalitetssäkringen klarlades och tillgodosågs i tidigt skede efter påpekanden från SKI.

Vid driftavdelningen för Oskarshamn 1 har en befattning som verksamhetscontroller inrättats med ansvar för styrning och uppföljning av säkerhets- och kvalitetsfrågorna. Vidare har en ny enhet inrättats inom avdelningen med ansvar för planering, uppföljning och utveckling av processer och teknik, inklusive MTO-verksamhet, samt ändringsverksamhet. Avsikten med dessa organisationsändringar är att ge driftavdelningen goda möjligheter att överta blocket från den projektorganisation som har drivit renoveringsarbetet och att därefter driva verksamheten med fortsatt, god kvalitetssäkring.

## **Ringhals**

Den organisationsförändring som genomfördes under förra perioden har följts av fortsatta satsningar på att utveckla arbetsformerna inom verket.

I samband med att ny verkschef skulle tillträda stoppades införande av en ny lednings- och kvalitetshandbok, eftersom det ansågs lämpligt att förutsättningslöst belysa vissa organisationsfrågor innan den tänkta förändringen genomfördes. Nyligen presenterades en ny organisationsstruktur fokuserad på centrala processer vid Ringhalsverket, såsom drift, underhåll, anläggningsutveckling och information.

SKI anser att den inriktning av arbetssättet, som kom till uttryck i den nyssnämnda nya lednings- och kvalitetshandboken, är motiverad och att det bör säkerställas att det omfattande förarbetet kommer verksamheten till godo så snart det är möjligt. Det är vidare viktigt att ev. oklarheter om inriktningen av och formerna för det fortsatta kvalitetsarbetet snarast undanröjs. SKI anser dock samtidigt att det befintliga kvalitetssystemet vid Ringhals är väl etablerat och - bland annat efter att ha följt det s.k. REPAC-projektet med utbyte av kontrollutrustning vid Ringhals 3 - att rutinerna för kvalitetsstyrning vid verket i praktiken fyller högt ställda krav.

MTO-verksamheten vid verket har vidareutvecklats under perioden. Ett MTO-råd har bildats med representation från MTO-grupperna vid blocken och med specialiststöd från Vattenfall Energisystem. Rådet är rådgivande till kraftverkschefen, chefen för miljö och säkerhet samt linjecheferna. Vidare har all personal vid Ringhals fått en grundläggande MTO-utbildning och

drift- och underhållspersonal har fått utbildning i säkerhetskultur och MTO. SKIs årliga genomgång av inträffade, MTO-relaterade händelser visade att dessa hade analyserats på ett professionellt sätt av verkets MTO-personal och att de åtgärder som föreslagits i stort sett hade genomförts planenligt.

En MTO-undersökning vid verket rörde en mycket uppmärksammanad felinställning av säkerhetsventilerna till ånggeneratorerna i verkets tryckvattenreaktorer, som klassades som 2 på INES-skalan. Den MTO-utredning som verket genomförde var av hög kvalitet. Den presenterade en mycket öppen och självkritisk analys av de graverande brister som funnits i kvalitetssäkringen vad gäller inställningen av använda kalibreringsdon. SKI anser att de bristerna som uppdagades i sig var allvarliga men att det, särskilt med de åtgärder som vidtagits av verket, finns en tillfredsställande försäkran om att de inte speglar en allmän brist som inte kan accepteras.

## Sammanfattande bedömning

Verkens engagemang i frågorna kring samspelet mellan människan, tekniken och organisationen (MTO) har utvecklats tillfredsställande under senare år. MTO-verksamheten är i regel väl etablerad i verkens organisation med säkerställt inflytande. I den mån drifterfarenheter har indikerat brister i säkerhetsarbetet har detta lett till kraftfulla och ändamålsenliga åtgärder från respektive kraftverksledning. Detta tyder på ett i grunden gott säkerhetsmedvetande. Både verken och SKI har dock identifierat behov av förbättrad framförhållning i det långsiktigt förebyggande säkerhetsarbetet.

SKIs erfarenheter från verkens hantering av ett antal större säkerhetsärenden som aktualiserats under de senare åren pekar på att verken inte sällan slår i ett kapacitetstak när det gäller tillgång till egen specialistkompetens inom olika områden. Det kan bl.a. leda till ett alltför stort konsultberoende. Sådana frågor bör ägnas särskild uppmärksamhet i ljuset av den arbetsvolym som de fördjupade säkerhetsgenomgångarna enligt ovan torde medföra, inte bara hos tillverkare och konsultföretag utan också vid verken.

# 5. Strålskyddsläget

## Personalstrålskydd

### Strålskyddsverksamheten

Sedan några år tillbaka pågår ett intensifierat arbete vid kärnkraftverken och vid SSI för att långsiktigt minska stråldoserna till personal vid anläggningarna. Bakgrunden är att doserna på ett oroande sätt ökade under 1992 och 1993 vid landets nio kokvattenreaktorer. Stigande strålnivåer kring reaktorsystem, ökad frekvens av provning och kontroller på dessa system samt stora ombyggnads- och reparationsinsatser bedöms vara de främsta orsakerna till dosökningen. I rapporten från projektet "DORIS" (Dose reduction in Swedish BWR plants), som presenterades hösten 1994, redovisas en djupare analys av orsakerna till dosutvecklingen och prognoser för framtiden med och utan tänkbara åtgärder.

SSI för en kontinuerlig dialog med verken kring dosreducerande åtgärder på såväl kort som lång sikt. Engagemanget är stort för dessa frågor vid verken och det är viktigt att det bibehålls i framtiden. Diskussioner förs dessutom med SKI i frågor som rör t ex provningsverksamheten. Vidare har SSI utfärdat föreskrifter under det senaste året bl.a. avseende

- skärpta dosgränser, där individdosgränserna (50 mSv/år och 700 mSv/livstid) fr.o.m. 1994 har kompletterats med en individdosgräns, 100 mSv under en femårsperiod. Kärnkraftverken skall vidare planera sin verksamhet så att den sammanlagda stråldosen till personalen (kollektivdosen) ej överstiger 2 manSv per gigawatt installerad elektrisk effekt och år, räknat som ett medelvärde under en femårsperiod,
- krav på fördjupad strålskyddsutbildning för vissa personalkategorier,
- krav på dosreducerande åtgärder.

För att tillgodose det sistnämnda kravet har anläggningarna tagit fram s.k. ALARA (As Low As Reasonable Achievable) program. I dessa program finns mål för strålskyddsverksamheten uppställda och planer för hur målen skall uppnås redovisade. Föreslagna lösningar på hur doserna skall minskas varierar av naturliga skäl mellan anläggningarna och består av såväl tekniska som administrativa delar.

Under 1995 har SSI ingående granskat verkens strålskyddsarbete genom att bl.a. utföra systematiska inspektioner av ALARA-programmen. En utvärdering av dessa inspektioner görs för närvarande vid SSI. Det allmänna intrycket är att anläggningarna tagit den uppkomna situationen på allvar och att intresset är stort för att åstadkomma en långsiktig minskning av doserna. Det är dock viktigt att påpeka att många av de tekniska åtgärder, som syftar till att sänka dosrättsnivåerna i stationerna, inte kommer att ge påvisbara resultat i form av lägre doser förrän efter 5-10 år. Åtgärder som redan på kort sikt kan minska doserna är t.ex. förbättrad planering av arbeten och utveckling av arbetsmetoder och utrustning.

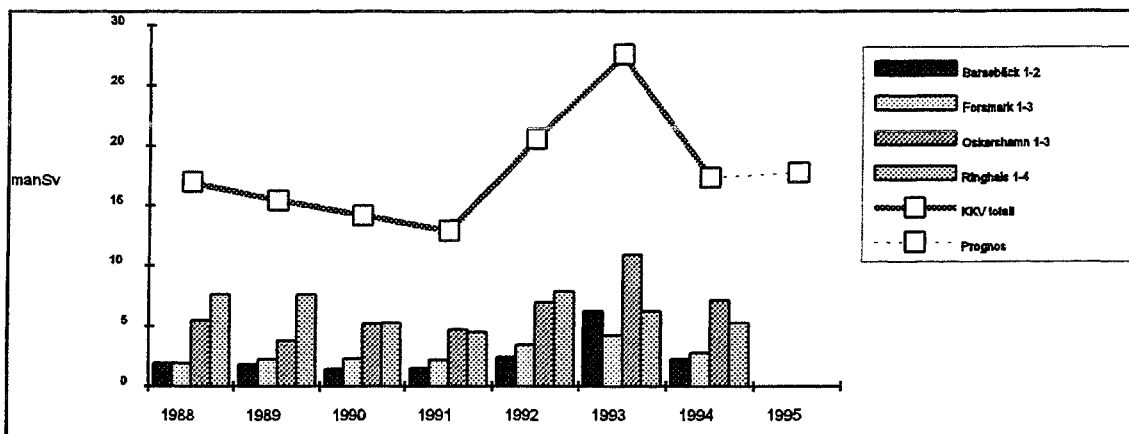
### Stråldoser

1994 blev kollektivdosen till personal vid kärnkraftverken 17,3 manSv, vilket är en minskning i jämförelse med de två föregående åren. Utfallet var väntat då en stor del av föregående års doser härrör från stora ombyggnadsarbeten vid landets fem äldsta kokvattenreaktorer. Då den sammanlagda installerade elektriska effekten vid svenska reaktorer är 10 gigawatt (GW<sub>e</sub>) ger detta en normerad kollektivdos för 1994 på 1,7 manSv/GW<sub>e</sub>. Detta är lägre än SSIs planeringssvärde på 2 manSv/GW<sub>e</sub>. Figur 4 visar dosutvecklingen för personal vid kärnkraftverken 1988-1994. Figur 5 visar ett medelvärde för åren 1990-1994 på kollektivdosen per installerad elektrisk effekt och år vid de olika anläggningarna.

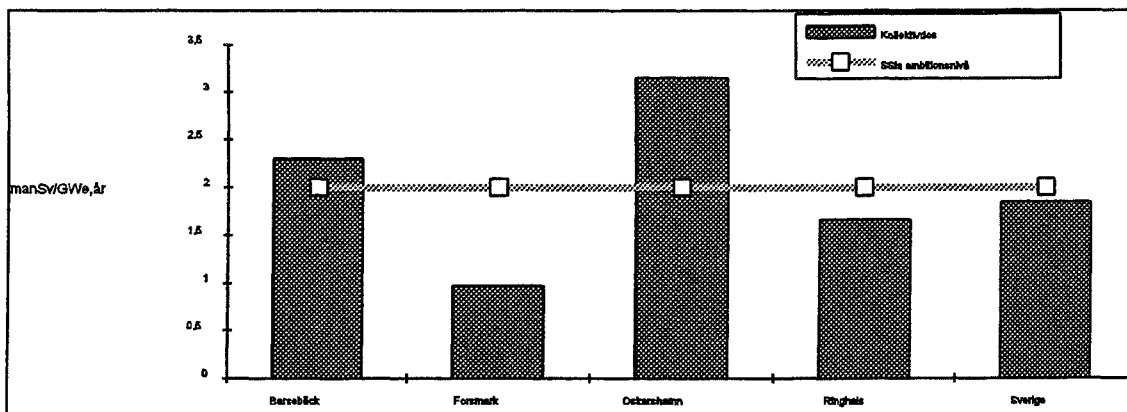
Nästan hälften, 46%, av 1994 års kollektivdos härrör från arbeten vid de två äldsta kokvattenreaktorerna Oskarshamn 1 och Ringhals 1. Oskarshamn 1 har varit avställd under hela året för renoveringsarbete, projekt Fenix, medan Ringhals 1 har höga kollektivdoser på grund av höga strålnivåer i anläggningen.

Notervärt är också att de tre tryckvattenreaktorerna vid Ringhals (Ringhals 2-4) tillsammans endast har bidragit med 11% av den totala kollektivdosen. Vid dessa reaktorer har doserna minskat under senare år.





Figur 4. Årlig kollektivdos (manSv) till personal vid kärnkraftverken 1988 -1994.



Figur 5. Kollektivdos (manSv) per gigawatt installerad elektrisk effekt och år, medelvärde för perioden 1990-1994

1995 kommer troligen att ge något högre doser än 1994. Detta beror främst på att provningsprogrammen har varit mer omfattande än 1994, samt ånggeneratorbytet vid Ringhals 3. Dosbelastningen för detta tre månader långa arbete blev ca 1,3 manSv. Detta är vid internationell jämförelse ett mycket lågt värde för ett sådant arbete och resultatet av en bra planering tillsammans med bl.a. väl genomtänkta strålskyddsåtgärder. Ånggeneratorbytet kommer att leda till lägre doser framöver och får därför ses som gynnsamt från strålskyddssynpunkt.

Det stora renoveringsprojektet vid Oskarshamn 1 har hittills kostat ca 2,5 manSv under 1995.

Kollektivdosutfallet t.o.m. augusti 1995 är 15,4 manSv och prognosen för hela året pekar på strax under 18 manSv, under förutsättning att inget oväntat inträffar under hösten.

När det gäller individdos har ingen person överskridit årsdosgränsen på 50 mSv. Högsta individdos 1994 var 31,4 mSv och medelindividdosen 3,1 mSv. SSIs nya föreskrift, som begränsar individdosen till 100 mSv under fem år, har också medfört att antalet personer i höga

dosintervall har minskat betydligt. Under 1994 erhöll 47 personer mer än 20 mSv, medan motsvarande siffra för 1993 var 216.

### Händelser av intresse

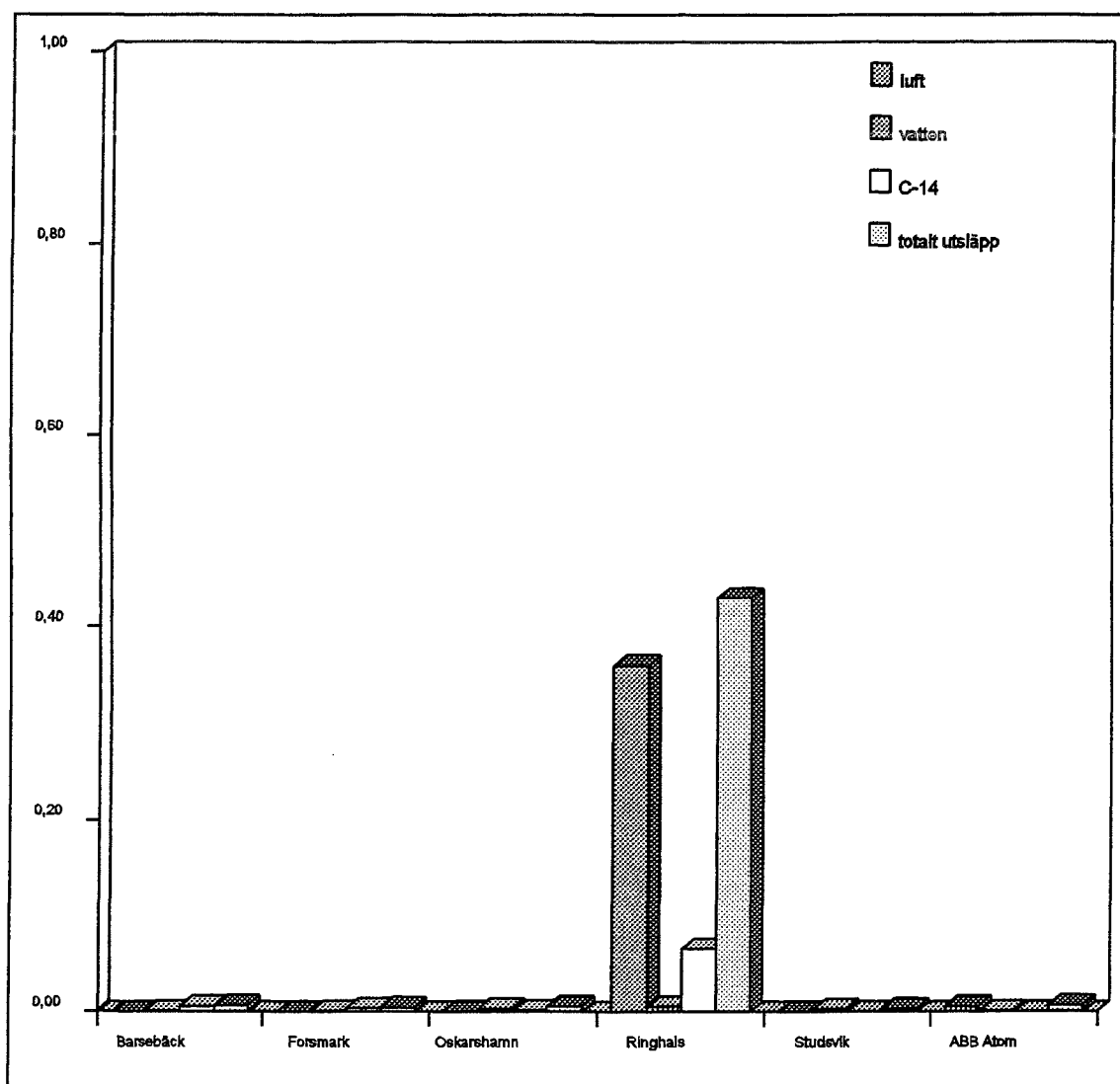
Ett tillbud inträffade under revisionsavställningen av Barsebäck 2. I samband med saneringsarbete i bränslebassängen erhöll en person ca 2,7 mSv (1/20 av årsdosgränsen) då en radioaktiv mätsond fastnade i en elkabel och av misstag lyftes över vattenytan. Såväl den personliga larmdosmätaren som utrymmeslarmet aktiverades av den förhöjda strålnivån och hallen kunde utrymmas enligt gängse rutiner. En liknande händelse inträffade vid Ringhals 1 hösten 1991, då en del av en gammal bränslestav av misstag lyftes över vattenytan. Följden blev då att verken uppmanades att inventera bassängerna och göra sig av med allt onödigt material. Aktivt material kommer dock alltid att tillföras bassängerna under avställningarna vilket innebär att det aldrig går att helt eliminera risken för liknande tillbud.

### 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 gränsvärde 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 producerad elektrisk effekt. Utsläppen till luft resulterar i samtliga fall i doser under SSIs gränsvärde. Dock är utsläppen till luft starkt förhöjda vid Ringhals 1 sedan bränsleskadan 1993. Årsutsläppet från Ringhals 1 till luft resulterade under 1994 i en dos till individer i den kritiska gruppen på 0,036 millisievert. Utsläppen under perioden januari - juni 1995 (före revisionsperioden) var dock betydligt lägre än under motsvarande period 1994. De förhöjda utsläppen består huvudsakligen av kortlivade ädelgaser och andra ämnen som inte hinner avklinga inom den relativt korta fördröjningstiden i Ringhals 1s system för utsläpp till luft. Erfarenheterna av bränsleskadan har lett till att nya rutiner införts vid Ringhals att användas i händelse av att liknande situationer uppstår i framtiden. Utsläppen under 1994 åskådliggörs i Figur 6. Den totala stråldosen från anläggningarna, den s.k. globala kollektivdosen, domineras av de beräknade utsläppen av kol-14. Dosen per GW installerad effekt och år ligger nära SSIs ambitionsnivå om 5 manSv.

Verken utför omgivningskontroll enligt instruktioner utarbetade av SSI. Förhöjda halter av radioaktiva ämnen kan liksom tidigare driftår noteras i prover från vattenmiljön nära utsläppen. Halten av radioaktiva ämnen, med ursprung i verkens utsläpp, är mycket låg i prover från landmiljön. De förhöjda utsläppen från Ringhals 1 består huvudsakligen av ämnen som inte ger markbeläggning, eller vilkas aktivitet mycket snabbt avklingar. Ett antal misstag eller missöden relaterade till utsläpp har under perioden rapporterats till SSI. Inte i något fall har detta haft några radiologiskt betydelsefulla konsekvenser.



**Figur 6.** Utsläpp till omgivningen 1994 från kärnkraftverken, redovisade i förhållande till tillåtet utsläpp (1 normutsläpp motsvarar en dos på 0,1 mSv till individer i den s.k. kritiska gruppen.)

Sammanfattningsvis ligger stråldoserna till allmänheten i anläggningarnas närhet genomgående under gällande gränsvärden, och ingen har utsatts för doser överstigande 5% av den naturliga bakgrundsstrålningen. Till en viss del återspeglar detta gynnsamma utspädningsförhållanden, och SSI anser att det kan finnas skäl att ta upp en ytterligare diskussion om miljömål med bäring på utsläppens storlek.

## 6. Avfallshanteringen vid verken

Allmänt gäller att hanteringen av kärnavfall vid kärnkraftverken i stort sett funnit sin form. Inga större ombyggnader eller förändringar av avfallsanläggningarna pågår eller planeras.

Vid Barsebäcksverket har en övergång från förbränning av kärnavfall i Studsvik till kompaktering av avfallet vid verket för senare deponering i SFR medfört vissa ombyggnader. Under det gångna året har Forsmarksverket deponerat avfall i sitt markförvar (femte kampanjen). Vid Oskarshamnsverket har det s.k. Fenix-projektet gett upphov till avfall av olika slag och en särskild rapport skall inges till SKI. Vid Ringhalsverket har man gjort vissa ombyggnader för att kunna lagra de utbytta ånggeneratorerna från Ringhals 2 och 3.

Vid årsskiftet 1994/95 var situationen följande vid de markförvar som har tillstånd från SSI:

Anläggning	Aktivitet (GBq)	Volym (m <sup>3</sup> )
Forsmark (per 950501)	34	2626
Oskarshamn	35	2461
Ringhals	45	1884

Under 1994 utnyttjade endast Forsmark och Oskarshamn möjligheten enligt SSI FS 1989:3 att friklassa lågaktivt avfall för att kunna deponera detta på kommunalt eller eget avfallsupplag. Forsmark friklassade 2,2 ton innehållande totalt 19 kBq och Oskarshamn 153 ton, huvudsakligen betong från Oskarshamn 1, som innehöll 86 MBq.

Samtliga kärnkraftverk har, med stöd av SSI FS 1991:6, sänt svagt kontaminerad olja till förbränning. Sammanlagt förbrändes under 1994 ca 70 m<sup>3</sup> olja.

Under hösten 1994 stoppade SKI Barsebäcks transporter av avfall till SFR med anledning av att det fanns kvalitetsbrister i dokumentationen vid anläggningen. Efter det att SSI och SKI genomfört inspektioner vid Barsebäck och verket presenterat en åtgärdsplan återupptogs transporter. Under 1995 har åtgärderna successivt genomförts. Transporterna av kärnavfall till SFR och av använt kärnbränsle till CLAB har i övrigt i stort sett förlöpt utan problem.

I SFR har under den aktuella perioden deponerats 2400 m<sup>3</sup> avfall. Den totala mängden avfall i SFR uppgick till 16 989 m<sup>3</sup> vilket motsvarar ca 27 % av tillgänglig kapacitet. Till CLAB har under den aktuella perioden förts 258 ton uran. Den totala mängden i CLAB uppgick till 2138 ton vilket motsvarar ca 44 % av tillgänglig kapacitet.

Avfallsmängderna vid kärnkraftverken minskar på grund av medvetna satsningar, främst av kostnadsskäl. Under året har ytterligare en typbeskrivning av avfallskollin avsedda för SFR granskats och godkänts av SKI och SSI och en är under behandling. Ca 15 typbeskrivningar återstår att upprätta varav merparten rör avfall från Studsvik AB. De kontrollmätningar av aktivitetssinnehållet i avfallskollin som SSI genomförde vid samtliga anläggningar hösten 1994 visade på god överensstämmelse med verkens egna resultat och SSI bedömer att verkens mätningar och rapportering är av god kvalitet.

SKIs och SSIs bedömning av avfallshanteringen vid kärnkraftverken, CLAB och SFR är att den sköts på ett tillfredsställande sätt.

## 7. Beredskap

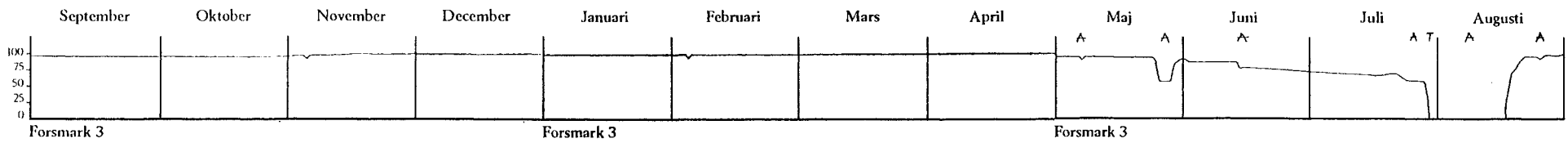
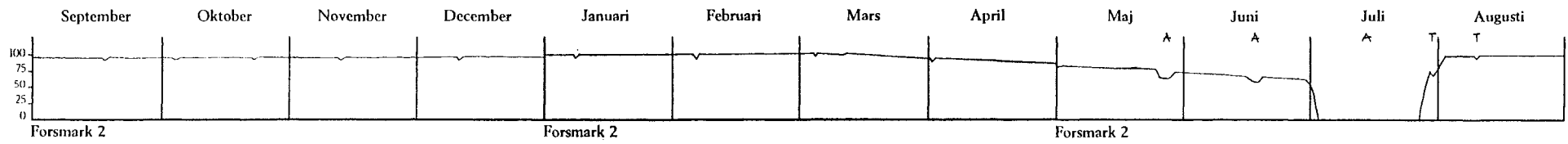
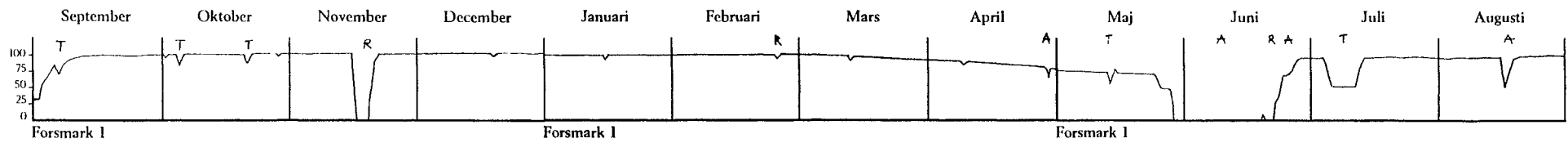
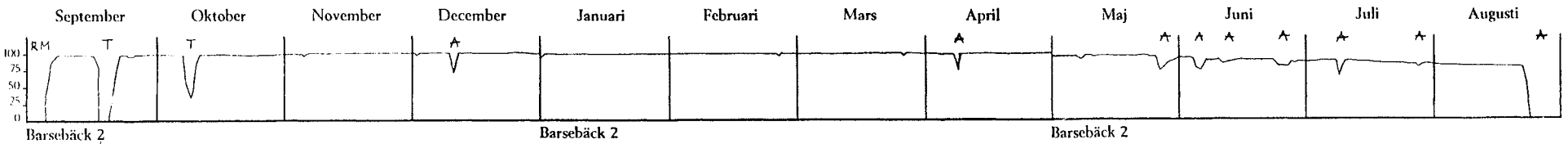
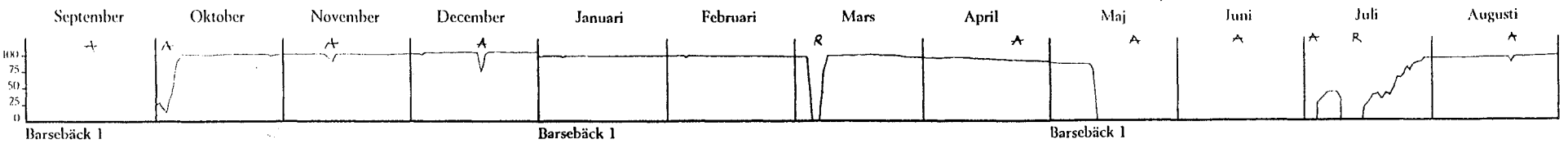
Kärnkraftverken i Barsebäck, Ringhals och Forsmark har tagit i drift mätstationer placerade i kraftverkens omgivning med vilka man kontinuerligt registrerar strålnivån. Mätvärdena sänds automatiskt till respektive kraftverks ledningscentral. I samarbete med kraftverken bedriver SSI ett projekt med syftet att mätdata också med automatik skall överföras till en databas vid SSIs beredskapscentral för att där kunna avläsas och analyseras i händelse av en olycka. Detta projekt utgör en del i ett större projekt för utveckling av datorstödet av mätdata inom den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor.

SSI och SKI genomför i samverkan s.k. temainspektioner av kärnkraftverkens beredskap. Dessa inspektioner syftar till att ge en samlad bild av beredskapen vid kärnkraftverken vad avser organisation samt utbildnings- och övningsverksamhet. Även interna instruktioner, teknisk utrustning, mätinstrument och planering för samverkan med länsstyrelser och andra myndigheter är då punkter på dagordningen. Kärnkraftverkens interna haveriberedskap bedöms av SSI och SKI i stora drag som god, men inspektionerna har också påvisat en del smärre brister som bör rättas till. Det är främst organisationsfrågor och brister i rutiner och dokumentation som föranlett påpekanden.

Den 4 maj 1995 genomfördes årets s. k. totalövning i Malmöhus län. I övningen deltog såväl Barsebäckverket och länsstyrelsen som beredskapsorganisationerna vid SSI och SKI. Den utvärdering av dessa övningar, som sker i räddningsverkets regi, anger att kraftverket har "God förmåga" att utföra sina åtaganden i en beredskapssituation. Däremot rekommenderar SRV att kraftverket ser över och formaliserar rutinerna för olika kontakter med myndigheter och externa organisationer.

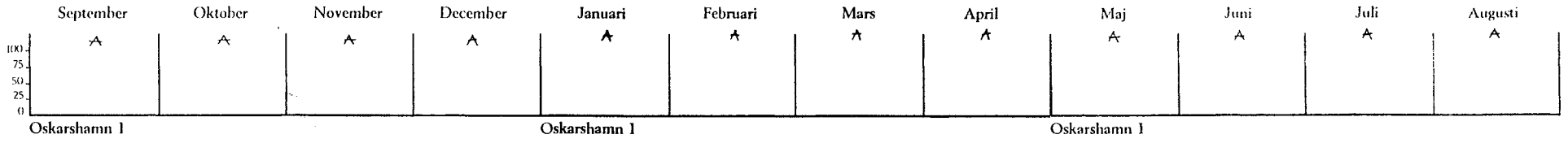
Sammanfattningsvis fyller kraftindustrin enligt SSIs bedömning i stort sett väl sin roll inom den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor. SSI och SKI finner att den inre beredskapsplaneringen bedrivs på ett konstruktivt sätt vid samtliga kraftverk.

---



Teckenförklaringar

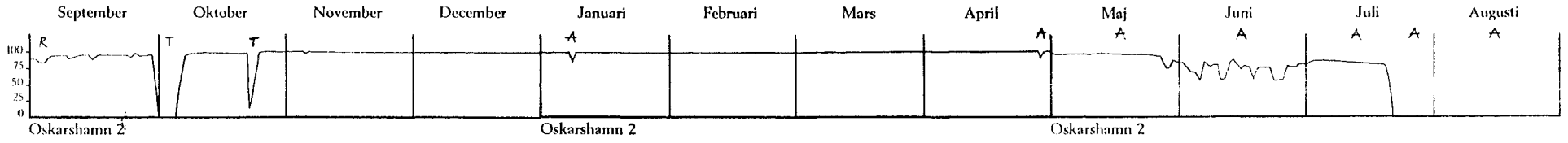
- R Störning i reaktor- eller reaktorhjälp-system
- T Störning i turbin, generator eller andra system
- N Störningar som orsakat eller kunde ha orsakat nedstämning av funktion hos system med betydelse för säkerheten
- A Avslutad driftstopp eller avsiktlig effektsänkning för provning, underhåll, bränslebyte och dylikt eller på grund av minskat behov av effekt
- M Störning orsakad av mänskligt fel



Oskarshamn 1

Oskarshamn 1

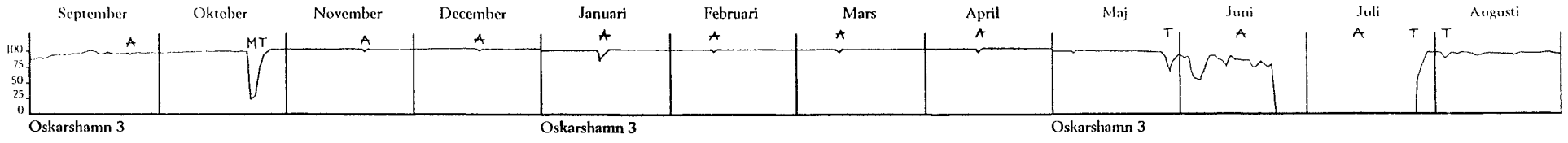
Oskarshamn 1



Oskarshamn 2

Oskarshamn 2

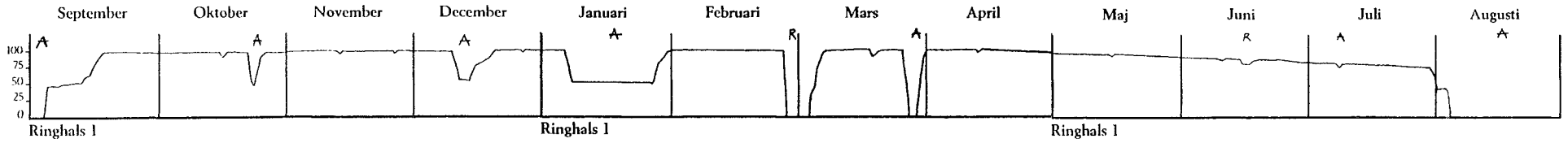
Oskarshamn 2



Oskarshamn 3

Oskarshamn 3

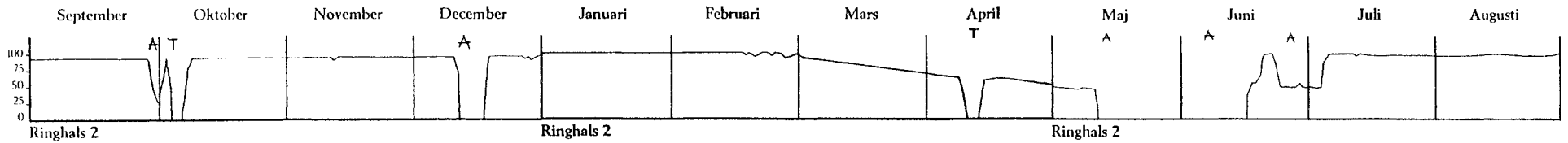
Oskarshamn 3



Ringhals 1

Ringhals 1

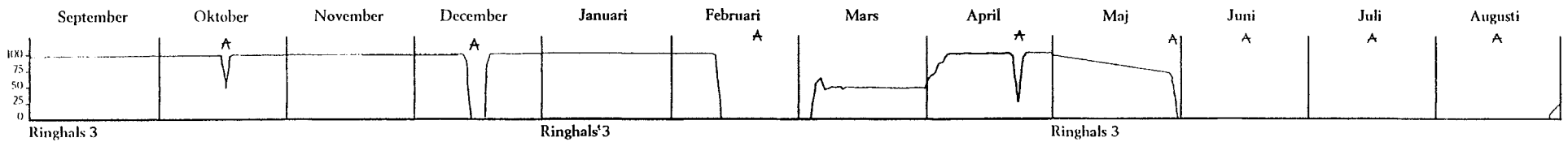
Ringhals 1



Ringhals 2

Ringhals 2

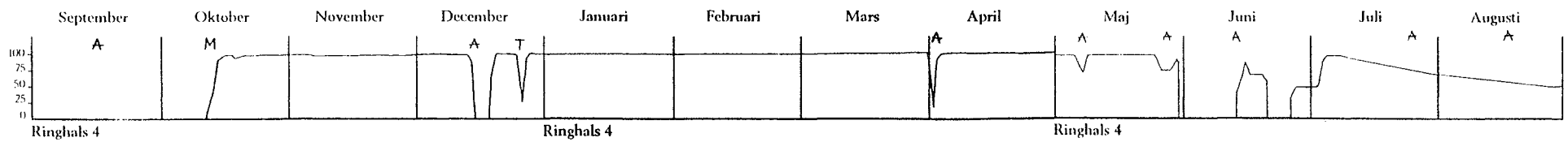
Ringhals 2



Ringhals 3

Ringhals 3

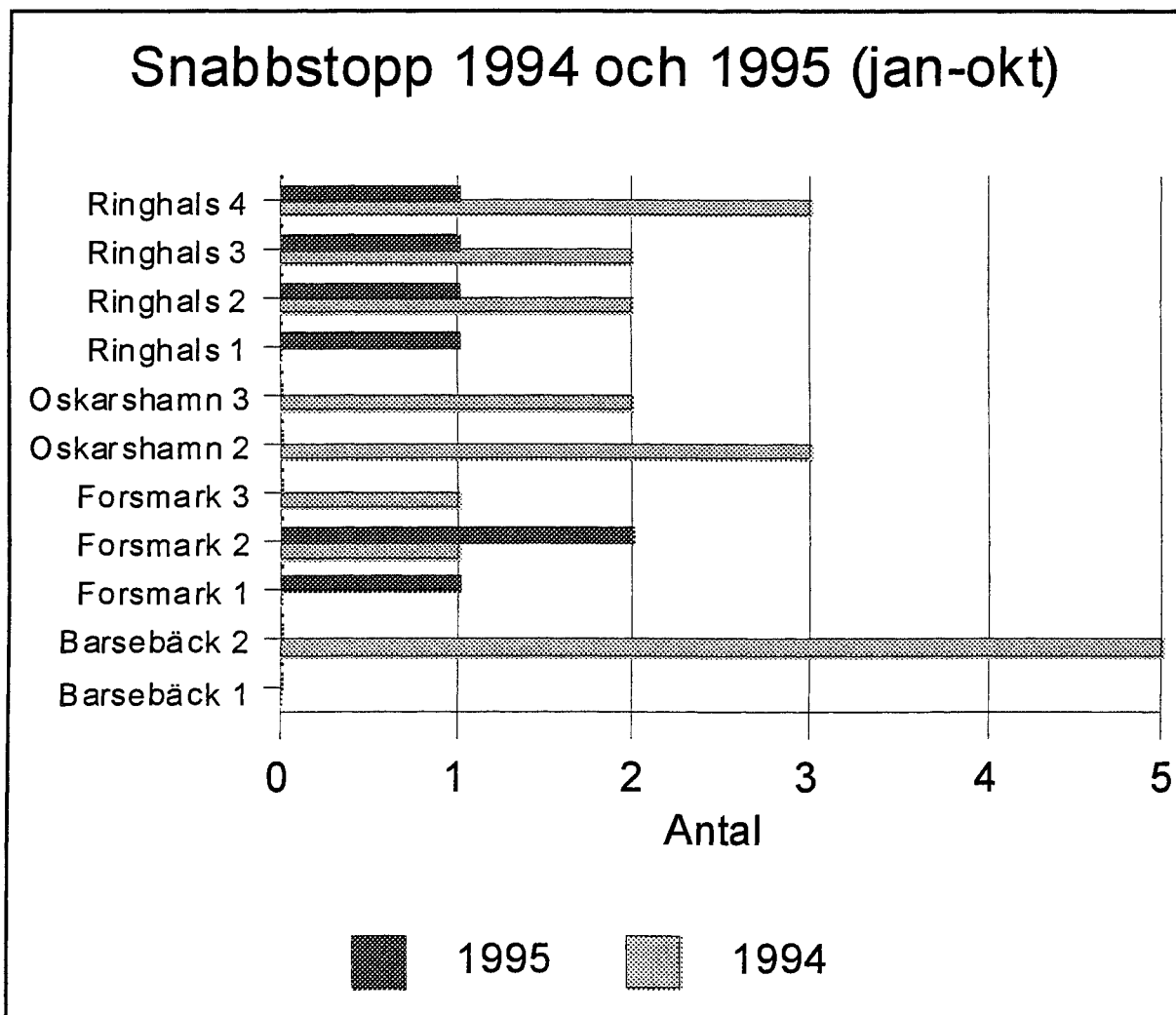
Ringhals 3



Ringhals 4

Ringhals 4

Ringhals 4









**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