

# **Personsäkerhet och administrativ hantering vid underhållsarbeten på OKG AB**

*Henrik Källström  
Fredrik Larsson*

---

**Department of Fire Safety Engineering  
Lund University, Sweden**

**Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet**

**Report 5112, Lund 2002**



**Personssäkerhet och administrativ hantering vid  
underhållsarbeten på OKG**

**Henrik Källström  
Fredrik Larsson**

**Lund 2002**



Personsäkerhet och administrativ hantering vid underhållsarbeten på OKG AB

Henrik Källström  
Fredrik Larsson

**Report 5112**  
**ISSN: 1402-3504**  
**ISRN: LUTVDG/TVBB--5112--SE**

Number of pages: 179  
Illustrations: Henrik Källström, Fredrik Larsson

**Keywords:**

OKG AB, Oskarshamn Nuclear Power Plant, reactor containment, outage, ODU, risk analysis, preliminary hazard analysis, education

**Sökord:**

OKG AB, Oskarshamn Kärnkraftverk, reaktorinneslutning, avställning, ODU, riskanalys, grovanalys, utbildning

**Abstract:**

This report is an analysis of the personal safety and the administration of maintenance work at the nuclear power plant of OKG. The analysis is divided into four sections: administration, radiology, fire and evacuation along with the conventional working environment. The analysis includes literature studies, visits to the plant, interviews of personnel, Preliminary Hazard Analyses, and review of already existing analyses. To further implement the model of Preliminary Hazard Analysis at OKG, a training session has been held. As a result of the analyses, recommendations for risk reducing measures have been given.

**Language:** Swedish

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2002.

---

Brandteknik  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 Lund

brand@brand.lth.se  
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60  
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering  
Lund University  
P.O. Box 118  
SE-221 00 Lund  
Sweden

brand@brand.lth.se  
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60  
Fax: +46 46 222 46 12



## Summary

This report is an analysis of the personal safety and the administration of maintenance work at the nuclear power plant of OKG. The analysis is limited to the reactor containment during outage but will, in most parts, be usable in all units within the power plant. The analysis includes literature studies and visits to the reactor containment to become familiar with the layout of the plant. Interviews and Preliminary Hazard Analyses have been carried out as well as reviews of already existing analyses. A gathering of material from incidents and accidents related to personal safety from four nuclear power plants in Sweden underlies the analysis contained in this report. At the completion of this study, a method for analysis of personal safety was modified for the nuclear power plant of OKG. Training material for the method was also prepared.

Theories of interview methodology, safety culture and factors related to physical working environment have served as a basis for discussions and personal safety measures.

Radiology, fire and evacuation, along with the conventional working environment, have been the main risk areas studied in this report. In addition to these risk areas the administration of maintenance work has been analysed. The object of this last analysis has been OKG's operation and maintenance system.

Forty three qualitative interviews within OKG's organization have covered all of the above areas. In addition to these interviews, experience and opinions from experts have been gathered during different meetings as this analysis was undertaken.

The analysis of OKG's operation and maintenance system has covered the system's functions, the information running through as well as the final product. This part of the report is mainly based on conclusions from the interviews but also the author's judgments.

A Preliminary Hazard Analysis of radiation has been performed with a group of experts from OKG. The goal was to identify the systems that constitute the biggest threats to the staff performing maintenance work.

Three existing analyses of fires in the reactor containment at Barsebäck, OKG and Ringhals have been summarized and reviewed. The conclusion of this review was that new studies of fire and evacuation need to be performed because more powerful simulation programs are now available. There are also new theories about human behavior during evacuations.

Similarly, for radiology, a Preliminary Hazard Analysis of the conventional working environment in the reactor containment has been carried out with a group of experts from OKG. Risks such as workers falling, falling objects and injuries due to electrical current were discussed.

Hazards to the personal safety have been identified in all the above areas. When possible, risk reducing measures have been recommended. No cost/benefit analysis of these recommendations has been undertaken.

## Sammanfattning

Denna rapport utgör en utvärdering av personsäkerheten och den administrativa hanteringen vid underhållsarbeten på OKG. Analysen är avgränsad till reaktorinneslutningen under revisionsavställning men kommer i stora delar att vara användbar på samtliga enheter inom kärnkraftverket. Analysarbetet har infattat litteraturstudier och platsbesök för att skapa anläggningskännedom. Vidare har intervjuer och grovanalyser genomförts samt befintliga riskanalyser sammanställts. Som grund för analysarbetet har en statistiksammanställning över tillbud och olyckor som berör personsäkerhet vid svenska kärnkraftverk genomförts. Som avslutning av arbetet har en metod för personsäkerhetsanalys anpassats till OKG:s verksamhet. Metoden som valdes är grovanalys och i denna har även en utbildning hållits.

För att ge underlag för resonemang och förslag på säkerhetshöjande åtgärder, har teorier inom områdena fysikaliska arbetsmiljöfaktorer, säkerhetskultur, grovanalys, och intervju-metodik presenterats i rapportens inledande kapitel.

De stora riskområden som granskats är radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö. Utöver detta har även den administrativa hanteringen kring underhållsarbeten analyserats. Här har OKG:s Drift- och Underhållssystem varit föremål för studien.

Kvalitativa intervjuer med 43 personer inom OKG:s organisation har täckt alla ovanstående områden. Utöver dessa intervjuer har möten med experter inom de olika analysområdena hållits för att ytterligare tillvarata åsikter och erfarenheter från organisationen.

OKG:s Drift- och Underhållssystem har analyserats dels med avseende på funktioner, och dels med avseende på det informationsflöde som löper genom programmet och dess utprodukter. Denna del i rapporten bygger mestadels på genomförda intervjuer men även på rapportförfattarnas bedömning av programmets funktioner och informationsflöde.

Inom riskområdet radiologi har en grovanalys genomförts tillsammans med en grupp experter från OKG. Syftet med analysen var att identifiera de system som utgör de största radiologiska riskerna vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen.

För brand och utrymning har tre befintliga riskanalyser av brandförlopp för reaktorinneslutningar vid Barsebäck, OKG och Ringhals sammanställts och granskats. Vid denna sammanställning framkom att nya analyser gällande brand och utrymning behöver genomföras. Detta då nya och bättre simuleringsprogram för brandförlopp kommit ut på marknaden sedan granskade analyser genomfördes. Detsamma gäller teorier om tider för utrymning.

Även då det gäller den konventionella miljön i reaktorinneslutningen, har en grovanalys tillsammans med experter från OKG genomförts. Här har risker som till exempel fallolyckor (person), fallande föremål, klämskador och elskador behandlats.

Inom samtliga ovanstående områden har personsäkerhetsrelaterade brister identifierats och, då så varit möjligt, förslag på säkerhetshöjande åtgärder givits. Ingen ekonomisk hänsyn har tagits vid framtagande av åtgärdsförslag.



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>3</b>
1.1	BAKGRUND	3
1.2	SYFTE	3
1.3	METODIK	4
1.4	DISPOSITION	4
1.5	AVGRÄNSNINGAR	5
1.6	ERKÄNNANDEN	5
<b>2</b>	<b>OBJEKTSBESKRIVNING</b>	<b>7</b>
2.1	OKG AB	7
2.2	REAKTORINNESLUTNING	8
2.3	REVISIONSAVSTÄLLNING	10
<b>3</b>	<b>FYSIKALISKA ARBETSMILJÖFAKTORER OCH TIDSPRESS</b>	<b>11</b>
3.1	RADIOLOGI	11
3.1.1	EXTERN OCH INTERN BESTRÅLNING	11
3.1.2	STRÅLSKADOR	12
3.1.3	KLASSNINGSGRÄNSER	13
3.1.4	STRÅLDOSBEGRÄNSNINGAR	14
3.2	VÄRME	14
3.2.1	VÄRME OCH PRESTATION	15
3.3	TIDSPRESS	16
3.3.1	STRESS OCH PRESTATION	16
<b>4</b>	<b>SÄKERHETSKULTUR</b>	<b>19</b>
4.1	KOMPONENTER I EN SÄKERHETSKULTUR	19
4.1.1	SÄKERHETSKULTUR	20
4.1.2	SÄKERHETSHANTERING OCH SÄKERHETSKULTUR	22
4.1.3	UTIFRÅN KOMMANDE KRAV OCH INFLUENSER	22
4.2	RASMUSSENS NIVÅMODELL	22
4.2.1	RASMUSSENS NIVÅMODELL TILLÄMPAD PÅ OKG	23
4.3	INFORMATION GÄLLANDE SKYDD OCH SÄKERHET VID OKG	25
4.3.1	OKG:S KVALITETSPOLICY	25
4.3.2	UTBILDNING INOM SKYDD OCH SÄKERHET	25
4.3.3	RIKTAD UTBILDNING	26
4.3.4	STARK	27
4.3.5	ARBETS- OCH SKYDDSTILLSTÅND	28

<b>5</b>	<b>TILLBUDS- OCH OLYCKSHISTORIK VID SVENSKA KÄRNKRAFTVERK</b>	<b>29</b>
5.1	BARSEBÄCK	29
5.2	FORSMARK	30
5.3	OKG	31
5.4	RINGHALS	32
5.5	TILLBUD OCH OLYCKSHISTORIK I REAKTORINNESLUTNINGAR	32
5.5.1	TILLBUD OCH OLYCKOR I BARSEBÄCKS REAKTORINNESLUTNING	33
5.5.2	TILLBUD OCH OLYCKOR I OKG:S REAKTORINNESLUTNINGAR	34
5.6	KOMMENTARER	35
<b>6</b>	<b>RISKANALYSMODELL</b>	<b>37</b>
6.1	FRAMTAGANDE AV MODELL	37
6.2	GROVANALYS	37
6.2.1	METODIK	37
6.2.2	ARBETSSCHEMA	38
6.2.3	RISKMATRIS	38
6.2.4	ÅTGÄRDSLISTA	40
6.2.5	KONTINUERLIG UPPDATERING	40
6.2.6	NÄR BÖR EN GROVANALYS GENOMFÖRAS?	40
6.2.7	DELTAGARE	40
6.3	ANPASSNING AV MODELLEN	41
6.4	FRAMTAGANDE AV UTBILDNINGSMATERIAL	42
6.4.1	UTBILDNING	42
<b>7</b>	<b>INTERVJUMETODIK</b>	<b>43</b>
7.1	VAL AV METODIK	43
7.2	UTFORMANDE AV FRÅGOR	43
7.3	URVAL AV PERSONER ATT INTERVJUA	44
7.4	GENOMFÖRANDE AV INTERVJUER	44
7.5	RELIABILITET OCH VALIDITET	45
7.6	RAPPORTERING	46
7.7	FELKÄLLOR	46
<b>8</b>	<b>OKG:S DRIFT- OCH UNDERHÅLLSSYSTEM</b>	<b>49</b>
8.1	BESKRIVNING AV PROGRAMMET	49
8.2	ARBETSFLÖDE I ODU	50
8.2.1	ARBETE SKALL UTFÖRAS	51
8.2.2	ARBETSDORDER, AO	52
8.2.3	ARBETSTILLSTÅND, ABT	52
8.2.4	SKYDDSTILLSTÅND, SKYD	52
8.2.5	ARBETSANSVARIG	52
8.2.6	ARBETSTAGARE	53
8.3	PROGRAM KOPPLADE TILL ODU	53
8.4	UTVÄRDERING AV ODU OCH DESS FUNKTIONER	54

8.4.1	RAPPORTFÖRFATTARNAS ÅSIKTER OM ODU OCH DESS FUNKTIONER	55
8.4.2	ANVÄNDARNAS ÅSIKTER OM ODU OCH DESS FUNKTIONER	56
8.4.3	KOMMENTARER	58
8.4.4	FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	59
<b>8.5</b>	<b>UTVÄRDERING AV INFORMATIONSFLÖDET I ODU</b>	<b>60</b>
8.5.1	INFORMATION I BEREDNINGAR	61
8.5.2	INNEHÅLL I ARBETS- OCH SKYDDSTILLSTÅND	63
8.5.3	ÖVERFÖRING AV INFORMATION	63
8.5.4	KOMMENTARER	64
8.5.5	FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	65

## **9 RISKER I REAKTORINNESLUTNINGEN UNDER AVSTÄLLNING** **69**

<b>9.1</b>	<b>RADIOLOGI</b>	<b>69</b>
9.1.1	GROVANALYS AV RADIOLOGI I O1:S REAKTORINNESLUTNING	69
9.1.2	PLATSBESÖK	71
9.1.3	MATERIAL FRÅN INTERVJUER	72
9.1.4	KOMMENTARER	73
9.1.5	FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	73
<b>9.2</b>	<b>BRAND OCH UTRYMNING</b>	<b>74</b>
9.2.1	BRANDBELASTNING	75
9.2.2	UTRYMNING	75
9.2.3	SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIGA ANALYSER	77
9.2.4	PLATSBESÖK	80
9.2.5	MATERIAL FRÅN INTERVJUER	81
9.2.6	KOMMENTARER	82
9.2.7	FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	83
<b>9.3</b>	<b>KONVENTIONELLT ARBETARSKYDD</b>	<b>84</b>
9.3.1	GROVANALYS AV ARBETSMILJÖN I O1:S REAKTORINNESLUTNING	84
9.3.2	PLATSBESÖK	87
9.3.3	MATERIAL FRÅN INTERVJUER	88
9.3.4	KOMMENTARER	88
9.3.5	FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	89
<b>9.4</b>	<b>FALLSTUDIE</b>	<b>89</b>
9.4.1	BAKGRUND TILL ARBETET	90
9.4.2	BESKRIVNING AV SYSTEM 311	90
9.4.3	BESKRIVNING AV ARBETET	90
9.4.4	KOMMENTARER TILL ARBETET	91

## **10 SLUTSATSER** **95**

## **11 DISKUSSION** **97**

## **12 FÖRSLAG TILL VIDARE ARBETE** **99**

<b>12.1</b>	<b>KOSTNAD/NYTTA</b>	<b>99</b>
<b>12.2</b>	<b>ACCEPTANSKRITERIER</b>	<b>99</b>
<b>12.3</b>	<b>GROVANALYS SOM DEL I ARBETSBEREDNING</b>	<b>99</b>

<b>12.4</b>	<b>BRAND OCH UTRYMNING</b>	<b>100</b>
<b>12.5</b>	<b>SÄKERHETSKULTUR VID UNDERHÅLLSARBETEN</b>	<b>100</b>
<b>13</b>	<b>REFERENSFÖRTECKNING</b>	<b>101</b>

---

## Uppdelning av rapport och bilagor

<b>Del I</b>	<b>Kap 1-7</b>	Bakgrundsinformation
<b>Del II</b>	<b>Kap 8</b>	Administrativ säkerhetsgranskning
<b>Del III</b>	<b>Kap 9</b>	Teknisk säkerhetsgranskning och riskanalyser
<b>Del IV</b>	<b>Kap 10-12</b>	Slutsatser, Diskussion och Förslag till vidare arbete
<b>Del V</b>	<b>Bilagor</b>	
	<b>Bilaga 1</b>	Underlag för intervju med arbetsorderberedare i ODU
	<b>Bilaga 2</b>	Underlag för intervju med arbetstillståndsberedare i ODU
	<b>Bilaga 3</b>	Underlag för intervju med skyddstillståndsberedare i ODU
	<b>Bilaga 4</b>	Underlag för intervju med arbetsansvarig, vars arbetstagare utför heta arbeten inom kontrollerat område på OKG AB
	<b>Bilaga 5</b>	Underlag för intervju med arbetstagare som utför heta arbeten inom kontrollerat område på OKG AB
	<b>Bilaga 6</b>	Grovanalys av radiologi i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning
	<b>Bilaga 7</b>	Grovanalys av arbetsmiljöns inverkan på personsäkerheten i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning
	<b>Bilaga 8</b>	Utbildningsmaterial för grovanalys

# Del I

# Bakgrundsinformation



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Som avslutning av Civilingenjörsprogrammet i Riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola skall vi, Henrik Källström och Fredrik Larsson genomföra ett examensarbete omfattande 20 poäng. Detta arbete sker i samarbete med Oskarshamns KärnkraftGrupp AB (OKG).

I samråd med OKG har en projektplan för ett examensarbete tagits fram. Arbetet innebär en studie av personsäkerheten för de arbetstagare som utför underhållsarbeten på OKG:s anläggningar.

Önskemålet från OKG:s sida är att studien skall omfatta en analys av uppenbara hälsorisker kopplade till radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö. Dessutom skall den administrativa hanteringen för underhållsarbeten granskas ur personsäkerhetssynpunkt. Med administrativ hantering menas här hur planering och beredning av arbeten sker samt flödet av säkerhetsrelaterad information.

Ett önskemål om framtagande av en riskanalysmodell som praktiskt kan användas vid personsäkerhetsstudier inom organisationen finns också från OKG:s sida.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att identifiera personsäkerhetsrelaterade risker med avseende på radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö vid underhållsarbeten på OKG:s anläggningar.

För att kunna bedöma personsäkerheten skall befintliga riskanalyser inom brandområdet granskas samt nya riskanalyser genomföras på områdena radiologi och konventionell arbetsmiljö.

Vidare skall den administrativa hanteringen vid underhållsarbeten utvärderas ur personsäkerhetssynpunkt. Vad gäller denna administrativa hantering läggs tonvikten på OKG:s Drift- och Underhållssystem (ODU), vilket är ett datorprogram som styr information kring personsäkerhet vid underhållsarbeten på anläggningen.

I de fall där det är möjligt, skall förslag till säkerhetshöjande åtgärder ges.

En del i arbetet är även att anpassa en riskanalysmetod så att den praktiskt kan användas vid personsäkerhetsstudier inom organisationen. För att implementera metoden på OKG skall även en utbildning tas fram och hållas.

Målgruppen för rapporten är personal inom OKG:s organisation samt handledare från Avdelningen för Brandteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

## 1.3 Metodik

Då avsikten med denna rapport är att täcka både tekniska och administrativa aspekter som påverkar personsäkerheten har ett flertal olika metoder för riskanalys tillämpats. Detta innefattar personliga intervjuer, tekniska riskanalysmetoder samt sammanställning av statistik, befintliga riskanalyser och expertbedömningar.

Arbetet inleddes med litteraturstudier inom områdena reaktorfysik, anläggningskännedom, intervjueteknik och rapportskrivning. Vidare granskades tillbud och olyckor vid OKG samt OKG:s regelverk och instruktioner inom områden som rör personsäkerheten.

För att ytterligare skaffa kunskap om anläggningen utfördes ett antal besök vid olika delar av anläggningen och framförallt inne i reaktorinneslutningen på O1. Vid flera av dessa besök gjordes också fotodokumentation. Till platsbesöken hör även en fallstudie i O1:s reaktorinneslutning. I denna följdes ett underhållsarbete och personsäkerheten samt informationsflödet granskades.

En stor del av rapporten grundar sig på intervjuer. Den intervjumetodik som valdes och användes finns i sin helhet beskriven separat i kapitel 7.

Den tekniska riskanalysmetod som ansågs bäst lämpad är grovanalys och vid två tillfällen under analysarbetet tillämpades denna praktiskt tillsammans med experter från OKG. För att, som ett första steg, implementera grovanalysen som analysverktyg, genomfördes även en utbildning för organisationen.

Under hela arbetets gång hölls fortlöpande kontakter med en mängd personer inom OKG:s organisation, samt med berörda på LTH.

## 1.4 Disposition

Denna rapport har delats in i fem huvuddelar. Dessa beskrivs kort nedan.

### **Del I Bakgrundsinformation**

Efter rapportens inledning följer en objektsbeskrivning där OKG beskrivs och framförallt O1:s reaktorinneslutning. Här redovisas även vad en revisionsavställning innebär. Därefter följer fem teorikapitel om fysikaliska arbetsmiljöfaktorer, säkerhetskultur, tillbuds- och olyckshistorik, grovanalys och till sist intervjumetodik.

### **Del II Administrativ säkerhetsgranskning**

I del II följer en beskrivning av OKG:s Drift- och Underhållssystem samt en utvärdering av programmet och dess informationsflöde. För att öka läsbarheten och förståelsen för kapitlet har kommentarer och förslag på säkerhetshöjande åtgärder presenterats sist i respektive delkapitel.

### **Del III Teknisk säkerhetsgranskning och riskanalyser**

I del III beskrivs analyser av risker i reaktorinneslutningen under revisionsavställning uppdelat på områdena radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö. Sist i varje delkapitel presenteras förslag på säkerhetshöjande åtgärder.



## **Del IV Slutsatser, Diskussion och Förslag till vidare arbete**

Sist i rapporten har slutsatser, diskussion och förslag till vidare arbete placerats. Här har sammanfattande kommentarer givits om personsäkerhet vid anläggningen tillsammans med tankar kring arbetet och dess fortskridande.

## **Del V Bilagor**

Efter rapporten har åtta bilagor placerats. Bland dessa återfinns intervjuunderlag, sammanställningar av genomförda grovanalyser samt utbildningsmaterialet från grovanalyskursen.

# **1.5 Avgränsningar**

Analyserna i denna rapport avser risker som hänger samman med personsäkerheten vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen under revisionsavställning. Inga analyser över reaktorhaverier eller radioaktiva utsläpp mot tredje man har utförts. Det är främst OKG:s äldsta reaktor (O1) som varit föremål för analys, då denna var avställd under den tid detta arbete utfördes.

Bland alla risker, som förekommer vid underhållsarbeten i ett kärnkraftverk, har enligt OKG:s önskemål tre områden valts ut för närmare analys. Dessa är radiologi, brand och utrymning samt risker inom konventionell arbetsmiljö.

Även om det är arbeten inom reaktorinneslutningen som först och främst granskas anses en stor del av resultatet vara tillämpligt även vid underhållsarbeten på andra delar av anläggningen.

Då förslag på säkerhetshöjande åtgärder angivits, har inga ekonomiska aspekter beaktats, utan de identifierade åtgärder som kan tänkas bidra till en ökad personsäkerhet har tagits med.

# **1.6 Erkännanden**

Vi vill rikta ett stort tack till följande personer som hjälpt oss i framtagandet av denna rapport. Jan-Ove Eriksson, Leif Holmebrant, Ingmar Idh, Berne Johansson, Magnus Jönsson, Ulf Nilsson, Göran Svensson, Ingemar Thuresson, Håkan Winberg och övriga personer vi varit i kontakt med på OKG. Tack även till Sven Erik Magnusson, Anders Jakobsson och övriga på avdelningen för Brandteknik vid LTH samt Roland Akselsson vid avdelningen för Ergonomi och Aerosolteknologi. Slutligen ett tack till personer vi varit i kontakt med på Barsebäck, Forsmark och Ringhals samt våra opponenter Johan Ingvarson och Annika Roos.



## 2 Objektsbeskrivning

Detta kapitel skall kort ge en inblick i OKG som företag och framförallt ge förståelse för reaktorinneslutningens utformning. Vidare ges en förklaring till innebörden av en revisionsavställning.

### 2.1 OKG AB

På Simpevarpshalvön utanför Oskarshamn ligger tre av Sveriges elva kärnreaktorer. De ägs och drivs av Oskarshamns KärnkraftGrupp AB (OKG). Övriga platser som idag har kärnkraftverk är Barsebäck (en), Forsmark (tre) och Ringhals (fyra). År 2001 utgjorde kärnkraft 43,9 % av den totala energiproduktionen i Sverige /1/. Av denna totala energiproduktion kommer cirka 11% (2001) från OKG.



Figur 1 OKG:s anläggningar på Simpevarpshalvön.

År 1970 startades den första reaktorn (O1) på OKG. Två år senare togs den i kommersiell drift och ytterligare två år senare togs reaktor nummer två (O2) i drift. 1984 invigdes Centralt Lager för Använt kärnbränsle (CLAB) där uttjänt bränsle från alla Sveriges kärnkraftverk mellanlagras i väntan på en slutförvaringsplats. Den tredje reaktorn (O3) togs i drift år 1985. År 2001 gav de tre reaktorerna en total produktion av 16,9 TWh /2/.

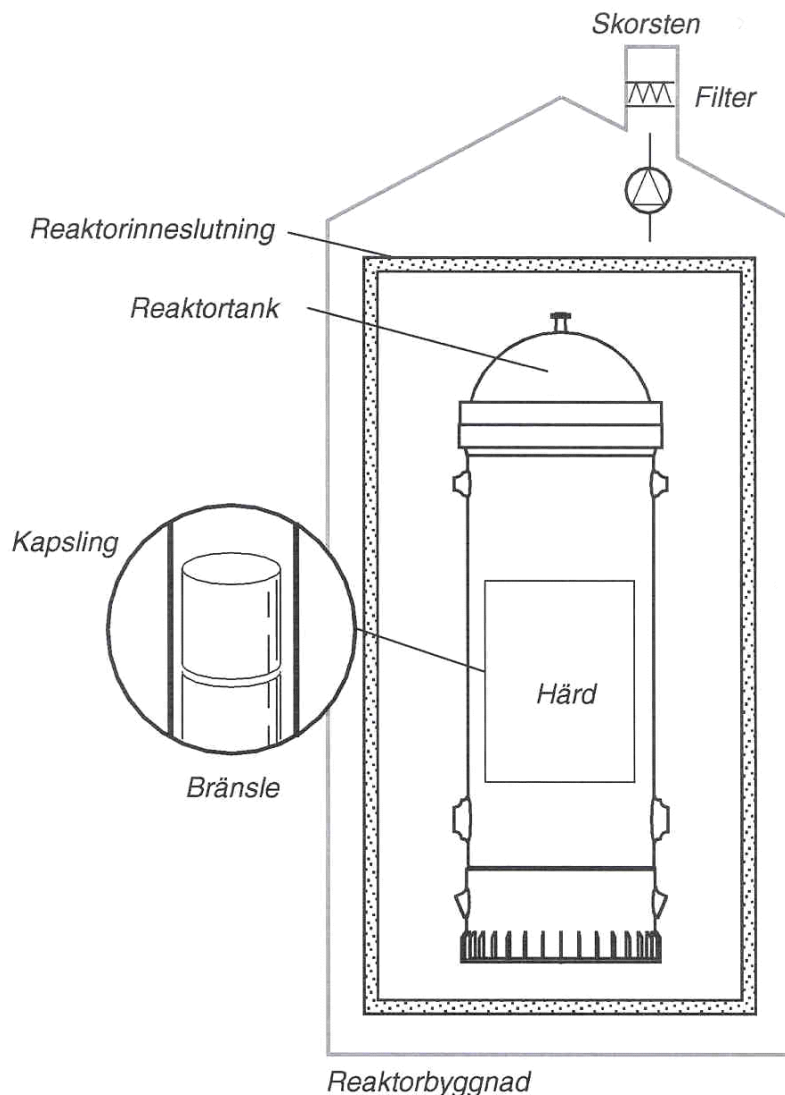
Samtliga reaktorer på OKG utgörs av så kallade Boiling Water Reactors (BWR). I Sverige finns även tre Pressure Water Reactors (PWR) belägna på Ringhals anläggning /3/.

OKG ägs till 54,5% av Sydkraft AB, 35,5% av Birka Energi AB och 10% av Fortum Kraft AB /4/. Företaget har cirka 900 anställda.

## 2.2 Reaktorinneslutning

Då avgränsningen att först och främst studera personsäkerheten i reaktorinneslutningen gjorts, följer här en redogörelse för dess utformning.

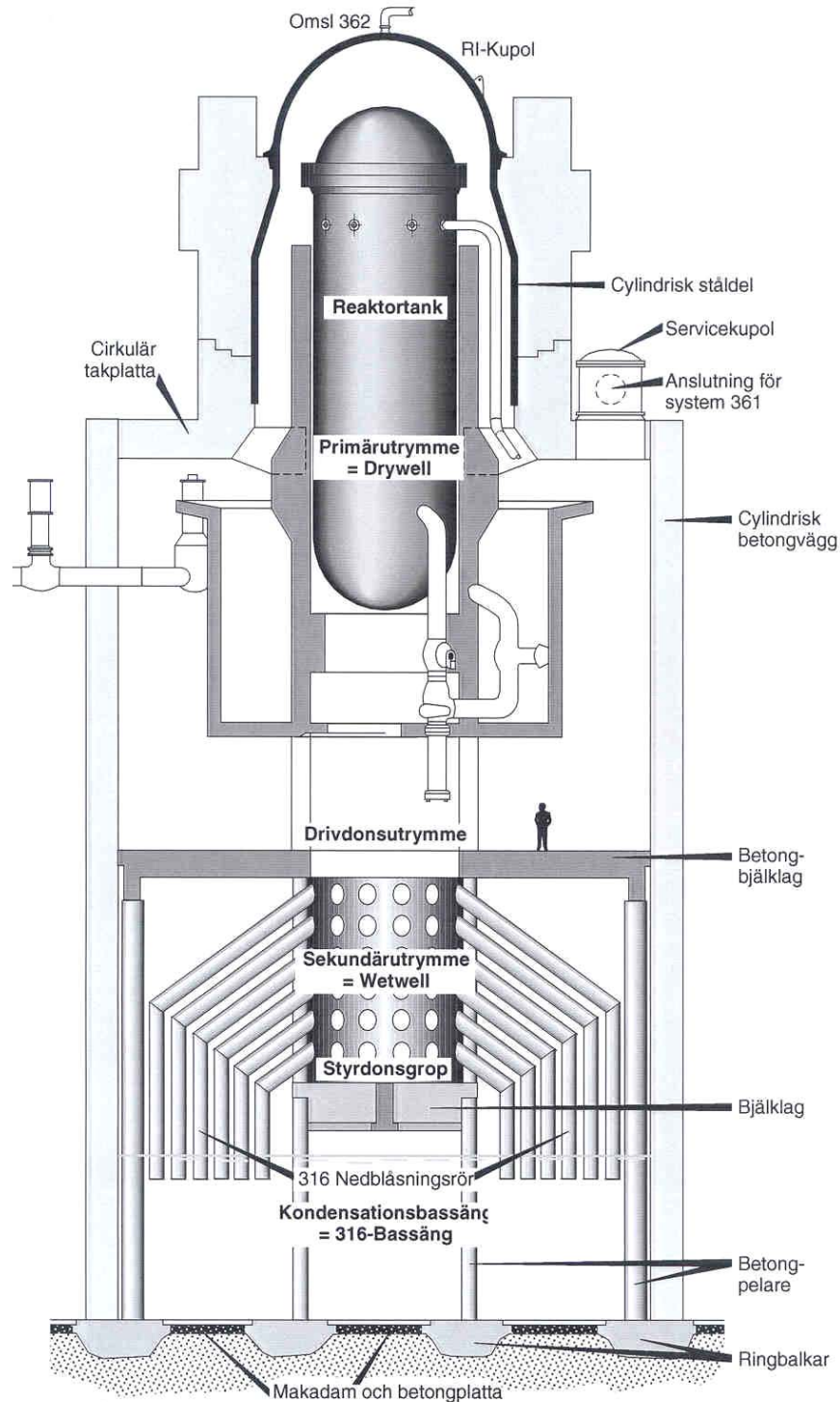
De reaktorer som finns på OKG är alla av typen BWR. Varje reaktorhård är placerad i en reaktortank som i sin tur är innesluten i en reaktorinneslutning. Tanken och inneslutningen utgör tillsammans med själva reaktorbyggnaden barriärer mot reaktorns omgivning.



Figur 2 Förenklad bild av reaktorhärden och dess barriärer.

Reaktorinneslutningen är utformad enligt den så kallade PS-principen (Pressure-Suppression, det vill säga tryck-tryckdämpning). Det är en gastät och tryckbärande byggnad uppdelad i två delar, drywell och wetwell, se figur 3. Drywell omfattar den övre delen och det är här som reaktortanken tillsammans med bland annat en mängd rörsystem, pumpar och ventiler är placerade.

Wetwell utgörs av en kondensationsbassäng och är utrymmet under drywell. Vid drift är dessa utrymmen i förbindelse via nedblåsningsrör, som i händelse av till exempel ett rörbrott, har till uppgift att leda ner ånga i kondensationsbassängen. Detta för att förhindra riskabel tryckuppbyggnad i reaktorinneslutningen. Under drift är inneslutningen inverterad med kvävgas och helt otillgänglig för personal.



Figur 3 Skiss över O1:s reaktorinneslutning.

## 2.3 Revisionsavställning

Svenska kärnreaktorer stängs varje år av under en revisionsavställning för bränslebyte och underhåll /5/. En normal revisionsavställning varar i cirka tre veckor och är förlagd mellan maj och september då elbehovet är som lägst.

Under den årliga revisionsavställningen byts ungefär en femtedel av bränslet i reaktorhärden ut. Utöver bränslebytet genomförs underhållsarbeten och kontroller. Många av dessa arbeten kan inte genomföras under drift då strålningsnivåerna är för höga. Under en normal revisionsavställning skall därför en mängd underhållsarbeten och kontroller utföras under en kort tidsperiod. Avvikelser vid prover och kontroller rapporteras till Statens Kärnkraftsinspektion (SKI) som är tillsynsmyndighet för verksamheten.

Framförallt för de äldre reaktorerna införs ibland förbättringar i form av nya tekniska lösningar. Dessa förändringar kan leda till att avställningarna varar en längre tid. Denna rapport är framtagen under just en längre avställning, projekt MOD på O1. MOD är den sista delen i en rad projekt för att modernisera O1 för framtida drift.

Efter avslutad revision kontrolleras att alla säkerhetssystem fungerar som de ska genom att en mängd prov utförs, till exempel för att försäkra sig om att reaktorinneslutningen är tät. När alla system kontrollerats återstartas reaktorn.

Projekt MOD innebär en moderniseringen av O1 för att uppfylla högt ställda krav på säkerhet och tillgänglighet under minst 20 år /6/. Detta innebär bland annat ökad redundans, fysisk separation, ökad tålighet mot jordbävning samt separation mellan drift- och säkerhetsutrustning. De stora åtgärderna är

- Nytt säkerhetskoncept
- Moderniserat kontrollrum
- Nytt mjukvarubaserat styrsystem
- Byte av turbinsystemets huvuddelar
- Byte av pumphus till huvudcirkulationspumparna (system 313)
- Byggåtgärder

Byte av pumphus är den största moderniseringen som berör det studerade utrymmet, reaktorinneslutningen. Förutom detta större arbete har en mängd andra underhållsarbeten genomförts under denna längre avställning. Till dessa underhållsarbeten hör det arbete på huvudånglednings-system (system 311) som utgör en fallstudie i detta arbete. Se kapitel 9.4.

## 3 Fysikaliska arbetsmiljöfaktorer och tidspress

Detta kapitel är ämnat att ge en teoretisk bakgrund till de hälsorisker förknippade med arbetsmiljön som förekommer på arbetsplatser liknande OKG. Med kapitlet görs inget anspråk på att behandla alla fysikaliska arbetsmiljöfaktorer som gäller på OKG. Istället har de största och tydligast utstickande valts. Dessa utgörs av radiologi, värme och tid. Dessa områden har även analyserats ur ett personsäkerhetsperspektiv och denna analys återfinns i kapitel 9. Hur radiologin, tiden och värmen påverkar arbetstagare på OKG har också i viss mån utretts genom att ställa frågor om detta i intervjuer.

### 3.1 Radiologi

I detta kapitel beskrivs den joniserande strålningens effekter på människan. Den information som finns på området idag kommer till stor del från ett omfattande statistiskt material som samlats in efter atombombsfällningarna över Hiroshima och Nagasaki under andra världskriget, samt efter Tjernobylyolyckan 1986. Kunskap har även hämtats från strålningsanvändning inom sjukvården och från djurförsök /7/. Alla dessa områden har gett kunskap om effekter av stora stråldoser. För små stråldoser finns det dock inga fastställda bevis för hur människan påverkas. Detta beror på att effekterna drunknar bland effekter av andra faktorer än strålning (rökning, luftföroreningar, osund kost och annat) /8/.

Den enhet som används för stråldoser är Sievert (Sv). I denna enhet mäts den ekvivalenta dos som absorberas av kroppen. Med dos menas den mängd energi en kropp tar upp per kilogram när den bestrålas ( $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ ). Med ekvivalent menas att hänsyn tagits till strålningslagens olika biologiska verkan genom en så kallad viktningsfaktor. Gamma- och betastrålning har viktningsfaktorn 1, medan alfa- och neutronstrålning har högre viktningsfaktor. 1 Sv innebär en stor stråldos och förekommer sällan. Därför används ofta millisievert (mSv) istället /8/.

#### 3.1.1 Extern och intern bestrålning

Den bestrålning som en människa kan utsättas för brukar delas in i de två kategorierna extern och intern bestrålning. Extern bestrålning är den som kommer från strålkällor utanför kroppen. En person utsätts bara för extern strålning så länge han eller hon befinner sig i själva strålfältet från källan. Den interna bestrålningen uppstår då ett radioaktivt ämne kommit in i kroppen. Detta kan ske genom näsa, mun eller öppna sår. De radioaktiva ämnena fördelar sig i kroppen efter sina kemiska egenskaper. För att nämna några exempel söker sig jod-131 till sköldkörteln, strontium-90 till skelettet och cesium-137 till muskelvävnaderna /9/.

### 3.1.2 Strålskador

Strålskador kan uppstå när kroppens vävnader bestrålas. Strålskadorna innebär att vävnadernas celler skadas eller dödas. Skadorna kan delas in i tre områden. Dessa utgörs av

1. **Specifika organskador:** Till exempel akut strålsjuka, lunginflammation och nedsatt sköldkörtelfunktion.
2. **Fosterskador:** Till exempel mental efterblivenhet.
3. **Sena skador:** Cancer, skador på arvsanlag.

#### 3.1.2.1 Specifika organskador

Akut strålsjuka blir effekten av en kortvarig stråldos på mer än 1 Sv till hela kroppen. Effekten blir främst skador på benmärgen och tarmens slemhinnor. Inom cirka sex timmar efter bestrålningen uppstår illamående och kräkningar. Om illamåendet börjar inom en timme är chansen för överlevnad liten. Nedan följer en tabell över de fall som leder till döden /8/. Dosgränser och tider kan variera något bland annat på medicinsk behandling.

Tabell 1 Tabell över stråldoser som leder till döden.

Helkroppsdos Sv	Viktigaste dödsorsak	Antal dygn mellan bestrålning och död
3-5	Benmärgsskada	30-60
5-15	Skador på magsäck, tarm och lungor	10-20
>15	Blodkärllsskador som leder till dödliga hjärnskador	1-5
Några 100	Skador på centrala nervsystemet	Ögonblicklig koma och död inom några timmar.

#### 3.1.2.2 Fosterskador

Fosterskador kan uppstå om en kvinna bestrålas under graviditeten. Celler som delar sig är extra känsliga för strålning. Studier av bestrålade kvinnor i Hiroshima och Nagasaki visar att fostret är som allra mest känsligt i 10:e - 17:e graviditetsveckan. Det är under denna period som fostrets storhjärna utvecklas. Bestrålning under denna period kan därför störa celldelningen i hjärnan och orsaka att personen blir mentalt efterbliven. En beräkning anger att 40% av barnen blir efterblivna om de som foster utsätts för en stråldos på 1 Sv. Vissa resultat, vilka ej är entydiga, visar att en stråldos på mellan 100 och 200 mSv ej ska vara skadlig för ett foster /8/.



### 3.1.2.3 Sena skador

Den skada som oftast förknippas med joniserande strålning är cancer. Celler som bestrålas kan skadas utan att dö. Normalt förstör kroppen de skadade cellerna, men i vissa fall kan de överleva och ge upphov till mutationer som senare kan leda till cancer. Det finns inga säkerställda resultat som visar exakt hur cancerrisken för människor beror på stråldosen och cirka 20% av befolkningen dör i cancer även utan att ha utsatts för stråldoser. Den kunskap som finns är hämtad från djurförsök. International Commission on Radiological Protection (ICRP) räknar med att sannolikheten att dö i strålningsframkallad cancer är cirka 5% per Sv. Denna stråldos utgörs av den så kallade kollektivdosen. Detta innebär, i antagandet ovan, att om 10 000 människor utsätts för en stråldos på vardera 10 mSv, beräknas 5 personer dö i strålningsframkallad cancer. Cancer har en latenstid på minst 10 år från bestrålningstillfället. Tider på 40 år eller längre är ännu vanligare. Efter Tjernobyolyckan har studier visat att sköldkörtelcancer hos barn kan uppkomma redan efter cirka 4-5 år /10/.

Till de sena skadorna hör även ärftliga skador. Dessa kan inträffa då skadade könsceller medverkar i en befruktning. Ärftliga skador kallas också genetiska skador. Även de riskuppskattningar som gjorts för denna typ av skador kommer från djurförsök. Utifrån dessa antas att risken för ärftliga skador är mindre än tidigare nämnda cancerrisk. En siffra som nämns är 1% per Sv, räknat som kollektivdos /8/.

## 3.1.3 Klassningsgränser

Den radiologiska miljön medför att OKG:s anläggningar delas in i områden. De, där joniserande strålning kan förekomma, benämns kontrollerat område och de, där joniserande strålning från anläggningen ej normalt kan förekomma, benämns okontrollerat område. Det kontrollerade området delas in i zoner efter hur stor strålningen är inom zonen. Storleken på strålningen som styr zonindelningen anges i de så kallade klassningsgränserna. Zonerna benämns blå, gul och röd och innebär att olika mått av försiktighet måste iakttas och olika nivåer av skyddsutrustning bäras inom respektive område.

Fram till årsskiftet har samtliga kärnkraftverk i Sverige haft sina egna klassningsgränser. Från 2003-01-01 kommer ett gemensamt klassningssystem att införas. Detta genomförs för att en gemensam terminologi underlättar kommunikationen mellan verken. Det underlättar även för de entreprenörsfirmor som utför arbeten vid flera av de svenska kärnkraftverken och som tidigare fått rätta sig efter olika regler och tänkande vid olika kärnkraftverk. I tabell 2 har de nuvarande och kommande klassningsgränserna vid OKG sammanställts för de olika zonerna. En förklaring till enheterna ges efter tabellen.

Tabell 2 Klassningsgränser vid OKG.

Zon	Strålningszon mSv/h		Ytkontaminationszon kBq/m <sup>2</sup>		Luftkontaminationszon DAC	
	Nuvarande	Kommande	Nuvarande	Kommande	Nuvarande	Kommande
<b>BLÅ</b>	<0,01	<0,025	<40	<40	<0,1	<1
<b>GUL</b>	0,01-1	0,025-1	40-400	40-1000	0,1-1	1-10
<b>RÖD</b>	>1	>1	>400	>1000	>1	>10

- I en strålningszon utsätts en person för en dosrat. Dosraten innebär stråldos per tidsenhet och anges vanligen i millisievert per timme (mSv/h).
- Aktiviteten hos ett radioaktivt ämne anges i Becquerel (Bq), där 1 becquerel = 1 sönderfall per sekund.
- 1 DAC är den luftaktivitetskoncentration, i Bq/m<sup>3</sup> räknat, som utan skyddsmask ger 20 (tidigare 50) mSv i dos på ett arbetsår (2000 h).

Reaktorinneslutningarna, vilka granskas i denna rapport, är under revisionstid normalt klassade som gula zoner. Detta innebär att stråldoserna då uppgår till mellan 0,01 och 1 mSv per timme. Dessa doser kan sättas i relation till ovan nämnda stråldoser som anses vara skadliga. Det är när kontaminerade system öppnas och arbeten måste utföras i dessa som röd klassning blir aktuell under revisionsavställning. Då föreligger även risk för internkontamination genom inhalering av radioaktiva partiklar som frigjorts vid öppnandet av systemen.

### 3.1.4 Stråldosbegränsningar

För att skydda personer som arbetar i verksamheter med joniserande strålning har Statens Strålskyddsinstitut (SSI) utfärdat regler för hur stor dos en person maximalt får ta under en tidsperiod. En person i verksamhet med joniserande strålning får per år ta maximalt 50 mSv och under fem på varandra följande år maximalt 100 mSv. Nås doser därutöver måste uppehåll från verksamheten göras omedelbart. För personer under 18 år och för gravida eller ammande kvinnor gäller särskilda regler med lägre satta gränsvärden /11/.

## 3.2 Värme

För att kroppens organ ska fungera normalt bör den djupa kroppstemperaturen inte överstiga 38°C. Om arbete måste pågå i en varm miljö, med stigande kroppstemperatur som följd, kan skadliga effekter uppstå. Exempel på sådana listas i tabell 3 /12/. Tillstånden anges i ökande allvarlighetsgrad.

Tabell 3 Tillstånd som kan framkallas av värmebelastning.

Tillstånd	Symtom
Ospecifika obehag	Irritation. Bristande koncentration, uppmärksamhet och omdöme. Sänkt prestationsförmåga. Ökat riskbeteende.
Värmeutslag	Hudrodnad och så kallade värmeutslag på grund av svullda svettkörtlar.
Yrsel och svimning	Yrsel, svaghetskänsla och illamående i sittande eller stående ställning. Kortvarig svimningsattack. "Black out".
Tendens till uttorkning genom svettning i kombination med för lågt vätskeintag	Huvudvärk. Törst. Stark trötthet. Svaghetskänsla i muskler. Osammanhängande beteende.
Saltförlust genom svettning	Kramper.
Värmeslag	Ökande pulsfrekvens. Förvirring. Nedsatt eller upphörd svettning. Cirkulationskollaps med medvetslöshet och död.

Det sista och allvarligaste steget, värmeslag, som anges i tabell 3 inträffar då den djupa kroppstemperaturen uppgår till 40°C och däröver. Ofta uppstår då också vävnadsskador på njurar och nervsystem. Det är dessa skador som i värsta fall kan leda till döden hos den drabbade /7/.

### 3.2.1 Värme och prestation

För att minska belastningen på kroppen anpassar sig människan medvetet eller omedvetet vid en måttlig värmebelastning. Detta medför minskad fysisk prestationsförmåga vilket tar sig uttryck i en minskad vakenhetsgrad, avslappning och minskad arbetstakt och medför en försämrad fysisk prestationsförmåga. Även den mentala förmågan påverkas, vilket medför ökat antal fel och fler olyckor. En siffra som anges i sammanhanget är att olycksfallsfrekvensen bland män ökar med cirka 40% då komforttemperaturen stiger från 20°C till 27°C. Arbetsprestationen varierar bland olika grupper som drabbas av värmebelastning. Äldre personer, kvinnor och barn påverkas mer än män i arbetsför ålder /7/.

Resultatet av en studie, genomförd 1983 bland soldater i amerikanska armén, indikerar att "temperaturer under och över de som föredras av de flesta, har en markant skadlig effekt på det säkerhetsrelaterade beteendet hos arbetare"/13/.

Hög värmebelastningen på en arbetsplats kan undvikas genom i princip tre typer av insatser /12/. Dessa utgörs av

1. **Minskning av värmen som bildas vid kroppsarbete:** Detta kan uppnås genom fler pauser och därigenom förkortad arbetstid. Det kan också uppnås genom att minska arbetets tyngd (byte av arbetsmetod).
2. **Förhindrande av värmeförsel från omgivningen:** Detta kan uppnås genom avskärmning av värmestrålkällor och ökning av luftrörelser genom ventilation.

3. **Ökning av kroppens värmeavgivning:** Detta kan uppnås genom användning av lämplig klädsel, intag av dryck och minskning av luftfuktigheten om den är hög.

## 3.3 Tidspress

Stress kan ha sitt ursprung i en mängd olika faktorer. Som några exempel kan den mentala belastningen från uppgiften, belastning från den fysiska miljön och belastning från den psykosociala miljön nämnas /14/.

Här läggs tonvikten på tidspress, som varje år gör sig gällande under de korta revisionsavställningarna. Exakt hur detta påverkar personsäkerhet och olyckor är svårt att avgöra och är inte utrett inom organisationen. Medvetenheten och kunskapen om tidspressens och stressens inverkan på människan finns dock.

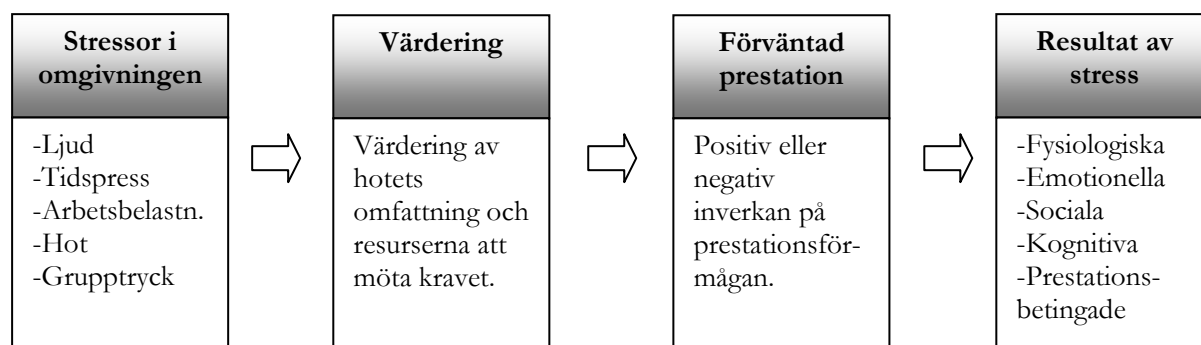
Tidspress kan definieras som en begränsning av den tid som behövs för att utföra en uppgift. Forskning pekar på att tidspress försämrar prestationsförmågan genom kognitiva krav som överbelastning av information. Överbelastning av information uppstår då en person måste behandla en viss mängd information under en begränsad tidsperiod. Detta undviks normalt hos människan genom tre strategier /13/. Dessa utgörs av

1. **Acceleration:** Innebär att personen försöker ta åt sig informationen snabbare för att hinna med.
2. **Ändrad informationsbehandling:** Personen ändrar det sätt, på vilket han eller hon tar åt sig information.
3. **Filtrering:** Personen sällar bland information för att hinna med.

I de fall då informationen, som nämns ovan, exempelvis har med skydd och säkerhet att göra, kan de förändrade strategierna utgöra en risk för personsäkerheten. Det skall dock nämnas i sammanhanget att en viss tidspress kan påverka en person positivt, i den bemärkelse att han eller hon till viss del ökar sin vakenhet och anstränger sig mer för att prestera bra. Det är normalt endast stark tidspress som kan medföra säkerhetsrisker.

### 3.3.1 Stress och prestation

I figur 4 presenteras en modell över stress och prestation. I texten under modellen förklaras modellens innehåll.



Figur 4 En modell över stress och prestation.

Modellen kan förklaras som att en person först utsätts för en stressor i omgivningen. De stressorer som nämns i exemplet är ljud, arbetsbelastning, hot, gruppsyck och just tidspress. Nästa steg i modellen utgörs av en värderingsprocess. Här värderas stressornas omfattning, alltså hur allvarligt hotet från omgivningen är. Personen värderar också om han eller hon har tillräckligt med resurser för att bemöta kravet. I det tredje steget innebär stressorn en inverkan på personens prestation. Denna kan vara positiv och personen presterar något bättre under rimlig press. Detta inträffar om stressorn inte upplevs som för stor. Om stressorn är för stor i förhållande till personens resurser att bemöta den försämras personens prestationer. Resultatet av stressen kan bli fysiologiska, emotionella, sociala, kognitiva och prestationsbetingade följder /13/.

Till de fysiologiska följderna av stress hör ökad pulsfrekvens, ökat blodtryck, ökning av katekolaminer (adrenalin och noradrenalin) i blodet, ökad kortisolhalt i blodet och ökad hudkonduktans /14/.

Bland de emotionella följderna finns känslor som rädsla eller ängslighet, irritation och frustration.

Till de kognitiva effekterna hör distraktion, bristande uppmärksamhet, tunnelseende, avtagande sökaktivitet, svårighet att ta emot information, längre reaktionstid för yttre stimuli, ökat felhandlande och svårigheter att minnas.

De sociala effekterna innebär följder som minskad samarbetsförmåga, ökad aggressivitet, minskad vilja att hjälpa andra och att personen struntar i andras åsikter.

Exempel på prestationsbetingade följder är att noggrannheten i en handling ofta försämras och antalet felhandlingar ökar.



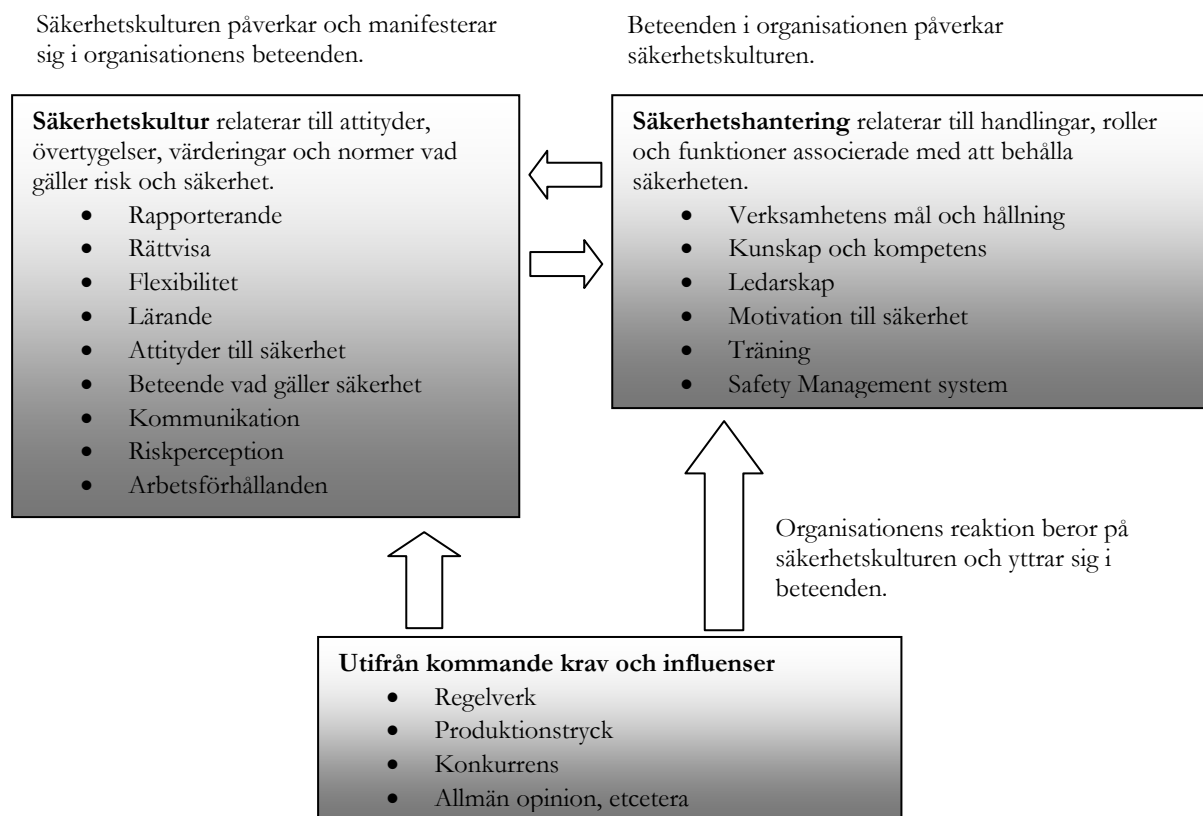
## 4 Säkerhetskultur

I detta kapitel beskrivs begreppet säkerhetskultur och hur detta kan kopplas samman med säkerhetsarbetet på OKG vid revisionsavställning. Inledningsvis beskrivs de ingående komponenterna i en säkerhetskultur med hjälp av en modell. Betydelsen av vissa komponenter ur personsäkerhetssynpunkt vid underhållsarbeten kopplas sedan till Rasmussens nivåmodell. Sistnämnda modell visar hur olika nivåer i samhället och företaget samverkar för säkerhet. Sista delen av kapitlet tar upp hur OKG genom utbildning och information ger sin egen och extern personal förutsättningar för att ur personsäkerhetssynpunkt kunna utföra ett säkert arbete.

Uttrycket säkerhetskultur växte sig starkt efter Tjernobylyolyckan 1986 och är idag ett utbrett begrepp. Kärnkraften, processindustrin och offshoreindustrin är verksamheter som ligger långt fram när det gäller att studera detta område. OKG arbetar på flera områden i organisationen med frågor som berör säkerhetskultur. Mycket av detta arbete hänger samman med processen och anläggning i drift och kommer inte behandlas vidare här. Fokus ligger istället på områden som relaterar till personsäkerheten vid revisionsavställning. I detta kapitel ges läsaren en introduktion till en modell av säkerhetskultur /15/. Vissa av modellens komponenter som på något sätt berör personsäkerheten vid underhållsarbeten kommer i senare kapitel kopplas samman med framtagna åtgärdsförslag. Se kapitel 8.

### 4.1 Komponenter i en säkerhetskultur

I figur 5 följer en modell som visar hur säkerhetskultur och säkerhetshantering är kopplade till varandra och hur de påverkas av utifrån kommande krav och influenser. Efter figuren förklaras de ingående komponenterna i de olika grupperna; säkerhetskultur, säkerhetshantering och utifrån kommande krav och influenser.



Figur 5 Modell av säkerhetskultur /15/.

## 4.1.1 Säkerhetskultur

I en säkerhetskultur har information en central roll och därmed är betydelsen av ett effektivt informationssystem för säkerhet av stor betydelse. Framtagandet av ett informationssystem skall innehålla uppsamling, analysering och fördelning av data från incidenter, nära missar och proaktivt arbete. En informerad kultur innebär uppdaterade kunskaper om mänskliga, teknologiska, organisatoriska och miljömässiga faktorer. Dessa faktorer påverkar säkerheten i ett system eller en verksamhet. Vidare identifieras rapportering, rättvisa, flexibilitet och lärande som fyra kritiska komponenter i en säkerhetskultur /16/. Dessa fyra tillsammans med övriga komponenter i en säkerhetskultur beskrivs nedan.

### 4.1.1.1 De fyra kritiska komponenterna

För rapportering av misstag och nära missar krävs att en organisation lyckats skapa tillit och engagemang hos dem som arbetar i riskernas absoluta närhet. Detta innefattar ett väl fungerande rapporteringssystem som med fördel bygger på anonymitet. En kultur med effektiv rapportering beror av hur organisationen hanterar skuld och bestraffning.

En rättvis kultur innebär att personal uppmuntras till rapportering av egna misstag och säkerhetsinformation så hela organisationen kan lära av detta. En gräns för acceptabelt och ickeacceptabelt beteende är klargjord.



Flexibilitet handlar om respekt för personalens kunskaper, erfarenheter och förmågor. Som exempel kan nämnas att en hierarkisk struktur kan övergå i en platt organisation i en kris. Den person med mest kunskap, inte nödvändigtvis högst rang, tillåtes lösa ett givet problem i en given situation. När krisen är över återgår organisationen till den mer traditionella byråkratiska uppbyggnaden. Respekt av detta slag måste förvärvas och för det krävs att organisationen gör omfattande investeringar i träning och utbildning.

Den sista kritiska komponenten i en säkerhetskultur är om organisationen är lärande. Lärande innebär att det finns vilja och förmåga att lära sig av erfarenheter och information gällande säkerhet. Vidare ska organisationen ha beredskap att införa förbättringar när så krävs.

#### **4.1.1.2 Attityder till säkerhet**

Det är viktigt att hela organisationen genomsyras av intresse och engagemang i säkerhetsfrågor. Förståelse för konsekvenser av ett visst handlande, ansvarsfördelning och personligt ansvar avspeglas i attityderna hos en organisation /15/.

#### **4.1.1.3 Beteende vad gäller säkerhet**

Individuellt ansvarstagande i säkerhetsfrågor och individens beteende på alla nivåer i organisationen påverkar risken för olyckor. Det gäller att organisationen uppmuntrar beteenden som påverkar säkerheten positivt och undviker sådana som har en negativ inverkan på säkerhet /15/. Positiva beteenden kan vara "ordning och reda", "säkerheten främst" och den inom OKG använda modellen STARK (Stanna upp, Tänk efter, Analysera, Reagera och Kommunicera). Press från olika nivåer (till exempel tidspress) kan leda till ett beteende som medför onödiga risker och genvägar i arbetet.

#### **4.1.1.4 Kommunikation**

Det är viktigt att all information avseende drift och säkerhet i en organisation ges på ett sådant sätt att mottagaren kan förstå dess innebörd. För att detta skall fungera krävs rutiner gällande kommunikation i det vardagliga arbetet /15/.

#### **4.1.1.5 Riskperception**

Riskperception handlar om individens uppfattning om risker och säkerhet i sitt arbete. Kan individen själv kontrollera säkerheten vid sin arbetsplats och finns ett förtroende för ledningen i säkerhetsfrågor? Möjligheten att själv kontrollera risken styr vår riskacceptans. En risk vi själva utsätter oss för kan vi acceptera i en högre grad än den som påtvingas oss. Vinsten av att ta en risk är kanske det som styr oss mest vad gäller att acceptera ett risktagande. Ju större fördelen kan tänkas vara ju större risk är vi beredda att ta och viceversa /15/.

#### **4.1.1.6 Arbetsförhållanden**

Hur anställda uppfattar sitt arbete påverkas av deras arbetssituation. Allmän trivsel, påverkan av tidspress, träning i säkerhetsrutiner och klarhet i regler är några faktorer som påverkar anställdas arbetssituation. Dessa och en mängd andra faktorer påverkar de anställdas prestation och möjlighet att leva upp till säkerhetsregler och krav /15/.

## 4.1.2 Säkerhetshantering och säkerhetskultur

Säkerhetshantering relaterar till handlingar, roller och funktioner associerade med att behålla säkerheten i en verksamhet. Dessa är skiftande, men till stor del observerbara och kategoriserbara som beteenden. Säkerhetskulturen relaterar till attityder, övertygelser, värderingar och normer som underbygger dessa handlingar. Många av dessa handlingar är inte synliga. Detta gör att aspekter gällande säkerhetskultur är svåra att undersöka och bekräfta /17/.

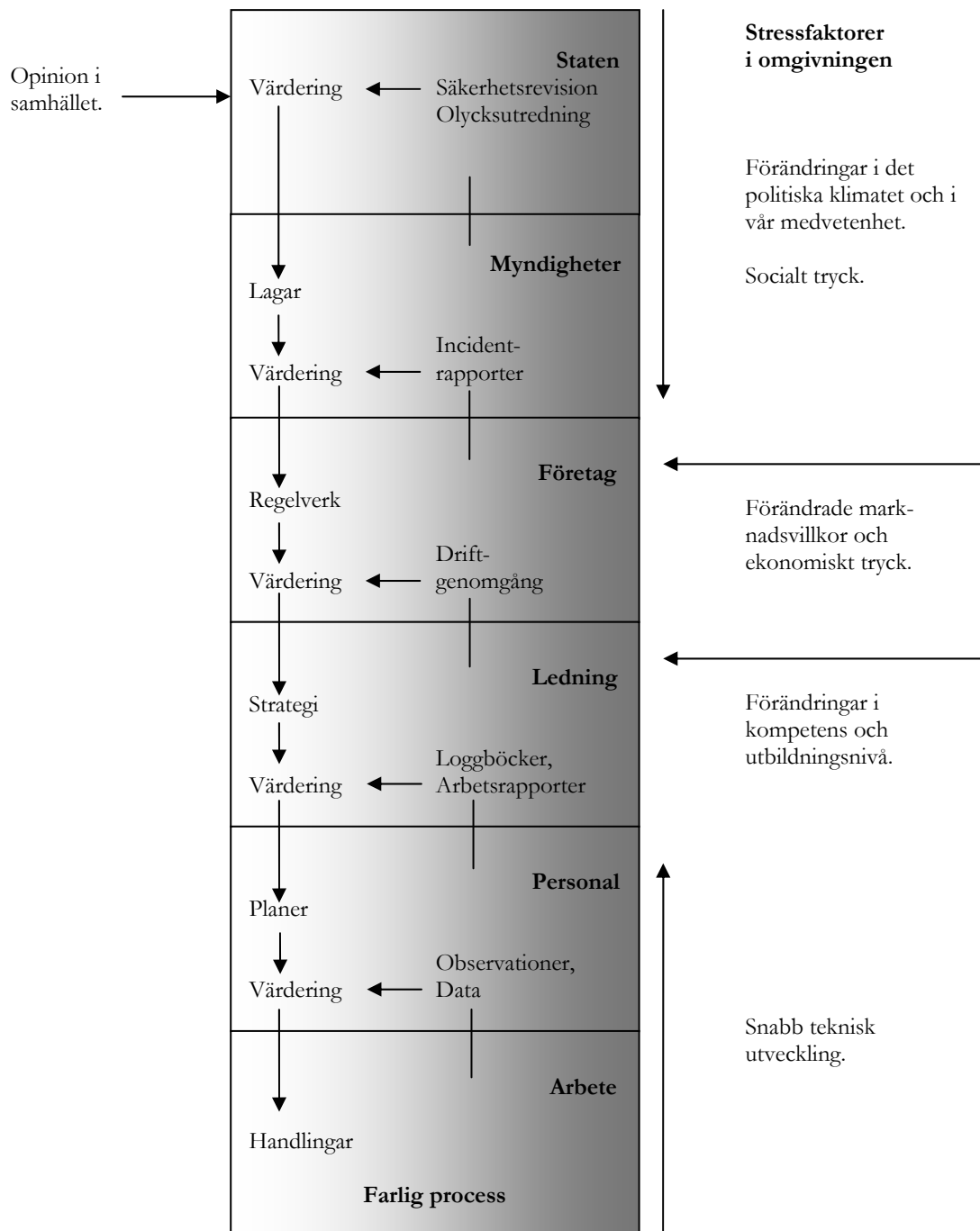
## 4.1.3 Utifrån kommande krav och influenser

Till följd av konkurrens och krav på kostnadseffektivitet går organisationer mot gränserna för vad som är acceptabelt beteende ur säkerhetssynpunkt. Detta hävdas vara orsaken till många olyckor /18/.

Kärnkraftverksamhet lyder under en mängd lagar och förordningar och har rapporterings-skyldighet till en mängd myndigheter och organisationer, till exempel SSI, SKI och International Atomic Energy Agency (IAEA). Detta gäller mestadels för anläggning i drift. För underhålls-arbeten under revisionsavställning som granskas i denna rapport finns en rad andra intressenter. Arbetsmiljöverket och Elsäkerhetsverket är två av dessa som kräver rapportering av olyckor vid underhållsarbeten. De ställer också krav på den arbetsmiljö som personal vistas i.

## 4.2 Rasmussens nivåmodell

Rasmussens modell visar den hierarkiska strukturen över hur samhället samverkar för säkerhet. Modellen anges i figur 6. Förutom kopplingen mellan de olika nivåerna påverkas nivåerna i olika grad av yttre faktorer. Opinionsen i samhället, socialt tryck och det politiska klimatet är exempel på faktorer som påverkar de översta nivåerna i modellen. Myndigheter tolkar och specificerar föreskrifter utifrån de lagar som riksdagen stiftat. Dessa föreskrifter är inte så detaljerade att de direkt är tillämpbara i en specifik verksamhet. Företaget får utifrån dessa föreskrifter och övergripande lagar ta fram handlingar som uppfyller intressenters önskemål och krav. Beroende på verksamhetens omfattning får sedan uppgifter delegeras till kunniga underordnade. Detta då oförutsedda händelser och risker måste kunna tas omhand av den personal som nära processen kan fatta ”rätt” beslut. Yttre faktorer som kan påverka företaget och dess anställda på olika nivåer är exempelvis den snabba tekniska utvecklingen, förändringar i kompetens och utbildningsbehov samt förändrade marknadsvillkor och ekonomiskt tryck. Den konkurrens företag idag utsätts för tenderar att ge kortsiktiga ekonomiska lösningar istället för att långsiktigt planera för välfärd, säkerhet och inverkan på miljön /14/.



Figur 6 Rasmussens nivåmodell /19/.

Modellen är övergripande och passar in i flertalet organisationer och verksamheter. För att förtydliga modellen används i kapitel 4.2.1 det studerade företaget OKG som exempel.

## 4.2.1 Rasmussens nivåmodell tillämpad på OKG

Ett försök görs här att förtydliga Rasmussens nivåmodell på det analyserade företaget, OKG. Fokus ligger på nedre halvan av modellen då den har störst direkt påverkan ur personsäkerhets-synpunkt vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen. För att inte tappa helheten ges även

kortare kommentarer till övriga nivåer. Det är dessa övre nivåer som genom påtryckningar utifrån, direkt och indirekt, ger förutsättningar för ett säkert arbete i form av lagar och regelverk.

Staten, genom regering och riksdag, har stiftat lagar som tillsynsmyndigheter, i detta fall exempelvis SSI, SKI, Arbetsmiljöverket och Elsäkerhetsverket har tolkat och specificerat i författningar, föreskrifter och allmänna råd. I direktiv för verksamhetsområden och tillhörande direktivtillämpningar har OKG sett till att hänsyn tagits till dessa intressenters krav och önskemål. Dessa direktiv och direktivtillämpningar skall täcka in alla de intressenter som ställer krav på verksamheten. Utifrån dessa handlingar har sedan ledningen tagit fram rutiner och instruktioner, vilka i detalj skall se till att alla högre nivåer efterlevs. Detta är vad som i Rasmussens nivåmodell kallas strategi. Det är de rutiner och instruktioner som berör personsäkerheten vid underhållsarbeten och som personal involverad i revisionsavställning skall ta del av. I dessa rutiner och instruktioner finns mer detaljerad information om bland annat risker förknippade med radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö. Vidare tas planer fram för exempelvis en revision eller ett projekt. I dessa planer anges när olika underhållsarbeten skall utföras i förhållande till varandra och hur lång tid olika arbeten får ta. Till varje specifikt arbete bereds ett arbetstillstånd samt om så är nödvändigt ett skyddstillstånd. Dessa tillstånd skall hämtas ut och delges arbetstagare innan arbete får startas. Med dessa planer och den information som arbetstagare tagit del av, har förutsättningar för ett säkert underhållsarbete skapats.

Från företagsnivån och i fallande nivåer går det inte helt att detaljstyra underställda chefer och personal eftersom det inte går att förutse alla händelser och risker. Det är viktigt att de som är nära verksamheten kan fatta rätt beslut. Delegering av detaljer till underställd personal är nödvändig. För delegering av arbete krävs att behovet finns, tillräcklig utbildning och ekonomiska förutsättningar givits, samt att ytterligare erforderliga resurser tilldelats. För att kunna utvärdera hur planerade arbeten genomförts är återkoppling mellan de olika nivåerna av yttersta vikt. Detta ställer krav på god kommunikation mellan olika enheter i organisationen. Feedback och rapportering av avvikelser, tillbud och olyckor är också ett viktigt sätt att i verksamheten se till att återkoppling fungerar.

De olika nivåerna i Rasmussens nivåmodell påverkas även av olika yttre faktorer. På företagsnivå kan det vara förändrade marknadsvillkor och ekonomiskt tryck. För OKG:s del är detta precis vad som hände när elmarknaden privatiserades och de började utsättas för konkurrens. För att spara pengar har det uppkommit önskemål om kortare revisionsavställningar vilket i sin tur kan påverka personsäkerheten vid underhållsarbeten. Andra yttre faktorer på företagsnivå är den snabba tekniska utvecklingen och förändringar i kompetens och utbildningsnivå. Ett konkret exempel är införandet av ett nytt mjukvarubaserat kontrollsystem under projekt MOD på O1. Detta är en ny modern teknisk lösning som kräver ny kompetens och kunskap hos driftpersonal. Samhällets opinion och det politiska trycket är faktorer som påverkar OKG från de övre nivåerna. Dessa påtryckningar kan exempelvis vara folkomröstning om nedläggning och politiska beslut att stänga en kärnreaktor. Trots de politiska beslut som finns att kärnkraften skall avvecklas arbetar OKG utifrån de förutsättningar att de skall fortsätta driften under en längre tid.

## 4.3 Information gällande skydd och säkerhet vid OKG

OKG:s organisation arbetar på många sätt med utbildning och kompetensutveckling, både för den egna personalen och för entreprenörer. Då denna rapport granskar personsäkerhet och administrativ hantering vid underhållsarbeten kommer dock fokus ligga på information och utbildning som berör dessa områden. I följande kapitel kommer en kort sammanfattning ges av hur personal som utför underhållsarbeten berörs av olika utbildningar och säkerhetsarbete vid OKG.

### 4.3.1 OKG:s kvalitetspolicy

Alla inom OKG:s organisation, samt alla partners och inhyrda entreprenörer innefattas av OKG:s kvalitetspolicy /20/. Policyn är ordagrant återgiven som OKG utformat den och ger, om dock något odetaljerat, en grund till arbetet med kvalitet och säkerhet.

OKG:s verksamhet ska kännetecknas av **helhetssyn** med fokus på rätt **kvalitet** utifrån kunders och övriga intressenters behov, förväntningar och krav.

- All verksamhet ska bedrivas på ett invändningsfritt sätt inom samtliga led i organisationen, mot kunder och övriga intressenter.
- Kvalitetsarbetet ska tillämpas utifrån ett totalt kvalitetstänkande baserat på en helhetssyn.

Kvalitetsarbete inom OKG ska bedrivas **aktivt** och **kontinuerligt** för att ständigt utvecklas.

- Ett systematiskt utvecklingsarbete ska bedrivas utgående från förändrade behov, förväntningar och krav från våra kunder och övriga intressenter.
- Kvalitetsarbetet ska utvecklas så att det bidrar till att vi är konkurrenskraftiga på kort och lång sikt.

Kvalitetsarbetet berör alla och envar. Samtliga har därför skyldighet att bedriva ett kvalitetssäkrat arbete och påtala brister i kvalitetssystem och verksamhet.

### 4.3.2 Utbildning inom skydd och säkerhet

För att få tillträde till svenska kärnkraftverk krävs en grundläggande utbildning inom skydd och säkerhet. Detta är en entreprenörs första kontakt med säkerhetsarbeten vid kärntekniska anläggningar. Utbildningen är gemensam för de svenska kärnkraftverken och måste uppdateras minst vart tredje år. När rapportförfattarna först kom i kontakt med OKG utgjordes denna utbildning av föreläsning och en informationsvideo. Idag finns utbildningen att tillgå på Internet för kunna

genomförs innan ankomst till OKG. Efter genomgången utbildning skall ett prov genomföras antingen över Internet eller på plats vid kärnkraftverket. Godkänt resultat är ett av de krav som ställs för att få tillträde till svenska kärnkraftverk. De andra kraven är en läkarundersökning och ett genomfört drogtest.

Denna grundläggande utbildning i skydd och säkerhet är till för att alla skall besitta en för kärnkraften fastställd erforderlig kunskap. Utbildningen omfattar följande områden: fysiskt skydd, strålskydd, brandskydd, haveriberedskap, arbetsmiljö, miljö och säkerhet /21/.

### 4.3.3 Riktad utbildning

OKG har introducerat riktad utbildning för att vid komplexa arbeten kunna uppnå de mål på säkerhetskrav som organisationen ställer. Utbildningen kan vara riktad till enstaka personer i ett enskilt arbete eller som större utbildningsinsatser vid projekt och revisionsavställningar. Inför utvalda arbeten samlas berörd personal som på något sätt kommer vara involverad i uppgiften. Dessa får en noggrann genomgång av arbetsuppgiften och tillhörande risker /22/.

Målen med riktad utbildning är att:

- Få ett ALARA-tänkande (As Low as Reasonable Achievable) gällande stråldoser i hela organisationen .
- Få upp medvetenheten om stråldoser i organisationen, arbetsgrupper och individuellt.
- Ge förutsättningar för individen att påverka sin egen stråldos och förklara att det är dennes eget ansvar.
- Klargöra hur den enskilda individen utifrån givna förutsättningar kan påverka sin arbetssituation under aktuellt arbete.
- Få fokusering på kvalitetsförbättringar och att rätt sak görs på rätt plats i rätt tid.
- Få alla att aktivt jobba med förbättringar.
- Skapa rutiner för erfarenhetsåterföring för att i framtiden kunna bli ännu bättre.
- Kunna säkerställa personalens säkerhet genom att alla kan och vet sina roller.

För att få vetskap om de eventuella vinster som den riktade utbildningen gett är uppföljning av dessa arbeten mycket viktigt. Exempel på erfarenheter kan vara tidsåtgången för arbetet och därtill hörande stråldos (om kontrollerat område) och om vald arbetsmetod var den bästa eller om bättre alternativ finns.

Nedan följer en lista över kriterier som OKG fastställt skall initiera riktad utbildning. Även om ett kriterium inte helt är uppfyllt kan en kombination av faktorer bidra till att utbildning bör genomföras.

- Risk för att överskrida planeringsvärdet för dygnsdos >3 mSv
- Risk för att överskrida planeringsvärdet för dosrat >4 mSv/h
- Risk för att överskrida planeringsvärdet för kalendermånad >10 mSv
- Risk för att överskrida >20 mSv/år
- Röd skyddsutrustning (vid arbete inom röd zon)
- Kollektivdos >100 mmanSv
- Hög personrisk (exempelvis utrymningssäkerhet och lyft)
- Hög fysisk belastning (exempelvis värmebelastning)
- Hög brandbelastning
- Arbete i eller intill riskområden med explosiv gasblandning
- Arbete som innebär bortkoppling av fasta släcksystem
- Arbete med >4000 mantimmar
- Ny personal
- Nytt arbetsmoment

Listan på kriterier skall ses som ett hjälpmedel för när riktad utbildning kan vara befogad för att ge personal rätt förutsättningar att kunna utföra ett säkert arbete. När en utbildning är genomförd är det viktigt att uppföljning genomförs för att visa på gjorda vinster.

#### 4.3.4 STARK

STARK är den metod OKG valt för att arbeta med egenkontroll /23/. Egenkontroll är till för att öka medvetenheten om den egna arbetssituationen. STARK har följande fem komponenter:

- **S**tanna upp
- **T**änk efter
- **A**gera
- **R**eflektera
- **K**ommunicera

##### **Stanna upp**

För att få en bättre helhetssyn och ökad uppmärksamhet på detaljer är det viktigt att stanna upp innan arbetsuppgiften påbörjas. Att stanna upp innan uppgiften utförs minskar risken för tankspiddhet och ökar därmed sannolikheten att uppgiften utförs på ett korrekt sätt.

##### **Tänk efter**

Innan ingrepp görs skall arbetstagaren tänka efter och analysera uppgiften i detalj. Hela ingreppet och vilka processvar som kan förväntas skall tänkas igenom. Stämmer förutsättningarna för den givna arbetsuppgiften och är rätt komponent identifierad? Även de åtgärder som skall vidtas om processvaren inte blir de som förväntas skall bestämmas.

##### **Agera**

När arbetet sätts igång och komponent vidrörs skall arbetstagaren försäkra sig en sista gång om att det är rätt komponent. Är komponent märkt med samma identitet som i givet arbetstillstånd, ritningsunderlag eller instruktion? Om så är fallet kan den tänkta uppgiften utföras.

### **Reflektera**

Arbetstagaren skall verifiera att de aktuella processvaren är de förväntade och om de inte är det, vidta de åtgärder som tidigare planerats.

### **Kommunicera**

När arbetsuppgiften är utförd skall arbetstagaren tala om detta för den arbetsansvarige. För denne skall arbetstagaren berätta vad som gick bra respektive mindre bra. Var alla komponenter rätt utmärkta, fungerade givna instruktioner för arbetsuppgiften och så vidare? Arbetstagaren skall även rapportera ”nära händelser”.

## **4.3.5 Arbets- och skyddstillstånd**

För varje specifikt underhållsarbete ges information i skydds och säkerhetsfrågor i ett arbetstillstånd och i de fall då så krävs, även ett skyddstillstånd. För mer information om tillstånd hänvisas till kapitel 8.



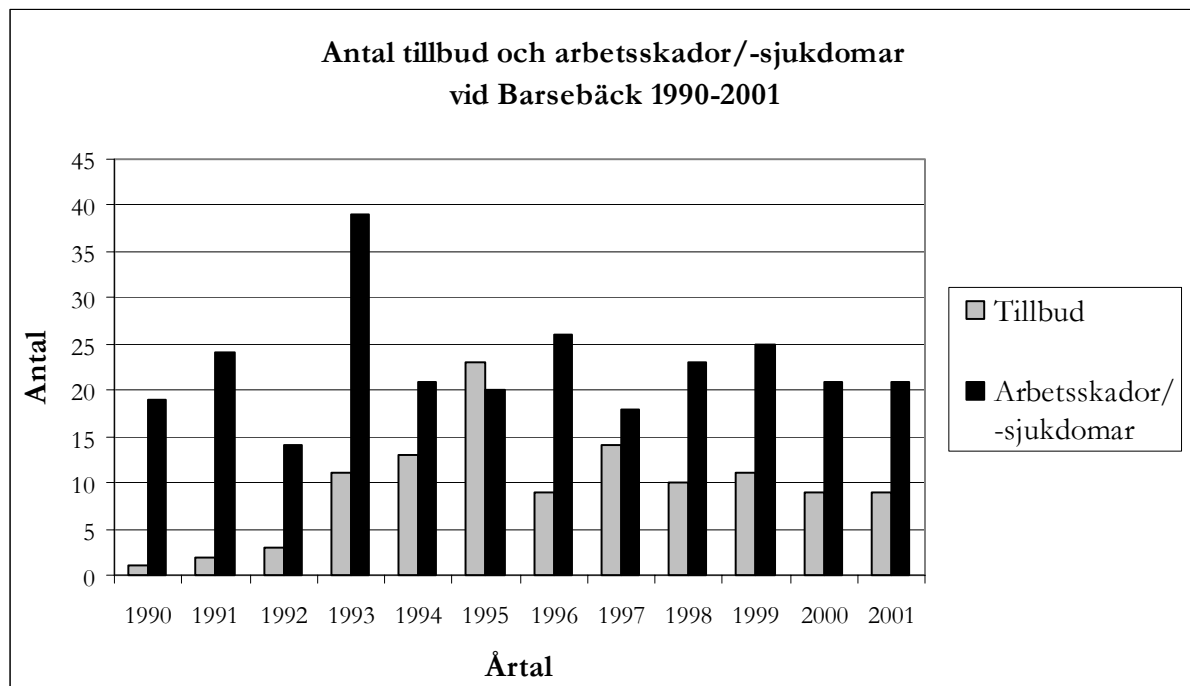
## 5 Tillbuds- och olyckshistorik vid svenska kärnkraftverk

Detta kapitel har som syfte att ge en bakgrund till varför personsäkerheten vid underhållsarbeten behöver granskas. Det är en sammanställning av tillbuds- och olycksstatistik från de fyra, svenska kärnkraftverken. Det visar att det, trots allt säkerhetsarbete vid verken, inträffar en del tillbud och olyckor. Viktigt är att det endast gäller tillbud och olyckor som drabbat människor och inte har något med driftstörningar eller tillbud som har med processen att göra. Statistiken skall ej ses som en jämförelse mellan de olika verken, utan ge en bild av antalet rapporterade händelser. Att jämföra verken sinsemellan är inte rättvist på grund av att de inte är utformade på samma sätt och att de under åren genomgått olika projekt och renoveringsarbeten, vars längd och metoder skiljer sig åt. Antalet och typ av reaktorer varierar också mellan de olika verken.

För att analysera vilka typer samt frekvens av olyckor och tillbud som förekommer vid de svenska kärnkraftverken har statistik samlats in /24/, /25/, /26/, /27/. Att diagrammen som redovisas i figurerna nedan skiljer sig åt beror på att terminologin mellan verken skiljer sig åt och att material över olika tidsperioder erhållits.

Nedan presenteras tillbud och olyckor från samtliga svenska kärnkraftverk. Statistiken presenteras i bokstavsordning efter verkets namn. Efter varje diagram ges korta kommentarer till diagrammets innehåll. Här förklaras även eventuella toppar i statistiken för vissa år.

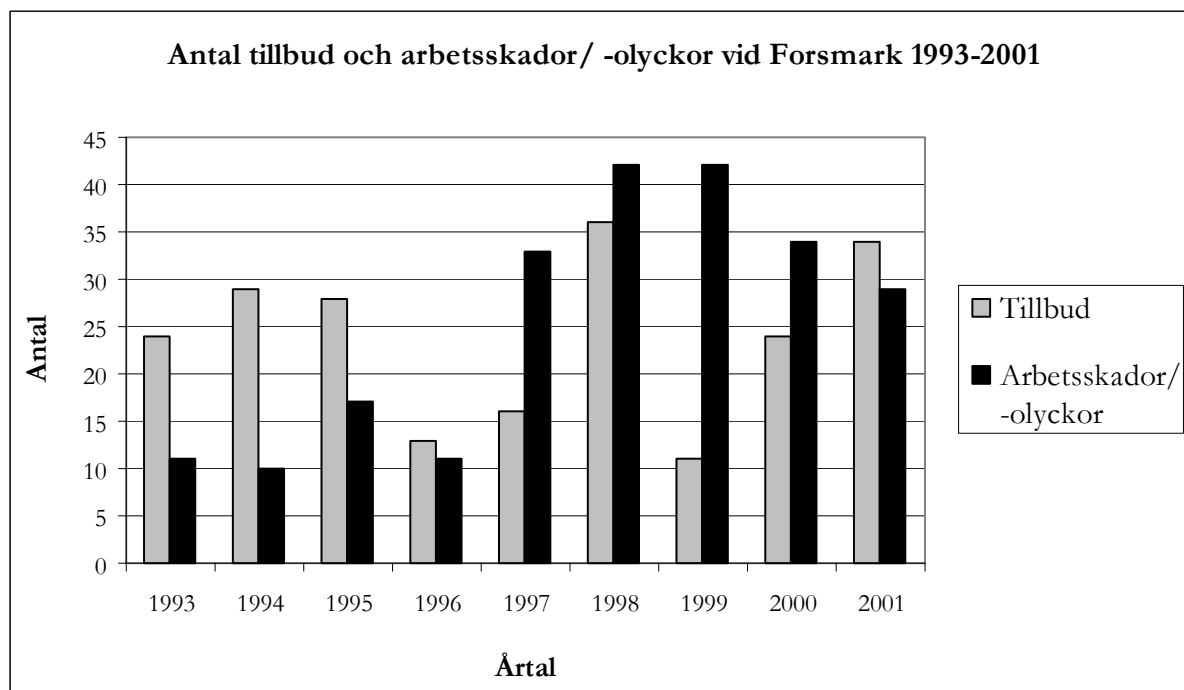
### 5.1 Barsebäck



Figur 7 Antal tillbud och arbetsskador/-sjukdomar på Barsebäck 1990-2001.

1993 genomfördes omfattande revisionsarbete där bland annat silsystem för sprinkling av reaktorinneslutningen byggdes om. Detta medförde mer inhyrd personal och flera arbetare samtidigt i inneslutningen. Dessa omfattande underhållsarbeten är orsaken till att 1993 utmärker sig i antalet rapporterade olyckor.

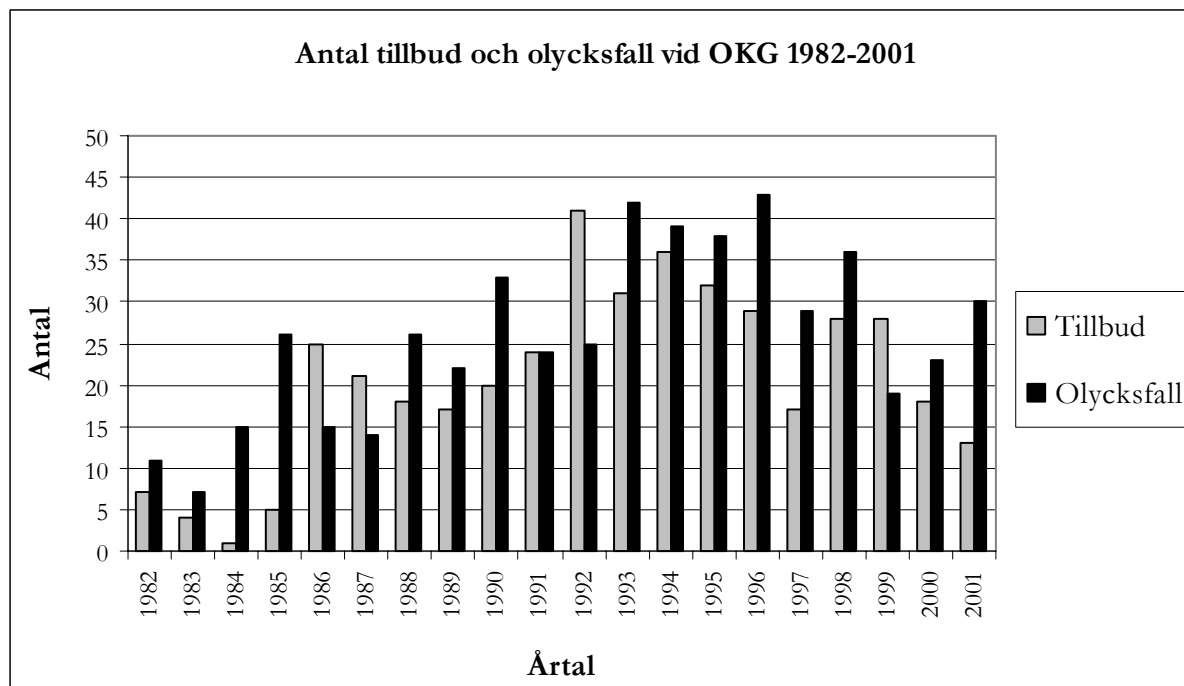
## 5.2 Forsmark



Figur 8 Antal tillbud och arbets-skador/-sjukdomar på Forsmark 1993-2001.

Åren 1998 och 1999 genomfördes stora och omfattande revisioner vid Forsmark samtidigt som organisationen hade satt rapportering i fokus. Dessa större revisioner samtidigt som organisationen hade förbättrat sitt rapportering visar sig i två toppar av arbets-skador och arbetsolyckor i diagrammet i figur 8.

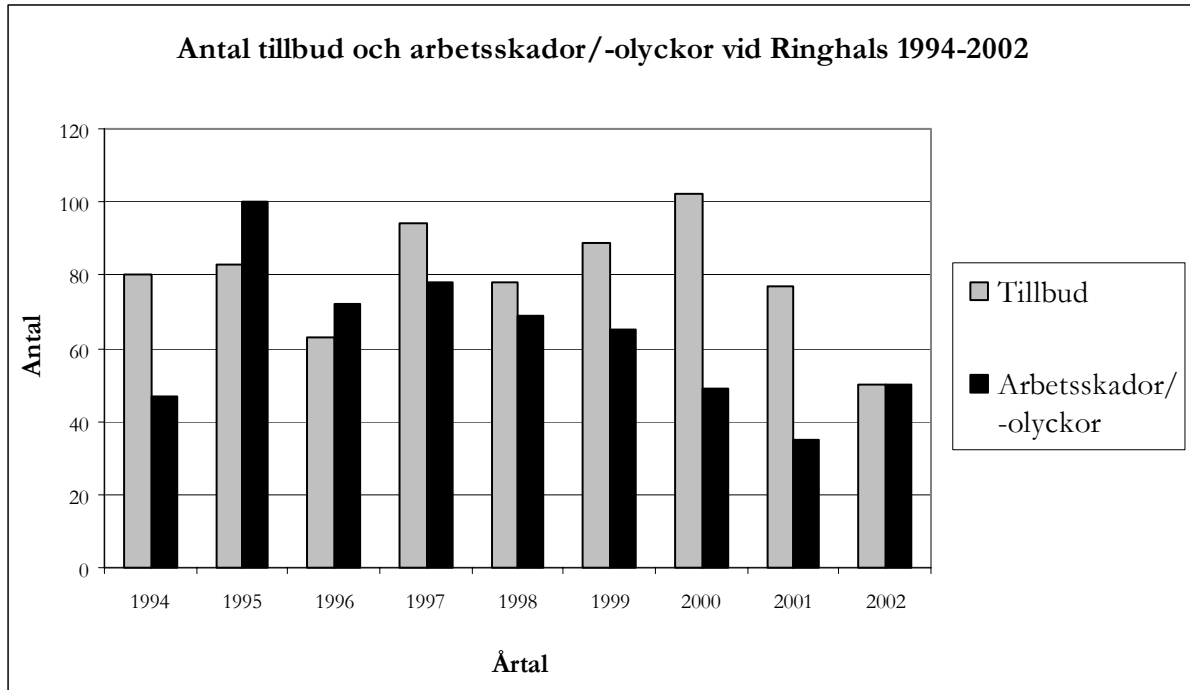
## 5.3 OKG



**Figur 9** Antal tillbud och olycksfall på OKG 1982-2001.

Under 1990 byggdes nedblåsningssystem 314 om på O1 och O2. Detta krävde många arbetstimmar och stort personantal i reaktorinneslutningen. Under åren 1993-1995 genomfördes projekt FENIX där rörsystemet till reaktorns kyl- och renssystem byttes ut, samt arbeten i reaktortanken utfördes. Samtidigt som projekt FENIX pågick, byttes under 1993 isolering i reaktorinneslutningen på O2. Dessa stora och långa avställningar bidrog till att det i början av 90-talet inträffade fler tillbud och olycksfall. Även under 1996 genomfördes ett större projekt under namnet MELK vid O2 där all processkabel (fast kabel som hör till driften) i reaktorinneslutningen byttes ut.

## 5.4 Ringhals



Figur 10 Antal tillbud och olyckor på Ringhals 1994-2002.

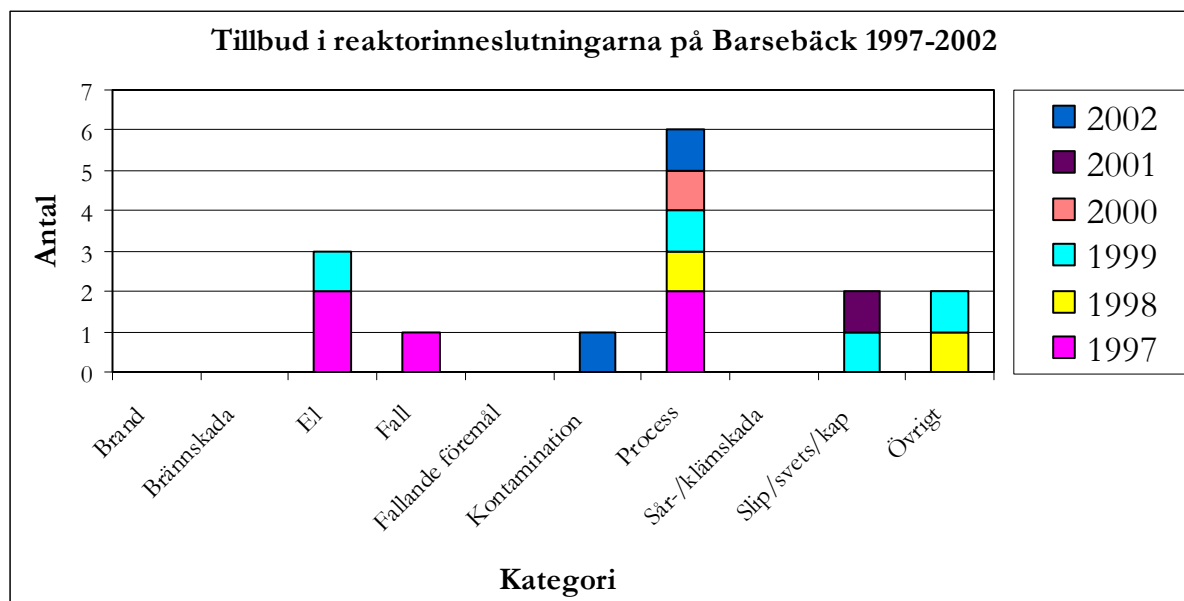
År 1995 byttes ånggeneratoren på Ringhals 3 vilket innebar en avställning under 3 månader. Detta omfattande byte krävde att 100-tals personer var engagerade i arbetet. Vidare genomfördes ett stort moderniserings- och dekontamineringsprojekt för reaktorsystem på Ringhals 1 under år 1997. Det är dessa två projekt som bidragit till att 1995 och 1997 har de högsta staplarna för arbetsskador och olyckor i diagrammet. Anledningen till att olycksantalet sjunkit från år 1997 och framåt beror förmodligen på Ringhals metod för förebyggande arbete, kallat riskobservationer samt en fungerande tillbudsrapportering. Statistiken från år 2002 sträcker sig fram till den 1 november.

## 5.5 Tillbud och olyckshistorik i reaktorinneslutningar

I detta arbete har fokus legat på personsäkerheten i reaktorinneslutningen under revisionsavställning, varför noggrannare undersökning av olycks- och tillbudshistorik för detta utrymme genomförts /28/, /29/. Undersökningen har omfattat inneslutningarna vid Oskarshamn och Barsebäck. Resultatet visar att de flesta tillbuden är relaterade till el, fall (person), fallande föremål samt processavgränsningar. De rapporterade olyckorna är övervägande brännskador, fall (person), fallande föremål samt sår/klämskador. Vissa skillnader mellan Barsebäck och OKG förekommer. Statistiken över tillbud och olyckor på de olika verken skall inte jämföras då Barsebäck och Oskarshamn har olika antal reaktorer samt olika sätt att rapportera. Det har efter diskussioner, med personer från övriga verk, framkommit att det är likartat på de anläggningarna (Forsmark och Ringhals), men med vissa variationer.

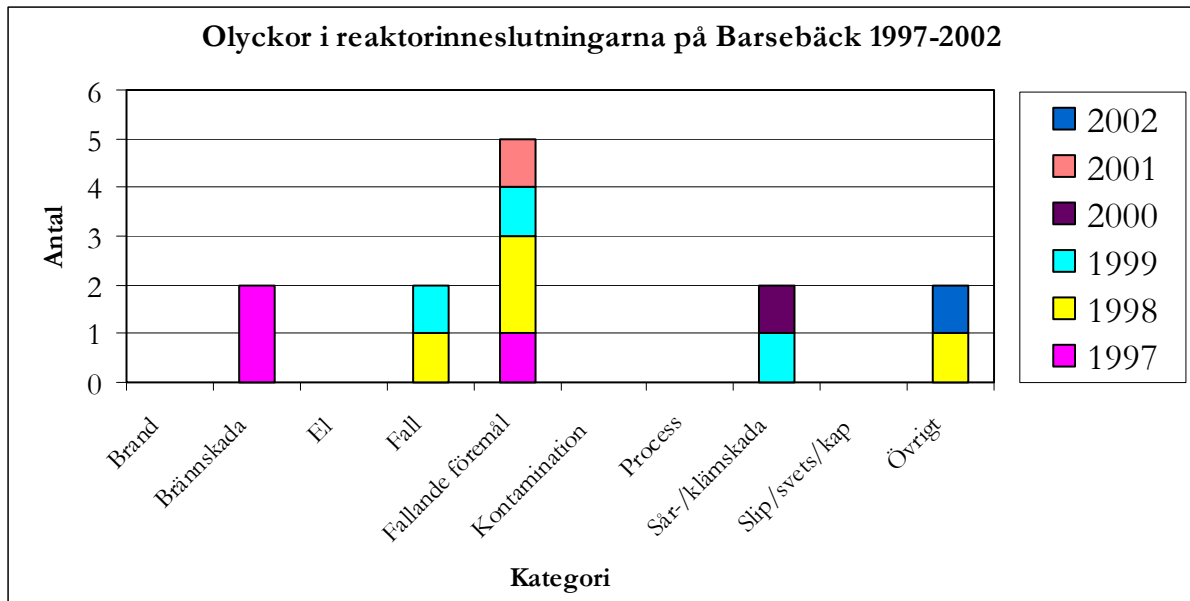
Nedan följer en presentation av olyckor och tillbud i reaktorinneslutningarna vid Barsebäck och Oskarshamn. Olyckorna och tillbudena är uppdelade i olika kategorier och redovisas separat i skilda diagram. Diagrammen bygger på rapportförfattarnas sammanställningar av de båda verkens händelser de senaste åren. Kategorierna har valts för att enkelt kunna sortera händelserna och överensstämmer inte med den som används vid verken. Anledningen till detta är att beakta fler typer av händelser. Kategoriuppdelningen görs för att påvisa vilka områden som kräver vidare undersökning och eventuellt förslag till säkerhetshöjande åtgärder. Efter varje diagram följer kommentarer till innehållet.

### 5.5.1 Tillbud och olyckor i Barsebäcks reaktorinneslutning



Figur 11 Tillbud i reaktorinneslutningen på Barsebäck 1997-2002.

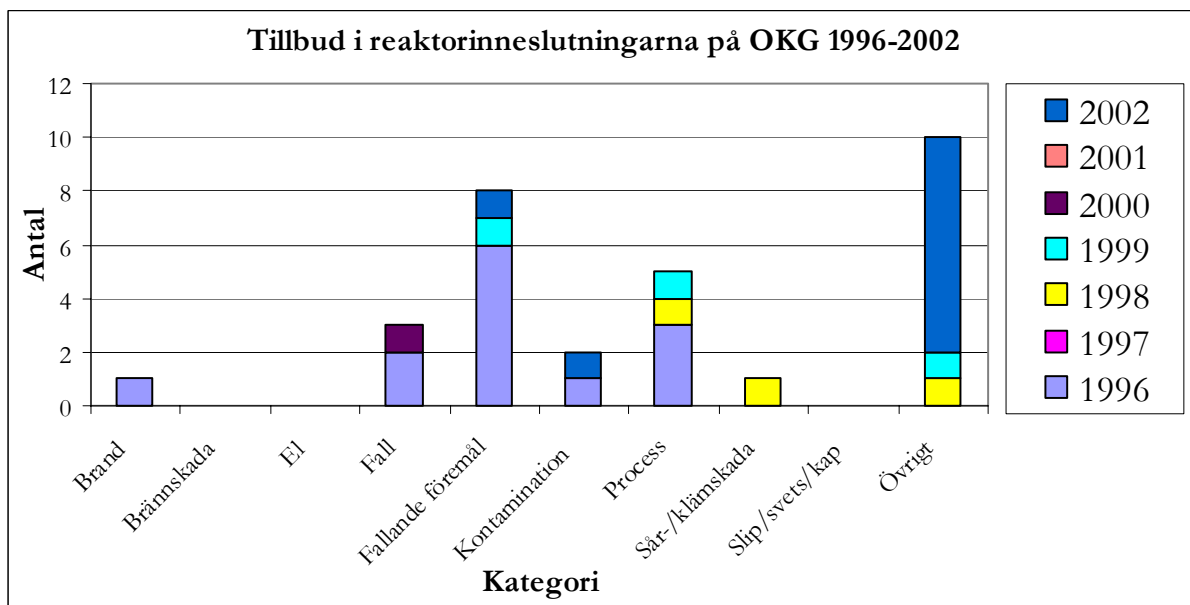
Under år 1997 ökade antalet händelser när det gäller el och ingrepp i trycksatta system samtidigt som det totala antalet tillbud varit det lägsta sedan år 1992. Dessa två kategorier är de som förekommit vid flest tillbud under den analyserade perioden. Dessa typer av tillbud skulle i ett värsta tänkbara scenario kunna leda till allvarliga konsekvenser.



Figur 12 Olyckor i reaktorinneslutningen på Barsebäck 1997-2002.

Den olycka som förekommit i flest fall under analyserad period är fallande föremål som vid ett tillfälle orsakat allvarliga personskador. I övrigt är det ingen händelse som sticker ut.

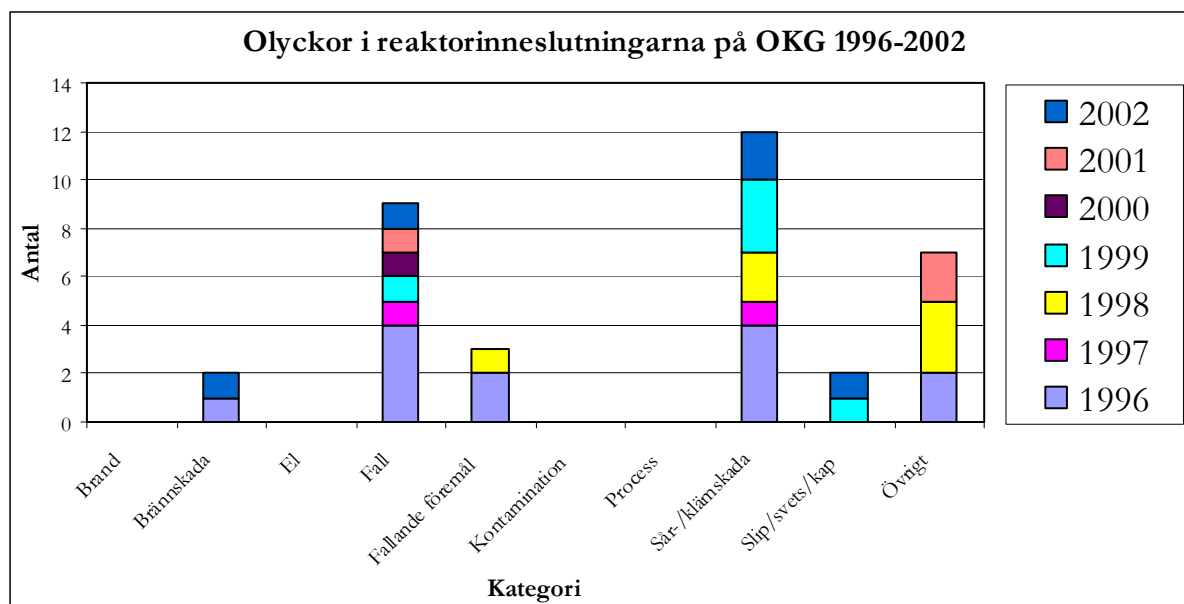
### 5.5.2 Tillbud och olyckor i OKG:s reaktorinneslutningar



Figur 13 Tillbud i reaktorinneslutningen på OKG 1996-2002.

Under åren 1996 och 2002 har längre avställningar förekommit för modernisering av Oskarshamn 1 och 2. Detta återspeglas i statistiken över rapporterade tillbud dessa år. På OKG har inga tillbud relaterade till brännskada, el eller slipning/svetsning/kapning rapporterats i reaktorinneslutningen under analyserad period. För övriga utrymmen finns flera rapporterade händelser varför riskerna inte får negligeras. Under kategorin övrigt finns allt från att en ställning varit

nära att välta och att svetspinnar och knivar funnits instoppade i ställningsrör till att skyddsräcken saknats vid öppna schakt.



Figur 14 Olyckor i reaktorinneslutningarna på OKG 1996-2002.

Fallolyckor (person) och sår/klämskador utmärker sig kraftigt i statistiken över inträffade olyckor i reaktorinneslutningarna på OKG under studerad period. De flesta sår/klämskadorna har orsakats vid hantering av spegelisolering eller användandet av knivar med lindriga konsekvenser som följd. Att halka eller backa/gå ut i öppnade gretingplan är de två vanligaste orsakerna till fallolyckor. Ingen av de sistnämnda händelserna har under åren 1996 - 2002 orsakat längre sjukfrånvaro.

## 5.6 Kommentarer

Fördelningen över året påvisar att det är under revisionsavställning som de flesta olyckor och tillbud inträffar. Längd och omfattning av en avställning visar sig tydligt i statistiken och de år då större projekt genomförts visar en markant ökning av antalet rapporterade händelser. Detta hänger samman med att fler och större underhållsarbeten utförs av en mångdubblad personalstyrka. Denna utökade personalstyrka utgörs ofta av entreprenörer och i studerat material är denna kategori oftare än den egna personalen inblandad i tillbud eller olyckor. I sammanhanget skall nämnas att entreprenörer ofta tillsammans utför en mängd underhållsarbeten på en begränsad yta, under en begränsad tid. Detta leder till att en arbetstagare inte enbart har sin egen, utan även andras säkerhet att tänka på.

Det är känt att det finns ett mörkertal och att inte alla händelser leder till rapportering. Detta gäller främst rapportering av tillbud. Enligt isbergsmodellen /30/ går det 10-100 tillbud per olycka. I flera fall i det analyserade materialet är antalet rapporterade olyckor större än antalet rapporterade tillbud. Detta innebär att mörkertalet för tillbud enligt diagrammen ovan är stort. Ringhals utmärker sig då de oftast har fler rapporterade tillbud än olyckor. Mörkertalet för olyckor är svårt att bedöma.

Enligt isbergsteorin utgörs toppen av berget av allvarliga olyckor samt dödsfall. Under denna topp och i ett större antal finns mindre skador och tillbud. Finns i organisationen ett bra rapporteringssystem där tillbud och incidenter framkommer kan åtgärder mot dessa implementeras. Här kan OKG och flera av de övriga anläggningarna bli bättre. Idén med detta är att på ett tidigt stadium förebygga olyckor. Många olyckor går att komma åt med denna metod men inte alla. Tillbud är ofta svåra att mäta och förekommer i regel frekvent. Ofta förekommer ett mörkertal varför det är intressantare att studera kategorier av tillbud. Utifrån dessa kategorier kan sedan åtgärdsförslag utformas. Tillbud inträffar ofta till följd av informationsbrist. Att öka informationen om risker förknippade med arbetsplatsen är ofta den bästa åtgärden.

I statistiken som angivits i detta kapitel finns inga färdolyckor medräknade. Denna typ av olyckor dokumenteras normalt vid anläggningen men innefattas ej i denna studie. Dock skall nämnas att för år med svår halka finns många rapporterade skador relaterade till detta. Personal har vid förflyttning mellan parkering och anläggning eller inom området halkat omkull och dessa olyckor har tagits med i den totala årsstatistiken för OKG.



## 6 Riskanalysmodell

Ett önskemål från OKG:s sida var att i detta examensarbete ta fram en modell för riskanalys av personsäkerheten vid underhållsarbeten. Den modell som, i samråd med handledare på OKG och LTH, ansågs passa bäst för ändamålet var grovanalys. Denna modell tillämpades praktiskt vid två tillfällen i arbetet, dels på reaktorinneslutningens radiologi och dels på dess arbetsmiljö. Dessa analyser beskrivs i kapitel 9. Som en avslutning av examensarbetet togs även en utbildning fram och hölls på OKG. Processen som ledde till att grovanalysmodellen valdes, arbetsmetodiken, framtagandet av utbildningsmaterial och kommentarer till utbildningen redogörs för i detta kapitel. Utbildningsmaterialet återfinns i bilaga 8.

### 6.1 Framtagande av modell

Då detta examensarbete initierades uttryckte OKG ett önskemål om att få en metod för teknisk riskanalys framtagen som praktiskt kan tillämpas inom företaget. Modellen skall vara tillämpbar på studier av personsäkerheten och inte primärt rikta sig mot riskanalyser på process eller drift av anläggningen. Den skall således inte användas för att beräkna risker för härdsmälta eller skenande reaktion och dylikt.

Syftet är att, inom organisationen, skapa ett enhetligt och strukturerat arbetssätt för riskanalys, vilket också medför en ökad riskmedvetenhet för andras kompetensområden och en mer heltäckande riskbild av verksamheten. Modellen skall vara generell och flexibel och kunna appliceras på alla företagens arbetsområden. Den metod som anses vara bäst lämpad i detta avseende är den inom processindustrin vitt utbredda metoden grovanalys (PHA, Preliminary Hazard Analysis). Denna modell valdes i samråd med handledare på LTH och efter flera diskussioner med berörda personer på OKG.

### 6.2 Grovanalys

Grovanalys har sina fördelar i att den är flexibel och tillämpbar på i stort sett alla riskbilder. Metoden är lämplig för att göra en första och grundläggande identifiering och värdering av risker i ett system. Den är relativt enkel och kräver, i inledningsskedet, inte att analysgruppen går in på tekniska detaljer i systemet. Den anses även vara snabb och kostnadseffektiv samt utgör en bra grund för fördjupat riskanalysarbete.

#### 6.2.1 Metodik

Arbetsgången är av brainstorming-karaktär och går ut på att en grupp människor, gärna med olika yrkesbakgrund, samverkar och tillsammans ger en bild av riskerna i systemet. Potentiella riskkällor listas och till varje källa knyts sedan möjliga orsaker till skadehändelse, dess konsekvens samt en värdering av risken (en skattning av sannolikhet och konsekvens). Lämpligt är även att

redan här försöka ge förslag på säkerhetshöjande åtgärder samt ansvarig och tid för genomförande av dessa åtgärder. För att underlätta analysarbetet kan checklistor, med parametrar som kan innebära risker, tas fram och ligga till grund för riskidentifieringen. En sådan lista skall ej göras alltför detaljerad då den inte skall ses som en mall som måste följas strikt, utan mer ha karaktären av ett stöd för arbetet. Listan kan förslagsvis ha punkter som; brand, explosion, strålning, tryck, temperatur, el, toxicitet, ljud, ljus, utrymme och så vidare. Sedan kan ett flertal möjliga skadehändelser beröras under varje analyspunkt.

För att analysarbetet skall ske effektivt och strukturerat är det lämpligt att utse en ordförande som styr analysen och en sekreterare som noterar gruppens åsikter under analysen.

## 6.2.2 Arbetsschema

Ett bra sätt att skapa struktur i arbetet är att dokumentera analysen i ett schema. Ett exempel på ett sådant ges i tabell 4.

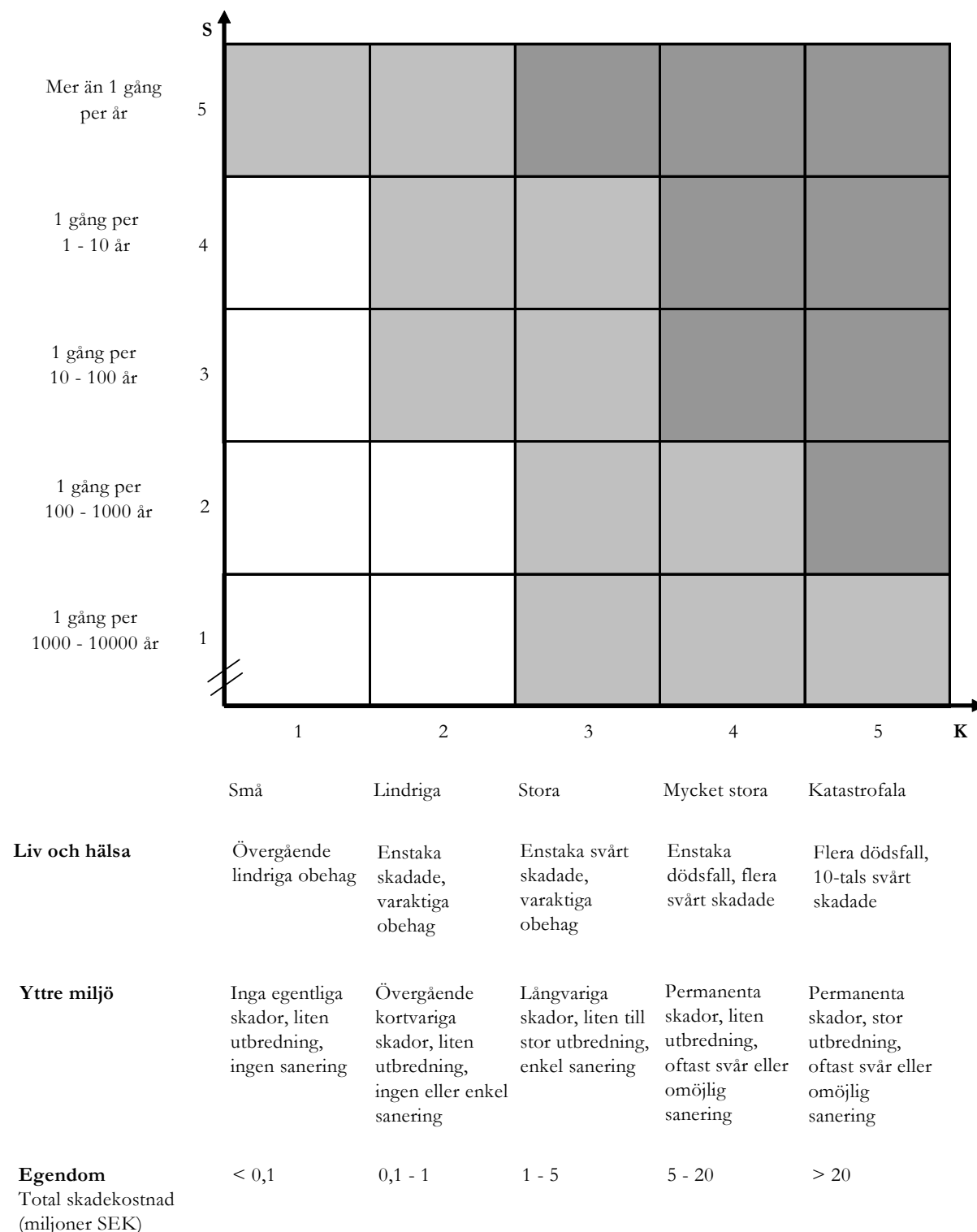
Tabell 4 Arbetsschema för säkerhetsgranskning med grovanalysmetodik /31/.

Skadehändelse	Möjliga orsaker	Konsekvenser	Kommentar Vidtagna åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderade åtgärder Ansvarig Tid
				S	K H, M, E	

Skattningarna av sannolikhet och konsekvens behöver inte vara noga framräknade, ofta är en erfarenhetsmässig bedömning tillräcklig. Skalan kan göras enkel och innehålla till exempel fem steg. 1 innebär de lägsta sannolikheterna respektive konsekvenserna och 5 de högsta. I arbetsschemat (tabell 4) anges en uppdelning av konsekvensen (K) i tre kategorier. H står för Hälsa, M för Miljö och E för egendom. Det bästa resultatet fås normalt då H, M och E innefattas i en och samma analys. Detta kan dock vara svårt att genomföra rent praktiskt och alla tre kategorierna behöver därför nödvändigtvis inte täckas av endast en analysgrupp. En lämplig uppdelning kan göras så att en grupp sysslar med områdena hälsa och miljö medan en annan grupp analyserar ekonomiska aspekter kopplat till egendomskonsekvenser.

## 6.2.3 Riskmatris

För att få en överblick av den totala riskbilden för ett system sätts sedan skattningarna av varje risk in i en så kallad riskmatris. Ett förslag på hur matrisen kan utformas och hur intervallen för skattningarna kan graderas, ges i figur 15. Matrisen används med fördel för att på ett tidigt stadium åskådliggöra vilka risker som kan tolereras. Dessa utgörs, i matrisen, av sådana som har sannolikhet och konsekvens skattade i vitt område (till exempel 1, 1). Dessa skall dock följas upp och kontrolleras så att de inte förflyttar sig till område med högre risk. I det ljusgrå området hamnar de risker som behöver utredas vidare (till exempel 3, 3) och i det mörkgrå de risker som kräver en direkt åtgärd (till exempel 5, 5).



Figur 15 Riskmatrix med exempel för hälsa, miljö och egendom /31/.

## 6.2.4 Åtgärdslista

Slutprodukten av analysen blir en lista över riskerna i systemet samt tillhörande förslag på säkerhetshöjande åtgärder. Skattningarna av sannolikhet och konsekvens kan även användas för att ge uppkomna åtgärdsförslag en prioriteringsordning.

## 6.2.5 Kontinuerlig uppdatering

Analysarbetet måste ske kontinuerligt och hela tiden uppdateras för att ge ett bra resultat. Självklart kan redan utförda analyser ligga till grund för fortsatt arbete men det är viktigt att beakta att förhållandena för analysen kan ha ändrats sen sist. Det kan till exempel ha kommit fram ny information om riskerna, de analyserade systemen kan ha byggts om, nya personer med ny kunskap kan tas med i analysgruppen och så vidare.

## 6.2.6 När bör en grovanalys genomföras?

Tanken med en grovanalys, anpassad till OKG, är att den skall vara ett verktyg för riskidentifiering och riskvärdering inför större arbeten som till exempel en revision. Skall huvuddelen av arbetena under revisionen ske inuti reaktorinneslutningen blir detta utrymme föremål för gruppens analys.

En grovanalys behöver inte genomföras inför varje arbete utan bör koncentreras till de större projekten och jobben. Analysmetodikerna och dess terminologi kan dock användas dels personligen inför en beredning och dels i mindre informella grupper. En viktig positiv faktor med att kunna grovanalysmetodikerna är att medvetenheten för ”andras risker” höjs och beaktas på ett bättre sätt i en arbets- och/eller tillståndsberedning. Detta medför och bidrar till en stärkt säkerhetskultur inom organisationen.

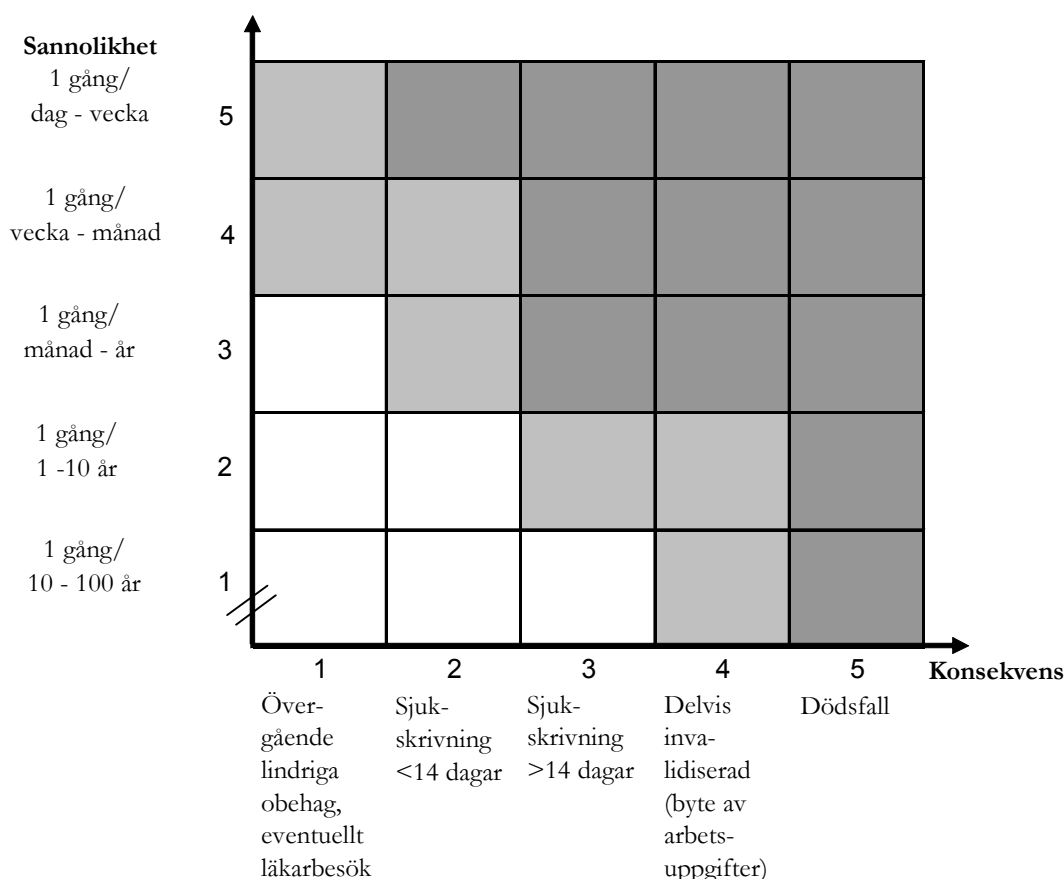
## 6.2.7 Deltagare

Analysgruppen på OKG sätts samman av representanter från exempelvis följande arbetsområden:

- Arbetsorderberedare
- Arbetsmiljötekniker/-ingenjör
- Strålskyddstekniker/-ingenjör
- Brandtekniker/-ingenjör
- Arbetsansvarig
- Elarbetsansvarig
- Operatör

## 6.3 Anpassning av modellen

Den modell som låg till grund för den variant som slutligen togs fram, var en från Kemikontoret /31/. För att bättre passa OKG gjordes en modifiering av Kemikontorets modell och det var främst skalorna för bedömning av sannolikhets- och konsekvensklasser som korrigerades. Detta för att bättre passa OKG:s förhållanden vid en revisionsavställning. Som ett exempel kan nämnas att Kemikontorets definition av en katastrofal konsekvens för en skadehändelse innebär flera dödsfall och 10-tals svårt skadade. För OKG räcker det dock med ett dödsfall för att skadehändelsen skall anses ha en katastrofal konsekvens och därför har konsekvensaxeln i riskmatrisen skalats ner. På liknande sätt har sannolikhetsaxeln skalats ner. Ett förslag på de kriterier som styr hur den identifierade risken skall behandlas har också arbetats fram i samråd med personer från OKG. Det rör sig dock bara om ett förslag och kräver noggrannare värdering innan det kan användas praktiskt. Det mörkgrå området betyder att eventuella risker som hamnar i detta område kräver en direkt proaktiv åtgärd. Det ljusgrå området betyder att åtgärd måste beaktas eller att skadehändelsen måste analyseras vidare. Skadehändelser som hamnar i det vita området anses tolerabla, men måste kontinuerligt övervakas så de ej förflyttar sig till grått område. Den korrigerade riskmatrisen anges i figur 16.



Figur 16 Riskmatris anpassad till grovanalys av personsäkerhet vid underhållsarbeten på OKG.

## 6.4 Framtagande av utbildningsmaterial

För att implementera analysmetoden inom OKG:s organisation hölls en utbildning i grovanalys. Inför utbildningen sattes ett utbildningsmaterial samman. Under framtagandet av detta material hölls täta kontakter med handledare både på LTH och på OKG. De sistnämnda hjälpte också till att ta fram tre övningsexempel avsedda för utbildningen. Utbildningsmaterialet återfinns i sin helhet i bilaga 8.

### 6.4.1 Utbildning

Utbildningen hölls vid två tillfällen, den 12:e och 14:e november 2002. Den var den första som hållits inom grovanalysområdet på OKG. I stort sett ingen kursdeltagare hade tidigare varit i kontakt med metoden. Därför lades utbildningen upp med en inledande generell del om risk och riskhantering. Därpå följde en redogörelse för det arbetssätt som kännetecknar en grovanalys och ett exempel hämtat från processindustrin. För att öka förståelsen och ge en möjlighet att öva praktiskt, delades sedan kursdeltagarna in i smågrupper, om fyra till fem personer, som genomförde övningar. Slutligen hölls en genomgång av gruppövningen och en sammanfattande slutdiskussion. Vid det första tillfället hade kursen 22 deltagare och vid det andra 13. Bland dessa 35 personer var främst beredare av arbetsordrar, arbetstillstånd och skyddstillstånd representerade.

Kursdeltagarna gavs i slutet av utbildningen en möjlighet att fylla i en kursutvärdering där fyra frågor skulle besvaras. Utav de 35 kursdeltagarna svarade 32 på frågorna i kursutvärderingen, vilken har sammanställts i tabell 5. Bedömningsskalan var 1-4 där 1 motsvarar Nej/Dåligt och 4 motsvarar Mycket/Bra.

Tabell 5 Sammanställning av kursutvärderingar efter utbildning i grovanalys. Skala 1-4.

Fråga	Betyg (medelvärde)
1. Var du motiverad att gå denna utbildning/kurs?	2,8
2. Motsvarar kursen dina förväntningar?	3,0
3. Vad anser du om lärarens kunskaper och utlärningsförmåga?	3,2
4. Kommer du att ha nytta av erhållna kunskaper i ditt arbete?	3,0

## 7 Intervjumetodik

En stor del av detta examensarbete bygger på intervjuer. Syftet med intervjuerna är att kartlägga och tillvarata de åsikter och synpunkter som rör personsäkerhet inom organisationen. Intervjuerna täcker skydds- och säkerhetsfrågor som rör både den administrativa hanteringen av underhållsarbeten på OKG:s anläggning, samt fysiska risker behäftade med dessa underhållsarbeten. I kapitlet anges först några korta fakta om intervjuerna. Sedan följer en teoridel om intervjumetodik med kommentarer om hur teorin tillämpats i detta fall.

Sammanställningen av intervjuresultatet delas upp och presenteras under flera kapitel i rapporten.

Intervjuerna uppgick till totalt 43 och genomfördes under sommaren 2002. Tidsåtgången per intervju var mellan 30 minuter och två timmar. Genomsnittlig tidsåtgång var uppskattningsvis en timme.

Intervjuerna föregicks av litteraturstudier på området och utifrån de teorier som framkom i dessa gjordes val av intervjumetodik.

I följande delkapitel anges teorier om intervjuer i upprätt stil och *tillämpningen av teorierna i kursiv stil*.

Teoridelen i kapitlet bygger på källorna /32/ och /33/ och dessa skrivs inte ut i varje delavsnitt.

### 7.1 Val av metodik

Intervjuer brukar delas upp i kategorierna kvantitativa och kvalitativa intervjuer. De kvantitativa går ut på att mäta något i numeriska termer, att räkna fram något och få underlag till statistiska bedömningar. De kvalitativa har som syfte att påvisa tendenser och lyfta fram åsikter och synpunkter från de intervjuade och handlar normalt inte om siffror. Är syftet med studien att kunna ange frekvenser skall alltså kvantitativa intervjuer användas. Ligger intresset istället i att förstå människors sätt att resonera och reagera, skall kvalitativa intervjuer genomföras.

*Denna undersökning genomfördes som en kvalitativ studie och gör alltså inte anspråk på att ge statistisk signifikans eller kunna uttrycka svaren i former av frekvenser och diagram. Målet är istället att försöka få fram åsikter och förhållningssätt hos de intervjuade.*

### 7.2 Utformande av frågor

En viktig del i intervjuarbetet är förberedelserna. Här skall bestämmas vad studien avser att mäta och hur detta skall gå till. Utformandet av en lämplig intervjumall, med välformulerade frågor, blir viktigt för resultatet av studien. Här kan variationer i standardisering och strukturering väljas. Standardisering innebär graden till vilken frågorna är desamma och situationen densamma för alla intervjuade. Strukturering innebär att frågorna har fasta svarsalternativ. Det är viktigt att frågorna

utformas så att de verkligen ger svar på det studien avser. De skall också vara lätta att förstå och bara kunna innebära en sak. De skall inte heller innefatta två eller flera frågor i samma fråga.

*I denna studie har ett standardiserat och ostrukturerat angreppssätt valts. Standardiserat i det avseende att frågorna i stort sett är likadana för alla i en och samma grupp av tillfrågade och ostrukturerat på så sätt att frågorna givits helt öppna svarsalternativ. Frågorna har sammanställts i intervjunderlag som utformats i visst samråd med handledare från OKG. Intervjuunderlagen utan svar återfinns i bilaga 1-5.*

## 7.3 Urval av personer att intervjua

*Urvalet av personer att intervjua har skett i samråd med handledare på OKG och syftet har varit att täcka upp så många arbetsområden och åsikter som möjligt bland de personer som berörs av underhållsarbeten inom organisationen.*

*De intervjuade har delats in i grupper efter vilka arbetsuppgifter och kopplingar till underhållsarbeten de har. De grupper som studerats redovisas i tabell 6 tillsammans med antal intervjuade inom varje grupp. Förklaring till gruppernas funktion och arbetsuppgifter ges i kapitel 8.*

**Tabell 6** Tabell över antalet intervjuade i olika arbetsgrupper.

Intervjuad grupp	Antal intervjuade i gruppen
Beredare av arbetsordrar	6 + 3 Resurschefer från avdelningen Underhåll
Beredare av arbetstillstånd	8
Beredare av skyddstillstånd	9
Arbetsansvariga	9
Arbetstagare	8
<b>Totalt antal intervjuade</b>	<b>43</b>

## 7.4 Genomförande av intervjuer

Det finns en mängd faktorer som påverkar intervjun och dess resultat vid sidan av själva frågorna. Exempel på sådana faktorer är tid och plats för intervjun, antalet intervjuare och intervjuade vid samma frågetillfälle, hur svaren på frågorna dokumenteras, hur trygg den intervjuade känner sig i situationen och så vidare.

Tid och plats skall beaktas på så sätt att störande moment i omgivningen skall undvikas. Den svarande skall känna sig trygg och inte behöva tänka på att någon utomstående kan höra hur han eller hon svarar. Det skall finnas tillräckligt med tid för att inte behöva stressa igenom frågorna, samtidigt som inte för mycket av den svarandes tid skall tas i anspråk.



Antalet intervjuare och intervjuade vid samma frågetillfälle kan också påverka studien. Om till exempel två personer intervjuar en tredje kan denne känna sig i underläge och inte känna sig trygg att svara på ett riktigt sätt. Detsamma kan inträffa vid en intervjuare och flera intervjuade, så kallade gruppintervjuer, där dominant personer kan ta över svaret och andra individer hämmas från att svara på ett riktigt sätt. När det gäller antalet intervjuare påverkas även resultatet om intervjuerna utförs på skilda sätt. Detta bör därför undvikas och kan lösas genom att de stämmer av så att intervjuerna arbetar på liknande sätt.

Även sättet att dokumentera svaren under en intervju kan påverka resultatet. En bandspelare eller videokamera kan uppfattas som hämmande av den tillfrågade och ge andra svar än vad som blivit fallet utan dessa hjälpmedel. Den intervjuandes antecknande av svaren kan också uppfattas som hämmande i vissa fall om till exempel endast vissa svar antecknas. Den tillfrågade kan då uppfatta det som om just detta antecknade svar var konstigt eller på annat sätt avvikande.

Det är med andra ord viktigt att den tillfrågade känner sig trygg i situationen och inte hämmas av störande faktorer. Tryggheten kan förstärkas genom att intervjuaren före intervjun upplyser om att han eller hon har tystnadsplikt och att inga namn kommer att nämnas vid sammanställning och presentation av resultatet. Under intervjun är det också viktigt att inte stressa den svarande tidsmässigt, utan ge god tid åt eftertanke och svar. Provocerande frågor bör också undvikas och ingen skall intervjuas mot sin vilja.

*I just denna studie har tid och plats för intervjuerna varierat på grund av de svarandes olika arbetsuppgifter. I de flesta fallen har en lugn och avskild plats valts för intervjun, till exempel den tillfrågades kontor. Då det gäller arbetstagarna har dock avsteg fått göras från detta för att överhuvudtaget möjliggöra en intervju. Vissa av dessa intervjuer har då utförts i närheten av den svarandes arbetsplats. Antalet intervjuare har utgjorts av de båda rapportförfattarna och i början utfördes intervjuerna i par där en frågade och en antecknade. Detta pågick under de första intervjuerna för att utarbeta ett gemensamt arbetssätt. Resterande intervjuer genomfördes sedan av en intervjuare åt gången. I alla fall utom två genomfördes intervjuerna med endast en svarande per tillfälle. Dokumentationen gjordes med hjälp av anteckningar under intervjuerna. Dessa sammanställdes sedan till ett gemensamt dokument där alla de intervjuades svar sammanfattades under vardera fråga. Detta dels för att inte hämma den svarande och dels för att spara tid och arbete då ett stort antal intervjuer genomfördes. Alla svarande ställde upp av egen fri vilja och inför varje intervju informerades de om att deras svar skulle behandlas med diskretion och att inga namn skulle komma att användas i den slutliga rapporten.*

## 7.5 Reliabilitet och validitet

Reliabilitet innebär tillförlitlighet och används i detta sammanhang för att mäta hur stabil en mätning är. Stabiliteten innebär bland annat att undersökningen inte är utsatt för slumpinfluster, att alla intervjuare frågar på samma sätt och att situationen skall vara lika för alla. Det brukar sägas att en stabil mätning ger samma resultat vid en förnyad mätning och därför har en hög grad av reliabilitet. Begreppet reliabilitet används dock inte så ofta vid kvalitativa studier och är inte lika viktigt här som vid kvantitativa studier. Till exempel kan en individs åsikter och tankar om något ena dagen ändras till en annan dag på grund av ändrade förhållanden eller ny information i frågan.

Begreppet validitet innebär giltighet och används här med avsikten att mäta i vilken utsträckning en fråga mäter vad den är avsedd att mäta. Även detta begrepp hänger främst ihop med kvantitativa studier, men är trots det inte helt oviktig vid den kvalitativa studien.

*I denna undersökning har en strävan gjorts att uppnå en viss grad av både reliabilitet och validitet. Detta för att få tillräckligt tillförlitliga svar på rätt formulerade frågor, för att kunna dra några hållbara slutsatser vid sammanställningen av intervjuerna.*

## 7.6 Rapportering

Resultatet av studien skall skötas seriöst och med diskretion gentemot de intervjuade. Därför är det lämpligt att avkoda svaren från de tillfrågade och på sätt anonymisera dem. Avkodningen innebär att namn på personer, befattningar, arbetsuppgifter och annat som kommer fram under intervjun tas bort så att ingen kan identifiera vilken person det kan röra sig om.

*I denna rapport presenteras svaren från intervjuerna som delkapitel under respektive analysavsnitt, alltså i kapitlen om ODU, radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö. Även i avsnittet om åtgärdsförslag presenteras material från intervjuerna. Alla frågor har inte ansetts ge något mervärde i rapporten och har därför inte redovisats.*

## 7.7 Felkällor

När det gäller intervjuer och konsten att genomföra sådana krävs erfarenhet för att uppnå bästa resultat. Det kan därför vara på sin plats att nämna, att denna erfarenhet saknades hos rapportförfattarna i detta arbete. Därför kan inte alla frågor sägas vara helt korrekt utformade när det gäller reliabilitet och validitet. Detta framkom till viss del när svaren från intervjuerna sammanställdes. Dessa frågor har dock tagits med i analysarbetet men med vetskapen om att de kan vara delvis missvisande. Flertalet av frågorna och svaren har dock gett bra resultat och ett stort antal åsikter och funderingar har framkommit i samband med intervjuerna och sammanställts i detta arbete.

De två fall som krävde att intervjuade fick svara i par har också tagits med i sammanställningen, med vetskapen att de kan vara delvis missvisande. Som försvar kan nämnas att de tillfrågade paren arbetade tillsammans, med i stort sett identiska arbetsuppgifter och därför förmodligen hade svarat liknande var för sig.

Vad som även skall beaktas vid studier likt denna är den så kallade intervjuareffekten. Denna innebär att den tillfrågade till viss del, medvetet eller omedvetet, ger ett svar som han eller hon tror att intervjuaren vill ha. Vet personen om att, som i detta fall, intervjun skall handla om risker och personsäkerhet kanske han eller hon svarar att säkerhet är av stor vikt och alltid sätts främst. Personen kanske hade svarat annorlunda om studien handlat om effektivitet och tidsbesparing.

# Del II

## Administrativ säkerhetsgranskning



## 8 OKG:s Drift- och Underhållssystem

Detta kapitel innehåller en beskrivning av OKG:s Drift- och Underhållssystem. Systemet utgörs av ett datorprogram. Det informationsflöde som flyter genom detta och dess utprodukter har i denna studie granskats med avseende på säkerhetsaspekter. Studien av programmet i sig består av två delar, den första är rapportförfattarnas egna, personliga synpunkter. Den andra och viktigaste delen är en utvärdering sammanställd efter intervjuer, genomförda med användare av systemet. Frågor har här ställts till flera olika grupper som på något sätt är i kontakt med eller på annat sätt påverkas av systemet. Kapitlet innehåller först en kort beskrivning av systemet och användandet av det, därefter följer en beskrivning av informationsflödet genom systemet och sist kommer utvärderingarna samt förslag på säkerhetshöjande åtgärder.

### 8.1 Beskrivning av programmet

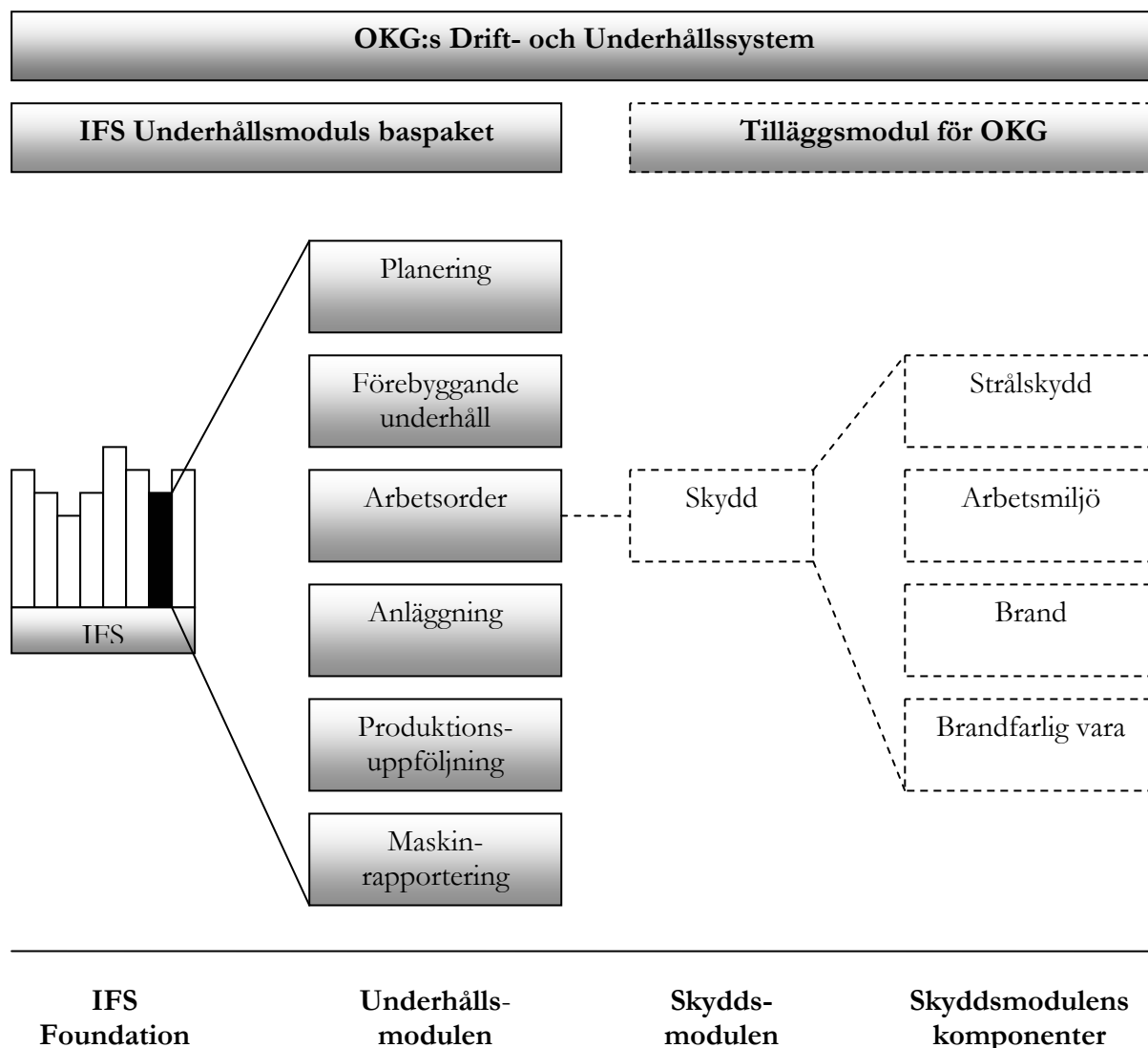
OKG:s Drift- och Underhållssystem (ODU) är utvecklat av Industrial and Financial Systems (IFS). Det bygger på mjukvaran IFS Application 2001 vilken används av medelstora och stora företag i ett 40-tal länder världen över /34/. På OKG används sedan 1998 den modul i IFS Application 2001 som gäller för underhåll. Denna är i sin tur indelad i underkomponenterna Planering, Förebyggande underhåll, Arbetsorder, Anläggning, Produktionsuppföljning och Maskinrapportering /35/. Programmet kallas ofta för IFS inom organisationen, men detta namn är under omarbete då det inte är lämpligt att använda företagsnamnet IFS i rapporter och liknande. Det nya namnet skall istället vara ODU och därför väljs att använda denna förkortning i fortsättningen av denna rapport.

Den komponent i Underhållsmodulen som är viktigast ur personsäkerhetssynpunkt är Arbetsorder, vilken styr den administrativa hanteringen genom delsteg som elektronisk felrapportering, förberedelser, planering och avrapportering /35/.

ODU skiljer sig från IFS Underhållsmoduls baspaket /36/ på så sätt att en särskild skyddsmodul utformats för OKG:s räkning. Denna är uppbyggd kring delarna Strålskydd, Arbetsmiljö, Brand och Brandfarlig vara.

ODU används för att på ett strukturerat och elektroniskt sätt hantera administrationen kring underhållsarbeten på anläggningen. Detta innebär konkret att alla arbeten som skall utföras måste beredas (skrivas in) i ODU. En fullständig beredning av ett arbete består av ett flertal steg med flera inblandade personer. Hur stor beredning som krävs beror också på arbetets komplexitet. I och med att det är många personer inblandade i processen krävs ett stort informationsutbyte för att ingen information eller viktiga fakta om arbetet skall gå förlorat.

I figur 17 illustreras grovt hur programmet är strukturerat. Längst till vänster finns en skiss över IFS Foundations /35/ vilken innehåller dels den svartmarkerade Underhållsmodulen, men även andra moduler för till exempel ekonomi, distribution, produktion och konstruktion. Det är i dagsläget bara Underhållsmodulen som används på OKG under namnet ODU. Till denna har även kopplingen till skyddsmodulen gjorts med streckade linjer för att påvisa att denna del aviker från Underhållsmodulens standardutförande.

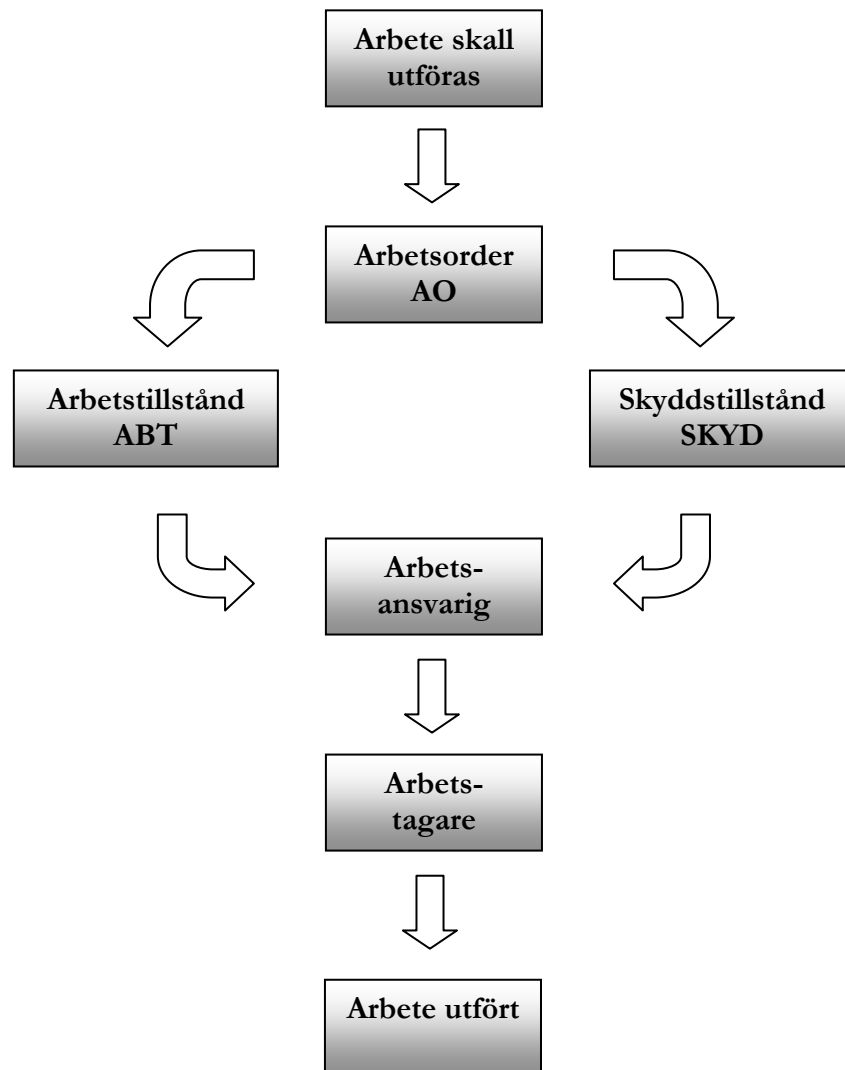


Figur 17 Skiss över ODU:s utformning.

## 8.2 Arbetsflöde i ODU

Cirka 200 personer använder sig dagligen av ODU. Utav dessa är uppskattningsvis 30% vana användare som ofta arbetar i programmet. Återstående 70% kan betraktas som mer ovana användare /37/. Programmets användare kommer från flera olika arbetsområden och har följaktligen olika arbetsuppgifter. De täcker hela processen från planeringsstadiet av ett arbete, via arbetstillstånd och skyddstillstånd till sammanställning och historikrapportering efter arbetets

genomförande. Allt informationsutbyte dessa personer emellan är tänkt att ske genom ODU. Figur 18 visar hur informations- och arbetsflödet sker i programmet. Rutorna i figuren representerar olika steg i processen. I texten efter figuren beskrivs de olika stegen i processen.



Figur 18 Schema som beskriver poster i ODU:s informations- och arbetsflöde.

## 8.2.1 Arbete skall utföras

Arbeten som skall utföras kan delas in i tre olika typer.

- Förebyggande underhåll
- Avhjälpande underhåll
- Ändringsarbeten

Förebyggande underhåll innebär oftast ett kalenderstyrt ingrepp på anläggningen, en viss pump skall till exempel bytas ut vart femte år. Avhjälpande underhåll beror oftast på att ett fel upptäckts och att en felanmälan därför skrivits i ODU. Utifrån denna felanmälan förbereds sedan hur det

felavhjälpande arbetet skall utföras. Ändringsarbeten innebär ofta större renoverings- eller upp-  
rustningsprojekt. Denna typ av arbeten inträffar sällan mer än en gång under en anläggnings livs-  
tid och utmärker sig därför från de andra.

## 8.2.2 Arbetsorder, AO

När ett arbete av någon av de ovan nämnda typerna skall genomföras skall en eller flera  
arbetsordrar skrivas för arbetet. En arbetsorder har tre funktioner. Den utgör dels en arbets-  
beskrivning till arbetstagaren, dels ett underlag för att bereda skyddstillstånd och slutligen under-  
lag för beredning av avgränsningar. I arbetsordern beskrivs bland annat var, när och hur arbetet  
skall genomföras och vilka avgränsningar som krävs för detta. För dessa avgränsningar skrivs  
även så kallade avgränsningsordrar. Det är oftast OKG:s egna underhållstekniker och under-  
hållsingenjörer som skriver arbetsordrar, men i viss uträkning har även vissa entreprenörer befo-  
genhet att göra detta.

## 8.2.3 Arbetstillstånd, ABT

När arbetsordern är beredd (inskriven) i ODU skall tillstånd kopplas till denna. I det så kallade  
arbetstillståndet anges exakt var och när arbetet får utföras. Här anges även vilka avgränsningar  
som då kommer att vara utförda. Arbetstillståndet måste kvitteras ut i Arbetstillståndshanteringen  
(ABH) innan ett arbete får påbörjas. Det är oftast personalen i ABH (drifttekniker och drift-  
ingenjörer) som bereder arbetstillstånden och det ligger även i deras uppgift att skapa process-  
avgränsningarna, samt koppla el- och instrumentavgränsningar till tillståndet.

## 8.2.4 Skyddstillstånd, SKYD

Parallellt med arbetstillstånden skall även, då arbetet så kräver, ett skyddstillstånd beredas. Exem-  
pel på arbetsområden som kräver skyddstillstånd är heta arbeten, arbeten på kontrollerat område,  
arbete med brandfarlig vara, arbete i slutna utrymmen, arbeten på hög höjd och arbeten med  
epoximalning. I skyddstillståndet beskrivs vilka rekommenderade skyddsåtgärder som skall vidtas  
innan och under arbetet. Detta kan till exempel innebära en beskrivning av erforderlig skydds-  
utrustning och vilka instruktioner som skall följas. Skyddstillståndet måste kvitteras ut innan ett  
arbete, som så kräver, påbörjas.

## 8.2.5 Arbetsansvarig

Det är den person som är arbetsansvarig (arbetsledare) som har till uppgift att kvittera ut arbets-  
och skyddstillstånden. Den arbetsansvarige skall också se till att föra informationen i tillstånden  
vidare till sina arbetstagare (operatörer). Detta kan ske både muntligt eller skriftligt eller helst  
både och.



## 8.2.6 Arbetstagare

Arbetstagarna är den grupp, vars personsäkerhet denna studie har för avsikt att granska och utgör alltså det sista steget i informationsflödet genom ODU. Det är denna grupp människor som genom alla de tidigare beredningarna skall skyddas. Det är hit som informationen gällande säkerhet och en trygg arbetsmiljö måste nå fram.

## 8.3 Program kopplade till ODU

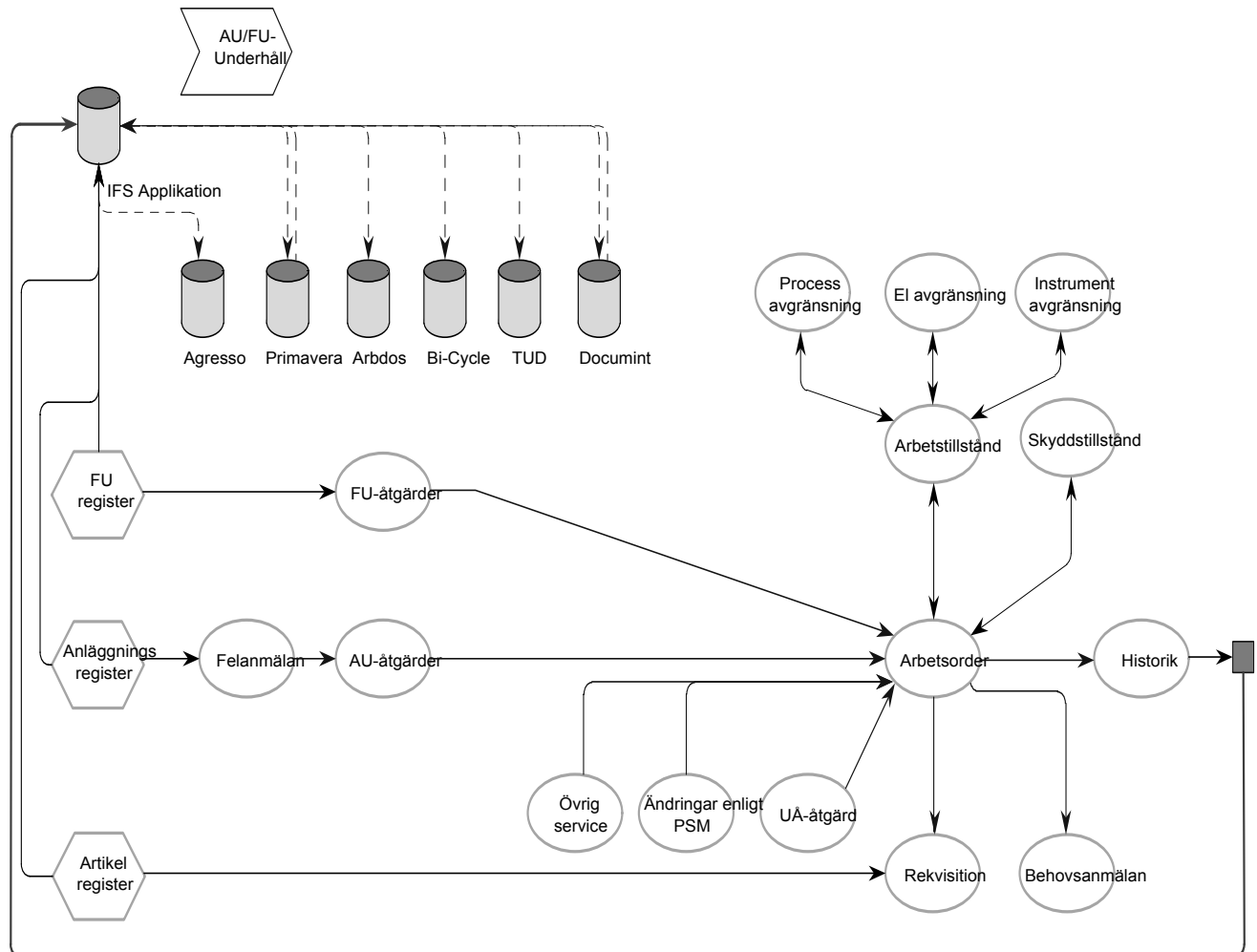
Utöver att planera och bereda underhållsarbeten skall även samtliga beredare i systemet efter arbetets slutförande, historikrapportera arbetet till en speciell historikfil. Denna används som en databas över arbeten som utförts på anläggningen och skall användas som informationskälla inför nya arbetsberedningar. Denna funktion ger en stor fördel vid ofta återkommande standardarbeten, vars beredningar inte skiljer sig nämnvärt från en gång till en annan. Det är dock viktigt att använda historiska beredningar med ett kritiskt förhållningssätt och inte enbart kopiera gammal information till en ny beredning.

Historikfunktionen finns, med flera andra, illustrerad i figur 19. Denna innehåller ett större antal delsteg än den enkla figur 18. Här ses även de kopplingar som finns till andra program inom OKG:s organisation. Dessa utgörs i figur 19 av Agresso, Primavera och Arbdos, Bi-Cycle, TUD och Documint. En kort förklaring till dessa program följer i tabell 7.

Tabell 7 Förklaring av de programvaror som finns kopplade till ODU.

Program kopplat till ODU	Förklaring av programmets funktion
Agresso	Applikation för ekonomiuppföljning. Behandlar alla fakturor och all tidsåtgång vid arbetet.
Primavera	Planeringsapplikation. Detaljstyr verksamheter under till exempel en revisionsavställning. Tidpunkter för arbeten som anges i ODU kan föras över till Primavera.
Arbdos	Applikation för uppföljning av doser från elektroniska dosimetrar. DRD-uppföljning av specifika arbeten.
Bi-Cycle	Bicycle är ett analysverktyg där man hittar feltrender i anläggningen. Underlaget är i huvudsak felanmälan.
TUD	TUD står för Tillförlitlighet, Underhåll och Drift och är en databas som innehåller felhändelseinformation, komponentdata, driftdata och driftavläsningar från tolv svenska och två finska kärnkraftsblock.
Documint	Documint är ett kalibrerings- och dokumenteringsprogram för processkalibrering, mottagningskontroll och tillståndskontroll.

I figur 19 ges en mer utvecklad modell över förebyggande underhåll (FU-åtgärder) och avhjälpande underhåll (AU-åtgärder). Kopplingarna från arbetsorder via arbetstillstånd till avgränsningarna kan också ses, samt kopplingen till skyddstillstånd. Utöver detta visas bland annat även funktioner för övrig service samt rekvisition från lager.



Figur 19 Totalt arbetsflöde i ODU.

## 8.4 Utvärdering av ODU och dess funktioner

Utvärderingen av ODU har i denna studie delats i två delar, dels av programmet i sig och dess funktioner och dels av informationsflödet som löper genom programmet.

Utvärderingen av programmet i sig har i sin tur delats i två delar. Rapportförfattarna har själva gått igenom delar av systemet med avsikten att hitta brister som kan påverka personsäkerheten. För att ytterligare belysa programmet och användandet av det har intervjuer genomförts för att ta tillvara de dagliga användarnas erfarenheter och rutin på området. Denna del blir följaktligen den tyngst vägande i utvärderingen.

Intervjuerna har även använts för att granska informationsflödet genom programmet.

## 8.4.1 Rapportförfattarnas åsikter om ODU och dess funktioner

Inledningsskedet av denna analysdel gick ut på att skapa sig en grundläggande uppfattning om ODU och dess funktioner. Detta gjordes dels genom en handledarledd genomgång av ODU:s skyddsmodul och därefter eget laborerande i ODU:s testdatabas, vilken är lämpad just för övning. Genom diskussioner om funktioner och kopplingar i programmet kom sedan vissa aspekter fram, vilka i olika utsträckning kan komma att påverka personsäkerheten i slutändan. Dessa aspekter redovisas nedan:

### 8.4.1.1 Granska sig själv

I flera olika steg i arbets- och tillståndsberedningsprocessen finns en möjlighet att granska sig själv. Detta innebär att en och samma person både kan bereda ett arbete eller tillstånd för att sedan även granska det. Granskningen är i sitt ursprungsutförande tänkt att ge den genomförda beredningen en kvalitetskontroll, men på grund av tids- och personalbrist kringgås ofta denna funktion. Tidspressen uppkommer ibland på grund av dålig tidsplanering vid underhållsarbeten. Detta har även konstaterats vara det verkliga förfarandet i många fall. Detta skulle i värsta fall kunna leda till brister i beredningen vilket medför att viktig information för personsäkerheten faller bort.

### 8.4.1.2 Bereda andras kompetensområden

Det finns i programmet vissa möjligheter att göra beredningar som egentligen går utanför den personliga kompetensen. Detta innebär konkret att till exempel en arbetsmiljötekniker eller strålskyddare har tillgång att bereda brandrelaterade frågor. Ett annat exempel är att en person som är specialist på en viss del av anläggningen kan göra beredningar för ett block som han eller hon inte har samma kännedom om. Normalt sällas dock beredningar, genom en speciell sökfunktion i programmet, ut för att beredas av rätt grupp människor. Möjligheten finns dock att ta sig an i stort sett vilka beredningar som helst och om självförtroendet överstiger kompetensen kan även detta leda till brister i beredningen med följden att nödvändig information faller bort.

### 8.4.1.3 Personberoenden

Vissa poster i ODU:s informationsflöde är i dag starkt personberoende. På brandsidan är till exempel OKG helt beroende av en specifik person som bereder i stort sett alla brandrelaterade arbeten. Det bör nämnas att det inom organisationen finns en person med samma kompetens, men med andra arbetsuppgifter. Detta kan medföra brister i de beredningar som utförs. Då det gäller support och ansvar för hela systemet är detta också byggt kring en och samma person. I fallet då denna person är borta innebär även detta brister i informationskedjan vilket kan medföra personsäkerhetsrisker.

### 8.4.1.4 Beredning sker i tidsbrist

När det gäller avhjälpande underhåll på OKG är det naturligt att arbets- och tillståndsberedning måste ske så snabbt som möjligt för att det upptäckta felet skall kunna avhjälpas snabbt. När det gäller förebyggande underhåll skall dessa planeras i god tid innan arbetena skall påbörjas. I vissa fall sker inte detta i tillräckligt god tid, vilket får konsekvensen att beredningen får genomföras under tidspress. Detta kan medföra att viktig information ej delges i beredningarna.

#### **8.4.1.5 Språket**

Under revisionstid tar OKG in mycket arbetskraft (arbetsansvariga och arbetstagare) som inte har svenska som modersmål. Till exempel kommer många arbetare från Tyskland. Trots detta är det i stort sett alltid svenska som är det språk som används på tillståndsblanketter, instruktioner och övrig skyddsinformation inne i anläggningen. Detta kan leda till att, för personsäkerheten, nödvändig information feltolkas eller missas.

#### **8.4.1.6 Tillgänglighet till instruktioner**

En stor del av informationen som gäller hur arbeten skall utföras på ett säkert sätt finns beskriven i instruktioner. Dessa instruktioner bygger på lagkrav, VD:s direktiv, direktivtillämpningar och för organisationen övergripande rutiner. De finns tillgängliga i en databas kallad EDWIN. På tillståndsblanketterna anges ofta ID-nummer för dessa instruktioner och det innebär att den arbetsansvarige genom att hämta ut blanketten också ansvarar för att ta del av instruktionerna. Detta försvåras dock betydligt på grund av att många arbetsansvariga ej har tillgång till databasen EDWIN. Detta innebär att viktig information kan gå förlorad.

#### **8.4.1.7 Gränssnittsutformning och användarvana**

För att enkelt kunna utföra beredningar i ODU krävs att användaren arbetar ofta med programmet. Det är ett stort antal steg som ska genomföras i en och samma beredning och det krävs stor vana av att arbeta i programmet för att tillgodogöra sig alla funktioner och komma ihåg alla steg. Om en ovan beredare arbetar med en komplex beredning, i det komplexa system som ODU är, kan det i värsta fall leda till att information går förlorad.

### **8.4.2 Användarnas åsikter om ODU och dess funktioner**

För att tillvarata användarnas kunskap och åsikter om programmet omfattade intervjuerna flera frågor om ODU. Frågorna rörde dels användarnas inställning till programmet samt användandet av det. Med användare menas i denna studie beredare av arbetsordrar, arbets- och skyddstillstånd. För att ytterligare belysa informationsflödet genom programmet ställdes frågor till arbetsansvariga som tar del av ODU:s utprodukter genom arbets- och skyddstillstånden.

#### **8.4.2.1 Vana att använda programmet**

I stort sett samtliga intervjuade visade sig vara relativt vana användare av ODU. De flesta använde ODU dagligen och hade så gjort i flera år.

#### **8.4.2.2 Utbildning**

OKG har utbildningar i hanterandet av ODU för alla olika arbetsuppgifter i programmet. Det finns både grundläggande kurser och fördjupningskurser inom olika områden.

Samtliga de tillfrågade i studien har gått en eller flera kurser i ODU, beroende på inom vilket område de arbetar. Nästan alla gick utbildningarna inför uppstarten av ODU och har sedan gått

vissa fördjupningsutbildningar under tiden därefter. Utav de personer som gått kurserna anser flera att utbildningen ej var tillräcklig för att, direkt efter kursen, kunna genomföra korrekta beredningar. Denna åsikt är starkast hos arbetsorderberedarna, medan endast vissa av tillståndsberedarna delar denna tanke. Den kunskap de missnöjda har om programmet har de skaffat sig genom att pröva sig fram och hitta på lösningar och arbetssätt internt inom de olika arbetsområdena. Kunskapen har självklart kursen som grund, men den anses ändå inte vara tillräcklig och flera menar dessutom att de känner, eller har känt, ett behov av vidareutbildningar inom ODU. Önskan om vidareutbildning delas inte av tillståndsberedarna i någon större utsträckning. Dessa grupper anser att de lärt sig använda programmet och vant sig vid gränssnittet. De flesta anser att för deras dagliga arbetsuppgifter krävs inte fler kurser.

#### **8.4.2.3 Support**

De flesta intervjuade anser att de relativt enkelt kan få hjälp och support i ODU. Tillvägagångssättet skiljer sig dock lite åt mellan olika användare. Ofta löses problem internt i grupperna, men då det gäller större problem som till exempel då programmet låser sig eller på annat sätt felfungerar vänder sig de flesta till den person som ansvarar för programmet och dess funktion på OKG. Denna person går under benämningen applikationsansvarig och har till uppgift att hålla i vissa utbildningar och kurser och framförallt att serva och sköta programmets funktionalitet samt svara på frågor från användarna. Utöver denna funktion finns andra hjälpmedel i hanterandet av programmet. Dessa utgörs av en hjälpfunktion i själva programmet. Denna är ännu inte komplett för alla delar av programmet men de som använder den anser den vara bra och till stor hjälp. Det finns även vissa instruktioner, lathundar och andra dokument som skall underlätta användandet och vissa personer anser sig ha hjälp av dessa, men flera menar att framförallt instruktionerna är svårbegripliga och otydliga. Överlag bör dock nämnas att de flesta anser sig kunna få hjälp och support på endera sättet.

#### **8.4.2.4 Programmets utformning**

Då det gäller programmets utformning och framförallt dess användarvänlighet är det flera som är missnöjda. Främst arbetsorderberedarna anser att programmet är svårhanterligt och tidskrävande och ser inte många fördelar med användandet av det. Inom alla de tillfrågade grupperna finns åsikter om att det är krångligt att arbeta sig igenom en beredning. Det är en mängd olika informationsfält som skall fyllas i och flera bedömningar som ska göras i flera olika arbetsfönster i programmet. Flera tillfrågade saknar struktur för hur detta arbete skall hanteras för att det skall ske effektivt och för att inget skall missas. Flera anser dock att programmets användarvänlighet, genom olika uppdateringar under åren blivit betydligt bättre än vid uppstarten.

#### **8.4.2.5 Nödvändiga funktioner**

Vidare om programmets utformning anser flera att innehållet i programmet är tillräckligt för deras dagliga arbetsuppgifter. Detta innebär att de anser att de flesta nödvändiga funktioner som menyer, informationsfält, länkar och annat finns tillgängliga. Men här finns också ett antal missnöjda, främst hos tillståndsberedarna. De missnöjda efterfrågar till exempel enklare och tydligare instruktioner för användande av programmet, bättre sökfunktioner och informationsfält utan begränsning för teckenantal. Vidare vill flera ha möjlighet att bättre kunna uttrycka när någon information är extremt viktig, genom att till exempel kunna ändra teckenstil och storlek. Vissa vill ha fler så kallade tvingande fält i programmet, vika gör det omöjligt att gå vidare i sin beredning om ett tvingande informationsfält ej fyllts i eller på annat sätt missats. Detta önskemål är ofta

riktat mot andra grupper. Till exempel vill flera tillståndsberedare ha fler tvingande fält för arbetsorderberedarna för att information som krävs i tillståndsberedningarna ej skall utelämnas. Flera tillfrågade bland tillståndsberedarna efterfrågar en funktion som innebär en automatisk uppdatering, vilken talar om att det finns en färdig arbetsorderberedning att bereda tillstånd utifrån. Detta för att skynda på beredningsprocessen. En annan funktion som efterfrågas och skulle underlätta arbetet och göra information mer lättillgänglig är en indikering på om det finns information att tillgå i historikfilen för ett speciellt arbete eller ett speciellt objekt.

#### **8.4.2.6 Användande av programmet**

Hur arbetet i programmet bedrivs är olika för olika grupper av användare. Arbetssättet skiljer sig även inuti grupperna. Själva beredningsarbetet skiljer sig dock inte mycket åt utan det är främst hur beredaren går tillväga före och efter en beredning av ett arbete. Detta gör sig främst gällande i användandet av historikfilen. Tanken är att denna ska fungera som en kunskapsbank, där information från tidigare arbeten ska hämtas fram och ligga till grund för nya beredningar. Efter att ett arbete avslutats skall det även historikrapporteras. Det är hur dessa två viktiga steg i beredningsprocessen sköts, som skiljer sig mest. När det gäller arbetsorder- och arbetstillståndsberedare är dessa grupper någorlunda bra på att använda historikfilen. Arbetsorderberedarna söker upp gamla arbetsordrar för att hämta information och rapporterar hur arbetena genomförts. Arbetstillståndsberedarna är bra på att hämta upp gamla tillstånd, men sämre på att rapportera efter arbetena. Hos skyddstillståndsberedarna används endast historiken sporadiskt och det gäller både upphämtning och rapportering. Dessa personer anser sig sakna en rutin eller mall för hur historikhanteringen skall ske, och de som trots detta använder den gör det på sitt eget personliga sätt.

#### **8.4.2.7 Bereda andras kompetensområden**

I ODU finns möjligheten att i viss utsträckning bereda andra personers kompetensområden. Med detta avses att en person som till exempel är specialist på en viss del av anläggningen även har behörighet att göra arbets- eller tillståndsberedningar för andra delar av anläggningen där specialistkunskaperna saknas. Det kan också, som i skyddstillståndsberedarnas fall, till exempel innebära att en arbetsmiljötekniker kan bereda brandrelaterade arbeten som normalt ska beredas av en särskild brandtekniker. Hos de tillfrågade är åsikten om detta oftast att det är så det ska vara, med förklaringen att samtliga beredare i ODU ska ha kompetensen att göra beredningar för hela halvön. Skyddstillståndsberedarna delar dock inte denna åsikt och anser att de bara skall utföra de tillståndsberedningar som de personligen är specialister på. De flesta tillfrågade svarade att förfarandet att bereda andras kompetensområden i slutändan kan leda till risker för personsäkerheten, men att detta inte gällde dem personligen. Att åsikten finns är dock tillräckligt för att detta skall beaktas.

### **8.4.3 Kommentarer**

Av ovanstående kan slutsatsen dras att användarna är delade i två läger i de flesta frågorna. Detta innebär att det finns en grupp som är positiv till det mesta som har med ODU och användandet av det att göra och en grupp som bara ser nackdelarna med programmet. Gränsen mellan dessa grupper kan lite grovt sägas utgöras av åldersskillnad och användarvana. Det har i intervjuerna ofta visats sig vara de äldre sällananvändarna som är negativt inställda till programmet och har

mycket negativa synpunkter på det. Det är av yttersta vikt att beakta dessa personers åsikter och kommentarer eftersom det trots allt är många äldre personer som använder sig av programmet. Personssäkerheten påverkas av alla de personer som på något sätt är inblandade i arbetsberedningsprocessen genom arbetsordrar och tillstånd.

En förklaring till att många har negativa tankar om programmet kan också vara att det är relativt nytt och att alla nya system i en organisation har sina inkörsproblem. Flera användare tycker att de i mångt och mycket ska anpassa sig efter programmet, men att programmet inte är riktigt anpassat efter dem.

Slutligen bör en påminnelse om intervjuareffekten göras. Denna effekt beskrivs mer ingående i kapitel 7, tillsammans med övriga felkällor alla intervjuundersökningar i olika utsträckning har.

## 8.4.4 Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

Nedan följer en lista med förslag på säkerhetshöjande åtgärder som grundar sig både på rapportförfattarnas personliga analysdel av ODU, men även på den analysdel som gjorts utifrån intervju-sammanställningen. Till varje förslag ges en kort kommentar till hur åtgärden kan genomföras. Förslagen står ej i prioriteringsordning och ingen hänsyn har tagits till ekonomiska aspekter. Flera av förslagen kan, förutom höjd personsäkerhet för de som skall utföra arbeten på anläggningen, även medföra effektivitetsvinster i beredningsprocessen samt en förbättrad säkerhetskultur.

- **Gör det omöjligt att granska sig själv:** Kan genomföras genom införandet av en inloggningslåst användaridentitet samt en spärr i programmet som gör det omöjligt att fylla i en och samma signatur både som beredare och granskare för ett arbete. Till detta krävs även en instruktion för hur granskningsprocessen skall gå till.
- **Begränsa möjligheten att bereda andras kompetensområden:** Kan genomföras genom att åtkomst till olika delar i programmet låses och att endast personer med rätt personlig kompetens genom inloggning kan nå dessa delar.
- **Bli av med personberoenden:** Kan genomföras genom utbildning och upplärning av ”avbytare” till, för beredningsflödet, viktiga personer. Exempel på sådana personer som framkommit i studien är applikationsansvarig samt brandtekniker.
- **Planera arbeten i tid:** Detta är viktigt för att minska pressen på beredarna och medför att viktig information missas med lägre sannolikhet än vad som är fallet idag. Se kapitel 3.3 om tidspress. Detta kan genomföras genom att hålla hårdare på ”dead lines” och införa uppföljning och kontroll av försenade arbetsberedningar.
- **Gör mer information tillgänglig på fler språk:** Eftersom det ofta tas in utländsk arbetskraft på OKG är det av yttersta vikt att dessa personer kan tillgodogöra sig all information i framförallt skydds- och säkerhetsfrågor. Förståelse för information och kommunikation är en viktig del i en väl fungerande säkerhetskultur. Detta genomförs genom att viktiga blanketter, instruktioner och övrig information görs tillgänglig för flera genom åtminstone en översättning till engelska.

- **Gör instruktioner tillgängliga för alla arbetsansvariga:** På arbets- och skyddstillståndsblanketter ges ofta hänvisningar till instruktioner som OKG förväntar sig att arbetare skall följa. Det är därför viktigt att alla arbetsansvariga har tillgång till dessa instruktioner och för informationen i dessa vidare till sina arbetstagare. Detta kan inte genomföras om inte alla arbetsansvariga ges tillgång till EDWIN som är den databas som innehåller instruktionerna.
- **Inför fler vidare- och repetitionsutbildningar:** Det är viktigt att ovana användare ges möjlighet att uppdatera sina kunskaper i användandet av programmet genom till exempel repetitionsutbildningar. En lärande organisation är en förutsättning för att uppnå en god säkerhetskultur, se kapitel 4.1.1.1. Att utvecklas och lära sig mer inom säkerhetsområdet är nödvändigt för att beredningsarbetet skall gå smidigt och att informationsmöjligheter ej ska gå förlorad på grund av att vissa funktioner i programmet helt enkelt glömts bort.
- **Utnyttja historikfunktionen mer:** Även detta är viktigt för lärandet och kan uppnås genom att ge tydliga instruktioner för hur historikhanteringen skall ske. Rapportförfattarna ser detta som en utnyttjad resurs inom OKG. Det är alltid viktigt med erfarenhetsåterföring och det går alltid att lära något av historien. Detta bygger även på införandet av ett gemensamt och fungerande rapporteringssystem inom organisationen.
- **Bygg ut hjälpfunktionen i programmet ytterligare:** Detta innebär att programmets användare snabbare och enklare kan få hjälp om så behövs. Det avlastar även applikationsansvarig och medför att användare i mindre utsträckning gissar sig till en lösning på ett problem i en beredning.
- **Inför fler tvingande fält i programmet:** För personsäkerheten viktig information kan, på grund av slarv eller tidsbrist, missas i beredningsprocessen. Detta kan begränsas genom införandet av så kallade tvingande fält som omöjliggör att viktiga fält missas. Dessa måste helt enkelt fyllas i vid en beredning.
- **Tillgodose användarnas synpunkter:** Detta görs redan i stor utsträckning, men vid intervjuerna fanns det fortfarande många som var missnöjda med programmets utformning. Om förbättringar och uppdateringar i programmet genomförs kan det innebära ett större utrymme för viktig information. Många användare har ofta bra åsikter och synpunkter på förbättringar. Det kan också föra med sig fler positiva användare som lättare ser programmets möjligheter och fördelar och därigenom utnyttjar verktyget på ett bättre och effektivare sätt. Detta förbättrar också organisationens säkerhetskultur genom att personalens arbetsförhållanden förbättras, se kapitel 4.1.1.6.

## 8.5 Utvärdering av informationsflödet i ODU

Följande stycken är en utvärdering av det informationsflöde som är en viktig del i ODU:s funktion. Att information når fram mellan de olika inblandade i arbetsberedningsprocessen är av yttersta vikt för personsäkerheten vid underhållsarbeten. Med informationsflöde menas inte bara det faktiska hanterandet av programmet utan här innefattas även den information som delges i tillstånd och via arbetsansvariga når vidare till arbetstagare.



Till grund för denna del i rapporten ligger de intervjufrågor som berört information, dels i arbets- och tillståndsberedningarna och dels i de färdiga tillstånden samt den information som når arbetstagarna. Avsikten med granskningen är att skapa en bild av huruvida, för personsäkerheten, viktig information når hela vägen genom ODU och fram till arbetstagarna som skall utföra underhållsarbeten.

## 8.5.1 Information i beredningar

Varje typ av beredning föregås av någon form av informationssamling. Detta gäller såväl arbetsorderberedningar som tillståndsberedningar. Den information som krävs inför varje beredning är specifik för de olika grupperna och även för varje arbete. Till denna nödvändiga information hör bland annat uppgifter om var, när och hur underhållsarbetet skall utföras, vilken arbetsmetod som skall användas och vilka avgränsningar i el, instrument och process som kommer att krävas.

### 8.5.1.1 Arbetsorderberedningar

Då det gäller arbetsordrar måste beredarna av dessa ha klart för sig exakt vad arbetet innebär. Hur denna information samlas varierar bland de intervjuade. Rutin och erfarenhet är ord som ofta återkommer i svar på frågan om hur beredaren tar sig an en arbetsorderberedning. Samtliga tillfrågade anser att anläggnings- och systemkännedom är av stor vikt vid beredningar. De flesta anser sig ha tillräcklig kännedom för att genomföra korrekta beredningar och de som har brister i kännedomen menar att de vet var och hur de får tillgång till den om så skulle behövas. I de fall då det rör sig om komplexa underhållsarbeten gör samtliga tillfrågade besök på den blivande arbetsplatsen för att ytterligare skapa sig en bild av förutsättningarna inför beredningen. På frågan om någon riskhänsyn tas redan här i beredningsprocessen, svarade endast några få att risker beaktas och då genom att skriva några korta rader om det i beredningen. Anledningen till detta är oftast åsikten att det är tillståndsberedarna som ska ta den riskhänsyn som erfordras och därför inte behöver beaktas i någon större utsträckning. Samtliga intervjuade utnyttjar någon gång information från historikfilen inför återkommande arbeten.

Den aspekt som utgör det största irritationsmomentet för arbetsorderberedarna är tidspressen. Flera av de tillfrågade känner ibland eller ofta tidspress i sina beredningar. Beredningarna tar alltifrån fem minuter till flera veckor beroende på arbetets komplexitet. Detta kan sättas i relation till att det under år 2001 bereddes 11 300 arbetsordrar på OKG. Anledningen till tidspressen ligger i dålig planering från samordnande planerare och att ritningsmaterial kommer för sent från konstruktionsgruppen, menar de flesta. Tidspressen innebär ofta att beredningarna drar ut på tiden och inte blir färdiga till de datum som sätts som ”deadlines” inför varje revision.

### 8.5.1.2 Arbetstillståndsberedningar

Arbetsordrarna ligger till grund för arbetstillståndsberedningarna. Det är bland annat utifrån information som ges i arbetsordern som arbetstillståndsberedaren bedömer hur tillståndet skall utformas. Viss information måste dock hämtas från andra håll. Till exempel är det viktigt med anläggnings- och systemkännedom. På frågan om hur det förhåller sig med denna svarade de flesta arbetstillståndsberedarna att den är tillräcklig för deras vardagliga arbetsuppgifter och att de vet var den finns att tillgå då den saknas. Flera av de tillfrågade svarade att de ibland går och kontrollerar den blivande arbetsplatsen inför beredningen, men vissa anser att de inte hinner göra

detta. Även denna grupp intervjuade anser att rutin och erfarenhet är viktigt vid en beredning och att det främst är dessa två faktorer som styr hur beredningen går till. De anser inte att det inom gruppen finns något strukturerat system eller någon direkt metod för hur riskinventering ska genomföras inför ett underhållsarbete utan även här är det erfarenhet som gäller.

Tidspressen nämns bland arbetstillståndsberedarna som en av de negativa aspekterna inom beredningsprocessen. Här är dock åsikten att det är på grund av arbetsordrarnas sena ankomst som tidspressen uppkommer. En arbetstillståndsberedning tar allt från några minuter till dagar.

En annan åsikt som delas av de flesta tillfrågade är att informationen i arbetsordrarna ofta är bristfällig. Det krävs ofta att arbetsorderberedaren måste sökas upp för kompletterande information, vilket möjliggör en korrekt tillståndsberedning. Exempel på viktig information som ibland fattas är en tillräcklig arbetsbeskrivning, rumsnummer för den plats där arbetet skall utföras, tidsperiod då arbetet skall utföras och vilka avgränsningar som önskas. Som svar på frågan hur OKG kan komma tillrätta med detta problem var svaren blandade men innehöll förslag som att göra antalet arbetsorderberedare mindre. Detta för att öka deras användningsfrekvens och på så sätt deras kunskaper i programmet och genom detta höja kvaliteten på beredningarna. Vidare önskas fler tvingande fält i arbetsorderberedningen, vilket omöjliggör att information glöms bort att fylla i. Ett annat förslag är mer utbildning för arbetsorderberedare och mer tid för samverkan mellan bland andra arbetsorderberedare, arbetsansvariga och arbetstagare.

### 8.5.1.3 Skyddstillståndsberedningar

Även skyddstillståndsberedarna använder arbetsordern som ursprunglig informationskälla. Flera tillfrågade anser att informationsnivån i arbetsordrarna ofta är bristfällig och anger som exempel brister i rumsnummer, arbetsbeskrivning, arbetsmetod och hur lång tid arbetet beräknas ta. För att få tillgång till det som saknas kontaktas arbetsorderberedaren för kompletteringar. Detta görs oftast per telefon. Bristerna gäller inte alla arbetsorderberedare utan sägs vara personberoende. På frågan hur detta problem kan lösas svarade några att det behövs fler tvingande fält i arbetsorderberedningen och att problemet bara kan lösas från chefsnivå. Alla dessa åsikter stämmer väl överens med arbetstillståndsberedarnas. Det anses också att arbetsordrarna ofta kommer för sent och att det därför uppstår tidspress inför revisionerna. Som exempel nämns att 19% (270/1422) av arbetsordrarna som krävde skyddstillstånd inför O2:s revision år 2002 kom in för sent. Dessa siffror kan sättas i relation till att en skyddstillståndsberedning kan ta allt från ett par minuter till en timme. Tidspressen som uppstår sägs ibland orsaka att beredningen måste stressas igenom och därför kan ge upphov till brister i kvaliteten.

Utöver den information som ges kring arbetet krävs kännedom om anläggningens och systemens utformning. Beredarens kunskaper om riskerna som hänger samman med det givna utrymmet och det givna arbetet är också viktigt. Denna kunskap anser de flesta tillfrågade hänga samman med erfarenhet. Kunskapen i anläggningskännedom varierar, men alla tar någon gång sig tid och kontrollerar den blivande arbetsplatsen som en del i beredningen. De flesta har dock arbetat länge på OKG och har därför mycket erfarenhet och rutin. De anser sig inte ha någon gemensam analysmodell eller strukturerat arbetssätt för riskinventering inom gruppen. Riskerna förknippade med brand, brandfarlig vara, radiologi och arbetsmiljö beaktas dock alltid tack vare att ODU:s skyddsmodul är byggd kring dessa områden och de därför måste bedömas vid varje beredning.

Användandet av ODU:s historikfunktion skiljer sig från övriga beredargrupper. Bland de intervjuade skyddstillståndsberedarna är det endast tre som någon gång använder sig av information från historikrapporterade skyddstillstånd vid en beredning. Det är också få som rapporterar

erfarenheter från avslutade arbeten. Anledningen till detta är att det inte finns någon mall eller instruktion för hur detta rapporterande skall gå till.

I stort sett alla tillfrågade i samtliga beredargrupper anser att ett bildarkiv kopplat till ODU skulle vara till stor hjälp vid beredningsarbetet. Detta bildarkiv finns på ett planeringsstadium inom organisationen. Arkivet skall innehålla digitalbilder på alla anläggningens utrymmen, med tillhörande system, tillsammans med information om utrymmets risker. Exempel på sådana risker kan vara radiologiska förutsättningar, brandrelaterade risker (brandfarliga varor, hög brandbelastning och dylikt) och arbetsmiljörelaterade risker (öppna schakt, trånga passager och dylikt).

## 8.5.2 Innehåll i arbets- och skyddstillstånd

För att få reda på om informationsnivån i tillstånden anses vara tillräcklig för att ett underhållsarbete skall kunna utföras på ett säkert sätt, ställdes frågor kring detta till arbetsansvariga och arbetstagare. Det är dessa grupper som berörs av tillstånden i och med att dessa, i form av blanketter, måste kvitteras ut innan ett arbete får påbörjas.

På frågorna om informationen på blanketterna är befogad svarade alla arbetsansvariga att den är det och de flesta anser även att den information som ges i skyddstillståndet är nödvändig och tillräcklig för att ett arbete skall kunna genomföras säkert. När det gäller förståelse för innehållet är denna dock begränsad. Endast en av de tillfrågade känner till EDWIN och att det är där som de instruktioner, som anges i tillstånden, finns att tillgå. Endast en tredjedel av de tillfrågade visste vad instruktion I-4050 innebär (Instruktion som behandlar skyddstäckningar och materialval vid heta arbeten). Detta trots att de tillfrågade arbetsansvariga arbetat på OKG mellan 6 och 30 år och representerar firmor som utför många heta arbeten på OKG.

De tillfrågade arbetstagarna delar åsikten om att informationsnivån i tillstånden är tillräcklig för att ett arbete skall kunna utföras säkert och att detta utgör en tydlig förbättring inom organisationen. Två av de åtta tillfrågade anser dock att informationen om strålskydd ibland skulle kunna vara bättre i skyddstillstånden. Förvirringen kring instruktionerna kan spåras även hos arbetstagarna och för att fortsätta exemplet ovan har endast en av de åtta sett instruktion I-4050. Detta trots att alla de tillfrågade utför heta arbeten och då främst svetsning.

Samtliga tillfrågade arbetsansvariga och arbetstagare är positiva till riktad utbildning inför mer komplexa underhållsarbeten. Detta ses som ett bra komplement till den information som ges i tillstånden. Utbildningen ger också större möjlighet för informationen att nå ända fram till sista ledet (arbetstagarna) i informationskedjan.

## 8.5.3 Överföring av information

Mellan de olika beredargrupperna sker överföring av information främst via ODU. Då en person berett en arbetsorder och i denna lämnat information om det kommande underhållsarbetet, skickas ordern elektroniskt vidare till arbets- och skyddstillståndsberedare som får ta vid i beredningsprocessen. I vissa fall krävs kompletteringar av informationen i arbetsordrarna och då skaffas denna oftast muntligen per telefon.

I många fall anges instruktioner i tillstånden och dessa skall då följas för att uppnå en god säkerhetsnivå. Denna informationsöverföring får därför betraktas som skriftlig. Hela utprodukten från ODU är även den skriftlig i form av tillståndsblanketter. Det är främst dessa blanketter som utgör kopplingen mellan dem som planerar ett arbete och de som slutligen utför det. Arbets- och skyddstillståndsblanketterna skall på O1 och O2 hämtas ut på två olika platser. Arbetstillståndet hämtas ut på okontrollerat område och skyddstillståndet på kontrollerat område. Detta anser flera arbetsansvariga vara ett stort irritationsmoment som leder till tidspress och i vissa fall även slarv med uthämtningen. Vid uthämtningen sker ofta också ett muntligt utbyte av information. Då diskuteras ofta innehållet i tillstånden igenom och oklarheter kan redas ut muntligen.

Endast hälften av de arbetsansvariga har tid att ge sina arbetstagare muntlig information i skydds- och säkerhetsfrågor utan delar endast ut kopior av tillstånden. Detta stämmer väl överens med åsikterna hos arbetstagarna. Samtliga får information i skydds- och säkerhetsfrågor. De flesta får informationen från arbetsansvarig och då antingen muntligt eller skriftligt. Flera får endast kopior på tillstånden. Enligt de arbetsansvariga tas hänsyn till arbetstagarnas rutin och erfarenhet. Nyanställda ges ofta mer information och de arbetar aldrig ensamma vid riskfyllda arbetsmoment.

Alla arbetsansvariga har inte tid att kontrollera sina arbetstagare på plats, för att följa upp om informationen nått fram, men flera gör det dock genom regelbundna ronder. Av dem som ronderar har samtliga någon eller flera gånger avbrutit det pågående arbetet på grund av bristande säkerhet.

## 8.5.4 Kommentarer

Det är flera åsikter som ofta återkommit i de genomförda intervjuerna. Bland dessa är tidspressen den oftast återkommande. Tiden påverkar alla de inblandade på något sätt och den uppfattas i stort sett alltid som knapp. Detta måste beaktas på grund av att det kan innebära att nödvändig och viktig information går förlorad i informationsflödet mellan grupperna. Flera av de tillfrågade anser att tidspressen kan påverka kvaliteten på deras arbete. Se även kapitel 3.3 om tidspress.

Vissa grupper anmärker på att informationsnivån ibland är bristfällig. Den grupp som kritiseras hårdast är arbetsorderberedarna. Det är viktigt att höja säkerhetsmedvetenheten redan här i arbetsberedningsprocessen. Självklart skall skyddsteknikernas kunskaper tas tillvara, men allt ansvar kan inte lämnas till skyddsgruppen, utan samverkan mellan grupperna ger det bästa resultatet ur säkerhetssynpunkt.

Flera av de tillfrågade anser sig sakna den personliga kontakt som fanns mellan grupperna före ODU:s införande. Bristen på denna kontakt kan ge upphov till brister i informationsöverföringen, menar många.

En stor del av de intervjuade menar att erfarenhet och rutin är viktigt vid beredningar. Detta är sant, men beredningsarbetet får inte bli för rutinmässigt. Tid för egen eftertanke och ett kritiskt förhållningssätt krävs som komplement så att inte varje beredning genomförs på ett standardsätt.

## 8.5.5 Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

Nedan följer en lista med förslag på säkerhetshöjande åtgärder som grundar sig på intervju-sammanställningen. Till varje förslag ges en kort kommentar till hur åtgärden kan genomföras. Förslagen står ej i prioriteringsordning och ingen hänsyn har tagits till ekonomiska aspekter. Flera av förslagen kan, förutom höjd personsäkerhet för de som skall utföra arbeten på anläggningen, även medföra effektivitetsvinster i beredningsprocessen samt en förbättrad säkerhetskultur.

- **Inför fler, obligatoriska repetitionskurser i anläggningskännedom:** Detta ger beredarna på alla nivåer en bättre förutsättning för beredningsarbetet. Det gör att utrymmen och system och risker förknippade med dessa enklare kan beaktas.
- **Öka riskmedvetenheten hos arbetsorderberedarna:** Detta kan genomföras genom utbildning i till exempel grovanalys, se kapitel 6. För den slutliga personsäkerheten vid ett underhållsarbete är det viktigt att riskhänsyn tas så tidigt som möjligt i beredningsprocessen.
- **Inför bildarkiv i ODU som ett stöd vid beredningar:** Denna funktion finns på ett planeringsstadium inom organisationen och på frågan om det skulle användas svarade i stort sett alla tillfrågade att det skulle vara till stor hjälp i beredningen. Arkivet skall utöver bilder på utrymmen och system även innehålla information om risker i det aktuella utrymmet.
- **Öka och förbättra användandet av historikfunktionen:** Den möjlighet till erfarenhetsåterföring som historikfunktionen ger, utnyttjas i dagsläget för lite inom vissa grupper. Främst bland beredare av skyddstillstånd är användandet litet och en mall för historikrapportering av skyddstillstånd efterfrågas av flera. Ett ökat användande ger större möjlighet att tillgodogöra sig information och kunskap från tidigare arbeten. Ett kritiskt förhållningssätt skall också läras ut till användarna av funktionen. Det är viktigt att tänka själv vid användandet av en gammal beredning och inte helt och fullt lita på innehållet.
- **Genomför riktad utbildning oftare:** Vid stora och komplexa arbeten som innebär stora risker för arbetstagare kan i större utsträckning utbildningar hållas. Alla tillfrågade som varit i kontakt med riktad utbildning är positivt inställda och anser att det ger större kunskap och förståelse för riskerna som kan förekomma vid arbetet.
- **Låt arbets- och skyddstillståndsblanketterna sitta ihop:** Detta medför att information ej går förlorad genom att endera blanketten ej hämtas ut. Detta borde enkelt gå att lösa genom en gemensam hantering i Arbetstillståndshanteringen (ABH).
- **Gör skyddstillstånden tillgängliga även på okontrollerat område:** En möjlighet som få arbetsansvariga vet om, är att skyddstillståndet kan hämtas ut hos ROK (räddningstjänstens station på okontrollerat område). Detta innebär att arbeten på okontrollerad oftare än på kontrollerad sida tenderar ske utan att skyddstillståndet kvitteras ut. En enkel och snabb åtgärd blir därför att informera om denna möjlighet.



# Del III

## Teknisk säkerhetsgranskning och riskanalyser





## 9 Risker i reaktorinneslutningen under avställning

I detta kapitel redogörs för risker som kan förekomma vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen under en avställning. De risker som har valts är radiologi, brand och utrymning och risker som har med den konventionella arbetsmiljön att göra. Dessa tre områden utgör delkapitel i kapitlet. I fallen radiologi och konventionell arbetsmiljö har grovanalyser utförts i grupper sammansatta med experter från OKG. Då det gäller brand och utrymning har tre brandanalyser som utförts vid OKG, Barsebäck och Ringhals sammanställts och granskats. För att komplettera analyserna och ge mer underlag för rekommenderade åtgärder har även en rad platsbesök, intervjuer och en fallstudie, där ett underhållsarbete granskades närmare, genomförts. Sist i varje delkapitel kommenteras riskerna och i anknytning till detta ges även förslag på säkerhetshöjande åtgärder.

### 9.1 Radiologi

I reaktorinneslutningen finns en mängd olika system som brukar delas upp under benämningarna primär- och sekundärsystem. Ur radiologisk synpunkt är det primärsystemen som kan ge upphov till höga doser vid underhållsarbeten dels i systemen och dels i deras närhet. Primärsystemen utgörs av de system som på något sätt står i direktförbindelse med reaktorhärden. Detta delkapitel fokuserar på personsäkerheten ur radiologisk synvinkel vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen och utgörs av analysarbete, platsbesök och intervjuer. Analysen innefattar de system som bidrar till de största doserna för personalen. Vidare ges förslag på åtgärder som skulle öka säkerheten vid underhållsarbeten. Under platsbesök i inneslutningen har fotodokumentation och en fallstudie gjorts. Avslutningsvis redovisas intervjumaterial gällande radiologi och en sammanfattning av de förslag på säkerhetshöjande åtgärder som framkommit under de olika delmomenten.

#### 9.1.1 Grovanalys av radiologi i O1:s reaktorinneslutning

En grupp bestående av rapportförfattarna samt tre personer från OKG genomförde den 31 oktober 2002 en grovanalys av radiologin i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning. En sammanställning med kommentarer till analysen återfinns i bilaga 6. Grovanalysmodellen anpassades för de speciella förhållanden som analysen avsåg och fick utformning enligt tabell 8. Syftet med analysen var att på ett strukturerat sätt lista de system som ger det största dosbidraget vid underhållsarbeten under revisionsavställning. Analysunderlaget bestod av ritningar och skisser över O1:s reaktorinneslutning samt klassningsprotokoll. Klassningsprotokollen användes för att specificera en allmämdosrat (mSv/h) för mätpunkter på de olika systemen som analyserades. Mätvärden varierar något från revision till revision och de i analysen angivna kommer från de vid analystillfället senaste mätningarna. I vissa fall har ett intervall angetts och då är det mellan dessa värden en och samma mätpunkt varierat vid de senaste kontrollmätningarna.

Tabell 8 Arbetschema för grovanalys av radiologi.

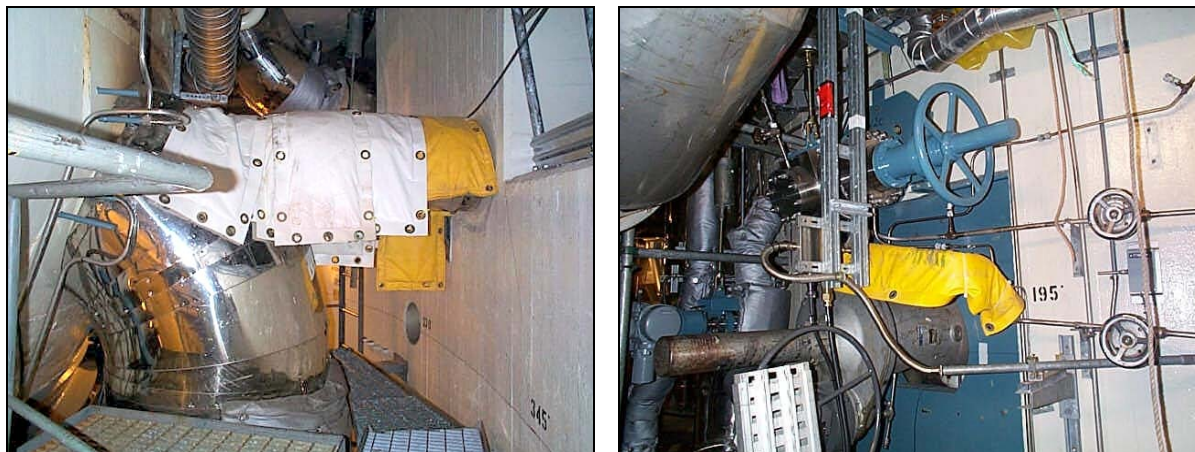
Nr	Utrymme Plats	System	Allmän- dosrat (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar	Rekomen- derade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
				K: D:	K: D:			

Det studerade utrymmet delades in i olika utrymmen. För dessa utrymmen listades de system som bör beaktas på grund av deras radiologiska egenskaper. Många av systemen förekommer i flera av ovan nämnda utrymmen och återkommer på flera platser i analysen. Bedömning och värdering av systemen delades upp i kategorierna "ej ingrepp i system" och "ingrepp i system". Anledningen är att det ur radiologisk synpunkt är stor skillnad att vistas i systemets närhet eller behöva öppna upp det för att kunna utföra arbete. För att skilja mellan nedsmutsning med lösa partiklar och strålning från en källa, delades kategorierna "ej ingrepp i system" och "ingrepp i system" upp i kontamination (K) och dosrat (D). När inget ingrepp i system görs är det oftast låg sannolikhet för att arbetare skall utsättas för lös kontamination och därför har inget värde angivits. Bedömning, värdering utgjordes av en skala mellan 1 och 5 där 5 är de värsta förhållandena ur radiologisk synvinkel. Inga definitioner gjordes för de olika nivåerna på skalan utan värdena för de olika systemen är enbart hur de inbördes förhåller sig till varandra i de studerade utrymmena. De system som analysgruppen anser bidra till de största riskerna ur radiologisk synvinkel i reaktorinneslutningens utrymmen är följande:

- 211 Reaktortank, inspektionsrör, monteringsutrustning
- 216 Utrustning för instrumentering av härden
- 221 Drivdon
- 311 Huvudångledning
- 312 Matarvattensystem
- 313 Huvudcirkulationssystem
- 313 Huvudcirkulationssystem, pumpar
- 313 Huvudcirkulationssystem, ventil och "bypass"
- 315 Hjälpkondensator
- 321 Kylsystem för avställd reaktor
- 326 Kylsystem för reaktortankens lock
- 327 Hjälpmatarvattensystem
- 352 Dränagesystem för reaktorer och turbinsystem

De säkerhetsförhöjande åtgärder som redan vidtagits utgörs i dagsläget sammanfattningsvis av skärmning med bly, om möjligt vattenfyllda system, personlig skyddsutrustning och vid ingrepp i

system sanering samt i vissa fall dekontaminering (kemisk process som genom värming och sköljning avlägsnar kontamination).



Figur 20 Bilder som visar system intäckta med blymattor.

För en komplett lista av analyserade system, i vilka utrymmen de finns, vidtagna åtgärder samt rekommenderade åtgärder för respektive system hänvisas till bilaga 6.

## 9.1.2 Platsbesök

Under rapportens framtagande har ett flertal besök på kontrollerat område genomförts. Inte vid något av dessa besök har avsteg eller slarv med skyddsutrustning gällande radiologi observerats. Dock har vid passage mellan olika zoner viss nonchalans konstaterats när det gäller påtagning respektive avtagning av skyddsutrustning på ”rätt sida” vilket förutom att ge upphov till risk för kontaminationsspridning indikerar brister i OKG:s säkerhetskultur.



Figur 21 Bilder som visar extra skogräns vid inpassage till O1:s reaktorinneslutning.

Vid första inpassage till kontrollerat område skall för varje arbete en specifik kod slås in för att få ut en dosimeter. Dessa koder finns angivna på arbetstillstånden och är lästa till ett specifikt arbete för att uppföljning av personalens doser skall underlättas. Vid dosimeterställ fanns en mängd koder för arbeten uppskrivna, vilket innebar en möjlighet att använda en kod till ett annat arbete

än det som skulle utföras. Vid diskussioner med personal på skyddskontoret (den plats på kontrollerat område där skyddstillstånd hämtas ut) konstaterades att fel arbetskoder ibland användes. Det försvårar även säkerhetsarbetet och uppföljningen av doser under och efter arbeten. Vidare framkom vid samtal med personalen på skyddskontoret att godispapper och snus ibland hittats i papperskorgar på kontrollerat område. Detta innebär att förbudet mot förtäring på kontrollerat område inte beaktas av alla, vilket kan få internkontamination som följd.

Vid ett av platsbesöken utfördes ett underhållsarbete där det plötsligt började rinna vatten från det rör som höll på att bytas ut. Röret var av en mindre dimension och mängden vatten var begränsat. Det nämns dock här för att påvisa att tillbud med läckage från systemen förekommer samt att arbeten i ej dränerade system ibland förekommer.

## **9.1.3 Material från intervjuer**

### **9.1.3.1 Intervjuer med arbetsansvariga**

Bland de arbetsansvariga som intervjuats är det endast ett fåtal som ronderar och ser efter att deras arbetstagare följer kraven kring radiologisk skyddsutrustning. Flertalet anser att alla arbetstagare har den utbildning som krävs och litar på att deras personal följer instruktionerna. Vidare framkom att knappt hälften av de tillfrågade följer upp sin personals doser under arbetets gång. Någon gör det endast då arbetstagare speciellt efterfrågar det. De som följer upp doserna under arbetets gång gör det alltifrån dagligen till veckovis.

### **9.1.3.2 Intervjuer med arbetstagare**

De flesta tillfrågade har lång erfarenhet av arbete vid kärnkraftverk och anser inte att den radiologiska miljön upplevs som stressande. För oerfaren personal upplevdes den radiologiska miljön som ett stressmoment. Flera av de tillfrågade ansåg att så var fallet då de första gången utförde arbeten vid ett kärnkraftverk, men att de under åren hade vant sig. I trånga miljöer, där dosraterna är höga och dosimetrar ibland larmar kunde även erfaren personal uppleva situationen som något stressande. I dessa fall skyndades arbetet på för att hålla persondosen så låg som möjligt. Alla som upplevde den radiologiska miljön som stressande svarade att detta inte skulle påverka kvaliteten på det arbete som skulle utföras.

Flera i undersökningen anser att skyddsutrustningen kan vara besvärlig och jobbig att använda. Speciellt gällde detta glasögon i kombination med vissa typer av masker samt arbeten som krävde stor fingerkänslighet samtidigt som handskar var tvunget att användas. På frågan om kvaliteten på arbetet kunde påverkas till följd av detta var det många som valde att inte svara. Bland de få som svarade på frågan ansåg vissa att arbetet skulle påverkas negativt om de utförde uppgiften med skyddsutrustningen på. Att så få valde att svara på denna fråga antas bero på den så kallade intervjuareffekten som beskrivs i avsnitt 7.7. Att säkerheten kunde påverkas negativt genom att använda sig av skyddsutrustning vid vissa arbeten beror på att denna ibland kan vara hämmande mot bland annat syn och känsel.

## 9.1.4 Kommentarer

Utifrån platsbesök, diskussioner och intervjuer anses vissa brister i OKG:s säkerhetskultur gällande strålskydd under avställning förekomma. För att en säkerhetskultur skall fungera krävs att den genomsyrar hela organisationen. Att rutin- och instruktionsöverskridelser är så pass vanligt förekommande som framkommit ses som allvarligt. Accepteras nonchalans på grundläggande nivåer (exempelvis förbud mot snusning, förtäring och dosimeterkod) ökar sannolikheten för större säkerhetsöverträdelser. Det är viktigt att alla i organisationen besitter rätt kunskap och vidtar alla skyddsåtgärder för att ett effektivt arbete med ALARA (As Low As Reasonable Achievable) gällande stråldoser skall kunna uppnås.

Ingen av de risker som framkommit gällande radiologi har med dagens skyddsåtgärder, i händelse av ett akut skede, livshotande konsekvenser. Trots detta har rapportförfattarna utifrån grovanalys av radiologi i reaktorinneslutningen, platsbesök och intervjuer bedömt att det finns ytterligare åtgärder att vidta. Dessa åtgärder är till för att öka personsäkerheten ur radiologisk synvinkel vid underhållsarbeten i reaktorinneslutningen samt underlätta dokumentering av doser och erfarenheter av förebyggande och avhjälpande underhållsarbeten.

## 9.1.5 Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

### 9.1.5.1 Åtgärdsförslag sammanställda efter grovanalys

Grovanalysen ledde fram till en rad åtgärdsförslag som ytterligare skulle öka personsäkerheten och minska dosen för de personer som utför underhållsarbeten i reaktorinneslutningen. Nedan listas dessa rekommenderade åtgärder utan inbördes prioriteringsordning eller hänsyn till kostnad. Det bör nämnas att OKG redan arbetar med de punkter som nämns i detta delkapitel, men att det säkerhetshöjande arbetet kan förbättras genom att ytterligare använda sig av nedanstående metoder.

- Dekontaminering (kemisk process som genom värmning och sköljning avlägsnar kontamination).
- Bibehållen vattenfyllnad i systemen (vattnet skärmar mot strålning).
- Isolering (spegelisolering skärmar mot strålning).
- Undertryck i de system där det är möjligt (förhindrar kontaminerade partiklar att lämna systemet).
- Kontroll, tillsyn och provning (för att upptäcka och påvisa avvikelser).
- Rätt utformade avskärmningar med blymattor och blyplåtar.
- Rätt utformade avgränsningar i inneslutningen (skogräns).
- Rätt nivå och rätt användning av föreskriven personlig skyddsutrustning för respektive arbete.
- Efterlevnad av gällande instruktioner för inneslutningen.

### 9.1.5.2 Åtgärdsförslag sammanställda utifrån platsbesök och slutsatser av intervju-material

- **Starkare engagemang från personer i ledande positioner:** Personal från ledning, chefer och arbetsansvariga skall oftare besöka arbeten på kontrollerat område och där föregå med gott exempel. Detta skulle ge ökade förutsättningar att stärka förankringen av en god säkerhetskultur i hela organisationen. Detta och även flera av nedanstående punkter kan kopplas till den riskkommunikation, se kapitel 4.1.1.4, som är viktig för en väl fungerande säkerhetskultur /38/.
- **OKG måste tydligare visa att rutin- och instruktionsöverskridelser inte accepteras:** Överskridelser måste, även om de anses ringa, påpekas och omedelbar respons skall krävas. Lever inte personal, egen eller inhyrd, upp till ställda krav måste OKG på ett tydligt sätt visa detta. Kan alla former av överträdelser minskas kommer även detta leda till förbättrad säkerhetskultur och förhoppningsvis färre inträffade tillbud och olyckor.
- **Koder för arbeten skall inte få anges på lappar vid dosimeterställ:** Detta skulle leda till att underhållsarbeten mer sällan skulle utföras med fel kod. Vinsten med detta är att uppföljning och erfarenheter av doser från förebyggande och avhjälpande underhållsarbeten skulle bli mer exakta och ett effektivare hjälpmedel i framtiden.
- **OKG skall ytterligare tydliggöra att det är varje enskild arbetsansvarig som har ansvar för sina arbetstagares persondoser:** Detta genomförs ej i dagsläget, trots OKG:s krav att dokumentera alla doser. Vinsten av att arbetsansvariga oftare följer upp sina arbetstagare är att doserna då skulle kunna planeras och fördelas jämnare över personalen som arbetar i radiologisk miljö.
- **OKG bör ge ytterligare information om den radiologiska miljön till oerfaren personal:** Detta för att minska sannolikheten för att den radiologiska miljön hos oerfaren personal skall leda till stress, se kapitel 3. Känner personalen sig tryggare i sin arbetsmiljö kommer detta leda till mindre stress och det i sin tur påverkar sannolikheten för tillbud och olyckor.
- **Se till möjligheter att använda alternativ skyddsutrustning:** I vissa fall har information om alternativ skyddsutrustning inte nått fram till personalen som behöver den. Vissa operatörer känner till utrustning som bättre skulle lämpa sig för ändamålet. En enkel och mycket effektiv åtgärd är att förbättra kommunikationen mellan olika grupper inom verksamheten. Rätt anpassad skyddsutrustning för olika situationer ökar sannolikheten att den används och säkerheten ökar därmed.

## 9.2 Brand och utrymning

Reaktorinneslutningen är en speciell miljö ur brandsynpunkt. Under drift av anläggningen är utrymnet inerterat med kvävgas vilket i stort sett omöjliggör en brand. Under revision däremot öppnas utrymnet upp och kvävgasen vädras ur för att möjliggöra arbete. För att kunna nå alla komponenter inom reaktorinneslutningen är utrymnet uppdelat i flera så kallade gretingplan. Dessa utgörs av gallerdurkar med trappor och stegar som förbindelser. Närmst reaktortanken finns två utrymnen som kallas strumpan och sockan.

## 9.2.1 Brandbelastning

En mängd arbetare och arbetsmaterial transporteras, under en revisionsavställning, in i inneslutningen via en personsluss. Detta ger en ökad riskbild ur brand- och utrymningssynpunkt då både brandbelastningen och det personantal, som i händelse av brand måste evakueras, ökar.

För underhållsarbetena krävs en mängd material och utrustning som ökar brandbelastningen i inneslutningen. Verktyg, kablar, och saneringsutrustning (trasor, avfettningsmedel och dylikt) är en förutsättning för att kunna arbeta, men bidrar till en ökad riskbild tillsammans med alla sopsäckar som krävs för att hålla ordning. När system öppnas krävs ofta extra skogränser kring det öppnade systemet och detta medför extra säckar med nya skoskydd samt säckar avsedda för använda skoskydd. Skoskydden förvaras i plastsäckar medan sopsäckarna skall förvaras i stålkärl med lock. Sistnämnda regel görs det dock ofta avsteg ifrån.

För de arbeten som kräver svetsaggregat eller acetylenflaskor finns speciella rutiner. Denna utrustning måste placeras på mellanbjälklaget (samma plan som personslussen) och därifrån får slangar dras till den plats där arbetet skall utföras. Acetylenflaskor måste dessutom vara placerade och säkrade på en kärra för att snabbt kunna transporteras ut. Både oxygen- och acetylenbehållare som transporteras in måste vara försedda med backventiler.

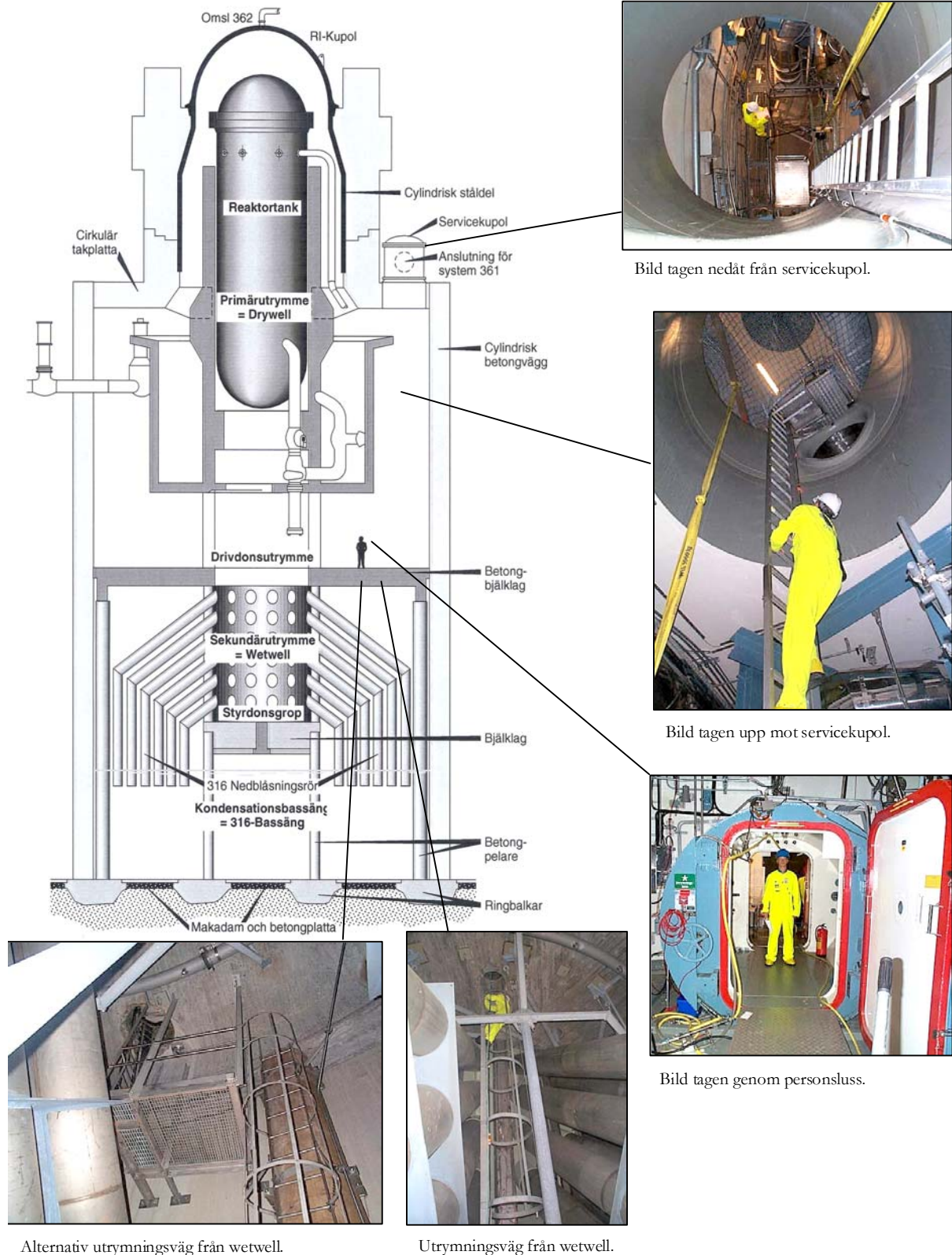
Vid arbeten som kräver brandfarliga vätskor får införsel av vätskorna endast ske i explosionssäkra kärl och i begränsade mängder. Arbeten med brandfarliga vätskor och svetsarbeten får ej förekomma samtidigt i ett utrymme.

## 9.2.2 Utrymning

Ett maximalt personantal i reaktorinneslutningen har fastställts till 80 personer, varav maximalt 30 får befinna sig samtidigt i wetwell. Dessa siffror grundar sig för närvarande på gjorda utrymningsförsök och riskanalyser av inneslutningen.

Det finns bara två utrymningsvägar från O1:s och O2:s reaktorinneslutningar, varav den ena kan ifrågasättas. Personslussen är den huvudsakliga vägen för både in- och uttransport av människor och material. Denna kompletteras med en utgång genom en servicekupol högst upp i inneslutningen. Det är denna väg som kan ifrågasättas ur utrymningssynpunkt. Detta har framkommit vid utrymningsövningar /39/ där endast ett fåtal personer valde denna väg, dels beroende på bristande lokalkännedom och dels beroende på dess utformning som inte inbjuder till användning. För personer som befinner sig i wetwell finns normalt (O1, O2) två vägar att ta sig upp till drywell och därifrån vidare genom personslussen eller servicekupolen. Stegarna från wetwell mynnar på samma plan som personslussen.





Alternativ utrymningsväg från wetwell.



Utrymningsväg från wetwell.

**Figur 22 O1:s utrymningsförutsättningar från reaktorinneslutningen.**

Under revisionsavställning förses inneslutningen med en tillfällig larmutrustning. Denna består av strategiskt utplacerade larmtryckknappar på varje gretingplan, vilka är kopplade till larmdon bestående av sirener och ett stroboljus, vilket blinkar i färgerna rött och vitt. Ljusslingor som markerar vägen till utrymningsvägarna, så kallade "rinnande ljus", installeras längs gångvägar och



trappor utöver de permanenta, efterlysande utrymningsskyltar och golvmarkeringar som finns. Skall arbeten i wetwell eller strumpan utföras dras ljusslingor, larmdon och larmtryckknappar även till dessa utrymmen. I wetwell placeras utöver ovan nämnda utrustning sedan 1992 även flyktmasker med en aktionstid på 15 minuter. Dessa skall i händelse av brand i wetwell möjliggöra utrymning genom de brandgaser som personer måste ta sig igenom för att nå drywell och personslussen. Maskerna finns placerade i anslutning till de två stegar som leder från wetwell.

### 9.2.3 Sammanställning av befintliga analyser

Tabell 9 är en sammanställning av de brand- och utrymningsanalyser som genomförts för reaktorinneslutningar vid tre svenska kärnkraftverk. De analyserade inneslutningarna är Oskarshamn 1 och 2, Barsebäck och Ringhals 1. Alla de analyserade reaktorerna är av typen BWR och är därför jämförbara konstruktions- och beräkningsmässigt. Analyserna utfördes mellan åren 1992 och 1998 vilket bör beaktas då resultaten granskas. Under dessa år och även därefter har ett flertal nya teorier och beräkningsmodeller framkommit både vad gäller brand och utrymning. På brandsidan har mer avancerade simuleringsprogram, så kallade CFD-program utvecklats, vilka skulle kunna ge andra resultat i brandförlopp än i ovanstående analyser. Vad gäller utrymning har teorier om människans beteende och handlande vid bränder lagts till de rena gångtider, som tidigare användes som utrymningstider /40/.

Brandens effekt ( $Q_{\max}$ ) anges i en av tabellens kolumner och innebär den energi som branden avger per tidsenhet ( $W = J/s$ ). Den siffra som anges är den högsta effekt som förväntas uppnås under brandförloppet. Som referens kan nämnas att en brinnande papperskorg avger cirka 100 kW. Brandens tillväxthastighet är ett uppskattat mått på hur snabbt brandens effekt ökar mot tiden under brandens initialskede. Denna brukar klassas som slow, medium eller fast.

**Tabell 9 Sammanställning av befintliga analyser på reaktorinneslutningar 1992-1998.**

	Källa, Rapport- författare	Material som antas brinna	Brandens placering	Effekt $Q_{max}$	Tillväxt- hastighet	Tid till kritiska förhållanden	Utrymnings- tid
1A	Granvik /41/	Kombination av polyeten och tvärbunden polyeten	Wetwell	3 MW	Medium		4 min för 15 pers ur wetwell (gångtid)
1B			Wetwell	5 MW	Medium		4 min för 15 pers ur wetwell (gångtid)
1C			Wetwell	8,3 MW	Medium		4 min för 15 pers ur wetwell (gångtid)
2A	Andersson /42/	2 Sopsäckar	Wetwell plan +84,6	1,5MW	Fast	Ej kritiskt inom 10 min	4 min för 31 personer att utrymma ur wetwell (gångtid)
2B		>2 Sopsäckar	Wetwell plan +84,6	3 MW	Fast	Ca 4 min	
2C		Allt bränn- bart material	Wetwell plan +84,6	7,5 MW	Fast	Ca 7,5 min (temp >120°C)	
2D		2 Sopsäckar	Drywell plan +103	1,5MW	Fast	Ej kritiskt inom 10 min	20 min för 80 personer att utrymma genom kupolen på plan +117
2E		>2 Sopsäckar	Drywell plan +103	3 MW	Fast	Ej kritiskt inom 10 min	
2F		Allt bränn- bart material	Drywell plan +103	7,5 MW	Fast	Ca 7 min (temp >120°C)	
2G			Utanför slussen plan +103	8 MW	Fast		
3A	Ardenmark /43/	Polyeten	Wetwell	1 MW	Fast	Ej kritiskt inom 15 min	Ca 13,5 min (30 pers ur wetwell)
3B		Gummi	Wetwell	2 MW	Fast	Ca 13 min (4 m sikt)	Ca 13,5 min (30 pers ur wetwell)
3C		Aceton	Wetwell	3 MW	Fast	Ca 8 min (temp >50°C)	Ca 13,5 min (30 pers ur wetwell)
3D		Polyeten	Drywell	1 MW	Fast	Ej kritiskt inom 15 min	Ca 9,5 min (50 pers ur drywell)
3E		Gummi	Drywell	2 MW	Fast	Ca 9,5 min (4 m sikt)	Ca 9,5 min (50 pers ur drywell)
3F		Aceton	Drywell	3 MW	Fast	Ca 10 min (temp >50°C)	Ca 9,5 min (50 pers ur drywell)

### 9.2.3.1 Kommentarer till brandsimuleringar

I de äldre analyser som genomförts har beräkningsmodeller använts som utgår från ett tomt rum i vilket en brand placeras. Detta ger en annan brandgasspridning i lokalen än vad som kommer bli det verkliga fallet vid ett brandförlopp. Geometrin i reaktorinneslutningen talar ej för en skarp tvåzonsbildning, vilket de använda modellerna grundar sig på. Rör, avsatser och gretingplan i framförallt drywell kommer kyla brandgaserna och hindra deras termiska stigitkraft. Eventuellt kan brandgasskikt stanna på väg uppåt och inte nå inneslutningens topp. I wetwell finns större förutsättningar för en ren tvåzonsbildning, då det ej finns många hindrande och kylande system i detta utrymme.

### 9.2.3.2 Kommentarer till utrymningsberäkningar

De utrymningsberäkningar som använts i de två förstnämnda analyserna, i tabell 9, har ej utformats enligt de teorier som framkommit under mitten av 90-talet. De utrymningstider som använts grundar sig på rena gångtider som uppmätts vid utrymningsövningar. Mätningarna har påbörjats då utrymningslarmet utlösts och avslutats då siste man utrymt. Till detta skall läggas att personerna som deltagit i försöket varit förberedda på att brandövning skulle hållas. Vidare användes ingen rök och inneslutningen var belyst. Enligt nyare teorier för utrymning skall tider för varseblivning, reaktion och beslut läggas till den rena gångtiden. Det bör påpekas att det är utrymningstiderna från de gamla rapporterna som använts vid framtagande av det maximala personantal som gäller i reaktorinneslutningarna idag (50 + 30). Då det gäller Ardenmarks analys har de nyare utrymningsteorierna använts i viss utsträckning. Kopplingen mellan utrymmande personer ur wetwell och drywell har dock inte gjorts utan dessa scenarier har behandlats separat.

Sedan utrymningsberäkningarna genomfördes har ett flertal ombyggnader och förändringar gjorts i inneslutningen. Komponenter har bytts ut till större sådana som inskränker på utrymmet i gångar och trappor. Även detta borde förändra de utrymningstider som uppmätts.

Ingen analys tar heller hänsyn till att personer som utrymmer ur reaktorinneslutningen inte direkt når en säker plats. Både personslussen och utrymningskupolen mynnar i andra utrymmen och inget av dessa kan betraktas som säker plats vid en eventuell brand.

### 9.2.3.3 Kommentarer gällande toxicitet

Under projekt MELK 1996, byttes all processkabel ut i O2:s reaktorinneslutning till sådan som inte innehåller halogener som klor. Motsvarande har även genomförts på O1. Med processkabel menas de fasta kablar som hör till driften. Orsaken till utbytet var att en eventuell brand skulle ge stora saneringskostnader och långa driftstopp till följd av korrosionsskador orsakade av klorider. Utbytet av kabel har förutom att minska de ekonomiska konsekvenserna vid en eventuell brand, bidragit till att höja personsäkerheten under revisionsavställning. Detta genom att den nya kabeln inte producerar toxiska förbränningsgaser i samma utsträckning som den gamla.

Förutom all processkabel som alltid finns i inneslutningen, dras under revisionsavställning en mängd externa kablar in i reaktorinneslutningen för att underhållsarbeten skall kunna utföras. De externa kablarna är i dagsläget valda för att vara slitstarka mot mekanisk nötning. Ingen hänsyn till innehåll är gjorda. För att ta reda på den kemiska sammansättningen i dessa externa kablar har kontakt tagits med leverantören till dessa. Det visade sig att manteln i kablarna innehåller en viss mängd klor och vid en eventuell brand skulle toxiska brandgaser innehållande väteklorid och små mängder dioxin produceras.

### 9.2.3.4 Slutsats av granskning av befintliga analyser

Brand- och utrymningssimuleringar är enbart modeller av hur ett verkligt brand- och utrymningsförlöpp skulle gå till men detta till trots bedöms Ardenmarks utrymningstider vara de som troligen ligger närmast verkliga förhållanden. Tiderna bör dock räknas upp något för att beakta en samtidig utrymning av både wetwell och drywell. Detta gäller främst då det brinner i drywell och det samtidigt befinner sig personer i wetwell. Personerna i wetwell kommer förmodligen få längre tid för reaktion och beslut vilket kommer att förlänga den totala utrymningstiden av reaktorinneslutningen.

Brandbelastningen i de flesta scenarierna i tabell 9 ligger mellan 1-3 MW vilket ses som rimligt. De scenarier där allt brännbart material antas brinna anses som mindre troliga.

Ingen av de analyser som är gjorda har tagit hänsyn till effekten av toxiska gaser. Detta trots att materialvalet i flera av brandscenierna är polyeten eller gummi. En noggrannare analys av toxiska effekter vid brand i kablar rekommenderas därför.

## 9.2.4 Platsbesök

Under examensarbetets gång har ett flertal platsbesök gjorts i reaktorinneslutningen. Under dessa platsbesök har skriftlig dokumentation och fotografering gjorts. När det gäller skyddstäckningar av arbetsplatser för heta arbeten har både exemplariska fall och fall med total avsaknad av intäckning förekommit. Ordningen runt arbetsplatserna har också varierat kraftigt. För att nämna ett exempel fanns vid ett tillfälle mängder av elkablar och trasor mindre än en meter från en plats där svetsning pågick. Vid flera av besöken återfanns sprayburkar, sopsäckar och trasor som lämnats i inneslutningen.



Figur 23 Bilder som visar soptunna utan lock, kablar på gretingplan och kvarlämnad sprayburk.

## 9.2.5 Material från intervjuer

### 9.2.5.1 Intervjuer med arbetsansvariga

Flertalet av de intervjuade arbetsansvariga har inte tagit del av instruktion I-4050, gällande förebyggande brandskyddsåtgärder i samband med underhållsarbete och skyddstäckning vid arbetsplats. Denna instruktion finns angiven på samtliga skyddstillstånd gällande underhållsarbeten som kräver heta arbeten. Av de få arbetsansvariga som tagit del av instruktionen har de flesta tillfrågat skyddskontoret för att få informationen. Alla OKG:s instruktioner finns att tillgå i Edwin, databas för instruktioner och rutiner, men de flesta av entreprenörerna känner ej till Edwin och har inte heller tillgång att använda den.

De flesta anser att informationen från OKG gällande brandskydd är tillräcklig innan arbeten på anläggningarna får påbörjas. I sammanhanget skall nämnas att det bland de svarande fanns åsikter om att en försämring i denna informationsnivå kunnat skönjas de senaste åren. Inga konkreta exempel kunde dock ges.

OKG:s brandskyddsorganisation anses av samtliga tillfrågade fungera tillfredsställande. Kommentarer som seriös, noggrann och fungerande var vanligt förekommande.

Under revisionsavställning finns det brandtekniker som skall rondera i anläggningen och kontrollera att brandsäkerheten hålls god, samt svara på frågor gällande brandskydd. Dessa brandtekniker utgörs dels av personal från räddningstjänsten och dels av inhyrda firmor. Bland de tillfrågade ansåg flera att det fanns skillnader mellan räddningstjänstens personal och inhyrda firmors. Kunskapsnivån var det som ansågs vara den största skillnaden och räddningstjänsten ansågs ha störst kunskap.

Vid heta arbeten finns en mängd krav som skall efterlevas. Skyddstäckning skall göras korrekt och rätt material skall väljas. Vidare finns i reaktorinneslutningen speciella platser för placering av acetylenflaskor. Det är den arbetsansvariges ansvar att dennes arbetstagare efterlever dessa krav. Bland de tillfrågade arbetsledarna gick endast en tredjedel ronder eller fanns på plats under hela arbetet. Övriga ansåg att arbetstagarna hade den utbildning som krävs och litade på att arbetstagarna följde kraven.

Samtliga arbetsansvariga kände till att all personal skulle bege sig till samlingsplats, anmäla sig och invänta vidare instruktioner. Åsikten var även att arbetstagarna kände till dessa rutiner.

För arbeten i bland annat wetwell placeras speciella flyktmasker på ett ställ vid stegarna som leder till drywell. Det finns ingen generell information till samtliga arbetsansvariga var dessa flyktmasker placeras och hur de fungerar. Bland de tillfrågade fanns vissa oklarheter kring dessa rutiner. I sammanhanget skall nämnas att det inte vid varje revision förekommer jobb i wetwell. Flera av de tillfrågade hade svårt att minnas hur flyktmasker ska hanteras, eftersom det var flera år sedan de hade arbetstagare som utförde arbeten i wetwell.

### 9.2.5.2 Intervjuer med arbetstagare

Av de tillfrågade arbetstagarna var det endast en som hade tagit del av instruktion I-4050 gällande förebyggande brandskyddsåtgärder i samband med underhållsarbete och skyddstäckning vid arbetsplats. Detta hänger ihop med att endast ett fåtal arbetsansvariga tagit del av denna instruktion och i sin tur vidarebefordrat informationen till sina arbetstagare.

När det gäller de krav som OKG ställer vid heta arbeten svarade de flesta arbetstagarna att de sitter i ryggmärgen och att de har stor erfarenhet. Svar som ”tar fram brandsläckare”, ”kontaktar brandtekniker” och ”täcker in arbetsplats” var vanligt förekommande. Någon hävdade dock att slarv kan förekomma, vilket också framkommit vid platsbesök.

Inför arbeten vid OKG skall en föransmälan av personal göras till centralvakten. Vid ankomst till centralvakten skall samtliga hämta ut passerkort, passerkod och eventuellt nycklar till omklädningsrum. Skall person utföra heta arbeten skall förutom legitimation även certifikat för heta arbeten uppvisas. Här brister OKG:s egna rutiner då endast en av de tillfrågade personerna uppvisat licens för heta arbeten vid ankomst. För att ronderande brandtekniker eller skyddstekniker skall ha kontroll på vilka som får utföra heta arbeten krävs att passerkort med giltig symbol för heta arbeten bärs synligt. Av de intervjuade svetsarna fanns det flera exempel där giltig symbol på passerkort saknades. I ett av fallen kunde dock arbetstagare visa giltig licens från Svenska Brandförsvarsförbundet. Detta exempel visar ändå att brister förekommer och att personal som ej har behörighet skulle kunna utföra heta arbeten i anläggningen.

Överlag anser arbetstagare det som bra och positivt att brandtekniker finns för att svara på frågor och kontrollera att krav efterlevs. När personal som inte kunnat svenska eller engelska utfört arbeten i inneslutningen, har vid något tillfälle informationen gällande brandförebyggande åtgärder inte nått fram till dem. Detta har lett till att några av de intervjuade känt sig oroliga och uppfattat säkerheten som bristande. Kommentarer om att det regnat svetsloppor från vissa arbetsplatser framkom under intervjuerna. Även arbetstagare kommenterade att det förekom skillnader i kunskap hos räddningstjänstens egen brandtekniker och inhyrda entreprenörer. Detta skall ha lett till irritation vid några tillfällen då diskussioner uppstått.

Information om den exakta ljud- och ljuskombinationen för utrymningslarmet hade inte riktigt nått fram till de berörda. Då intervjuerna beskrev hur utrymningslarmet var utformat, menade samtliga tillfrågade att de skulle utrymma och ta sig till samlingsplats om de uppfattade ett sådant larm. Hälften av de tillfrågade svarade, helt korrekt, att det var matsalen som var den samlingsplats som gäller för personer som utrymmer reaktorinneslutningen.

## 9.2.6 Kommentarer

OKG är väl medvetna om vikten av brandsäkerhet och verkar i stor utsträckning för att arbeten skall kunna utföras på ett brandsäkert sätt. Ett flertal rutiner och instruktioner styr arbeten i anläggningen och det finns ett nära samarbete med räddningstjänsten, vilken är en av OKG:s samarbetspartners.

Utav resursskäl har dock vissa avsteg gjorts som bör kommenteras. Dessa skäl utgörs främst av att räddningstjänsten inte har personal nog att driva både sin dagliga verksamhet tillsammans med att tillhandahålla brandtekniker vid revisionsavställningar. På grund av detta har brandtekniker hyrts in från en utomstående entreprenör, vilket utav flera inom organisationen, uppfattas som en kvalitetssänkning i jämförelse med den personal som kommer från räddningstjänsten och normalt har rollen som brandtekniker. Resursbristen har också lett till att de brandtekniker, som finns till förfogande under ronder i inneslutningen, uppfattas som städpersonal av arbetstagare och andra. Arbetsuppgiften har i viss mån blivit att upprätthålla ordning och reda vid arbetsplatserna och fokus på rent brandskyddsarbete har mattats. Detta uppfattas av brandteknikerna själva som irriterande. Det innebär också att det, trots alla rutiner och instruktioner för hur arbeten skall utföras, förekommer avsteg och brister i brandsäkerheten. Som redan nämnts, i kommentarerna

kring granskade brand- och utrymningsberäkningar, bör det tillåtna personantalet i reaktorinneslutningen ifrågasättas. Detta på grund av de utrymningsteorier som ligger till grund för fastställda personantal samt de förändringar som gjorts byggnadstekniskt i utrymmet sedan utrymningsövningarna genomfördes.

## 9.2.7 Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

Följande förslag på säkerhetshöjande åtgärder, med hänsyn till brand och utrymning, har sammanställts utifrån granskandet av befintliga brand- och riskanalyser, platsbesök och genomförda intervjuer. Åtgärderna anges utan prioriteringsordning och ingen hänsyn har tagits till ekonomiska aspekter. Varje åtgärdsförslag kommenteras även kort.

- **Tillåt enbart lockförsedda papperskorgar i stål inuti reaktorinneslutningen:** Dessa utgör annars en betydande del i brandbelastningen, då de är av plast och ofta innehåller trasor indränkta i lösningsmedel, handskar och annat brännbart material. Regeln finns redan, men tillse även efterlevnaden.
- **Inför tydligare regler för vilka material som får föras in i reaktorinneslutningen:** Det krävs tydliga instruktioner för vilka material som får och inte får förekomma i reaktorinneslutningen. Brandtekniker vill endast tillåta att arbetsmaterial fraktas in i plåtlådor, men trots detta förekommer både papp och trä.
- **Vid utbyte av externa kablar skall dessa bytas till sådana som inte innehåller halogener:** Detta främst för att minska det toxiska innehållet i brandgaserna, men även för att minska risken för korrosionsskador på anläggningen orsakade av klorider.
- **Genomför nya brandanalyser för reaktorinneslutningen:** Detta för att de som finns idag är utförda med gamla beräkningsmodeller och dels för att de inte tagit hänsyn till brandgasspridning mellan wetwell och drywell. Förslagsvis ska CFD-simulering genomföras
- **En noggrannare analys av toxiska effekter vid brand i kablar bör utföras:** Ingen av de befintliga brandanalyser som finns idag har tagit hänsyn till toxicitet orsakad av brandgaser.
- **Genomför nya utrymningsberäkningar:** Endast en av de gamla analyserna innehåller tid för varseblivning, reaktion och beslut samt evakuerings- och evakueringsstid. Det personantal som tillåts arbeta samtidigt i reaktorinneslutningen grundas på bedömningar gjorda utifrån rena gångtider.
- **Inför lägstanivå för samtliga brandtekniker:** Idag anses det föreligga skillnader i kompetens mellan ronderande brandtekniker. Detta uppfattas som irriterande då vissa inhyrdas kunskap ifrågasätts.
- **Överträdelser av brandkyddsregler skall inte accepteras:** Firmor, arbetsansvariga och arbetstagare som inte lever upp till de krav som OKG ställer vad gäller förebyggande brandskydd, vid heta arbeten, skall på något sätt bestraffas. Besträffning är ett kraftfullt uttryck, men på något sätt måste regelöverträdelser förhindras. I litteratur gällande kemi-

kalieindustrin nämns att entreprenörer som flagrant eller vid upprepade tillfällen bryter mot säkerhetsregler skall avvisas från arbetsplatsen /38/. Slipper personer undan med en enkel tillsägelse, ökar det sannolikheten för att överträdelsen upprepas.

- **Personalen i centralvakten skall, av samtliga som har föranmälts för heta arbeten, kräva att giltig licens uppvisas:** Vidare skall sedan arbetstagare som utför exempelvis svetsning utan giltig symbol på passerkort omedelbart avbrytas i sitt arbete. Arbetet får sedan inte återupptas förrän passerkort är utbytt. Skall OKG:s system och rutiner kring heta arbeten fungera tillfredsställande krävs att både egen personal och entreprenörer följer de regler och anvisningar som finns.
- **Gör information tillgänglig för alla arbetstagare:** OKG själva och alla firmor som utför jobb på OKG:s anläggningar skall tillse att samtliga arbetstagare får information gällande de krav kring brandförebyggande som OKG ställer, vilket också belyses i litteratur kring säkerhetsarbete inom riskfyllda företag /38/. Hyrs personal in som inte kan svenska eller engelska är det firmans skyldighet att se till att informationen når fram.
- **Översätt fler instruktioner till engelska:** OKG bör översätta fler av sina instruktioner till engelska då det blivit allt vanligare att utländsk personal utför underhållsarbeten under revisionsavställningar.

## 9.3 Konventionellt arbetarskydd

När det gäller konventionellt arbetarskydd och arbetsmiljö är arbeten i reaktorinneslutningen komplicerat. Det är många faktorer ur arbetsmiljösynpunkt som måste beaktas. Denna undersökning omfattar en grovanalys, platsbesök och slutsatser från intervjuer. Till att börja med är byggnadens fysiska utformning besvärlig och ofta måste trånga passager passeras för att kunna nå alla delar i inneslutningen. Eftersom utrymmet är högt blir det ofta aktuellt att bygga ställningar för att kunna utföra arbeten. Detta får endast utföras av speciellt utbildade ställningsbyggare. Arbete på hög höjd och i anslutning till öppna schakt är en annan utav riskerna kopplade direkt till utformningen av utrymmet. För öppnande av schakt finns en instruktion som avser avspärrning, men mänskligt felhandlande kan alltid ge upphov till brister i denna hantering. Som lägsta krav på personlig skyddsutrustning har kriteriet hjälmvång satts.

### 9.3.1 Grovanalys av arbetsmiljön i O1:s reaktorinneslutning

En grupp bestående av rapportförfattarna samt tre personer från OKG genomförde den 1 november 2002 en grovanalys av arbetsmiljön i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning. Som underlag till analysen hade gruppen ritningar och skisser över O1:s reaktorinneslutning samt statistik över tillbud och olyckor. Statistiken användes för att ge skadehändelserna en inbördes jämförelse avseende sannolikhet och konsekvens. För händelser där endast tillbud inträffat har större konsekvens valts men med en lägre sannolikhet. Motiveringen till att välja större konsekvenser i fallet där inga olyckor rapporterats är att säkerhetsarbete skall vara proaktivt. Det är således viktigt att belysa riskerna så att åtgärder kan vidtas innan en olycka inträffat. Läsaren skall beakta att de flesta i analysen framkomna risker i extremfallet skulle kunna leda till



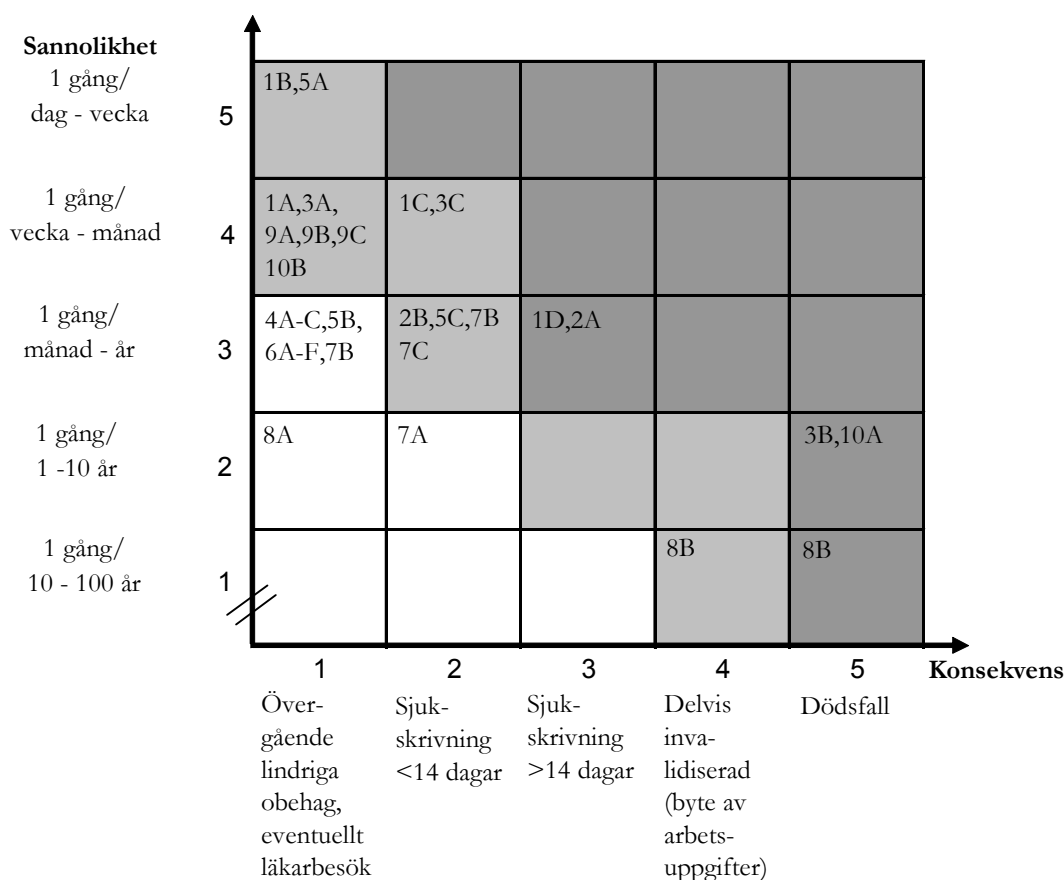
döden men med en låg sannolikhet. Att endast redovisa dessa katastrofala konsekvenser skulle innebära att alla skadehändelser hamnar längst till höger i en framtagen riskmatris. Att utifrån detta upprätta en prioriteringsordning för åtgärder vore betydligt svårare än utifrån det angreppssätt som här valts. Resultatet av arbetsmiljöriskerna är presenterade i en riskmatris framtagen för den specifika analysen. Skalorna för sannolikhet och konsekvens är ett förslag från analysgruppen för att passa OKG under en revisionsavställning. Det mörkgrå området i matrisen innebär att en skadehändelse som hamnar här kräver en direkt åtgärd. En händelse som hamnar i det ljusgrå området kräver en noggrannare analys eller vidare utredning och det vita fältet i matrisen innebär att de skadehändelser som hamnar här anses som tolerabla. De skall dock kontrolleras kontinuerligt för att identifiera om de rört sig till ett grått område. Det bör dock återigen nämnas att skalorna samt områdenas utbredning i matrisen endast är ett förslag och inte har befasts av personer i ledande positioner inom organisationen.

En sammanfattning av framkomna arbetsmiljörisker samt tillhörande riskmatris finns i detta kapitel. Den fullständiga analysen återfinns i bilaga 7.

De skadehändelser som analyserades var

1. Fallolycka (person)
2. Fallolycka (person, hög höjd)
3. Fallande föremål
4. Brännskada
5. Skärsår / sticksår
6. Ögonskada
7. ”Projektil” från trycksatt system
8. Klämskada
9. Hörselskada (buller)
10. Elskada

De flesta av dessa skadehändelser kan ha flera utlösande faktorer och bakomliggande orsaker. Förutom ovanstående arbetsmiljörisker diskuterades faktorer som är svåra att koppla till en specifik händelse. Under analysens gång kom tidspress, stress på grund av den radiologiska miljön, samordning och vätskeförlust upp som negativ påverkan på arbetsmiljön. Vidare diskuterades belastningsskador men inga konstaterade fall kunde urskiljas orsakade av arbetsställningar i reaktorinneslutningen. Tunga lyft under svåra förhållanden förekommer ofta i inneslutningen och därmed dokumenterades risken. I riskmatrisen i figur 24 har de tio ovan nämnda skadehändelserna placerats ut. Siffrorna anger vilken skadehändelse det gäller och bokstäverna används för en uppdelning av händelserna i undergrupper. För en fullständig förklaring till dessa hänvisas till bilaga 7.



Figur 24 Riskmatris över arbetsmiljörisker i O1:s reaktorinneslutning.

Ur riskmatrisen fås en prioriteringsordning för de listade skadehändelserna. De risker som hamnat i det vita området anses i nuläget tolerabla och skall i det fortsatta riskanalysarbetet övervakas så att de inte förflyttar sig mot det ljusgrå fältet. Ändrade förutsättningar eller nya kunskaper är två faktorer som skall beaktas i det kontinuerliga analysarbetet. De händelser som ligger i det ljusgrå området kräver vidare analysarbete och de i det mörkgrå området kräver omedelbara åtgärder. Nedan listas de skadehändelser som kräver omedelbara åtgärder. Övriga finns dokumenterade i analys scheman i bilaga 7.

- **2A:** Personfall från hög höjd till följd av öppet gretingplan eller schakt. Skattad konsekvens i denna analys är allvarliga personskador med sjukskrivning som följd. Idag finns det instruktioner för vilka åtgärder som måste vidtas då ett gretingplan öppnas. Förutom att dessa instruktioner skall följas rekommenderar analysgruppen att sele används vid arbeten nära öppna schakt.
- **3B:** Fallande större föremål från ovanliggande våningsplan. I befintliga lyftschakt, öppnade gretingplan eller lejdare mellan dry- och wetwell kan föremål falla upp till 8-10 meter. Rekommenderade åtgärder är att avspärningar sätts upp runt schakt eller lejdare och att god tid för arbetet planeras.

- **8B:** Klämskada vid transport av tunga föremål. Vid underhållsarbeten och utbyte av komponenter måste ibland större systemdelar förflyttas. Vid dessa förflyttningar finns risk för klämskador. Rekommenderade åtgärder är information om riskerna samt att avsedd lyftutrustning används. Flera fall där lyft säkrats i ej avsedda konstruktionsdelar har observerats av skyddsgruppen på OKG.
- **10A:** Ström genom kroppen på grund av fel i arbetstillstånd eller ej genomförd avgränsning. En redan vidtagen åtgärd är att alla arbetstillstånd måste granskas. Analysgruppen rekommenderar större egenkontroll av arbetsplatsen innan arbete påbörjas.

### 9.3.2 Platsbesök

Då det gäller konventionellt arbetarskydd uppmärksammades vid varje besök i reaktorinneslutningen att användandet av hjälm var bristfälligt. Vid ett av dessa tillfällen uppskattades att endast hälften av arbetstagarna i inneslutningen använde hjälm. I vissa fall så går det, med tanke på utrymme och annan utrustning, inte använda hjälm. Så är fallet vid till exempel svetsarbeten. Utöver dessa fall skall hjälm alltid bäras. Det är inte ovanligt att föremål faller från ovanliggande gretingplan och det borde därför ses som ren självbevarelsedrift att använda hjälmen. För verktyg och material finns speciella förvaringslådor att använda. Användandet av dessa lådor observerades som väldigt skiftande. I flera fall förekom stor oreda med verktyg, rördelar, muttrar och dylikt utspridda på gretingplan runt arbetsplatsen.

För vissa av underhållsarbetena hade ställningar byggts för att komma åt arbetsplatsen. Ställningarna gjorde att passager blev trängre och därmed försämrades framkomligheten. Det finns normalt mängder med utstickande systemdelar och rör som ytterligare försvårar framkomligheten och ger ergonomiskt ogästvänliga arbetsställningar. På vissa platser fick personalen krypa för att kunna ta sig fram.



Figur 25 Bilder som visar trånga passager och besvärliga arbetsplatser i O1:s reaktorinneslutning.

Vid flera av besöken var temperaturen och luftfuktigheten i inneslutningen besvärande. Svetten började rinna enbart genom att vistas i utrymmet. För arbetstagarna som utförde ett fysiskt arbete var situationen än värre.

### 9.3.3 Material från intervjuer

#### 9.3.3.1 Intervjuer med arbetsansvariga

Alla tillfrågade arbetsansvariga genomför någon form av rondering för att kontrollera att kraven gällande skyddsutrustning för den konventionella arbetsmiljön efterlevs. Intervallen mellan dessa ronderingar varierar kraftigt. Överlag anser de arbetsansvariga att kraven gällande konventionell skyddsutrustning fungerar bra. Många nämnde att det från och till slarvas lite med hjälmanvändandet. Dock påpekades att det i vissa fall är omöjligt att använda hjälm på grund av utrymmet och arbetsställningen.

#### 9.3.3.2 Intervjuer med arbetstagare

I stort sett alla tillfrågade uppfattade värmen i reaktorinneslutningen som besvärande. En varm sommar samtidigt som ventilationen inte fungerade bidrog till detta. Vidare ansågs planerad tid för ett arbete ofta vara för kort. Flera hävdade att detta var stressande. Att många arbeten i reaktorinneslutningen utförs i trånga miljöer sågs inte som något större problem utan de anpassade sig efter situationen. Trånga utrymmen hävdades kräva fler raster och därav mer planerad tid. De tre faktorerna värme, tid för arbete och trånga utrymmen ansågs av många kunna påverka kvaliteten på arbetet. Sammanfattningsvis krävs det alltså fler och längre raster till följd av den varma miljön och de trånga utrymmena. Den kritiska faktorn blir då den planerade tiden för arbetet.

### 9.3.4 Kommentarer

Utifrån analys, platsbesök och intervjuer anses flera arbetsmiljörisker förekomma i reaktorinneslutningen. Flera av dessa risker kan i extrema fall leda till katastrofala konsekvenser. På OKG finns en mängd rutiner och instruktioner som skall hjälpa arbetstagarna att utföra sitt arbete på ett säkert sätt. I många fall lever personalen inte upp till kraven som ställs i dessa. I vissa fall beror dessa överträdelser på att personalen inte haft kännedom om alla rutiner och instruktioner men också på nonchalans och medvetna handlingar. Under platsbesök samt vid undersökning av olyckor och tillbud har flera typer av överträdelser observerats. Bland dessa kan nämnas otillåten justering av ställning, ställningsrör som förvaringsplats för verktyg och arbete utan hjälm. Dessa överträdelser anses bero på brister i säkerhetskulturen.

Den faktor som ofta återkommer är den gällande stress. Stressen kan uppkomma av många anledningar. Den faktor som frekvent återkom i sammanhanget är den gällande planerad tid för arbete. Revisionsavställningar är oftast korta och en mängd underhållsarbeten skall genomföras under begränsad tid. De komplicerade arbetsmiljöförhållandena gör att ett arbete tar betydligt längre tid att utföra, vilket inte alltid tas hänsyn till. Andra faktorer som kan utlösa stress är arbete i radiologisk och varm miljö. Dessa två faktorer har dock inte analyserats djupare i denna rapport. Förutom att värme kan leda till stress finns även risk för att prestationen försämras. Det finns en utredningsrapport /44/ som reglerar i vilken utsträckning personal får arbeta i varm miljö. Tidigare har försök gjorts med installation av en speciell revisionsfläkt som via personslussen försåg reaktorinneslutningen med extra ventilation. Denna möjlighet har dock byggts bort under årens lopp

### 9.3.5 Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

- **Starkare engagemang från personer i ledande positioner:** Personal från ledning, chefer och arbetsansvarig skall oftare besöka kontrollerad sida och där föregå med gott exempel. Detta skulle ge ökade förutsättningar att stärka förankringen av en god säkerhetskultur i hela organisationen. Detta och även flera av nedanstående punkter kan kopplas till den riskkommunikation, se kapitel 4.1.1.4, som är viktig för en väl fungerande säkerhetskultur/38/.
- **OKG måste tydligare visa att rutin- och instruktionsöverskridelser inte accepteras:** Överskridelser måste, även om de anses ringa påpekas och omedelbar respons skall krävas. Lever inte personal, egen eller inhyrd, upp till ställda krav måste OKG på ett tydligt sätt visa detta. Kan alla former av överträdelser minska kommer även detta leda till förbättrad säkerhetskultur och förhoppningsvis färre inträffade tillbud och olyckor
- **Ge mer och tydligare information om risker:** Från OKG:s sida skall tydligare information om de risker som föreligger vid olika underhållsarbeten i reaktorinneslutningen ges. Detta skulle kunna ske genom att oftare använda riktad utbildning. Vinsten med informationen är att fler skulle få kännedom om de specifika risker som förekommer i reaktorinneslutningen.
- **Poängtera vikten av egenkontroll:** Trots alla tillstånd och utbildningar är det viktigt att poängtera vikten av egenkontroll innan arbetet påbörjas. Förutsättningar av arbets-situationen kan ändras från det att tillståndet bereds till dess att arbetet påbörjas. För att personal skall kunna använda sig av STARK, se kapitel 4.3.4, är det viktigt att tillräckligt med tid planeras för respektive arbete. Lever alla i organisationen upp till STARK ökar sannolikheten för att underhållsarbeten kan utföras säkert.
- **Minska värmebelastningen i reaktorinneslutningen:** Detta kan uppnås genom att tillse en god ventilation. En hög värmebelastning kan påverka antalen tillbud och olyckor. Se kapitel 3.2.1.
- **Planera tillräckligt med tid för alla arbeten:** Många tillfrågade menar att tidspress kan leda till sämre kvalitet på arbetet. Se även kapitel 3.3 om felhandlande på grund av tidspress. Genom att planera tillräckligt med tid för alla arbeten och i denna även väga in tid för raster kan säkerheten höjas.

## 9.4 Fallstudie

Som ett led i studien av personsäkerhet vid underhållsarbeten samt efterlevnad av innehållet i tillstånden följdes ett underhållsarbete på system 311 (huvudångledning). Intervjuer med beredare, arbetsansvarig och arbetstagare, inblandade i arbetet, utfördes också. Utöver intervjuer genomfördes ett flertal platsbesök under arbetets fortskridande. Vid ett av dessa besök togs bilder på och runt arbetsplatsen.

## 9.4.1 Bakgrund till arbetet

Under 2001 genomfördes kontroller på system 311 och då upptäcktes att den ena flänsen på en stödrulle till rörstöd 311 U499 hade brustit. Orsaken till att flänsen hade brustit konstaterades, efter analys, bero på att ångsamlingslådans expansion avvek från stödrullens rullriktning. Vid kontrollberäkningar konstaterades att samtliga tolv rörstöd till system 311 hade samma konstruktionsfel. Beslut togs att genomföra en konstruktionsförändring som innebar att expansionen i ångsamlingslådorna kan upptas av rörstöden.

## 9.4.2 Beskrivning av system 311

Från reaktortankens övre del går åtta ångledning, vardera med en diameter av cirka 300 mm. Ledningarna ansluter fyra och fyra till två horisontella ångsamlingslådor, som finns inuti reaktorinnerslutningen. Från ångsamlingslådorna går sedan huvudångstammen, diameter cirka 650 mm, genom reaktorinneslutningen via ångledningsskulverten i mellanbyggnaden till turbininneslutningen /23/.



Figur 26 Bilder på system 311 i O1:s reaktorinneslutning.

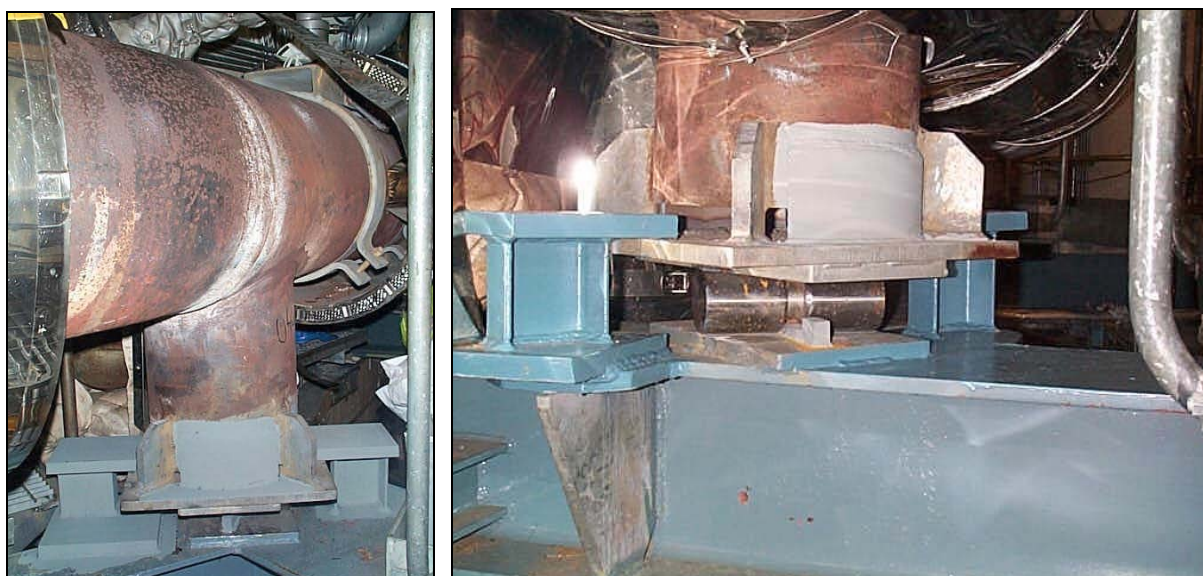
## 9.4.3 Beskrivning av arbetet

Arbetet började med att de befintliga stödrullarna demonterades. De gamla sidoflänsarna ersattes med ett spår i mitten av stödrullarna. Se fotot till höger i figur 28. På rörstöden svetsades sedan en styrskena (i expansionsriktningen) som stödrullarna löper över. Styrskenorna försågs med stoppklackar så att stödrullarna inte kan komma ur sina respektive ändlägen. Dessa ändlägen anpassades till rörstödens expansion i kallt och varmt läge. Dessa förändringar medförde även att förankringen av ångsamlingslådorna, så att de inte kan lyfta ur sitt läge, måste flyttas. Allt svetsarbete under det två veckor långa arbetet genomfördes med metoden metallbågsvets.





Figur 27 Bilder över pågående svetsarbeten på system 311 i O1:s reaktorinneslutning.



Figur 28 Bilder över rörstöd och stödrulle för system 311 i O1:s reaktorinneslutning.

#### 9.4.4 Kommentarer till arbetet

Vid uppföljning av arbetet på system 311 framkom att arbetet utfördes med ett felaktigt skyddstillstånd. Det skyddstillstånd som fanns gällde den inspektion av systemet som föranledde underhållsarbetet och skulle ha kompletterats senare. Denna komplettering hade dock inte utförts innan arbetet påbörjades och trots att svetsning ingick i arbetet fanns ingen information kring heta arbeten med i tillståndet. Att arbeten, som i detta fallet, utförs med helt felaktiga skyddstillstånd är sällsynt, men har konstaterats vid ett fåtal tillfällen. Samtliga inblandade parter, entreprenörer samt OKG:s egen personal, var i detta fall erfarna och erforderliga skyddsåtgärder var vidtagna före arbetets start.

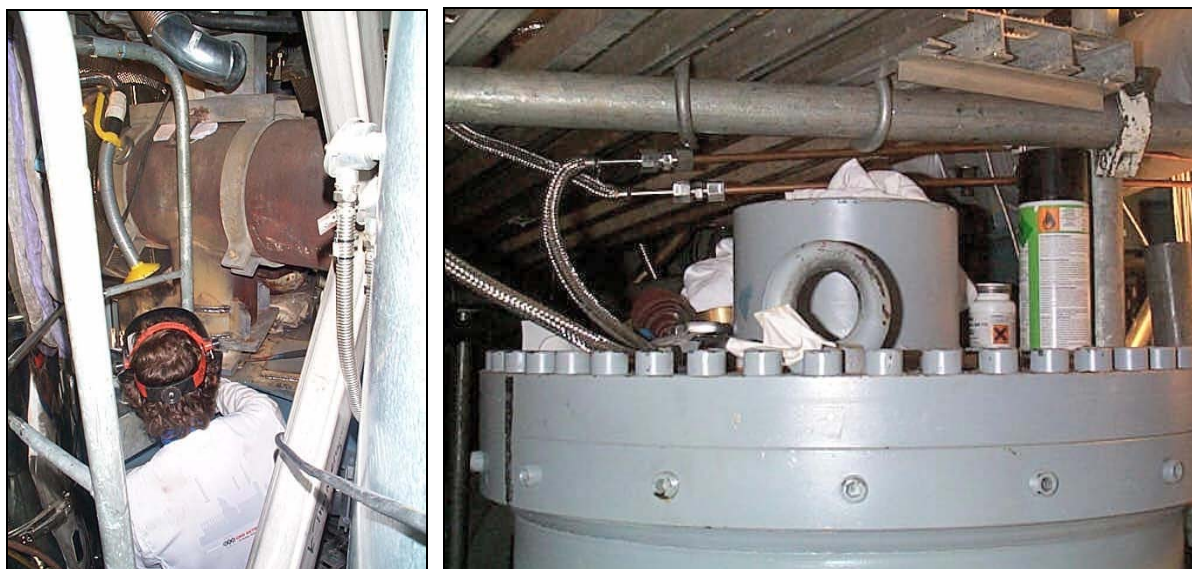
Nedan följer en redogörelse för vad som, vid platsbesöken, uppmärksammades inom riskområdena radiologi, brand och utrymning samt konventionell arbetsmiljö.

#### 9.4.4.1 Radiologi

Då arbetet på system 311 inte krävde några ingrepp i själva systemet var normal skyddsutrustning för aktuellt utrymme tillräcklig. Under de platsbesök som gjordes observerades inga avsteg från dessa krav.

#### 9.4.4.2 Brand och utrymning

För att kontrollera efterlevnaden av rutiner och instruktioner gällande brand och säkerhet gjordes slumpvisa platsbesök under arbetets fortskridande. Vid ett av dessa tillfällen observerades stora brister. När arbetet flyttats från en upphängning till en annan hade inte intäckning av den nya arbetsplatsen genomförts. I och med att intäckning saknades fanns inget som hindrade svetsloppor att träffa underliggande gretingplan. Samtidigt som arbetsplatsen saknade intäckning förekom stor oreda på gretingplan i svetsarbetets absoluta närhet. Bland annat påträffades trasor samt stor mängd kabel på gretingplan cirka 1 meter från arbetsplatsen där svetsarbete pågick. På gretingplanet under pågående svetsarbete fanns två kvarlämnade sprayburkar med symbolen för brandfarlig vara. Här fanns heller ingen typ av avspärning, så personal passerade rakt under arbetsplatsen. Vid besöket tog personal från skyddskontoret kontakt med arbetsansvarig för att upprätta intäckning.



Figur 29 Bilden till vänster visar svetsarbete utan skyddstäckning. Bilden till höger visar trasor och sprayburkar stående rakt under det arbete som pågår på bilden till vänster.

#### 9.4.4.3 Konventionell arbetsmiljö

Arbetsställningarna uppfattades av svetsarbetarna som obekväma vid aktuellt arbete. För att komma åt arbetsplatsen var de tvungna att krypa in från gretingplanet nedanför. Väl på plats fanns andra systemdelar som ytterligare försvårade situationen. Förutom de besvärliga arbetsställningarna påverkades personalen under hela arbetets gång av temperaturen i reaktorinneslutningen. Fler och längre raster var arbetstagarnas krav för att kunna utföra ett säkert arbete med hög kvalitet. Den svåråtkomliga arbetsplatsen i kombination med svetsarbete gjorde att hjälm inte kunde bäras. I de fall då samtidiga arbeten förekom ovanför denna arbetsplats, ställdes extra höga krav på ordning för att inte föremål skulle falla ner på personalen.



## **Del IV**

# **Slutsatser, Diskussion och Förslag till vidare arbete**



## 10 Slutsatser

Under detta arbete har brister identifierats inom alla de granskade områdena. Dessa brister kan i olika utsträckning ge upphov till risker för de personer som utför underhållsarbeten vid OKG. Framst reaktorinneslutningen har utgjort föremål för analysen och det har framkommit att detta är en komplicerad och riskfylld miljö för de arbetstagare som utför underhållsarbeten.

Nedan presenteras några korta kommentarer till varje område.

- Vad gäller den administrativa hanteringen av underhållsarbeten på OKG har brister påträffats främst vad gäller användandet av ODU. Att beredare slarvar eller missar att delge viktig information i beredningar på grund av tidspress eller okunskap kan leda till otillräckliga arbetsordrar, arbets- och skyddstillstånd. Detta kan i slutändan medföra personsäkerhetsrisker.
- Inom området radiologi är reaktorinneslutningen en besvärlig miljö. På grund av detta samt flera myndighetskrav arbetar OKG med att begränsa strålningsriskerna för sin personal. Detta arbete har av rapportförfattarna tillsammans med en analysgrupp sammanställts i en grovanalys över reaktorinneslutningens radiologiska miljö. De brister som påträffats vid platsbesök i anläggningen och intervjuer med arbetstagare har främst med överträdelse av OKG:s rutiner och instruktioner att göra. Personal slarvar med bland annat skyddsutrustning och dosimetrar vilket i studerade fall ej kunnat ge några allvarliga konsekvenser. Att personalen rättar sig efter rutiner och instruktioner är dock av stor vikt för organisationens säkerhetskultur. Att komma undan med små överträdelse kan i värsta fall leda till större överträdelse med större konsekvenser som följd.
- För brand och utrymning har tre befintliga analyser granskats. Utifrån rådande förhållanden i reaktorinneslutningen har slutsatsen dragits att de befintliga analyserna bör uppdateras. Nya beräkningsprogram och teorier finns idag tillgängliga och används dessa kan det leda till att det maximalt tillåtna personantalet i reaktorinneslutningen måste omvärderas och förmodligen minskas. Vid platsbesök och intervjuer framkom att det slarvas med brandsäkerheten vid underhållsarbetena. Även här rör det sig om överträdelse av OKG:s rutiner och instruktioner och uppfattas som en brist i organisationens säkerhetskultur vilket kan få allvarliga konsekvenser som följd.
- Reaktorinneslutningen är under revisionsavställning speciell och komplicerad även när det gäller den konventionella arbetsmiljön. Därför utförde rapportförfattarna även här en grovanalys tillsammans med en expertgrupp. I analysen identifierades ett flertal potentiella skadehändelser där fall från hög höjd, fallande föremål och elskador bedömdes kunna ge allvarligast konsekvenser. Att en mängd arbeten måste pågå under en kort period i närheten av en nyss avställd reaktor skapar tidspress och hög värmebelastning. Detta kan genom slarv eller utmattning ge personskador som följd. Utöver dessa besvärliga förhållanden har en mängd andra brister identifierats. Som exempel har ett flertal avsteg mot OKG:s rutiner och instruktioner upptäckts hos arbetstagare. Överträdelse mot grundläggande regler gällande till exempel hjälmvtång och skyddssele förekommer regelbundet. Dessa brister kan få allvarliga konsekvenser samt försämrar organisationens säkerhetskultur.

Utöver att identifiera risker inom ovan nämnda områden har, då så varit möjligt, ett flertal förslag på säkerhetshöjande åtgärder givits av rapportförfattarna. En riskanalysmodell för studier av

personsäkerheten vid anläggningen har tagits fram och anpassats efter OKG. Denna metod är av grovanalyskaraktär, där en modell från Kemikontoret använts som grund och omarbetats för att bättre passa OKG:s förhållanden och önskemål. En utbildning i grovanalysmetodik har också hållits på företaget. Tanken är att denna metod skall kunna användas i planeringsarbetet i framtiden. Grovanalys användes även praktiskt vid två tillfällen under projektets gång. De deltagare som medverkade i analysgrupperna samt vid utbildningstillfällena uppfattade grovanalysmetodiken som användbar, enkel och överskådlig samt ansåg att den passar bra för fortsatt analyserande inom organisationen. Detta stämmer väl överens med rapportförfattarnas åsikter om metoden, vilken även anses vara snabb och kostnadseffektiv.

## 11 Diskussion

Utav de resultat som beskrivits i föregående kapitel anses syftet med arbetet vara uppfyllt. De områden som OKG hade önskemål om att få analyserade och granskade har alla berörts tillsammans med framtagandet av en riskanalysmodell som praktiskt kan användas inom organisationen i framtiden. Utöver detta har även förslag till vidare arbete givits, vilket beskrivs i kapitel 12.

Nedan följer några av rapportförfattarnas egna åsikter och tankar om arbetet och dess fortskridande.

Arbetet har ändrats en del under projektets gång. Området för analysen har utvecklats åt olika håll men ändå hållits inom ramen för den ursprungliga projektplanen. Anledningen till förändringarna har varit en alltmer ökande kunskap och insikt i området och därmed förståelse för vad som varit mer eller mindre viktigt att analysera och utvärdera. Sammanfattningsvis anses syftet med rapporten vara uppfyllt och alla delar i projektplanen är belysta.

Tidsåtgången som normalt skall vara cirka 20 veckor, har överskridits för att hinna täcka alla områden. Att ett projekt förändras och utvecklas och att en ursprunglig tidsplan kan behöva revideras är en erfarenhet som gjorts.

Inblandade personer har genomgående varit tillmötesgående och hjälpsamma och alla, framförallt från OKG:s sida, har ställt upp och låtit sig intervjuas, delat med sig av erfarenheter och lagt ner tid för att skaffa fram erforderligt material och arbetsunderlag. Detta har av rapportförfattarna uppfattats med stor tacksamhet.

När det gäller osäkerheter behäftade med analysarbetet kan några områden nämnas. Att genomföra intervjuer på ett korrekt sätt kräver stor erfarenhet hos intervjuaren, både vad gäller utformandet av frågor samt genomförandet av intervjuerna. Denna erfarenhet har ej rapportförfattarna besittit. Den så kallade intervjuareffekten innefattas också i osäkerheterna kring intervjuundersökningar.

En annan osäkerhet som finns gäller genomförda grovanalyser. Erfarenhet är viktigt även för att kunna genomföra en analys på ett givande sätt. En rutinerad analysledare ger förutsättning för en bättre analys. Om deltagarna i analysgruppen dessutom är vana vid analyssättet ger detta också ett bättre resultat och fler risker kan identifieras och värderas. Både analysledarna (rapportförfattarna) och deltagarna i analysgrupperna saknade denna erfarenhet vid analystillfällena, vilket bör beaktas vid granskande av analysresultatet.



## 12 Förslag till vidare arbete

Det är vid riskhanteringsarbete viktigt med uppföljning och kontinuerligt analyserande. Därför är det viktigt att denna rapport inte ses som en färdig produkt utan något som måste arbetas vidare med. Därför följer här några av rapportförfattarnas förslag till vidare arbete.

### 12.1 Kostnad/Nytta

Inom alla de analyserade och granskade områdena i denna rapport har brister identifierats. För dessa brister har förslag på säkerhetshöjande åtgärder presenterats. För att kunna besluta om vilka och i vilken ordning bristerna skall åtgärdas, föreslås att en analys av åtgärdsförslagets kostnad/nytta genomförs.

### 12.2 Acceptanskriterier

Det förslag på acceptanskriterier som analysgruppen presenterade i sin riskmatris vid grovanalys-tillfällena skall ses över av OKG:s organisation. Förslaget skall sedan presenteras för OKG:s ledning. Det är sedan ledningen som måste fatta beslut om hur acceptanskriterierna i riskmatrisen skall utformas och om detta arbetssätt för riskanalys skall användas i framtiden.

### 12.3 Grovanalys som del i arbetsberedning

Redan idag görs riskinventeringar som en del i arbetsberedningar vid OKG. Nivån och omfattningen av dessa varierar dock och förslaget är därför att ett gemensamt arbetssätt utformas. Som exempel kan den grovanalysmodell som finns angiven i kapitel 6 utgöra grund för fortsatt arbete inom området.

Tanken är inte att en grovanalys skall föregå varje arbetsberedning utan användas inför utvalda underhållsarbeten av komplex karaktär. En grovanalys bör också genomföras inför varje revisionsavställning. Med fördel kan analysgruppen sättas samman av representanter från exempelvis följande områden:

- Arbetsorderberedare
- Arbetsmiljötekniker/-ingenjör
- Strålskyddstekniker/-ingenjör
- Brandtekniker/-ingenjör
- Arbetsansvarig
- Elarbetsansvarig
- Operatör

## 12.4 Brand och utrymning

Efter genomförd granskning av befintliga brand och utrymningsanalyser har det konstaterats att nya analyser för reaktorinneslutningen behöver genomföras. Detta har även diskuterats med OKG:s brandingenjör som bekräftar behovet.

De nya analyserna bör bygga på CFD-modellering av brandförlopp i reaktorinneslutningen.

Till dessa måste även nya utrymningsberäkningar genomföras, vilka skall ta hänsyn till utrymningsteorier som innefattar tid för varseblivning, tid för reaktion och beslut samt tid för evakuering (gångtid). Tid för evakuering bör också beräknas på nytt, då de äldre analyserna grundar sina tider för evakuering på tveksamt utförda utrymningsövningar. En annan anledning som kräver nya tider för evakuering är att reaktorinneslutningens utrymningsförutsättningar ändrats på grund av nya och större komponenter som tar upp stort utrymme i gångvägar och trappor.

För tider till kritiska förhållanden bör även toxicitet beaktas. Detta har inte gjorts tidigare.

## 12.5 Säkerhetskultur vid underhållsarbeten

Idag arbetar OKG:s organisation med säkerhetskultur inom flera områden. Då det gäller inhyrd personal vid underhållsarbeten har brister i säkerhetskulturen konstaterats. En utvärdering av hur väl organisationens arbete med säkerhetskultur är förankrad i denna grupp bör genomföras. Ett direkt sätt att förbättra säkerhetskulturen är att fortsätta utbilda inhyrd personal och använda sig av riktad utbildning. För att ytterligare förbättra säkerhetskulturen bör rapporteringen av tillbud och olyckor ses över och förbättras. I dagsläget rapporteras fler olyckor än tillbud vilket ej skall vara fallet i en väl fungerande säkerhetskultur. Vidare behöver ett system införas med åtgärder mot arbetstagare och arbetsansvariga som gör medvetna överträdelse mot OKG:s säkerhetsinstruktioner.



## 13 Referensförteckning

- /1/ <http://www.ski.se>, 2002-09-26, information från Nuclear Power Reactors in the World, April 2002 Edition, IAEA, Wien
- /2/ Kärnan, OKG:s intranet, 2002-08-12
- /3/ Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, Så här fungerar en kokvattenreaktor, KSU AB, november 2002
- /4/ OKG AB, Årsredovisning 2001
- /5/ <http://www.ski.se>, 2002-09-06
- /6/ Kärnan, OKG:s intranet, 2002-11-13
- /7/ Arbetskyddsnämnden, Arbete-Människa-Teknik, 1:a upplagan, 4:e tryckningen, Arbetskyddsnämnden, 1997, Sjuhäradsbygdens Tryckeri AB, Borås
- /8/ Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, Joniserande strålning, KSU AB, 1999
- /9/ Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, Strålskyddsteknik - elevkompendium, KSU AB, 2001
- /10/ Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, Analysgruppen Bakgrund, Tio år efter Tjernobyl – vad vet vi om följderna?, Nr 1, 23 april, 1996, KSU AB, Nyköping
- /11/ <http://www.ssi.se>, 2002-11-29, SSI FS 1998:4, 6§, Statens strålskyddsinstitut, 1998
- /12/ <http://www.av.se>, 2002-11-26, AFS 1997:2, Arbete i stark värme, Arbetsmiljöverket, 1997
- /13/ Driskell James E., Salas Eduardo, Stress and Human Performance, 1996, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, New Jersey, USA
- /14/ Akselsson Roland, Kursmaterial MTOR (Människa-Teknik-Organisation och hantering av Risk, kapitel 2), vt2001, LTH
- /15/ Ek Åsa, Kursmaterial MTOR (Människa-Teknik-Organisation och hantering av Risk), vt2001, LTH
- /16/ Reason James, Managing the Risk of Organizational Accidents, 1997, Ashgate Publishing Limited, England
- /17/ Kirwan Barry, Safety Management assessment and task analysis - a missing link? Kapitel 4 i Safety Management - the challenge of change. Edited by Hale Andrew, Baram Michael, 1998, Elsevier Science Ltd, UK
- /18/ Rasmussen Jens, Risk Management in a Dynamic Society: A Modelling Problem, In Safety Science 27/2-3 (1997), pp. 183-213

- /19/ Rasmussen Jens, Svedung Inge, Proactive Risk Management in a Dynamic Society, Räddningsverket, 2000
- /20/ Kärnan, OKG:s intranet, 2002-08-27
- /21/ <http://www.okg.se>, 2002-11-25
- /22/ Thuresson Ingemar, OKG:s Rutin 1038, Riktad utbildning, 2002
- /23/ Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB, Kurspärm AK 1 UH 1, Anläggningskännedom
- /24/ Statistik erhållen från Lars-Åke Larsson, Tillbud, arbetsskador och arbetsjukdomar, 1990-2001, Barsebäck
- /25/ Statistik erhållen från Ewy Söderquist Bende, Tillbud, arbetsskador och arbetsolyckor, 1993-2001, Forsmark
- /26/ Statistik erhållen från Magnus Jönsson, Tillbud och olycksfall, 1982-2001, OKG
- /27/ Statistik erhållen från Morgan Börjesson, Tillbud, arbetsskador och arbetsplatsolyckor, 1994-2002, Ringhals
- /28/ Statistik erhållen från Lars-Åke Larsson, Tillbud, arbetsskador och arbetsjukdomar, 1997-2002, Reaktorinneslutningar, Barsebäck
- /29/ Statistik erhållen från Håkan Winberg, Tillbud och olycksfall, 1996-2002, Reaktorinneslutningar, OKG
- /30/ Akselsson Roland, Kursmaterial MTOR (Människa-Teknik-Organisation och hantering av Risk, kapitel 8), vt2001, LTH
- /31/ Kemikontoret, Tekniska riskanalysmetoder - Riskhantering 3, 2001
- /32/ Trost Jan, Kvalitativa intervjuer, Andra upplagan, Studentlitteratur, Lund, 1997
- /33/ Lantz Annika, Intervjumethodik, den professionellt genomförda intervjun, Studentlitteratur, Lund, 1993
- /34/ <http://www.ifsworld.com/sweden/about/default.asp>, 2002-09-18
- /35/ Broschyren IFS Underhåll <sup>TM</sup> 2001
- /36/ <http://www2.ifsworld.com/sweden/products/maintenance.asp>, 2002-10-11
- /37/ Möte med Manfred Olejnik, Applikationsansvarig ODU, 2002-10-22
- /38/ Kemikontoret, Integrerat ledningssystem för Säkerhet, Hälsa och Miljö – En handbok med rutiner om SHM-ledningssystem, Stockholm, 1997
- /39/ Rapport 1996-09-27, Oskarshamn 2 - Utrymningsövning, den 28 augusti 1996

/40/ Frantzich Håkan, "Varseblivningstid och reaktionstid vid utrymning", Report 3071, LTH, 1993

/41/ Granvik Eva, O1 Analys av reaktorinneslutningen, LTH, 1992

/42/ Andersson Lotta, Utrymningsanalys av reaktorinneslutning Ringhals 1, 1996

/43/ Ardenmark Joakim, Utvärdering av brandsäkerheten i Barsebäcks reaktorinneslutning, Sydkraft konsult AB, 1998

/44/ Jönsson Magnus, Utredningsrapport, Arbete med hög värmebelastning inom OKG, 2002



# Del V

# Bilagor



# **Bilaga 1**

## **Underlag för intervju med arbetsorderberedare i ODU**





---

# Underlag för intervju med arbetsorderberedare i ODU

---

## Mål med intervjun:

Beredarnas inställning till programmet och användandet av det.

---

Datum:

Intervjuares namn:

Intervjuads namn:

Intervjumedium:

---

## 1. Bakgrund

1.1 För vilka block bereder du arbetsorder?

1.2 För vilken typ av arbeten bereder du arbetsordrar i ODU? (FU, AU, EI, svets och så vidare)

1.3 Hur mycket använder du ODU?

---

## 2. Utbildning på ODU

2.1 Vad har du för utbildning på ODU?

2.2 Anser du utbildningen vara tillräcklig?

2.3 När gick du utbildningen?

2.4 Känner du att det finns behov av vidareutbildning?

---

## 3. Programmet

### Generella frågor

3.1 Hur anser du att programmet är att arbeta med? (användarvänlighet)

3.2 Anser du att alla nödvändiga funktioner (menyer, informationsfält, länkar, kopplingar till andra program och så vidare) finns i programmet?

3.3 Om du inte anser att alla nödvändiga funktioner finns, vad saknas?

3.4 Känner du att du kan påverka programmets utformning om du kommer med förslag?

3.5 Anser du att det finns skillnader i effektivitet av arbetsorderberedning sedan ODU infördes?

### Specifika frågor

3.6 Utnyttjar du funktionen historik?

3.7 Om du utnyttjar funktionen historik, *hur* gör du det?

3.8 Vad anser du om den funktion gällande behörighet som gör att beredare i viss utsträckning kan bereda andras kompetensområden?

---

3.9 I dag är det ofta arbetsmiljötekniker/-ingenjör som initierar så kallad riktad/konkret utbildning (vid stora och komplexa arbeten), ser du någon möjlighet att detta kan initieras i ett tidigare skede och i så fall av vem?

---

#### **4. Support**

4.1 Känner du att du kan få hjälp med ODU om du har frågor?

- Hjälpfunktion
- Support- och applikationsansvarig
- Lathundar

4.2 Har du ytterligare önskemål kring support som skulle vara till hjälp?

---

#### **5. Information inför beredning**

5.1 Hur mycket tid går normalt åt för att genomföra en arbetsorder inför ett arbete? (skillnader i tidsåtgång mellan mindre och större arbeten kan också beaktas)

5.2 Hinner du bereda alla FU arbetsordrar i tid (enligt instruktion) inför revisionsavställning?

5.3 Om du inte hinner bereda alla FU arbetsordrar i tid, vad är orsaken?

5.4 Tar du, i din arbetsorderberedning, hänsyn till de eventuella risker som kan förekomma vid det arbete som skall utföras?

5.5 Känner du ett behov av att kontrollera den blivande arbetsplatsen ”på plats”, som en del i din beredning?

5.6 Har du tillräcklig anläggnings- och systemkännedom för att du skall kunna genomföra en korrekt beredning av alla arbeten?

5.7 Om tillräcklig anläggnings- och systemkännedom ibland saknas, ges då tid och möjlighet att skaffa denna kännedom?

5.8 Om det fanns ett bildarkiv (bilder som visar olika system, utrymmens utformning, komponenters placering och så vidare) länkat till ODU, skulle du utnyttja det vid beredning?

---

#### **6. Rutiner kring beredning**

6.1 Hur går du tillväga för att få en genomförd beredning granskad?

6.2 Hur fungerar samarbetet med dem som utfärdar AGO (el- och instrumentavgränsningar)?

6.3 Hur fungerar samarbetet med dem som utfärdar ABT?

6.4 Hur fungerar samarbetet med dem som utfärdar SKYD?

---

## 7. Öppna frågor

7.1 Hur skulle du vilja förändra ODU för att programmet skulle passa just dig bättre?

7.2 Är det något i övrigt om ODU som du vill tillägga?



## **Bilaga 2**

### **Underlag för intervju med arbetstillståndsberedare i ODU**



---

# Underlag för intervju med arbetstillståndsberedare i ODU

---

## Mål med intervjun:

Beredarnas inställning till programmet och användandet av det.

Datum:

Intervjuares namn:

Intervjuads namn:

Intervjumedium:

---

## 1. Bakgrund

1.1 För vilka block bereder du arbetstillstånd?

1.2 Hur mycket använder du ODU?

---

## 2. Utbildning på ODU

2.1 Vad har du för utbildning på ODU?

2.2 Anser du utbildningen vara tillräcklig?

2.3 När gick du utbildningen?

2.4 Känner du att det finns behov av vidareutbildning?

---

## 3. Programmet

### Generella frågor

3.1 Hur anser du att programmet är att arbeta med? (användarvänlighet)

3.2 Anser du att alla nödvändiga funktioner (menyer, informationsfält, länkar och så vidare) finns i programmet?

3.3 Om du inte anser att alla nödvändiga funktioner finns, vad saknas?

3.4 Känner du att du kan påverka programmets utformning om du kommer med förslag?

### Specifika frågor

3.5 Utnyttjar du funktionen historik?

3.6 Om du utnyttjar funktionen historik, *hur* gör du det?

3.7 Vad anser du om den funktion gällande behörighet som gör att beredare i viss utsträckning kan bereda andras kompetensområden?

3.8 Skulle du ha nytta av att, i programmet, kunna uttrycka ett önskemål om så kallad riktad/konkret utbildning inför komplexa arbeten?

3.9 I dag är det ofta arbetsmiljötekniker/-ingenjör som initierar så kallad riktad/konkret utbildning, ser du någon möjlighet att detta kan initieras i ett tidigare skede och i så fall av vem?

---

#### 4. Support

4.1 Känner du att du kan få hjälp med ODU om du har frågor?

- Hjälpfunktion
- Support- och applikationsansvarig
- Lathundar

4.2 Har du ytterligare önskemål kring support som skulle vara till hjälp?

---

#### 5. Information inför beredning

5.1 Kommer arbetsordrar in i tillräckligt god tid för att du skall kunna genomföra en korrekt beredning av arbeten?

5.2 Hur mycket tid går normalt åt för att genomföra en korrekt beredning av ett arbete? (skillnader i tidsåtgång mellan mindre och större arbeten kan också beaktas)

5.3 Hur tar du, i din arbetstillståndsberedning, hänsyn till de eventuella risker som kan förekomma vid det arbete som skall utföras? (Riskinventering av arbetsplats kopplat till information i ABT.)

5.4 Känner du ett behov av att kontrollera den blivande arbetsplatsen ”på plats”, som en del i din beredning?

5.5 Har du tillräcklig anläggnings- och systemkännedom för att du skall kunna genomföra en korrekt beredning av alla arbeten?

5.6 Om tillräcklig anläggnings- och systemkännedom ibland saknas, ges då tid och möjlighet att skaffa denna kännedom?

5.7 Om det fanns ett bildarkiv (bilder som visar olika system, utrymmens utformning, komponenters placering och så vidare) länkat till ODU, skulle du utnyttja det vid beredning?

5.8 Ges tillräcklig information (när, var och hur ett arbete skall utföras) från arbetsordrar för alla beredningar?

5.9 Om informationen någon gång är bristfällig, vad är det som saknas?

5.10 Om informationen någon gång är bristfällig, hur får du tillgång till den information som saknas?

5.11 Om informationen *ofta* är bristfällig, ser du någon lösning på problemet?

---



## **6. Öppna frågor**

6.1 Hur skulle du vilja förändra ODU för att programmet skulle passa just dig bättre?

6.2 Är det något i övrigt om ODU som du vill tillägga?



## **Bilaga 3**

### **Underlag för intervju med skyddstillståndsberedare i ODU**



---

# Underlag för intervju med skyddstillståndsberedare i ODU

---

## Mål med intervjun:

Beredarnas inställning till programmet och användandet av det.

---

Datum:

Intervjuares namn:

Intervjuads namn:

Intervjumedium:

---

## 1. Bakgrund

1.1 För vilka block bereder du skyddstillstånd?

1.2 Vilka områden (strålskydd, brand, brandfarlig vara, arbetarskydd) har du befogenhet att bereda?

1.3 Hur mycket använder du ODU?

---

## 2. Utbildning på ODU

2.1 Vad har du för utbildning på ODU?

2.2 Anser du utbildningen vara tillräcklig?

2.3 När gick du utbildningen?

2.4 Känner du att det finns behov av vidareutbildning?

---

## 3. Programmet

### Generella frågor

3.1 Hur anser du att programmet är att arbeta med? (användarvänlighet)

3.2 Anser du att alla nödvändiga funktioner (menyer, informationsfält, länkar och så vidare) finns i programmet?

3.3 Om du inte anser att alla nödvändiga funktioner finns, vad saknas?

3.4 Känner du att du kan påverka programmets utformning om du kommer med förslag?

### Specifika frågor

3.5 Utnyttjar du funktionen historik?

3.6 Om du utnyttjar funktionen historik, *hur* gör du det?

3.7 Vad anser du om funktionen att man kan granska sig själv?

3.8 Anser du att man bör göra något åt denna funktion, och i så fall vad?

---

3.9 Vad anser du om den funktion gällande behörighet som gör att beredare i viss utsträckning kan bereda andras kompetensområden?

3.10 Skulle du ha nytta av att, i programmet, kunna uttrycka ett önskemål om så kallad riktad/konkret utbildning inför komplexa arbeten?

3.11 I dag är det ofta arbetsmiljötekniker/-ingenjör som initierar så kallad riktad/konkret utbildning, ser du någon möjlighet att detta kan initieras i ett tidigare skede och i så fall av vem?

---

#### **4. Support**

4.1 Känner du att du kan få hjälp med ODU om du har frågor?

- Hjälpfunktion
- Support- och applikationsansvarig
- Lathundar

4.2 Har du ytterligare önskemål kring support som skulle vara till hjälp?

---

#### **5. Information inför beredning**

5.1 Kommer arbetsordrar in i tillräckligt god tid för att du skall kunna genomföra en korrekt beredning av arbeten?

5.2 Hur mycket tid går normalt åt för att genomföra en korrekt beredning av ett arbete? (skillnader i tidsåtgång mellan mindre och större arbeten kan också beaktas)

5.3 Känner du ett behov av att kontrollera den blivande arbetsplatsen ”på plats”, som en del i din beredning?

5.4 Har du tillräcklig anläggnings- och systemkännedom för att du skall kunna genomföra en korrekt beredning av alla arbeten?

5.5 Om tillräcklig anläggnings- och systemkännedom ibland saknas, ges då tid och möjlighet att skaffa denna kännedom?

5.6 Om det fanns ett bildarkiv (bilder som visar dosrater på olika system, utrymmens utformning, komponenters placering och så vidare) länkat till ODU, skulle du utnyttja det vid beredning?

5.7 Ges tillräcklig information (brand, strålning och konventionellt arbetarskydd) från arbetsordrar för alla beredningar?

5.8 Om informationen någon gång är bristfällig, vad är det som saknas?

5.9 Om informationen någon gång är bristfällig, hur får du tillgång till den information som saknas?

5.10 Om informationen *ofta* är bristfällig, ser du någon lösning på problemet?

---

## **6. Öppna frågor**

6.1 Hur skulle du vilja förändra ODU för att programmet skulle passa just dig bättre?

6.2 Är det något i övrigt om ODU som du vill tillägga?





## **Bilaga 4**

**Underlag för intervju med arbetsansvarig, vars  
arbetstagare utför heta arbeten inom kontrollerat  
område på OKG AB**



---

# Underlag för intervju med arbetsansvarig, vars arbetstagare utför heta arbeten inom kontrollerat område på OKG AB

---

## Mål med intervjun:

Rubrik 1-5: Arbetsansvarigs uppfattning och användning av produkten av ODU (arbets- och skyddstillstånd).

Rubrik 6-8: Arbetsansvarigs kunskap om allmänna frågor gällande personsäkerheten i övrigt.

Rubrik 9: Arbetsansvarigs inställning till eventuella skillnader i säkerhetskultur vid svenska kärnkraftverk.

---

Datum:

Intervjuares namn:

Intervjuads namn:

Intervjumedium:

---

## 1. Bakgrund

1.1 Hur länge har din firma anlåtats av OKG?

1.2 *Om firman anlåtats före ODU-systemet trädde i kraft:* Märker du någon kvalitetsförändring mellan det gamla systemet och ODU?

---

## 2. Innehåll i arbets- och skyddstillstånd

2.1 Uppfattar du arbets- och skyddstillstånden som lika viktiga?

2.2 Anser du att det finns information i tillstånden som ej är befogad?

2.3 Anser du att det finns tillräckligt med information i skyddstillståndet för att ett säkert arbete ska kunna utföras?

2.4 Vet du var de instruktioner som ibland anges i skyddstillståndet finns att tillgå?

2.5 Om ja, har du tagit del av instruktion I-4050 (Förebyggande brandskyddsåtgärder i samband med underhållsarbete, skyddstäckning vid arbetsplats)?

2.6 Finns det någon information som du saknar i skyddstillstånden?

2.7 *Om utländsk arbetsansvarig:* Anser du att det finns kommunikationsproblem som kan påverka informationsflödet i tillstånden? (Skyddstillstånd skrivs vanligen på svenska.)

---

## 3. Rutiner kring arbets- och skyddstillstånd

3.1 Finns det tillräckligt med tid i ditt arbete för att upplysa dina arbetstagare om skydds- och säkerhetsfrågor?

---

3.2 Finns behov av en person som från din firma avlastar dig i skydds- och säkerhetsfrågor?

3.3 Hur upplever du att två olika tillstånd ska hämtas ut till samma arbete?

3.4 Hur upplever du att denna uthämtning oftast sker på två olika platser?

3.5 Hur skulle du uppfatta att från OKG:s sida få riktad/konkret utbildning inom skydd och säkerhet innan komplexa arbeten påbörjas?

---

#### **4. Överföring av information till arbetstagare**

4.1 Hur för du information från skyddstillståndet vidare till dina arbetstagare? Muntligt, skriftligt?

4.2 Hur anpassar du informationen efter arbetstagare? Med avseende på rutin/erfarenhet, språk och så vidare.

4.3 Om du anser information i skyddstillståndet vara obefogad, för du den ändå vidare till din arbetstagare?

4.4 Om det är flera led med arbetstagare (en firma lyder under en annan firma och så vidare), hur ser du då till att informationen når det ”sista ledet”?

---

#### **5. Uppföljning**

5.1 Har du tid att kontrollera dina arbetstagare på plats?

5.2 Har du någon gång avbrutit arbetet om dina arbetstagare inte följt säkerhetsföreskrifterna från skyddstillståndet?

---

#### **6. Frågor som rör personsäkerheten vad gäller brand och utrymning**

6.1 Fick du tillräckligt med information om/från brandskyddet inför arbetet på OKG?

6.2 Om du inte fick tillräckligt med information, vad saknades?

6.3 Hur upplever du OKG:s brandskyddsorganisation?

6.4 Hur upplever du brandteknikernas arbete/uppgift?

6.5 Hur ser du till att kraven kring heta arbeten (intäckning, materialval, behandling av acetylenflaskor och så vidare) efterlevs av dina arbetstagare?

6.6 Om ett larmdon ljuder samtidigt som en röd och vit strobolampa blinkar i reaktorinneslutningen, vad innebär det då?

6.7 Om ovanstående situation inträffar: Känner du till vilka åtgärder som skall vidtas?

6.8 Om den intervjuade haft arbetstagare som utfört beta arbeten i wetwell: Var fanns då flyktmaskerna?

6.9 Om den intervjuade haft arbetstagare som utfört beta arbeten i wetwell: Kände du då till hur flyktmaskerna skulle användas?

---

## 7. Frågor som rör personsäkerheten vad gäller radiologi

7.1 Hur ser du till att kraven kring radiologisk skyddsutrustning (dosimetrar, skyddsmask och så vidare) efterlevs av dina arbetstagare?

7.2 Följer du upp din personals doser under arbetets gång?

7.3 Om du följer upp din personals doser under arbetets gång, hur ofta?

---

## 8. Fråga som rör personsäkerheten vad gäller konventionell arbetsmiljö

8.1 Hur ser du till att kraven kring skyddsutrustning (hjälm, skyddssele och så vidare) efterlevs av dina arbetstagare?

---

## 9. Frågor som gäller skillnader i säkerhetskultur vid svenska kärnkraftverk

9.1 *Om den intervjuade arbetat vid flera svenska kärnkraftverk:* Anser du att det finns skillnader i säkerhetskultur (regler, rutiner, instruktioner, syn på säkerheten och så vidare) vid svenska kärnkraftverk?

9.2 *Om den intervjuade arbetat vid flera svenska kärnkraftverk:* Om du anser att det finns skillnader, påverkar detta ditt arbete?

---

## 10. Öppen fråga

10.1 Är det något i övrigt, vad gäller arbets- och skyddstillstånd och den allmänna personsäkerheten på OKG som du vill tillägga?



## **Bilaga 5**

**Underlag för intervju med arbetstagare som utför  
heta arbeten inom kontrollerat område på OKG AB**





---

# Underlag för intervju med arbetstagare som utför heta arbeten inom kontrollerat område på OKG AB

---

## Mål med intervjun:

Rubrik 1: Inblick i överföring av information från skyddstillstånd, till arbetstagare, samt efterlevnad av den.

Rubrik 2-4: Arbetstagarens kunskap om allmänna frågor gällande personsäkerheten i övrigt.

Rubrik 5: Arbetstagarens inställning till eventuella skillnader i säkerhetskultur vid svenska kärnkraftverk.

---

Datum:

Intervjuares namn:

Intervjuads namn:

Intervjumedium:

---

## 1. Informationsnivå från skyddstillstånd till arbetstagare

1.1 Får du information i skydds- och säkerhetsfrågor?

1.2 Om du får information i skydds- och säkerhetsfrågor, varifrån kommer den?

1.3 I vilken form får du information i skydds- och säkerhetsfrågor? (muntligt eller skriftligt via instruktioner)

1.4 Har du tagit del av instruktion I-4050 (Förebyggande brandskyddsåtgärder i samband med underhållsarbete, skyddstäckning vid arbetsplats)?

1.5 Är den information du tagit del av tillräcklig för att du ska kunna utföra ditt arbete säkert?

1.6 Om inte den information du tagit del av är tillräcklig, vad saknas?

1.7 Är informationen gällande skydds- och säkerhetsfrågor befogad?

1.8 Hur skulle du uppfatta att från OKG:s sida få riktad/konkret utbildning inom skydd och säkerhet innan komplexa arbeten påbörjas?

---

## 2. Frågor som rör personsäkerheten vad gäller brand och utrymning

2.1 Hur ser du till att kraven kring heta arbeten (intäckning, materialval, behandling av acetylenflaskor och så vidare) efterlevs?

2.2 Fick du uppvisa licens för heta arbeten innan du fick ditt id-kort (med heta arbeten-symbol) av receptionen i BVB (Bevakningsbyggnad)?

2.3 Hur upplever du brandteknikernas arbete/uppgift?

2.4 Får du hjälp/stöd av brandtekniker i den mån du behöver?

2.5 Om ett larmdon ljuder samtidigt som en röd och vit strobolampa blinkar i reaktorinneslutningen, vad innebär det då?

2.6 Om ovanstående situation inträffar: Känner du till vilka åtgärder som skall vidtas?

2.7 *Om den intervjuade utfört beta arbeten i wetwell:* Var fanns då flyktmaskerna?

2.8 *Om den intervjuade utfört beta arbeten i wetwell:* Kände du då till hur flyktmaskerna skulle användas?

---

### **3. Frågor som rör personsäkerheten vad gäller radiologi**

3.1 Upplever du arbetet i radiologisk miljö som stressande?

3.2 Om du upplever arbetet i radiologisk miljö som stressande, påverkar det kvaliteten på ditt arbete?

3.3 Upplever du skyddsutrustningen som besvärlig att använda?

3.4 Om du upplever skyddsutrustningen som besvärlig att använda, påverkar det kvaliteten på ditt arbete?

---

### **4. Fråga som rör personsäkerheten vad gäller konventionell arbetsmiljö**

4.1 Hur upplever du din arbetsmiljö med avseende på

4.2 Värme?

4.3 Tid för arbetet?

4.4 Utrymme?

4.5 Hur påverkar dessa faktorer kvaliteten på ditt arbete?

---

### **5. Frågor som gäller skillnader i säkerhetskultur vid svenska kärnkraftverk**

5.1 *Om den intervjuade arbetat vid flera svenska kärnkraftverk:* Anser du att det finns skillnader i säkerhetskultur (regler, rutiner, instruktioner, syn på säkerheten och så vidare) vid svenska kärnkraftverk?

5.2 *Om den intervjuade arbetat vid flera svenska kärnkraftverk:* Om du anser att det finns skillnader, påverkar detta ditt arbete?

---

### **6. Öppen fråga**

6.1 Är det något i övrigt, vad gäller skyddstillstånd och den allmänna personsäkerheten som du vill tillägga?

---

## **Bilaga 6**

### **Grovanalys av radiologi av O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning**



---

## Grovanalys av radiologi i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning

---

<b>Datum:</b>	2002-10-31, kl 12.00-14.00
<b>Plats:</b>	Signe Tillisch, UBH
<b>Analysgrupp:</b>	Jan-Ove Eriksson Ingemar Thuresson Leif Holmebrant Henrik Källström Fredrik Larsson
<b>Analysunderlag:</b>	Ritningar och skisser över O1:s reaktorinneslutning

---

### Syfte

Syftet med analysen är att strukturera och lista de system som ger det största dosbidraget i samband med arbeten i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning. Detta för att lättare få överblick av vilka system som behöver beaktas med störst tillförsikt vid beredningar av främst skyddstillstånd. Tankesättet och kunnandet har funnits inom OKG redan tidigare, men inte presenterats på detta sätt.

### Mål

Målet är att identifiera och värdera de kontaminerade systemen. Värderingen görs för att kunna rangordna dem efter kontaminationsnivå.

### Avgränsning

Vid detta analystillfälle behandlas radiologin i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning.

### Metodik

Den analysmetod som kommer att användas är en variant av grovanalys (PHA Preliminary Hazard Analysis).

### Bilagor

Arbetschema för grovanalys av radiologi.

### Kommentarer till analysen (noterade efter analystillfället)

Reaktorinneslutningen delades in och analyserades i *utrymmena* wetwell, markplan (+106), mellanplan (+112), övre plan (+115), ”strumpan” och ”sockan”. För dessa utrymmen listades sedan de *system* som bör beaktas på grund av deras radiologiska egenskaper. Detta innebär att ett system kan förekomma flera gånger i analysen på grund av att det sträcker sig genom olika utrymmen. De system som analyserades i wetwell gavs nummer 1, de på markplan nummer 2 och så vidare.

Den *allmändosrat* som anges i analysen är uppmätt invid respektive system. Nivåerna är hämtade från ett klassningsprotokoll för O1 där mätningar från 2002-10-14 och 2002-10-15 finns redovisade. För vissa system har strålningsintervall angivits för att bättre beskriva systemets verkliga strålningsbidrag. Dosraten för alla system i denna analys redovisas ej på grund av att alla ej

prövades vid nämnda tillfällen. Dosraten anges i enheten mSv/h. Mätningarna utfördes efter MOD med vattenfyllda och oskärmade system.

I kolumnen; *Bedömning, värdering* har en uppdelning gjorts i kategorierna; Ej ingrepp i system och Ingrepp i system. Detta för att det ger stor skillnad i radiologiska förhållanden om systemet måste öppnas för att ett arbete skall kunna utföras där. Kategorierna har även delats in i Kontamination (K) och Dosrat (D) för att särskilja nedsmutsning med lösa partiklar och strålning från en källa.

Den skala som använts i *Bedömning, värdering* är relativ och går från 1 till 5, där 5 anses utgöra de värsta förhållandena ur radiologisk synvinkel. Med relativ menas att inga definitioner ligger bakom de olika ”betygen”, utan dessa är bara till för att ge de analyserade systemen en inbördes ranking. Det system som klassats som en 5:a är alltså värre än det som klassats med en 1:a och så vidare.

Då det gäller kolumnen *Rekommenderade åtgärder* har denna i många fall lämnats tom med anledningen att det är samma åtgärder som anses gälla för i stort sett samtliga system i reaktorinneslutningen. Dessa åtgärder presenteras istället här och utgörs av;

- Dekontaminering (avlägsnar kontamination genom process med värming och sköljning).
- Bibehållen vattenfylld i systemen (vattnet skärmar mot strålning).
- Isolering (spegelisolering skärmar mot strålning) .
- Undertryck i de system där det är möjligt (förhindrar kontaminerade partiklar att lämna systemet).
- Kontroll, tillsyn och provning (för att upptäcka och påvisa avvikelser).
- Rätt utformade avskärmningar med blymattor och blyplåtar.
- Rätt utformade avgränsningar i inneslutningen (skogränser).
- Rätt nivå och rätt användning av föreskriven personlig skyddsutrustning för respektive arbete.
- Efterlevnad av gällande instruktioner för inneslutningen.

Kolumnen *Ansvarig, Tid* har lämnats tom då dessa parametrar ej beaktades vid analystillfället.

Efter analysen sammanställdes och renskrevs resultatet för att sedan skickas ut till de medverkande för granskning.

Vid granskningen framkom att även system 352 (Dränagesystem för reaktorer och turbinsystem) skulle tas med i listan över reaktorinneslutningens mest kontaminerade system. System 352 används för att dränera övriga system i inneslutningen vilket medför att det erhåller kontamination från dessa.

## Arbetschema för grovanalys av: Radiologi

Datum: 2002-10-31

Deltagare: Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system): O1:s Reaktorinneslutning

Sida 1 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändosrat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
1A	Wetwell	316 bassäng	Ingen uppgift	Tömd bassäng  Osanerad: K: 5 D: 3 Sanerad: K: 1 D: 1	Fylld bassäng  Osanerad: K: 1 D: 1	Sanering (högttrycksvätt). Skurmaskin till golvet Saneringen anses tillräcklig i dagsläget. Provtagning.		
1B		316 nedblåsingsrör	Ingen uppgift	K: 1 D: -	Ej aktuellt	Inplastning (mot lös kontamination).		
1C		323 Hårdsprinkler	Ingen uppgift	K: D:	K: D:	Problemet är ej systemet i sig utan att det ligger nära andra ”smutsiga” system.		
1D		323 Silar	ca 1 uppg. från 02-10- 31	K:- D:2	K: 4 D: 2	Blyning.		

**Datum:** 2002-10-31  
**Deltagare:** Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

**Arbetschema för grovanalys av:** Radiologi

**Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system):** O1:s Reaktorinneslutning

Sida 2 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändosrat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
2A	Markplan (+106, drywell, betongbjälklag)	216 Utrustning för instrumentering av härden	0,2 (216-TIP)	K: 5 D: 1	K: 5 D: 5	Skärmning med bly. 216 skall ha varit ur härden några dygn innan arbete utförs.		
2B		221 Drivdon (byte av)	0,1-2,5	K: - D: -	K: 5 D: 5	Åtgärder som: heltäckande skyddsutrustning, kontaminationsmätningar, avbrutet arbete om höga nivåer.		
2C		313 Huvudcirkulations- system, pumpar (byte av)	0,3-3,5 (P3)	K: 1 D: 1	K: 5 D: 5	Skärmning med bly, avskärmning runt om objekt (skogräns) och även gretingen över.		



Datum: 2002-10-31  
Deltagare: Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

Arbetschema för grovanalys av: Radiologi

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system): O1:s Reaktorinneslutning

Sida 3 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändosrat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
3A	Mellanplan (+112 drywell)	313 Huvudcirkulations- system, ventiler och "bypass"	0,9-1,3 (inspldn., Kr1, 2, 4)	K: - D: 3	K: 5 D: 5	Skärningsåtgärder med bly. Vid ingrepp i systemet saneras det och vid vissa arbeten krävs dekontaminering.	Inspektion och provtagning av systemet inför ingrepp.	
3B		321 Kylsystem för avställd reaktor	0,5-1,0 (321-ledn.)	K: - D: 3	K: 5 D: 5	Skärningsåtgärder med bly. Vid ingrepp i systemet saneras det och vid vissa arbeten krävs dekontaminering.		
3C		326 Kylsystem för reaktortankens lock	0,1 (326-ledn.)	K: - D: 3	K: 3 D: 3	Avskärmning med bly för att minska allmännsvan i utrymmet.		
3D		314 Vattenblåsande ventiler. Avblåsningssystem	Ingen uppgift	K: - D: 3	K: 3 D: 3	Nytt system som installerats under den senaste avställningen (MOD) – ingen erfarenhet ännu.	Uppföljning och kontroll (provtagning) under nästa RA (RA03).	

Datum: 2002-10-31  
 Deltagare: Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

Arbetschema för grovanalys av: Radiologi

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system): O1:s Reaktorinneslutning

Sida 4 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändosrat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
4A	Översta plan (+115, drywell)	311 Huvudångledning stigarledning	0,1-1,5 (ledning och stigarledning)	K: - D: 5	K: 5 D: 5	Delar av systemet avskärmas med bly. Vattenfyllt system Vid ingrepp heltäckande skyddsutrustning.		
4B		315 Hjälpkondensor	0,1-1,6 (ledning och ventiler)	K: - D: 5	K: 5 D: 5	Avskärmning med bly. Vid ingrepp heltäckande skyddsutrustning.		
4C		321(V9) Kylsystem för avställd reaktor	0,3	K: - D: -	K: 3 D: 2	Avskärmning med bly. Vid ingrepp heltäckande skyddsutrustning.		

Datum: 2002-10-31  
 Deltagare: Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

Arbetschema för grovanalys av: Radiologi

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system): O1:s Reaktorinneslutning

Sida 5 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändostrat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
5A	"Strumpan" Drywell	211 Reaktortank, Inspektionsrör, monterings- utrustning	K: - D: 5	K: 5 D: 5	Avskärmning med bly. Personlig skyddsutrustning som handskar och hjälm. Endast arbete i korta pass åt gången.			
5B		311 Huvudångledning	K: - D: 5	Ej aktuellt	Avskärmning med bly, vattenfyllt system samt personlig skyddsutrustning.			

## Arbetschema för grovanalys av: Radiologi

Datum: 2002-10-31  
Deltagare: Jan-Ove Eriksson, Ingemar Thuresson, Leif Holmebrant, Henrik Källström (ordf), Fredrik Larsson (sekr)

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system): O1:s Reaktornneslutning

Sida 6 av 6

Nr	Utrymme, plats	System	Allmändostat 02-10-14 (mSv/h)	Bedömning, värdering		Kommentar Viktiga åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid
				Ej ingrepp i system	Ingrepp i system			
6A	"Sockan" Drywell	312 Matarvattensystem	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5	För alla system i utrymmet som kallas "sockan" krävs avskärmning med bly samt om möjligt vattenfyllda system.	Under analysen framkom ett önskemål för att sänka strålningsnivåerna. Detta innebär en permanent blyisolering av systemen istället för den tillfälliga som sätts upp inför arbeten i dagsläget.	
6B		313 Huvudcirkulations- system	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5	Det är inte ofta arbeten utförs här, men då så sker krävs personlig skyddsutrustning vid ingrepp i system.		
6C		315 Hjälpkondensor	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5	Kontinuerlig provtagning genomförs alltid vid arbeten i "sockan".		
6D		321 Kylsystem för avställd reaktor	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5	OBS! Endast vid speciella arbeten.		
6E		326 Kylsystem för reaktortankens lock	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5			
6F		327 Hjälpmatarvatten- system	Ingen uppgift	K: - D: 5	K: 5 D: 5			

## **Bilaga 7**

### **Grovanalys av arbetsmiljöns inverkan på personsäkerheten i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning**



---

## Grovanalys av arbetsmiljöns inverkan på personsäkerheten i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning

---

<b>Datum:</b>	2002-11-01, kl 8.00-10.30
<b>Plats:</b>	Signe Tillisch, UBH
<b>Analysgrupp:</b>	Håkan Winberg Magnus Jönsson Leif Holmebrant Henrik Källström Fredrik Larsson
<b>Analysunderlag:</b>	Ritningar och skisser över O1:s reaktorinneslutning

---

### Syfte

Syftet med analysen är att strukturera de risker som finns i samband med arbeten i O1:s reaktorinneslutning under revisionsavställning. Tankesättet har funnits inom OKG redan tidigare, men inte presenterats på detta sätt tidigare.

### Mål

Målet är att identifiera, värdera och slutligen presentera riskerna i en så kallad riskmatris. Detta görs för att kunna rangordna dem efter största sammanvägda sannolikhet och konsekvens, samt göra en bedömning om huruvida åtgärder behöver vidtas.

### Avgränsning

De risker som behandlas vid detta analystillfälle är arbetsmiljörisker i reaktorinneslutningen under revisionsavställning.

### Metodik

Den analysmetod som kommer att användas är grovanalys (PHA Preliminary Hazard Analysis).

### Exempel på arbetsmiljörisker att beakta

- Fallolyckor (person)
- Fallande föremål
- Brännskada
- Skärsår / sticksår
- Ögonskada
- Klämskada
- Värme (vätskeförlust)
- Hörselskada (buller)
- Elskada
- ”Projektil” från trycksatt system
- Stress (tidspress, radiologisk miljö mm)

Arbetschema och riskmatris för grovanalys av arbetsmiljö användes vid analystillfället.

### **Kommentarer till analysen (noterade efter analystillfället)**

Skattningarna i analysen bygger på O1:s statistik över olyckor och tillbud i reaktorinneslutningen, samt personliga erfarenheter i analysgruppen. Sannolikheter och konsekvenser bygger på normalhändelser och extrema händelser är inte beaktade. För att ge ett exempel skulle händelse nummer 2, fall från hög höjd, kunna medföra dödsfall men med mycket lägre sannolikhet. Analysgruppen valde i denna analys att inte redovisa detta, utan ser till normalhändelser.

Kommentar till händelse nummer 1D: Risken att en person snubblar och faller på ställningsdel som förankrar ställningskonstruktionen anses tolerabel då denna förankring totalt bidrar till att öka säkerheten.

För händelse nummer 8 och framåt finns inga rapporterade olyckor utan skattningar är gjorda utifrån tillbudshistorik och erfarenheter. Erfarenhetsmässigt är vetskapen att det går 10-100 tillbud per olycka. Det bör beaktas att mörkertalet på rapporterade tillbud är stort. För dessa händelser valde gruppen att redovisa en allvarigare konsekvens med lägre sannolikhet. Händelserna togs med för att markera vikten av deras inverkan på den totala riskbilden.

Händelse nummer 11-13 är bakomliggande orsaker till olyckor och tillbud och kan oftast inte knytas till en specifik skadehändelse. Dessa händelser finns redovisade i tabellen för att lyfta fram deras betydelse men deras sannolikhet och konsekvens har inte skattats.

Riskmatrisen, i vilken resultaten presenteras, är framtagen i samarbete mellan rapportförfattarna och övriga medlemmar i analysgruppen. Det som diskuterats fram är lämpliga skalor för just denna specifika analys. Matrisen är ett förslag som OKG kan jobba med i sin strävan att minska antalet olyckor och tillbud.

Efter analysen sammanställdes och renskrevs resultatet för att sedan skickas ut till de medverkande för granskning.



**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekr), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanalys av:** Arbetsmiljö

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorneslutning

Sida 1 av 7

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid	
					S	K			
1A	Fall person (snubblat)	Gretingplan	Risk för personskada			4	1	Markera skarvar	
1B		Oreda på gretingplan	Risk för personskada	Instruktioner		5	1	Krav på att följa instruktioner	
1C		Skoskydd	Risk för personskada			4	2	Skydds skor till alla	
1D		Del till ställning (fäste på gretingplan)	Risk för personskada	Denna risk är tolerabel då dessa fästen totalt bidrar till en ökad säkerhet. Krav på utbildning för ställningsbyggare		4	1	Krav på att följa instruktioner	
2A	Fall person (hög höjd)	Öppet gretingplan	Allvarlig personskada	Instruktioner Avspärrning		3	3	Krav på att följa instruktioner	
2B		Obehörig ändrar på ställning	Allvarlig personskada	Utbildning för ställningsbyggare Där det är lodräta stegar finns grindar		3	2	Krav på att följa instruktioner	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekr), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanalys av:** Arbetsmiljö

Sida 2 av 7

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorneslutning

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
3A	Fallande föremål	Oreda på arbetsplats, ej använda låda för material, ex muttrar verktyg faller	Personskada	Finns instruktioner, speciella lådor finns att tillgå	4	1	Följ instruktioner, förankra verktyg, sätta upp skyddsnet, använd hjälm, i vissa fall bygga arbetsplattform	
3B		Ställningsplank, rör faller	Allvarlig personskada eller dödsfall		2	5		
3C		Överbelastning av utrustning	Allvarlig personskada	Instruktioner	2	4	Information om riskerna, förbereda lyftutrustning (lyftglor med mera)	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekt), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanlys av: Arbetsmiljö**

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorinneslutning

Sida 3 av 7

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Vidtagna åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
4A	Brännskada	Svetsning	Brännskada	Flamskyddade overaller.	3	1		
4B		Uppvärmd komponent (svetsare lämnat platsen där arbete utförs men komponenten är fortfarande varm)	Brännskada		3	1	Uppmärkning av plats där arbete med hetarbeten förekommer	
4C		Restvärme (komponenter fortfarande varma efter stopp)	Brännskada		3	1	Avvakta innan personal släpps in för att arbeta i reaktorinneslutningen	
5A	Skärsår/sticksår	Knivar	Person skär sig		5	1		
5B		Spiegelisolering	Person skär sig		3	1	Bär ut spegelisolering ur reaktorinneslutningen när den tas bort vid arbeten, häng över brandväv	
5C	Skärsår av maskin	Trångt utrymme	Personskada	Arbetsmetod byts	3	2	Följa rekommendation om byte av arbetsmetod	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekr), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanalys av:** Arbetsmiljö

Sida 4 av 7

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktornneslutning

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
6A	Ögonskada	Svarvning	Övergående ögonskada	Skyddsglasögon	3	1	Se till att skyddsglasögon sluter tätt även på sidor, bättre skyddsglasögon	
6B		Svetsning	Övergående ögonskada	Skyddsglasögon	3	1	Se till att skyddsglasögon sluter tätt även på sidor, bättre skyddsglasögon	
6C		Kapning	Övergående ögonskada	Skyddsglasögon	3	1	Se till att skyddsglasögon sluter tätt även på sidor, bättre skyddsglasögon	
6D		Slipning	Övergående ögonskada	Skyddsglasögon	3	1	Se till att skyddsglasögon sluter tätt även på sidor, bättre skyddsglasögon	
6E		"Fallande smuts" från svarvning, slipning, kapning, svetsning	Övergående ögonskada		3	1	Skyddsglasögon för alla som arbetar i RI alternativt hjälm med skyddsglasögon och hörselskydd	
6F		Kemikalier från sanering	Övergående ögonskada		3	1	Skyddsglasögon för alla som arbetar i RI alternativt hjälm med skyddsglasögon och hörselskydd	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekr), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanalys av: Arbetsmiljö**

Sida 5 av 7

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorinneslutning

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
7A	"Projekttil"	Fel i arbetstillstånd, ej process-avgränsning	Personskada	Granskning av arbetstillstånd	2	2	Egenkontroll av system	
7B		Arbete utförs på system efter tryckprovning genomförs. System ej återställt efter tryckprovning	Personskada	Avgränsningar, instruktioner Konsekvens beror av medium i systemet (vatten, gas)	3	1-2		
7C	Slag av slang	Koppling släpper	Personskada	Inga slanglämmor	3	2	Materialkontroll	
8A	Klämskada	Transport föremål	Personskada	Förekommer att man säkrar i konstruktionsdelar som ej är avsedda för detta. Instruktioner	2	1	Information om risker	
8B		Transport tunga föremål	Allvarlig personskada, eventuellt dödsfall	Se nummer 8A:s kommentar	1	4-5	Information om risker	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekt), Fredrik Larsson (ordf)

**Arbetschema för grovanalys av: Arbetsmiljö**

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorinneslutning

Sida 6 av 7

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
9A	Hörselskada	Manövrering ventil	Nedsatt hörsel	Hörselskydd	1	4	Alltid använda hörselskydd	
9B		Slag	Nedsatt hörsel	Hörselskydd	1	4	Alltid använda hörselskydd	
9C		Maskiner	Nedsatt hörsel	Hörselskydd	1	4	Alltid använda hörselskydd, ha andra arbetsmetoder i åtanke	
10A	Ström genom kroppen	Fel i arbetstillstånd	Dödsfall	Granskning av arbetstillstånd	2	5	Egenkontroll av arbetsplatsen	
10B		Skadad elkabel (tillfällig el)	”Elsöt”	Jordfelsbrytare	4	1	Materialkontroll	

**Datum:** 2002-11-01  
**Deltagare:** Leif Holmebrant, Magnus Jönsson, Håkan Winberg, Henrik Källström (sekt), Fredrik Larsson (ordf)

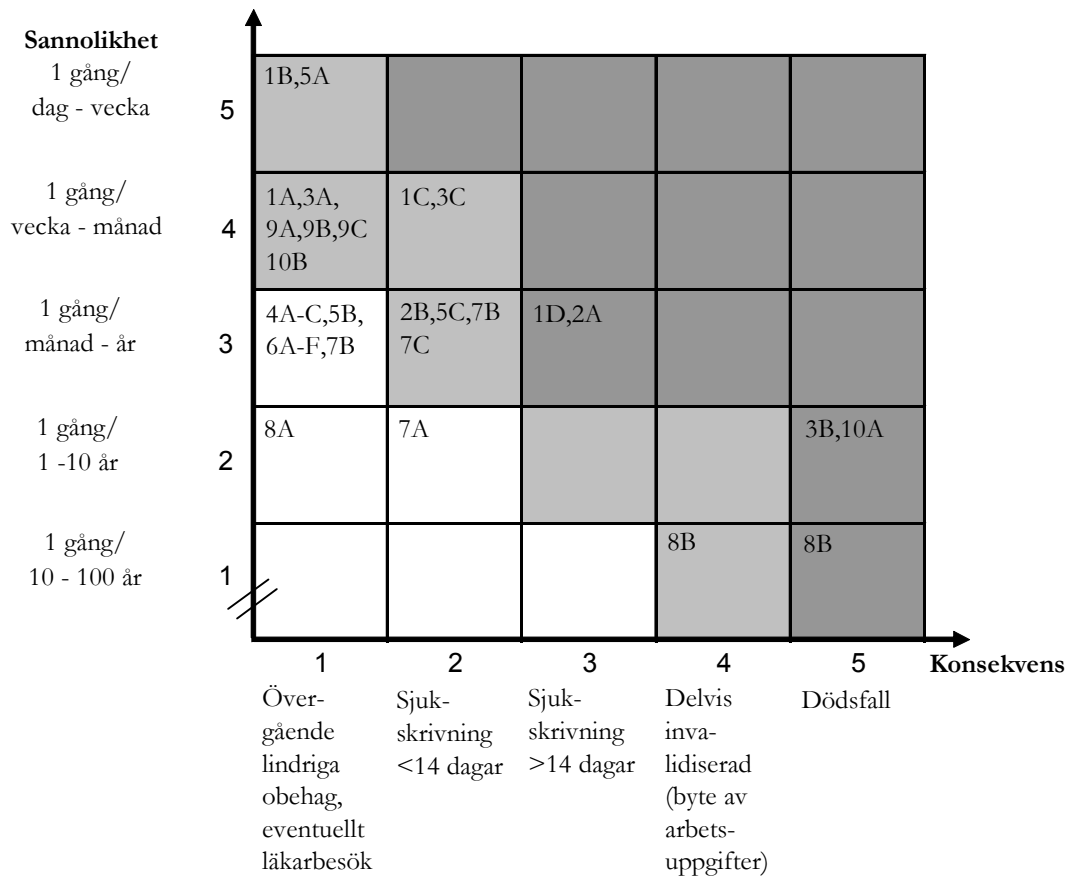
**Arbetschema för grovanlys av:** Arbetsmiljö

**Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):** O1:s reaktorinneslutning

Sida 7 av 7

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Vidtagna åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		
11A		Värme stress	Ökad olycksrisk, sämre kvalitet på arbetet	Ventilation, kylvästar vid vissa arbeten			Bättre ventilation	
11B		Dosrelaterad stress (indirekt tidsstress då det är tiden som ger dos vid arbeten)	Ökad olycksrisk, sämre kvalitet på arbetet	Utbildning, avskärmning (bly, vatten), ställer om larm på Direktvisande Dosimeter			Riktad information vid arbeten som kan tänkas ge hög dos, om möjligt mer avskärmning	
12A	Belastningsskada	Trånga utrymmen, tunga lyft	Belastningsskador, överbelastning					
13A		Samordning						

## Riskmatris över arbetsmiljörisker i O1:s reaktorinneslutning





# **Bilaga 8**

## **Utbildningsmaterial för grovanalys**



# Utbildning Grovanalys OKG AB

**Tid:** v46 2002  
**Plats:** Astrakan UBH

---

**Henrik Källström  
Fredrik Larsson**

**Civilingenjörsutbildningen i Riskhantering  
Lunds Tekniska Högskola**

## Schema

08.00-08.15	Presentation
08.15-08.50	Introduktion av teknisk riskanalys och riskhantering Genomgång av grovanalys
	Rast
08.55-09.15	Exempel från processindustrin Introduktion till gruppövning
	Kaffe och fralla
09.30-10.40	Gruppövningar
	Rast
10.45-12.00	Genomgång av gruppövningar och sammanfattning

## Introduktion av teknisk riskanalys

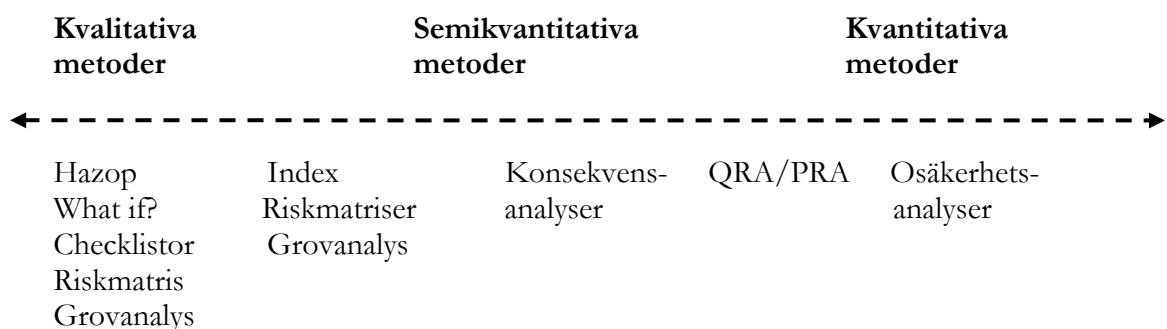
**Definition av risk:** *Sammanvägning av sannolikhet för att en händelse skall inträffa samt de (negativa) konsekvenser händelsen i fråga kan leda till.*

Det finns en mängd olika typer av riskanalysmetoder för olika ändamål. Ett sätt att dela in dessa metoder är efter deras kvantifierbarhet. Grovt kan analyserna kategoriseras som kvalitativa, semikvantitativa eller kvantitativa.

Kvalitativa metoder används främst för att identifiera risker. Risknivån kan då skattas som stor, medel eller liten och inga numeriska värderingar görs. Det finns flera typer av kvalitativa metoder för kunna täcka in olika typer av verksamheter.

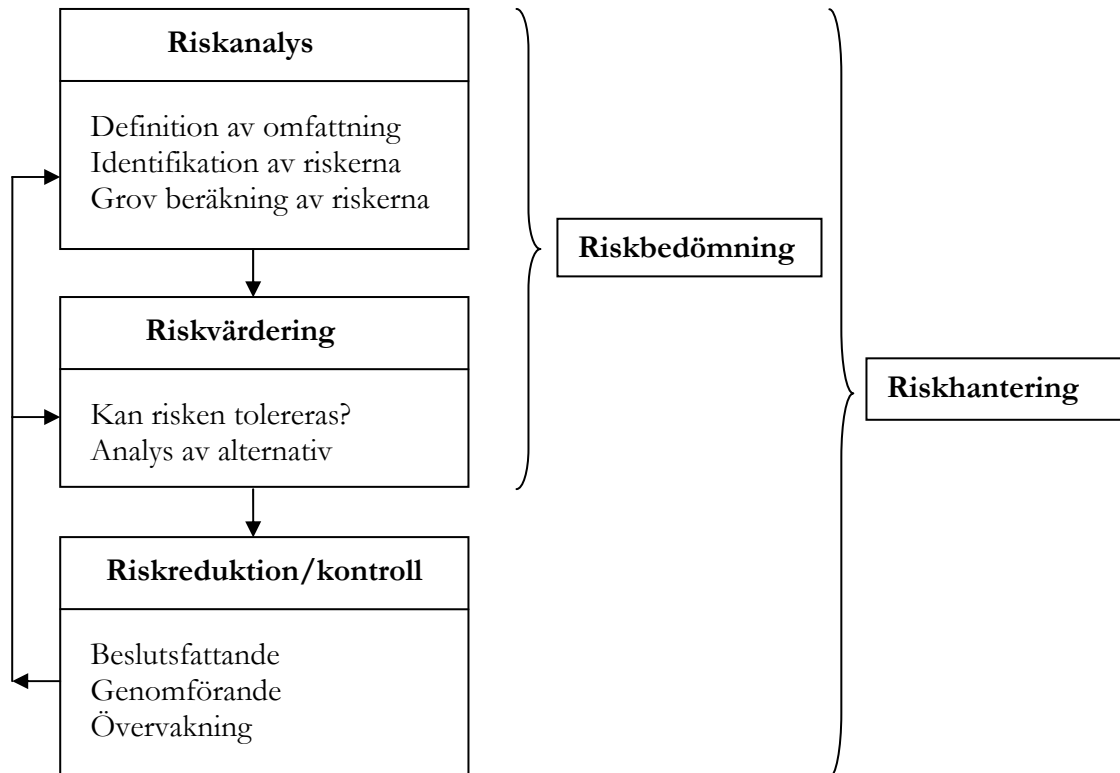
I semikvantitativa metoder ges storleksordningar på sannolikhet och konsekvens för att kunna rangordna och jämföra olika risker.

Kvantitativa metoder är helt numeriska. Metoderna i denna kategori bygger på beräkningar och det finns en mängd modeller och simuleringsprogram att använda.



Figur 30 Spektrat av olika riskanalysmetoder med hänsyn till graden av kvantitativa och kvalitativa inslag.

Riskhantering kan delas upp i de tre stegen; riskanalys, riskvärdering och riskreduktion/kontroll. I första steget, riskanalys, beslutas omfattning och mål med analysen. Här görs även en identifiering av potentiella riskkällor. I följande steg värderas de risker som identifierats i analysen. Dessa två steg utgör tillsammans vad som brukar kallas riskbedömning. Härefter tas ställning till om riskerna tolereras eller om sista steget, riskreduktion/kontroll, blir nödvändigt.



Figur 31 Riskhanteringsprocessen.

## Grovanalys

För att välja en metod som passar bedömningen av arbeten och personsäkerhet vid OKG, har en diskussion förts både med handledare från OKG:s och från LTH:s sida. Den metod som anses vara bäst lämpad i detta avseende är, den inom processindustrin vitt utbredda, metoden grovanalys (Preliminary Hazard Analysis, PHA). Grovanalys har sina fördelar i att den är flexibel och tillämpbar på i stort sett alla riskbilder. Metoden är lämplig för att göra en första och grundläggande identifiering och värdering av risker i ett system. Den är relativt enkel och kräver, i inledningsskedet, inte att man går in på tekniska detaljer i systemet. Den anses även vara snabb och kostnadseffektiv samt utgör en bra grund för fördjupat riskanalysarbete.

## Metodik

Arbetsgången är av brainstorming-karaktär och går ut på att en grupp människor, gärna med olika yrkesbakgrund, samverkar och tillsammans ger en bild av riskerna i systemet. Potentiella riskkällor listas och till varje källa knyts sedan möjliga orsaker till skadehändelse, dess konsekvens samt en värdering av risken (en skattning av sannolikhet och konsekvens). Lämpligt är även att redan här försöka ge förslag på säkerhetshöjande åtgärder samt ansvarig och tid för genomförande av dessa åtgärder. För att underlätta analysarbetet kan checklistor, med parametrar som kan innebära risker, tas fram och ligga till grund för riskidentifieringen. En sådan lista skall ej göras alltför detaljerad då den inte skall ses som en mall som måste följas strikt, utan mer bör ha karaktären av ett stöd för arbetet. Listan kan förslagsvis ha punkter som; brand, explosion, strålning, tryck, temperatur, el, toxicitet, ljud, ljus, utrymme och så vidare. Sedan kan ett flertal möjliga skadehändelser beröras under varje analyspunkt.

För att analysarbetet skall ske effektivt och strukturerat är det lämpligt att utse en ordförande som styr analysen och en sekreterare som noterar gruppens åsikter under analysen.

## Arbetsschema

Ett bra sätt att skapa struktur i arbetet är att dokumentera analysen i ett schema. Ett exempel på ett sådant ges nedan.

Tabell 10 Arbetsschema för säkerhetsgranskning med grovanalysmetodik /31/.

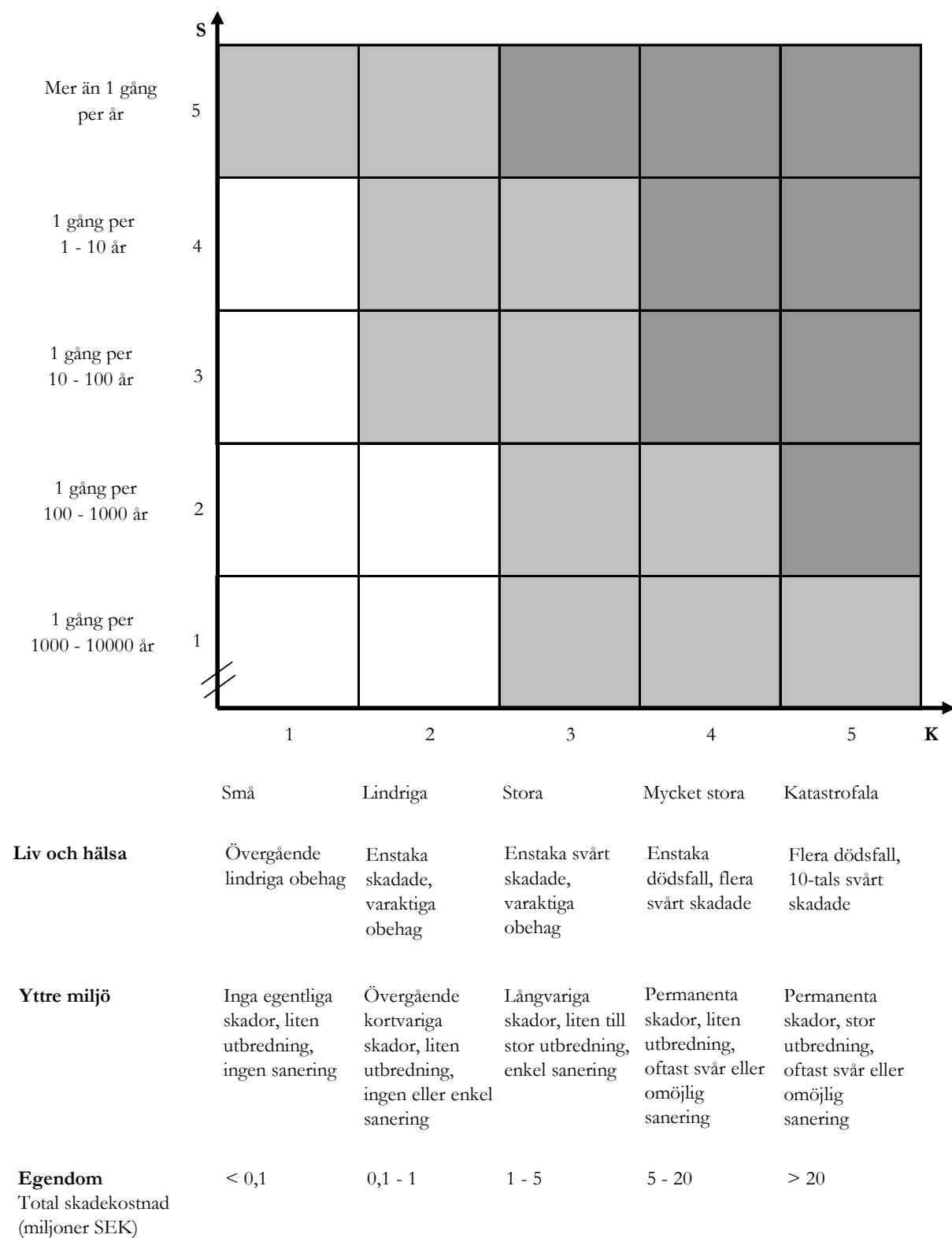
Skadehändelse	Möjliga orsaker	Konsekvenser	Kommentar Vidtagna åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderade åtgärder  Ansvarig Tid
				S	K H, M, E	

Skattningarna av sannolikhet och konsekvens behöver inte vara noga framräknade, ofta är en erfarenhetsmässig bedömning tillräcklig. Skalan kan göras enkel och innehålla till exempel fem steg. 1 innebär de lägsta sannolikheterna respektive konsekvenserna och 5 de högsta. I arbetsschemat (tabell 10) ovan anges en uppdelning av konsekvensen (K) i tre kategorier. H står för Hälsa, M för Miljö och E för egendom. Det bästa resultatet fås normalt då H, M och E innefattas i en och samma analys. Detta kan dock vara svårt att genomföra rent praktiskt och alla tre kategorierna behöver därför nödvändigtvis inte täckas av endast en analysgrupp. En lämplig uppdelning kan göras så att en grupp sysslar med områdena hälsa och miljö medan en annan grupp analyserar ekonomiska aspekter kopplat till egendomskonsekvenser.

## **Riskmatris**

För att få en överblick av den totala riskbilden för ett system sätts sedan skattningarna av varje risk in i en så kallad riskmatris. Ett förslag på hur matrisen kan utformas och hur intervallen för skattningarna kan graderas, ges i figur 32. Matrisen används med fördel för att på ett tidigt stadium åskådliggöra vilka risker som kan tolereras. Dessa utgörs, i matrisen nedan, av sådana som har sannolikhet och konsekvens skattade i vitt område (till exempel 1, 1). Dessa skall dock följas upp och kontrolleras så att de inte förflyttar sig till område med högre risk. I det ljusgrå området hamnar de risker som behöver utredas vidare (till exempel 3, 3) och i det mörkgrå de risker som kräver en direkt åtgärd (till exempel 5, 5).





Figur 32 Riskmatris med exempel för hälsa, miljö och egendom /31/.

## Åtgärdslista

Slutprodukten av analysen blir en lista över riskerna i systemet samt tillhörande förslag på säkerhetshöjande åtgärder. Skattningarna av sannolikhet och konsekvens kan även användas för att ge uppkomna åtgärdsförslag en prioriteringsordning.

## Kontinuerlig uppdatering

Analysarbetet måste ske kontinuerligt och hela tiden uppdateras för att ge ett bra resultat. Självklart kan redan utförda analyser ligga till grund för fortsatt arbete men det är viktigt att beakta att förhållandena för analysen kan ha ändrats sen sist. Det kan till exempel ha kommit fram ny information om riskerna, de analyserade systemen kan ha byggts om, nya personer med ny kunskap kan tas med i analysgruppen och så vidare.

## När bör en grovanalys genomföras?

Tanken med en grovanalys, anpassad till OKG, är att den skall vara ett verktyg för riskidentifiering och riskvärdering inför större arbeten som till exempel en revision. Skall huvuddelen av arbetena under revisionen ske inuti reaktorinneslutningen blir detta utrymme föremål för gruppens analys.

En grovanalys behöver inte genomföras inför varje arbete utan bör koncentreras till de större projekten och jobben. Analysmetodikerna och dess terminologi kan dock användas dels personligen inför en beredning och dels i mindre informella grupper. En viktig positiv faktor med att kunna grovanalysmetodikerna är att medvetenheten för ”andras risker” höjs och beaktas på ett bättre sätt i en arbets- och/eller tillståndsberedning. Detta medför och bidrar till en stärkt säkerhetskultur inom organisationen.

## Deltagare

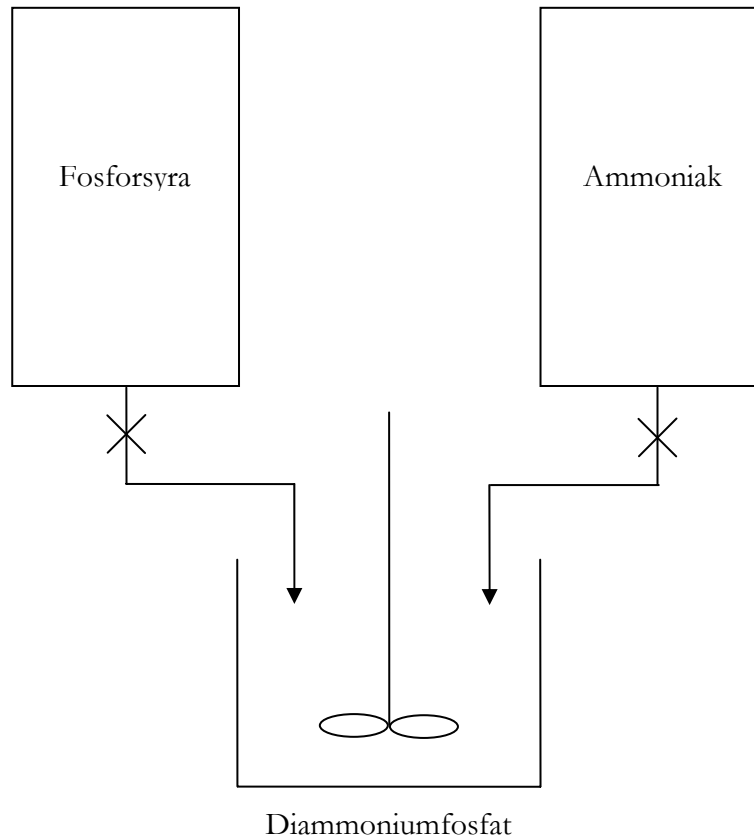
Analysgruppen sätts samman av representanter från exempelvis följande arbetsområden:

- Arbetsorderberedare
- Arbetsmiljötekniker/-ingenjör
- Strålskyddstekniker/-ingenjör
- Brandtekniker/-ingenjör
- Arbetsansvarig
- Elarbetsansvarig
- Operatör

## Exempel från processindustrin

För att tydliggöra hur grovanalysmetodik kan tillämpas har här ett exempel från processindustrin valts.

Vid framställning av diammoniumfosfat kan ammoniak och en fosforsyralösning blandas i en reaktor. Nedan finns en schematisk skiss på hur det kan gå till.

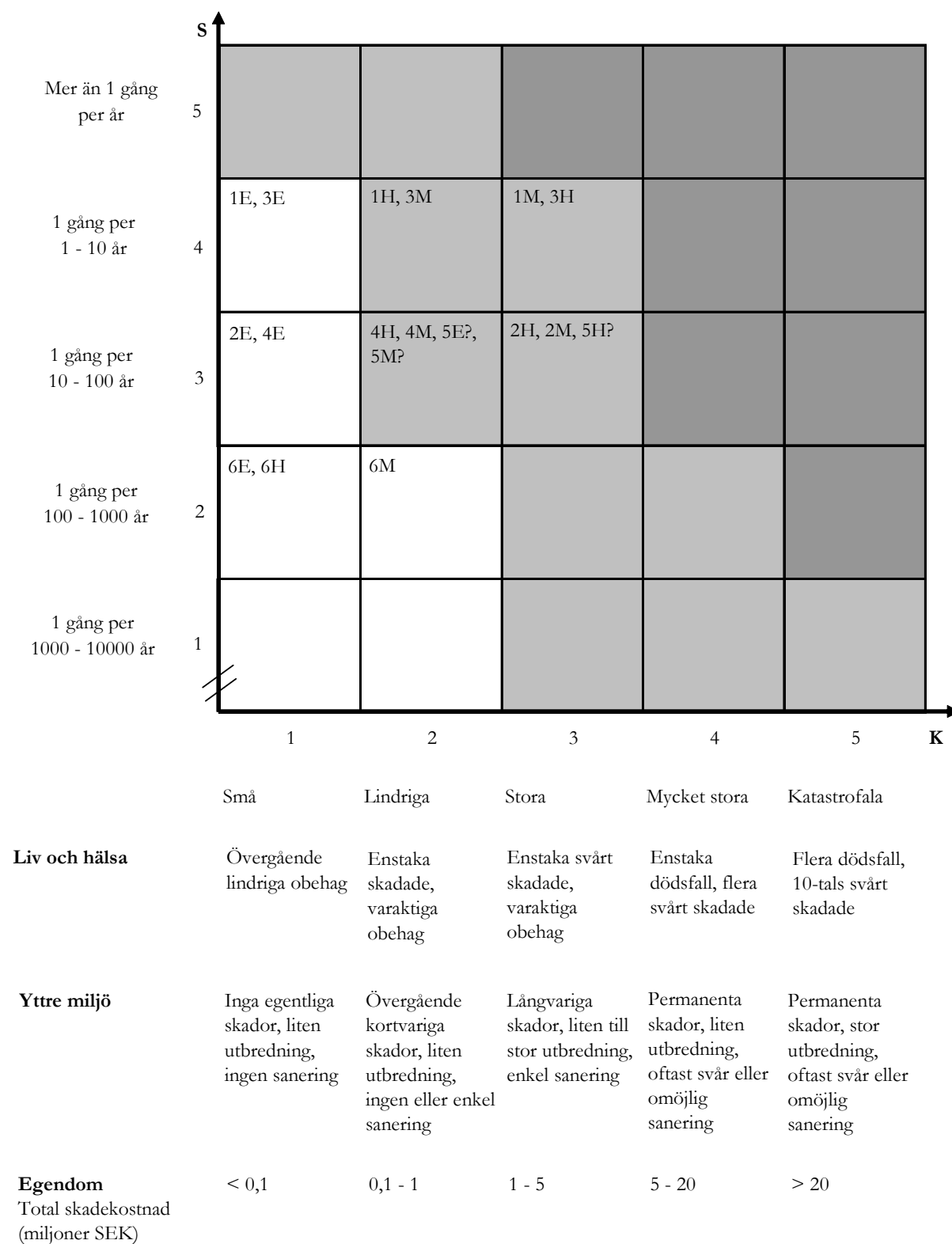


Figur 33 Skiss över system för syntes av diammoniumfosfat.

På kommande sidor följer det arbetsschema, den riskmatris och den åtgärdslista som blev ”resultatet av analysgruppens arbete”. Det bör nämnas att exemplet endast skall ses som just ett exempel på analysmetodik och inte som någon exakt säkerhet.

## Arbetschema för grovanalys av syntes av diammoniumfosfat

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Viktiga åtgärder	Riskvärdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Titel	Sida av
					S	K			
1	Stort utläckage av fosforsyra från rörsystem.	Otåta rörledningar eller flänsar.	Personal kan exponeras för syra med brännskador som följd. Kontaminering av närliggande dagvattenavlopp och utslagning av reningsverk.		4	H:2 M:3 E:1	Förbättra förebyggande underhåll. Överväg sprutskydd.	UH-chef. Drifting.	
2	Stort utläckage av ammoniak från rörsystem.	Otåta rörledningar eller flänsar.	Personal kan exponeras för ammoniak med allvariga personskador som följd. Kontaminering av närliggande dagvattenavlopp och utslagning av reningsverk.		3	H:3 M:3 E:1	Förbättra förebyggande underhåll.	UH-chef.	
3	Utläckage av ammoniak från reaktorsystem.	Kraftig överdosering. (reglerfel, mänskligt fel etc.)	Personal kan exponeras.		4	H:3 M:2 E:1	Detaljriskanalys.	Driftchef.	
4	Utläckage av ammoniak från färdig diammoniumfosfatprodukt.	Viss överdosering av ammoniak.	Personal kan exponeras.		3	H:2 M:2 E:1			
5	Okontrollerad exoterm reaktion.	Ingen kylning av reaktorn.	Troligen ingen risk.		3	H:3? M:2? E:2?	Kontrollera maximal värmeutveckling.	Processing.	
6	Utläckage av produkt.	Överfyllning: Öppen bottenventil.	Kontaminering av platta och avlopp. Måttlig konsekvens.		2	H:1 M:2 E:1			



Figur 34 Riskmatrix för exemplet syntes av diammoniumfosfat.

## Prioriteringslista för åtgärder

Nedan följer en prioriteringslista för exemplet; syntes av diammoniumfosfat, som grundar sig på resultatet i riskmatrisen i figur 34.

### I första hand:

1M, 3H

### I andra hand:

1H, 3M, 2H, 2M, 5H?

### I tredje hand:

4H, 4M, 5M?, 5E?

Listan medför att riskerna 1, 3, 2, 5, 4 bör åtgärdas i just denna ordning. Övriga risker (risk 6 i detta fall) kräver fortsatt kontroll och riskanalys och bör åtgärdas då (om) de rör sig till det ljusfärgade fältet i riskmatrisen i figur 34.

Åtgärdslistan kan även förtydligas något genom att den utformas som tabell 11. Här listas riskkällorna/skadehändelserna tillsammans med respektive rekommenderad åtgärd samt ansvarig och tid för genomförande.

Tabell 11 Förslag på sätt att presentera åtgärdslistan.

Prioriterings- ordning	Riskkälla, Skadehändelse	Rekommenderad åtgärd	Anvarig, Tid
I första hand	1	Förbättra förebyggande underhåll. Överväg sprutskydd.	UH-chef. Drifting.
	3	Detaljriskanalys.	Driftchef.
I andra hand	2	Förbättra förebyggande underhåll. Överväg sprutskydd.	UH-chef.
	5?	Kontrollera maximal värmeutveckling.	Processing.
I tredje hand	4	-	-
På sikt	6	-	-

## Gruppövning

För att ytterligare öka förståelsen för metoden skall övning i grovanalys genomföras i grupp. Tre exempel har tagits fram för detta. Exempelen är:

1. Reaktorinneslutningen
2. Turbindelen
3. Silstationen

Dessa exempel är utvalda för att påvisa hur användbar och flexibel metodiken kan vara. Det blir olika risker som aktualiseras för de olika exemplen och de allra flesta kan beaktas med grovanalys.

- Övningen skall genomföras med ca 4-5 personer i varje grupp och helst skall dessa personer ha olika bakgrund (arbetsuppgifter på OKG) för att ge ett så brett synsätt på risker som möjligt. Antalet gruppmedlemmar kan komma att korrigeras beroende på hur många deltagare som går kursen.
- Grupperna tilldelas ett exempel vardera.
- I gruppen skall en ordförande och en sekreterare väljas internt.
- Varje grupp skall sammanställa sin analys i ett för gruppen gemensamt arbetsschema och en riskmatris.
- Resultatet skall kort presenteras av en representant från gruppen vid en gemensam genomgång av gruppövningen.

## Exempel 1. Reaktorinneslutningen

### Förutsättningar för arbete

På grund av internläckage i 321 (kylsystem för avställd reaktor) V9 ska ventilen demonteras för inspektion och eventuell slipning av säte/kägla. När ventilen demonteras ska ventilkäglan dekontamineras ute på CSV. Bearbetning med ventilkäglan kommer att utföras i separat hage i aktiv verkstad O2. Arbete med ventilhus och säte sker på plats.

Analysen skall endast utföras på de delar av arbetet som utförs inne i reaktorinneslutningen.

### Underlag för analysen

Skiss PS övre plan

Flödesschema över PS



## Exempel 2. Turbindelen

### Förutsättningar för arbete

Vid provkörning av system 423 (tätningsoiljesystem) i rum 4.83 upptäcktes missljud från fläktmotor 423 F1, samt ett mindre läckage från svets skarv mellan 423 V85 och V86.

423 F1, fläktmotor byts ut mot ny.

Ny ledning svetsas in mellan 423 V85 och 423 V86.

423 T1, T2 och T3 dränerade.

### Underlag för analysen

Klassningsprotokoll O1, Turbin +106

Flödesschema O1, System 423 - Tätningsoiljesystem

## Exempel 3. Silstationen

### Förutsättningar för arbete

711 (rensverk för havsvatten) stråk 1 stängs av för sanering och svetsreparation av rensgaller. Saneringen tar hand om den fisk som finns i stråket samt skrapar och högtryckstvättar väggar och galler innan svetsreparation startar.

Lucka 711 V1 och V5 är stängda.

Stråk 1 är dränerat.

### Underlag för analysen

Skiss över 711, Rensverk för havsvatten

Skiss över 711

Arbetschema för grovanalys av:

Datum:  
 Deltagare:

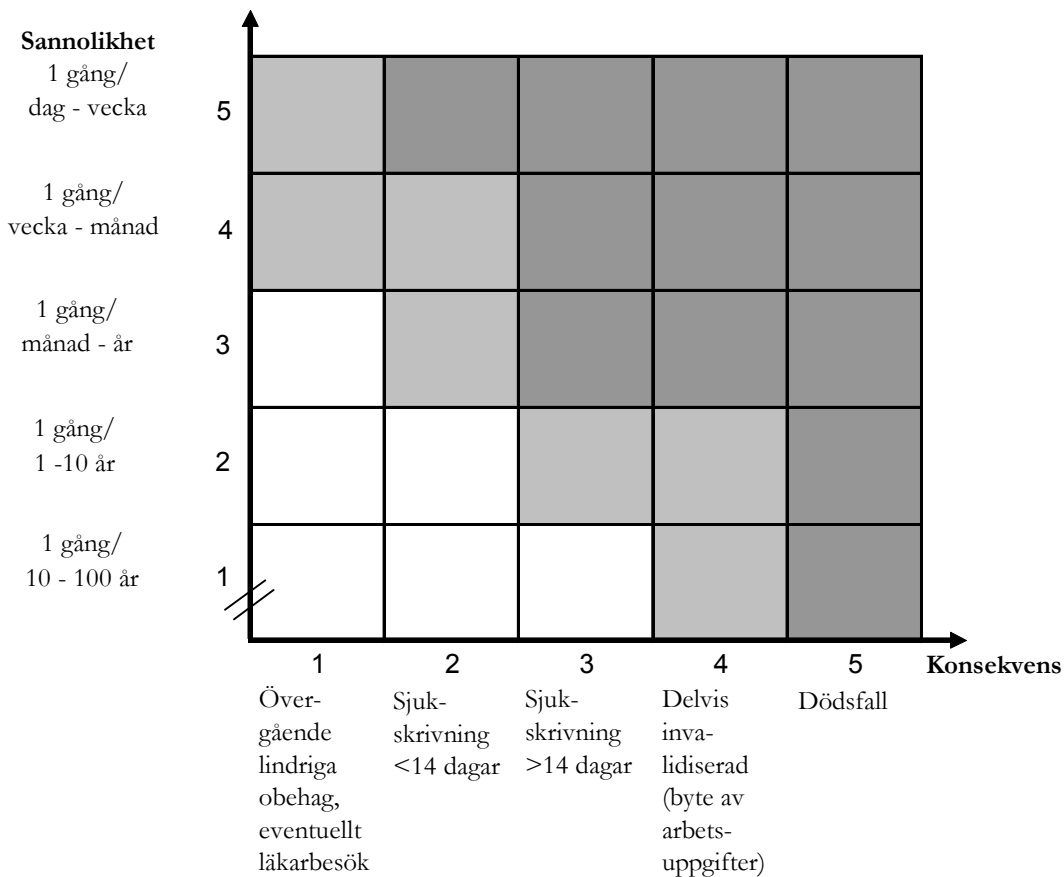
Analyserat utrymme (Rumsnr, IDnr):

Sida av

Nr	Skadehändelse	Möjlig orsak Utrymme, plats	Konsekvens	Kommentar Vidtagna åtgärder	Risk- värdering		Rekommenderad åtgärd	Ansvarig Tid
					S	K		

## Förslag på riskmatris

Matrisen nedan är ett förslag som arbetats fram tillsammans med handledare på OKG. Som grund ligger Kemikontorets variant (figur 32). Axlarna för sannolikhet och konsekvens har skalats om för att bättre passa OKG:s förhållanden.



Arbetschema för grovanalys av:

Datum:  
 Deltagare:

Analyserat utrymme (Rumsnr, ID-nr, system):

Sida av

Nr	System	Utrymme, plats	Dosrat	Bedömning, värdering	Kommentar Vidtagna åtgärder	Rekommenderade åtgärder	Ansvarig Tid

# Checklista vid planering av underhållsarbeten

(Källa: AFS 1991:6)

## Gravitation, höjd

Personal på höjd  
Föremål på höjd  
Kollapsande struktur  
Hantering, lyftning etc

## Linjär rörelse

Rörliga maskindelar  
Flygande föremål, sprut etc  
Hanterat material  
Fordon

## Roterande rörelse

Maskindel  
Kraftöverföring  
Valsar

## Lagrat tryck

Gas  
Ånga genom upphettning  
Vätska  
Fjädrar  
Materialspänningar

## Elektrisk

Spänning  
Ström (induktiv lagring och värme)  
Kondensator  
Batteri

## Värme och kyla

Föremål  
Vätskor och smältor  
Ånga och gas  
Kemisk reaktion

### **Brand och explosion**

Brännbart material och vätskor

Explosivt:

- material
- gas och ångor
- damm

Kemisk reaktion

### **Kemisk påverkan**

Giftigt

Frätande

Kvävande

Smitta

Annan akut påverkan

### **Strålning**

Akustisk

Elektromagnetisk

Ljus inklusive infrarött och ultraviolet

Joniserande strålning

Laser

### **Diverse**

Arbetsställningar

Människans rörelse

Vassa kanter

Spetsiga föremål

Hala ytor