

Identifiering av systemsvagheter för ökad driftsäkerhet på Oskarshamns kärnkraftverk

Lars Magnusson

Examensarbete

Avdelningen för ergonomi och aerosolteknologi
Institutionen för designvetenskaper
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Lund 2005



Titel

Identifiering av systemsvagheter för ökad driftsäkerhet på Oskarshamns kärnkraftverk

Title

Identification of system weaknesses for improved operational reliability at Oskarshamn nuclear power plant

Författare

Lars Magnusson

ISRN: LUTMON/TMAT-5085-SE

Antal sidor: 110

Språk: svenska

Keywords

Production interruption, OKG, nuclear power plant, risk management, safety culture, learning.

Nyckelord

Produktionsavbrott, OKG, kärnkraftverk, riskhantering, säkerhetskultur, lärande.

Abstract

In this report the results of an investigation of the causes of production interruption at the nuclear power plant in Oskarshamn, Sweden (OKG) are shown. A description of important parts in risk management is included and the risk management work at OKG is stated. Latent conditions and missing parts of the risk management system are identified. Measures that may develop and improve the risk management work at OKG are suggested.

**Inst. för Designvetenskaper
Avd. för Ergonomi och
Aerosolteknologi
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 Lund**

**<http://www.eat.lth.se>
Telefon: 046 – 222 80 18
Fax: 046 – 222 44 31**

**Dept. of Design Sciences
Division of Ergonomics and
Aerosol Technology
Faculty of Engineering, Lund University
Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden**

**http://www.eat.lth.se/Default_Eng.htm
Telephone: +46 46 222 80 18
Fax: +46 46 222 44 31**

Sammanfattning

OKG är ett av företagen i sydkraftkoncernen som äger och driver tre kärnkraftreaktorer, O1, O2 och O3 i Oskarshamn. Företaget ägs till 54,5 % av Sydkraft och 45,5 % av Fortum.

På OKG finns en önskan om att förbättra produktiviteten genom att minska produktionsanläggningarnas oplanerade stopp och undvika förlängningar av planerade stopp. Målsättningen med examensarbetet är att ta fram förslag på hur riskhanteringsarbetet kan utvecklas för att minska risken för produktionsförluster.

För att identifiera eventuella brister i riskhanteringsarbetet på OKG har produktionsavbrott och förlängda revisioner undersökts. De undersökta händelserna kommer från samtliga tre reaktorer under åren 2000 till 2004. I analyserna som utförs i detta examensarbete identifieras aktiva fel och latenta förhållanden som gjort de undersökta händelserna möjliga.

En viktig komponent i riskhantering på ett företag är att skapa och stödja en bra säkerhetskultur, inklusive en bra lärandekultur. Säkerhetskulturen är av stor betydelse för hur riskhanteringsarbetet på företaget fungerar i praktiken. Ett effektivt system för lärande av inträffade incidenter på företaget är nödvändigt. Det utvecklar företaget och minskar risken för att inträffade incidenter återupprepas.

På OKG bedrivs ett omfattande riskhanteringsarbete. Händelser rapporteras, analyseras och det sker erfarenhetsåterföring. Risker identifieras, analyseras och åtgärdas. Ett aktivt arbete bedrivs för att undersöka och förbättra säkerhetskulturen.

De händelser som analyserats visar sig vara orsakade av latenta förhållanden som skapats vid olika tidpunkter av olika beslutsfattare. Identifierade brister är bl.a. att stöd till och påverkan på entreprenörers arbete i vissa fall är otillräckligt, kvalitetsbrister på utfört arbete och inte tillräckligt omfattande uppföljning på identifierade brister.

De viktigaste åtgärdsförslagen som framkommit i undersökningarna av produktionsavbrotten och de förlängda revisionerna är följande:

- Försök förutse hur tilldelning av tid och resurser för arbeten på kärnkraftverken kan påverka kvalitén på utfört arbete.
- Utarbeta ett kontrollsystem som säkerställer att nödvändiga moment för att arbeten ska utföras med hög kvalitet finns.
- Ett utökat samarbete mellan OKG-personal och entreprenörer bör ske, genom att OKG är med och påverkar entreprenörers beslut i större omfattning än i dagsläget.
- Åtgärder som föreslås i samband med inträffade händelser bör leda till att ett större antal händelser undviks, istället för att främst förhindra ett återupprepande av den som redan inträffat.

Trots de identifierade bristerna är riskhanteringsarbetet mycket väl utvecklat på OKG. Det beror främst på att det finns bra system för lärande, kvalitetssäkring på utfört arbete och utveckling av säkerhetskulturen. Förbättringar kan dock alltid ske och de föreslagna åtgärderna bidrar till en utveckling av riskhanteringsarbetet genom en ökad kontroll av de risker företaget ställs inför.

Summary

OKG is one of the companies in the Sydkraft Group. OKG runs three nuclear power plants, O1, O2 and O3 in Oskarshamn, Sweden. The company is owned by Sydkraft (54,5 %) and Fortum, (45,5 %).

OKG would like to improve productivity by decreasing the number of unscheduled shutdowns and by avoiding prolongations of scheduled shutdowns. In this degree project an investigation of the risk management in the area production is carried through. The objective of the project is to give suggestions for improving risk management for improved productivity.

An investigation of causes of unscheduled shutdowns and prolongations of scheduled shutdowns has been carried out in order to identify any deficiencies in the risk management at OKG. The studied shutdowns have occurred at the three reactors during the years 2000-2004. In the analyses active failures and latent conditions have been identified.

An important component in risk management is to create and support a good safety culture including a good learning culture. An effective system of learning from incidents in a company is necessary to prevent undesirable incidents and to prevent such incidents from occurring again and again. The safety culture is important because the effectiveness of the risk management is dependent on the safety culture in the company.

An extensive risk management work is carried on at OKG. Incidents are reported and analysed. Measures are taken and the experiences are documented for future use. An active work is also going on to improve the safety culture.

The analysed incidents are often caused by latent conditions that have been created at different moments by different decision-makers. One identified deficiency is that the participation and the support by personnel from OKG when contractors are performing work at the company are insufficient. Other deficiencies are that the quality of the jobs sometimes is not sufficient and that the analysis and the following-up on identified incidents are not extensive enough.

The most important suggestions for measures are:

- Try to foresee how allocation of time and personnel resources may affect the quality of performed operations.
- Prepare a system of control that makes sure that necessary elements exist to perform operations with required quality.
- When contractors make decisions or when suppliers assure a specified function OKG should take more responsibility. The competence that exists at OKG and the investigations that are made should be used to a bigger extent to influence the situation that is created by the contractors/suppliers and to support them.
- Measures that are suggested in connection to identified incidents should be more extensive so they can prevent more incidents than only exactly the same incident.

Despite the identified suggestions for improvements the risk management is very well developed at OKG. This is mainly due to the fact that there are systems for learning, for

securing of quality on performed work and for development of the safety culture. Improvements are always possible and the suggested remedial measures are meant to be a contribution to a development of the risk management work through an increased control of the risks the company faces.

Förord

Examensarbetet omfattar 20 poäng och är det sista momentet i utbildningen till civilingenjör i riskhantering och brandingenjör vid Lunds tekniska högskola. Examensarbetet har utförts på OKG AB i Oskarshamn. Jag vill tacka samtliga personer på OKG som varit vänliga och bidragit med information om företaget och de händelser som studerats. Ett särskilt tack vill jag rikta till min handledare på Lunds tekniska högskola, Roland Akselsson, och min handledare på OKG, Jörgen Eriksson. De har bidragit med intressanta infallsvinklar och varit ett stort stöd vid skapandet av detta examensarbete.

Lars Magnusson, november 2005

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Målsättning	4
1.2	Avgränsningar.....	4
2	Metod	6
2.1	Analys av produktionsavbrott och förlängda revisioner	6
3	Teoretisk bakgrund	10
3.1	Lärande	10
3.2	Aktiva fel och latenta förhållanden.....	11
3.3	Mindfulness – vaksamhet för att hantera det oväntade.....	11
3.4	Säkerhetskultur	13
3.5	Rasmussens nivåmodell.....	15
3.6	Kategorisering av ledningens engagemang	16
3.7	Enterprise risk management.....	16
4	OKG AB	18
4.1	Organisation.....	18
4.2	Ledningssystem	19
4.3	Revisionsavställning	20
5	Riskhantering på OKG	22
5.1	Risk management enligt E.ON	22
5.2	Erfarenhetsåterföring	24
5.3	Människa teknik organisation.....	24
5.4	Rapportering	25
5.5	Säkerhetskultur	26
5.6	Risikanalys av system.....	26
5.7	Riskhantering i samband med revision.....	27
6	Undersökning av produktionsavbrott	28
6.1	Utsliten säkerhetsventil.....	28
6.2	Sprucket tryckoljerör	32
7	Resultat	36
7.1	Latenta förhållanden som identifierats i analyserna	36
7.2	Identifierade brister i riskhanteringsarbetet som inte direkt kan hänföras till undersökta produktionsavbrott	36
7.3	Kommentarer kring latenta förhållanden	37
7.4	Kommentarer kring identifierade brister i riskhanteringsarbetet	39
8	Åtgärdsförslag.....	42
9	Diskussion.....	46
10	Referenser	50
B1	Bilaga 1 - Undersökningar av produktionsavbrott	54
B1.1	Inaktuellt ritningsunderlag vid åtgärdsinsats	54

B1.2	Läckande ventiler i system 314	57
B1.3	Ventil felvänd i system 314	61
B1.4	Fellindade magnetspoler	66
B1.5	Ledning brister på grund av bristfälliga rörstöd	70
B1.6	Ventil i system 354 monterades felvänd.....	73
B1.7	Ogiltigt drifttillstånd	76
B1.8	Härdgaller skadat vid åtgärd på nivåmätstutsar	79
B1.9	Ökat slitage på drivdonsmuttrar.....	83
B1.10	Problem med 323-provet	87
B1.11	Turbinen på Oskarshamn 1	90
B1.12	Snabbstopp vid stängning av huvudångskalventiler	94
B2	Bilaga 2 – Figur över reparationsschakt	98
B3	Bilaga 3 - Resultat av allmänna frågor om delar av riskhanteringsarbetet på OKG.....	100

1 Inledning

På OKG finns en önskan om att förbättra produktiviteten genom att minska produktionsanläggningarnas oplanerade stopp, och undvika förlängningar av planerade stopp. I detta examensarbete undersöks riskhanteringsarbetet som har att göra med driftsäkerhet på OKG.

Det är av stor betydelse att risker hanteras på ett effektivt sätt för att skapa förutsättningar för en säkrare och mer förutsägbar verksamhet. En mängd aktiviteter innefattas i begreppet riskhantering. På OKG bedrivs riskhantering inom ett flertal områden, såsom produktion, miljö, arbetsmiljö, finans, kärnteknisk säkerhet och intrång. I denna rapport undersöks det riskhanteringsarbete som bedrivs inom området produktion. Förslag ges på hur arbetet kan effektiviseras. Detta sker främst genom att fokusera på risken för produktionsavbrott. En utveckling av riskhantering i samband med produktion är av stort intresse på OKG. Detta beror på att det innebär stora vinster om risken för produktionsförlust kan minskas.

1.1 Målsättning

Målsättningen med examensarbetet är att ta fram ett förslag på hur riskhanteringsarbetet kan utvecklas för att minska risken för produktionsförluster. Risken för produktionsförluster minskar genom att minska risken för oplanerade stopp och förlängning av planerade stopp.

1.2 Avgränsningar

Rapporten behandlar endast aspekter som har att göra med driftsäkerheten, d.v.s. att kärnkraftverken kan vara i drift och producera el. Påverkan på reaktorsäkerhet, miljö, arbetsolycksfall och övriga faktorer som inte är direkt kopplade till driftsäkerheten har inte beaktats.

2 Metod

För att uppfylla målsättningen med examensarbetet har en metod som bygger på litteraturstudier, undersökning av produktionsavbrott och studier av organisationen kring riskhantering på OKG valts.

Litteraturstudierna har innefattat studier av organisatoriska faktorer, vaksamhet för att kunna hantera det oväntade, säkerhetskultur och enterprise risk management (ERM).

För att identifiera eventuella brister i riskhanteringsarbetet på OKG har produktionsavbrott och förlängda revisioner undersökts. De undersökta händelserna kommer från samtliga tre reaktorer under åren 2000 till 2004. Händelserna har valts i samråd med handledare på OKG. De händelser som valts har varit intressanta av någon anledning, exempelvis på grund av återkommande problem. Valet av händelser för analys har även varit beroende av tillgång till information. Hur undersökningarna av produktionsavbrott har gått till beskrivs i kapitel 2.1.

Organisationen kring riskhantering har studerats dels i samband med de undersökta produktionsavbrotten, dels genom studier av de instruktioner och rutiner som hör samman med riskhantering på företaget.

I och med den metod som använts i detta examensarbete skapas goda förutsättningar för att identifiera brister i organisationen. Detta beror på att riskhanteringsarbetet studeras såväl i praktiken som i teorin. Därmed är förutsättningarna goda för att komma med förslag på åtgärder angående hur riskhanteringsarbetet kan utvecklas för att öka driftsäkerheten.

2.1 Analys av produktionsavbrott och förlängda revisioner

Analyserna av produktionsavbrott och förlängda revisioner består av följande moment: informationsinsamling, studier av berörda system och intervjuer. Ovanstående aktiviteter ska klargöra grundläggande orsaker till händelserna, hur riskhanteringsarbetet som hör samman med händelsen bedrivits och skapa förutsättningar att i ett senare skede ge förslag på förbättringar i OKG:s riskhanteringsarbete.

2.1.1 Intervjumetod

Personerna som intervjuas har valts eftersom de på något sätt varit delaktiga i händelsen. Oftast har de skrivit rapporten om händelsen och är därmed väl förtrogna med orsakerna och de vidtagna åtgärderna. I de fall de inte kunnat svara på alla frågor har de oftast kunnat hänvisa till andra personer med kunskap om den aktuella händelsen. Frågorna i intervjuerna är främst relaterade till händelsen. Intervjuerna har varit halvstrukturerade. Vissa frågeområden har funnits men den intervjuade personen har tillåtits berätta fritt om händelsen och även komma in på sidospår. Intervjuerna genomfördes på respektive persons kontor och tidsåtgången på intervjuerna varierade mellan 30 minuter och två timmar. Frågor angående lärande i organisationen kompletterar intervjun för att ge information om hur personen anser att riskhanteringsarbetet fungerar på OKG. Efter intervjun genomfördes en tolkning av informationen som erhöles vid intervjun. För att tolkningen skulle vara korrekt skickades den i efterhand ut till de intervjuade personerna, som fick komma med synpunkter på avsnittet. Texten justerades sedan efter inkomna synpunkter.

2.1.2 Analyismetod

I Rasmussen (2000) beskrivs en metod för hur oönskade händelser kan analyseras. Syftet med analysen är att identifiera hur beslut fattade av olika aktörer, i olika organisationer, på olika samhällsnivåer och vid olika tidpunkter kan leda fram till en olycka. Detta sker genom att utgå från händelsen som ska analyseras, och fråga sig varför de förhållanden som bidrog till händelsen har skapats från början. Oftast är det helt korrekta beslut fattade av personer med erfarenhet och kompetens inom respektive område. Trots detta kan konsekvenserna av personernas olika individuella beslut bli att det skapas förutsättningar för en oönskad händelse om ett antal slumpmässiga olyckliga omständigheter sammanfaller. Analysen syftar således inte till att fastställa vilka fel som begåtts vid beslutsfattande, istället handlar det om att klargöra hur olika beslut och handlingar kan interagera och få till följd att en olycka inträffar.

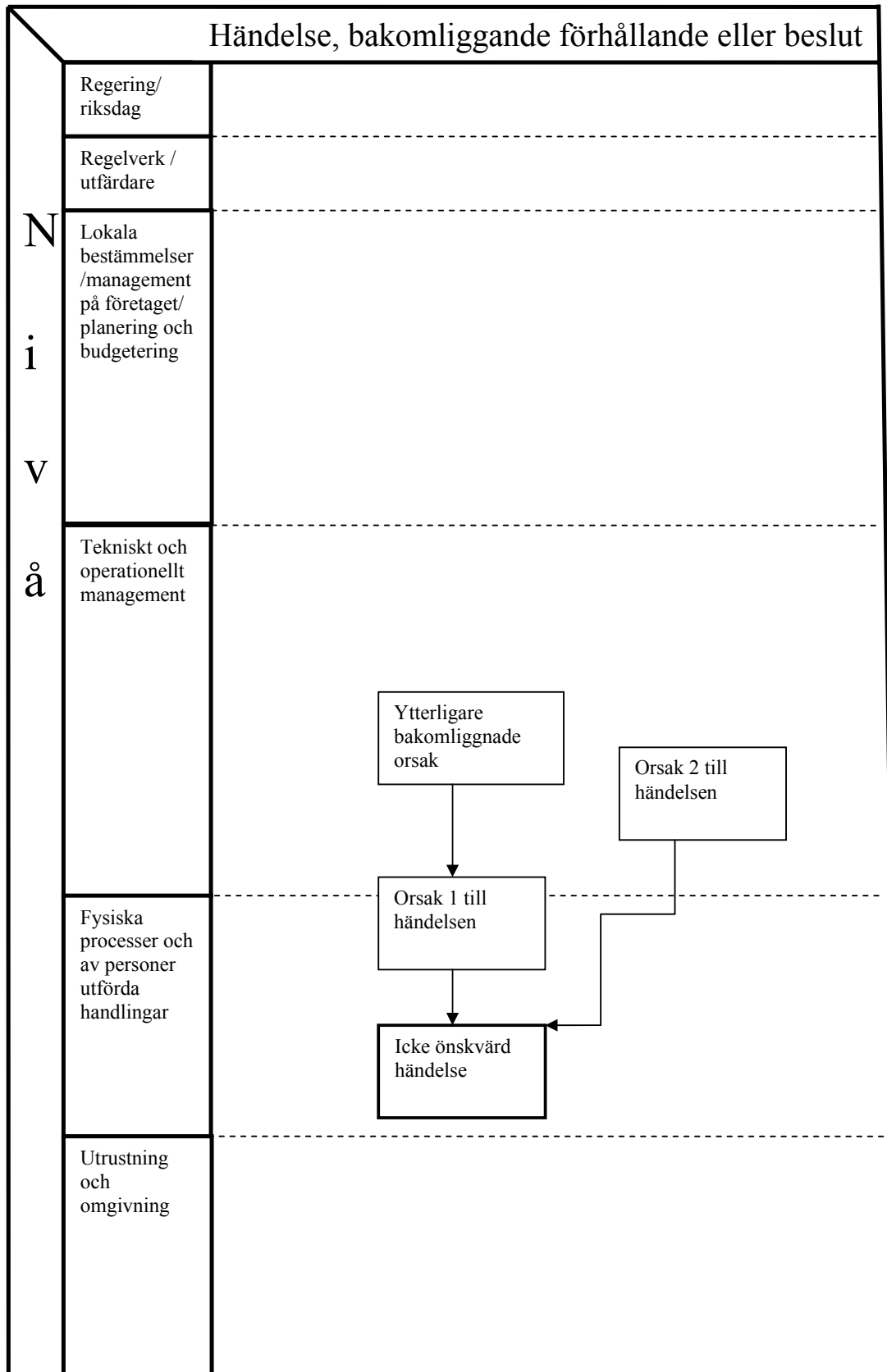
Analys av olyckor ska användas för att identifiera viktiga aktörer och beslutsfattare. En generalisering från representativa olyckor kan definiera de risker som en industri bör arbeta med genom proaktiv riskhantering.

Följande delar föreslås ingå i analysen:

- **Olycksanalys.** Ett antal olycksfall väljs som är representativa för den aktuella industrin. Händelsekedjan analyseras för varje scenario. En översikt av de olyckor som kan sammankopplas med en speciell aktivitet eller system erhålls. Analysen leder fram till en orsaks-konsekvens-karta.
- **Identifiering av aktörer.** För varje olycksscenario identifieras de beslutsfattare och planerare som varit inblandade i de beslut som gjort den orsakskedja som skapat olyckan möjlig. Aktörerna redovisas i en AcciMap.
- **Generalisering.** En generaliserad AcciMap skapas vari de grupper och organisationer som ska undersökas genom en detaljerad Work Analysis identifieras.
- **Work analysis.** En aktörskarta skapas från en generaliserad AcciMap. Aktörskartan visar var detaljerade studier med intervjuer ska utföras.

Analys av driftstörningar sker i detta examensarbete med en förenklad Accimapteknik som främst sker i de fyra lägsta nivåerna i figur 3.4. En gemensam olycksanalys och identifiering av aktörer ger en överblick av var i organisationen förutsättningar till den oönskade händelsen skapas (figur 2.1). Med hjälp av analysen kan det påvisas hur de olika beslut och handlingar som sker på företagets olika nivåer kan leda fram till oönskade händelser. Det utförs ingen generalisering av den karta som genereras. För att undvika ad hoc-betonade åtgärder utvärderas de analyserade händelserna tillsammans för att undersöka om det finns något mönster i var förutsättningarna för händelserna skapas.

Analysen syftar inte till att hitta syndabockar, istället är syftet att klargöra hur det kommer sig att handlingar utförts och beslut tagits på det sätt som skett. Oönskade händelser kan uppstå även om de inblandade personerna inte begått något direkt misstag. Även om direkta felaktigheter har begåtts bör organisationen vara utformad så att felen upptäckts och åtgärdas innan de orsakar stora konsekvenser.



Figur 2.1 Figuren visar hur analyserna av de inträffade händelserna är uppbyggda.

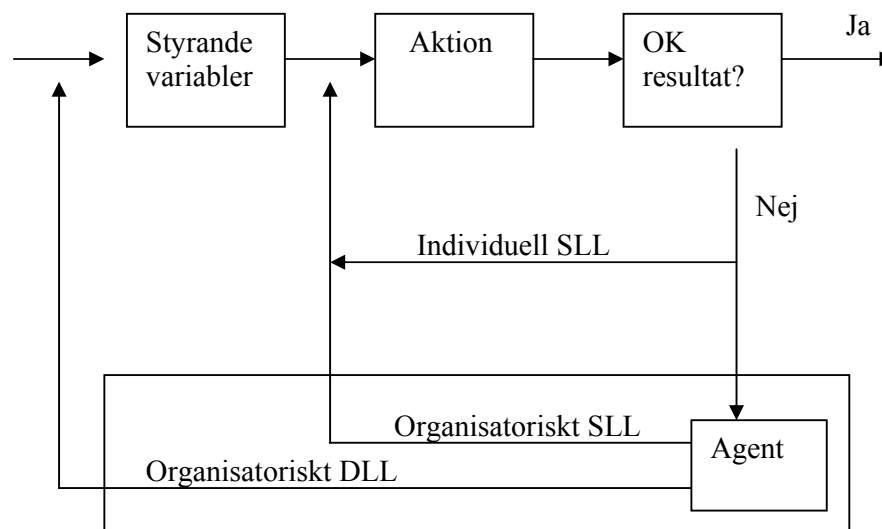
3 Teoretisk bakgrund

I detta kapitel ges en beskrivning av de teorier som använts vid undersökning av produktionsavbrott i detta examensarbete.

3.1 Lärande

En central del i riskhantering är lärande för att ständigt förbättra företagets möjlighet att hantera situationer som kan skada företaget, dess anställda, tredje man, egendom eller miljö m.m. I en riskhanteringsstrategi är det således viktigt att goda förutsättningar finns för att uppnå ett ständigt lärande i organisationen. Ett bra system för lärande innebär ett så kallat organisatoriskt dubbellooplärande (figur 3.1). Detta innebär att lärdom av händelser dras på högre organisatoriska nivåer för att skapa effektivare åtgärder.

Koorneef (2000)



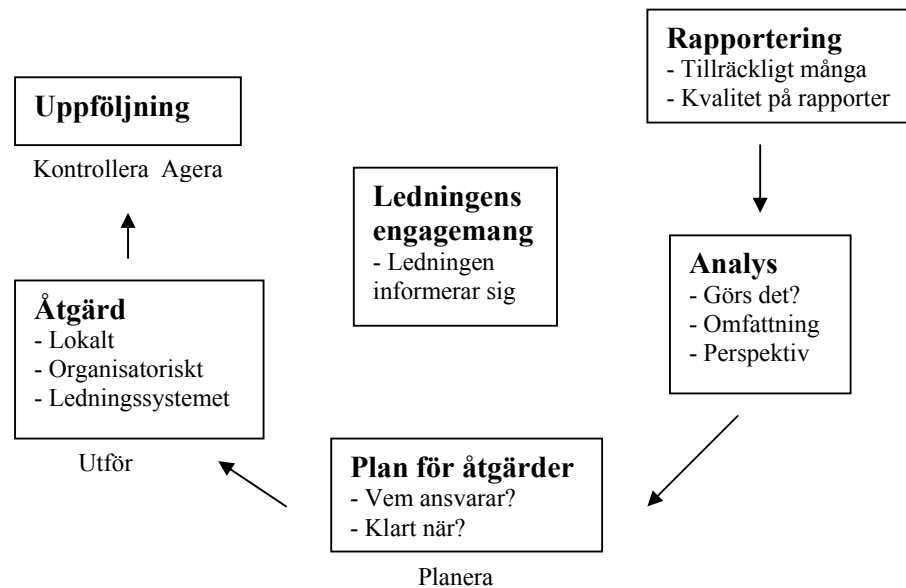
Figur 3.1 Argyris modell för organisatoriskt lärande, Koorneef (2000).

Vid individuell single-loop learning (SLL) medför en upptäckt av en avvikelse mellan mål och resultat av en handling att individen ändrar sitt tillvägagångssätt inom de ramar som gäller utifrån de styrande faktorer som finns inom organisationen. Organisatorisk single-loop learning (SLL) innebär att organisationen ska ha lärt sig av den inträffade avvikelser. För att det ska vara möjligt krävs det en agent i organisationen som efterfrågar information, utreder och agerar. Vid organisatorisk double-loop learning (DLL) ifrågasätter organisationen de styrande parametrarna som fastställts på högre nivåer.

Koorneef (2000)

3.1.1 Demings cirkel

Demings cirkel (PDCA-cirkeln: Plan, do, check, act) är en lärandeprocess som syftar till att skapa ständiga förbättringar. De fyra olika delarna är planera, utföra, kontrollera och agera. I figur 3.2 har Demings cirkel satts in i en modell för hur lärande från incidenter bör se ut. Effektiva rapporteringssystem bör vara uppbyggda på samma sätt som PDCA-cykeln.



Figur 3.2 Modell av incidentrapportering som innehåller Demings cirkel enligt Akselsson (2005).

3.2 Aktiva fel och latenta förhållanden

Oönskade händelser kan uppstå på flera olika sätt. Enligt Reason (1997) kan orsakerna delas upp i aktiva fel och latenta förhållanden. Aktiva fel är felhandlingar som utförs av människor i direktkontakt med tekniken. Effekten av handlingen kommer nästan omedelbart. Människor har alltid, och kommer alltid, att göra fel ibland, eftersom ingen är ofelbar. På grund av detta är det viktigt att minska risken för felhandlande, och bygga in barriärer i system, så att människorna tillåts göra fel utan att det medför allvarliga konsekvenser. Latenta förhållanden är förhållanden som byggts in i system genom beslut som tagits på högre nivåer inom organisationen. Besluten kan exempelvis gälla anläggningsutformning, arbetsschema, budgetering och rutiner. Även om det visar sig att ett beslut som fattats varit en bidragande orsak till en icke önskvärd händelse, är det inte säkert att det var ett felaktigt fattat beslut. Många beslut för med sig både för- och nackdelar, och om beslutet tagits annorlunda kanske förutsättningar för någon annan negativ händelse hade skapats. Analyserna syftar därför inte till att peka på felaktiga beslut, utan ska istället ses som ett hjälpmedel för att påvisa vikten av att hänsyn tas till vad beslut kan leda till och visa behovet av att säkerhetsbarriärer byggs in. I analyserna som utförs i detta examensarbete identifieras aktiva fel och latenta förhållanden som gjort de undersökta händelserna möjliga.

3.3 Mindfulness – vaksamhet för att hantera det oväntade

En ständig vaksamhet finns i organisationer som lärt sig hantera de oväntade händelser som de ständigt ställs inför. Weick (2001) definierar begreppet High Reliability Organizations (HRO) som organisationer som verkar under påfrestande förhållanden, men trots det har färre olyckor än vad som kan förväntas. Exempel på denna typ av organisationer är kärnkraftverk och flygledning. Vaksamma organisationer kan karaktäriseras av att följande faktorer hela tiden finns med i verksamheten:

- Tankar kretsar ständigt kring misslyckande och vad som kan gå snett, så att åtgärder för att undvika det vidtas.

- Motvilja att förenkla tolkningar.
- Fokus på den operativa verksamheten.
- Engagemang för att skapa en återhämtningsförmåga.
- Respekt för expertis.

De tre första punkterna är skadeförebyggande och de två sista är skadebegränsande.

3.3.1 Tankar kretsar ständigt kring misslyckande

Att tankar ständigt kretsar kring misslyckande innebär att varje liten händelse som sker behandlas som en signal på att något är fel på systemet. Något som skulle kunna leda till allvarliga konsekvenser om andra små felaktigheter skulle ske samtidigt. Rapportering av fel uppmuntras, tillbud utreds för att bidra till lärande i organisationen och det finns en medvetenhet om de problem som kan uppstå om säkerhetsmarginaler reduceras för att ge ökad vinst.

3.3.2 Motvilja att förenkla tolkningar

Motvilja att förenkla tolkningar innebär att en vetskap finns angående det komplexa i de system som är inblandade. I vanliga fall är det viktigt att kunna fokusera på några viktiga delar för att kunna vara koncentrerad och utföra ett bra jobb. I organisationer som präglas av ett vaksamt arbetssätt är vetskapen stor om hur osäker och oförutsägbar världen är. Detta leder till att de inblandade intar en position som gör att de får en så bra överblick som möjligt.

3.3.3 Fokus på den operativa verksamheten

Att fokusera på den operativa driften innebär att uppmärksamhet riktas på frontlinjen, där det verkliga arbetet utförs. Driften kan ge signaler på om oönskade händelser kommer att inträffa och genom att studera driften kan latent förhållanden identifieras. I denna typ av organisationer handlar det mer om situationsrelaterade händelser än om strategiska beslut. Personal som har välutvecklad medvetenhet då de utför operationer kan vidta åtgärder som förhindrar att fel förstoras och leder till större konsekvenser.

3.3.4 Engagemang för att skapa återhämtningsförmåga

Engagemang för att skapa återhämtningsförmåga är viktigt eftersom system aldrig kommer att fungera felfritt. En vaksam organisation innebär inte att det inte sker fel eller begås misstag i den. Det innebär att felhändelser som inträffar kan hanteras på ett bra sätt som hindrar företaget från att drabbas av oacceptabelt stora konsekvenser.

3.3.5 Respekt för experter

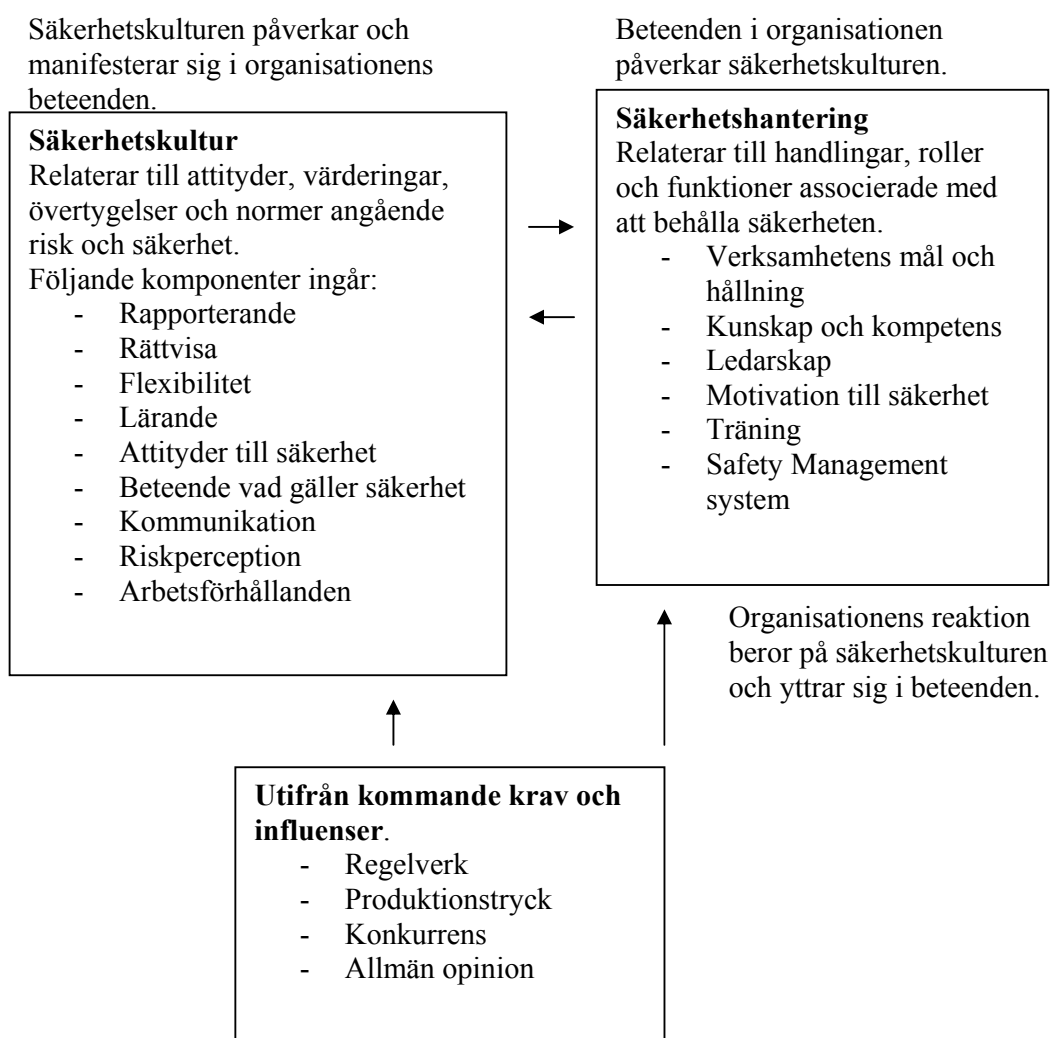
Respekt för experter innebär att beslutanderätt ligger hos de personer som har mest kunskap inom det aktuella området, oavsett vilken rang som personen har i organisationen. Detta innebär att beslutanderätt ofta förflyttas ner i organisationen till frontlinjen.

3.4 Säkerhetskultur

Inom områden där säkerhet har en stor betydelse har det de senaste decennierna fokuserats mycket på säkerhetskulturen. Begreppet säkerhetskultur blev uppmärksammat efter IAEA:s (International Atomic Energy Agency's) rapport om Tjernobylyolyckan 1986. Sedan dess har säkerhetskulturens faktorer studerats inom ett flertal områden, såsom processindustri, kärnkraft, oljeplattformar och tillverkningsindustri.

Säkerhetskultur är nära sammankopplat med säkerhetshantering. I figur 3.3 beskrivs en modell av vilka komponenter säkerhetskulturen innefattar och dess koppling till säkerhetshantering och krav som kommer utifrån.

Ek (2004)



Figur 3.3 En modell för säkerhetskultur enligt Ek (2004).

3.4.1 De kritiska komponenterna

Säkerhetskultur består av ett stort antal komponenter. Här beskrivs fyra av dessa som kan sägas vara kritiska och har därmed en mycket stor inverkan på säkerhetskulturen Reason (1997). De fyra komponenterna är: rapportering, rättvisa, flexibilitet och lärande. Nedan följer en beskrivning av de kritiska komponenterna.

Rapportering innebär att incidenter rapporteras så att lärdom kan tas och lämpliga åtgärder vidtas. För att rapportering av misstag och tillbud ska ske är det viktigt att ett engagemang och tillit skapas inom organisationen. Dessutom krävs ett väl genomtänkt rapporteringssystem.

I en rättvis kultur uppmuntras personalen att rapportera händelser så att lärdom i organisationen kan tas. Det är viktigt att personalen vågar rapportera egna misstag, därför får de inte behandlas illa när det sker. Gränsen mellan acceptabelt och oacceptabelt beteende är tydlig för att underlätta en rättvis behandling.

Flexibilitet innebär att den person som har bäst kunskaper inom ett område tillåts agera utifrån vad den anser vara bäst i en krissituation. Detta sker oberoende av personens rang i det dagliga arbetet. Det handlar således om att respektera personalens kunskaper och erfarenheter, istället för att låsa upp sig vid förutbestämda vardagliga mönster.

För att lyckas förbättra organisationen är lärande en viktig komponent. I en lärande organisation finns intresse av att ständigt förbättras genom erhållna erfarenheter och sökande av information. I organisationen ska det vara enkelt att förbättra där så är möjligt.

3.4.2 Säkerhetskultur och säkerhetshantering

Säkerhetskultur relaterar till övertygelser, attityder, normer och värderingar angående risk och säkerhet. Dessa faktorer är inte synliga och därför svåra att undersöka. Det går dock att utföra undersökningar, exempelvis genom intervjuer. Inställningen till faktorerna kan förändras genom bl.a. utbildning och information. Säkerhetshantering relaterar till handlingar, funktioner och roller som hör samman med att behålla säkerheten i en verksamhet. Faktorerna är i detta fall lättare att observera och styra över genom regler och instruktioner m.m.

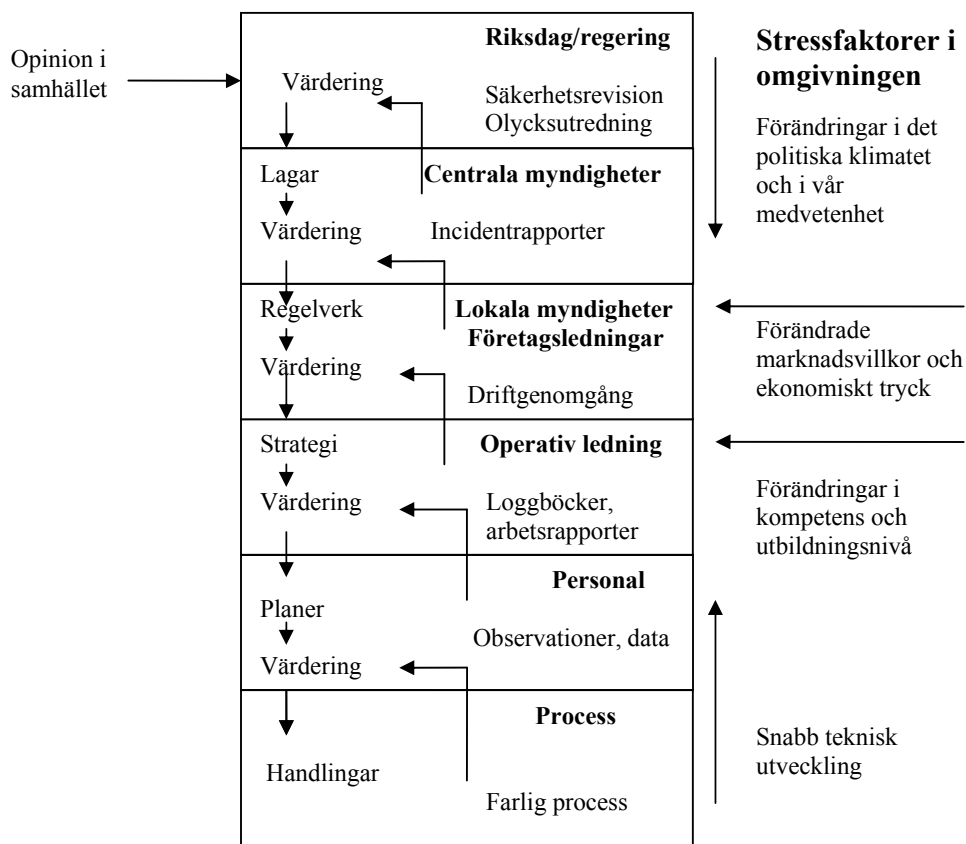
Kirwan (1998)

3.5 Rasmussens nivåmodell

Rasmussen (2000) beskriver en modell för hur bidragande orsaker till oönskade händelser skapas på olika nivåer i samhället och företaget (se figur 3.4). Händelserna grundar sig ofta på lokalt fattade beslut. Det är svårt att se hur beslut på en nivå påverkar händelser på andra nivåer. Genom att analysera dessa kan lärdom tas, och därmed kan de grundläggande orsakerna till händelserna elimineras, alternativt kan effektiva barriärer byggas in i systemet.

De förhållanden som råder beror ofta på korrekt fattade beslut, och är var för sig inte ensamt bidragande till händelsen. Orsakerna som leder fram till händelsen har ofta inget samband, det är den analyserade händelsen som sammankopplar de olika delarna och därmed är det svårt att förhindra händelsen. En analys som använder sig av nivåmodellen påvisar hur design av system och organisatoriska faktorer kan bidra till oönskade händelser. Därmed kan behovet av att bygga in säkerhetsbarriärer för att förhindra liknande olyckor påvisas.

I efterhand kan beslut och handlingar uppfattas som felaktiga om de bidragit till en olycka eller annan icke önskvärd händelse. Det är svårt att sätta sig in i den situation som personen som utförde den olämpliga handlingen befann sig i vid det tillfället. Stress, dålig arbetsmiljö eller andra olämpliga förutsättningar kan ha spelat in och det är därför viktigt att inte döma handlingar och beslut som felaktiga om inte tillräcklig information om förutsättningarna finns, Dekker (2002).



Figur 3.4 Rasmussens nivåmodell visar riskhantering på olika nivåer från Rasmussen (2000).

3.6 Kategorisering av ledningens engagemang

Företagsledningens engagemang i säkerhetsfrågor kan enligt Reason (1997) bedömas på en 7-gradig skala. De olika stegen är följande:

1. Patologisk – inget engagemang.
2. Begynnande reaktiv – ledningen håller sig ett steg över föreskrifter.
3. Bekymrat reaktiv – ledningen börjar oroa sig över tillbud och olyckor.
4. Rutinåtgärdande – problem uppmärksammas med åtgärdas bara lokalt.
5. Bevarande beräknande – engagemang finns angående säkerhetshandling, men inriktningen är endast inriktad på teknik och mänskliga fel.
6. Begynnande proaktiv – engagerad i aktivt sökande efter bättre lösningar, medveten om betydelsen av organisatoriska faktorer och management.
7. Genuint proaktiv – satsar på att förbättra säkerhetskultur, avsaknad av självgodhet.

Det mest utvecklade riskhanteringsarbetet har företagsledningar som har nått till att arbeta proaktivt med säkerhet och säkerhetskultur (punkt 6 och 7 ovan).

3.7 Enterprise risk management

ERM – Enterprise Risk Management handlar om hur riskhanteringsarbetet kan bedrivas på ett effektivt sätt i ett företag. Riskhanteringsarbetet ska skapa förutsättningar för en bättre säkerhet vad gäller bl.a. hälsa, miljö, produktion och ekonomi m.m. ERM innebär att riskhanteringen ska ses som en process som ständigt pågår. Alla delar av företaget ska medverka så en samlad syn på riskhanteringsarbetet erhålls. Riskerna bedöms, sammanställs och jämförs med varandra. Eftersom samtliga risker hanteras tillsammans minskar risken för suboptimeringar och risker som samvarierar kan ta ut varandra.

Lam (2003)

4 OKG AB

OKG är ett av företagen i sydkraftkoncernen som äger och driver tre kärnkraftreaktorer, O1, O2 och O3. Företaget ägs till 54,5 % av Sydkraft och 45,5 % av Fortum. Sydkraft är en del av den tyska E.ON-gruppen som är världens största privata el- och gasbolag. Oskarshamnsverket är beläget två mil nordost om Oskarshamn. Den första reaktorn togs i drift 1972 och den tredje 1985. På OKG produceras 17 TWh (17 miljarder kilowattimmar) elektrisk energi varje år. Detta motsvarar drygt 10 % av Sveriges totala energibehov.

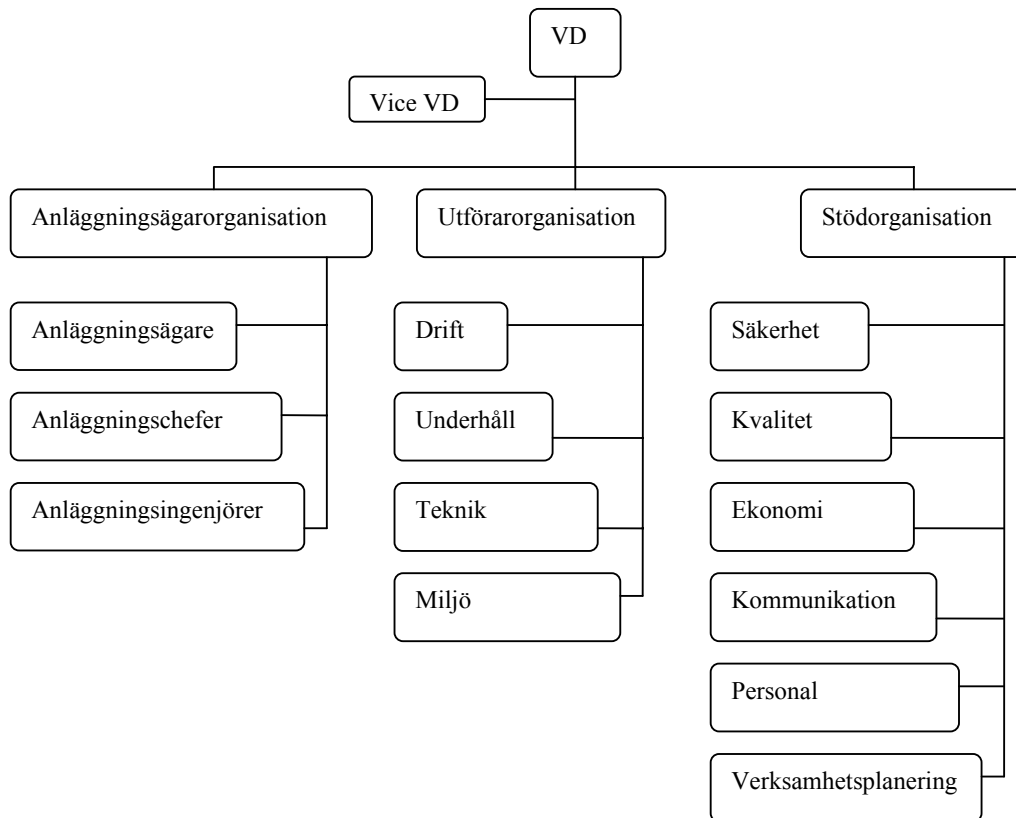
4.1 Organisation

OKG består av en anläggningsägar-, en utförar- och en stödorganisation. Totalt har företaget ca 850 personer anställda. I anläggningsägarorganisationen finns anläggningsägaren¹ och en anläggningschef för varje driftblock (O1, O2 respektive O3). För varje driftblock finns även en anläggningsingenjör. Utförarorganisationen består av följande avdelningar: drift, underhåll, teknik och miljö. Stödorganisationerna är säkerhet och kvalitet, ekonomi, kommunikation, personal och en planeringsfunktion (se figur 4.1).

VD har delegerat ansvaret för drift, förändring och underhåll av anläggningarna till anläggningsägaren. Till anläggningscheferna har sedan ansvaret för att anläggningen drivs enligt krav på kärnteknisk verksamhet delegerats från anläggningsägaren. På OKG anlitas ständigt konsulter, partners och entreprenörer vilket leder till att det totala antalet verksamma på OKG är drygt 1100 personer.

OKG (2005a)

¹ Anläggningsägaren är en utsedd person som är kravställare mot övriga organisationen. Funktionen skapades främst för att förtydliga det kärntekniska ansvaret.



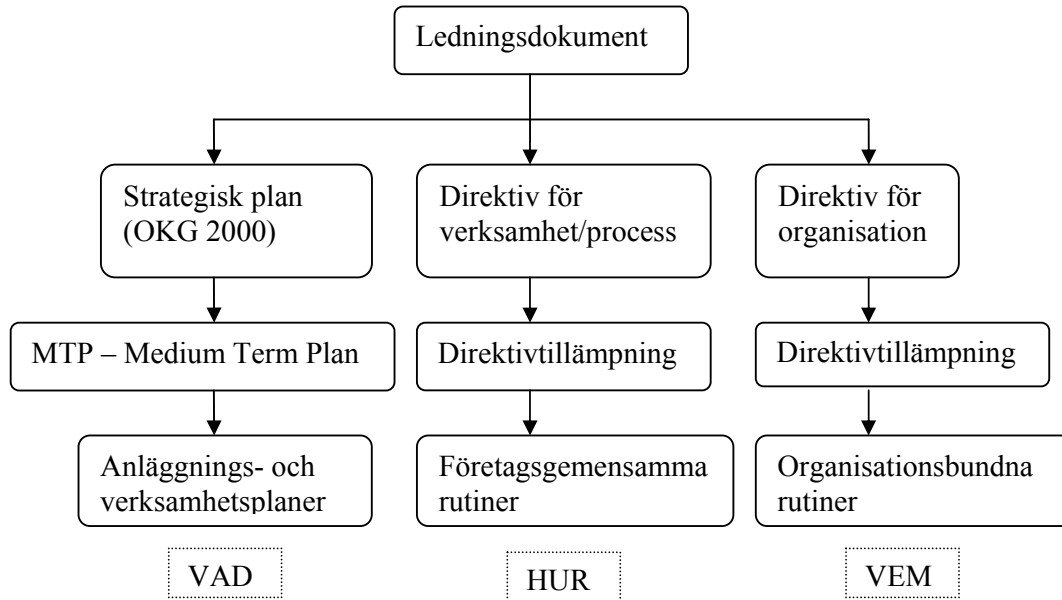
Figur 4.1 Organisationsschema för OKG från OKG (2005a).

4.2 Ledningssystem

Verksamheten på OKG styrs och utvecklas av ett kvalitetsledningssystem. Syftet med ledningssystemet är att skapa resultat och därigenom utveckla och förbättra företaget efter kundernas, ägarnas och myndigheternas förväntningar. En strävan efter ständiga förbättringar betonas i ledningssystemet. Kvalitets- och miljörevisioner sker kontinuerligt för att utvärdera kvalitetsledningssystemet. OKG är även miljöcertifierat enligt ISO 14001.

Den strategiska planen föreskriver en utveckling och förbättring av verksamheten, organisationen och anläggningarna. Planen sträcker sig tio år framåt i tiden och uppdateras årligen. Den strategiska planen ligger till grund för en MTP (Medium term plan) som beskriver vad som är planerat att genomföras de närmaste tre åren och vilka mål som ska uppnås (se figur 4.2).

OKG (2005b)



Figur 4.2 Struktur på OKG:s ledningssystem OKG (2002c).

4.3 Revisionsavställning

Varje reaktor genomgår en revisionsavställning en gång per år. Det innebär att reaktorn stängs av för utbyte av förbrukat bränsle och genomförande av underhåll. En stor del av underhållet kan inte genomföras då kärnkraftverket är i drift på grund av den strålningsnivå som råder i stora delar av verket. Vid underhållet sker reparationer, kontroller och förbättringar av system. De flesta arbeten under revisionen utförs av entreprenörer som hyrts från ett annat företag. Det är dock alltid kraftbolaget som har ansvaret för att arbetet utförs korrekt. När revisionen är klar sker en kontroll av att säkerhetssystemen fungerar som de ska. Då detta har kontrollerats startas reaktorn återigen.

SKI (2005)

5 Riskhantering på OKG

I detta kapitel beskrivs de olika delarna som ingår i riskhanteringsarbetet på OKG. Det bedrivs kontinuerligt ett omfattande riskhanteringsarbete. Begreppet riskhantering är brett och omfattar en stor mängd aktiviteter. Här presenteras ett antal av de delar som innefattas under begreppet riskhantering. Information om detta är viktigt för att öka förståelsen vid analyserna av de produktionsavbrott som har analyserats och se var brister finns och vilka åtgärder som är nödvändiga.

5.1 Risk management enligt E.ON

Informationen i detta avsnitt kommer från OKG (2005d). Sydkraft blev 2001 ett dotterbolag till det tyska företaget E.ON. I och med detta ökade kraven på rapportering av affärsmässiga risker p.g.a. den tyska lagstiftningen KonTrag som kom 1998. I denna ställs krav på identifiering och kommunikation av existenshotande risker för samtliga börsnoterade företag. Ytterligare en lagstiftning som har att göra med rapportering av affärsmässiga risker och som berör E.ON-koncernen är den amerikanska, Sarbane-Oxley Act (SOA). Anledningen till att E.ON berörs av den lagstiftningen är att E.ON är noterat på den amerikanska börsen. Denna lag ställer krav på riktigheten i företagets rapportering och på att det ska finnas ett internt kontrollsystem i företagskoncernen, inklusive dess dotterbolag.

OKG arbetar med riskhantering för att bland annat tillmötesgå kraven i lagarna. Direktiv angående hur riskhanteringsarbetet ska bedrivas och vilken risktolerans² företaget ska arbeta efter definieras i E.ON Nordic Risk Management Policy. Denna innebär i stort ett medvetet och kontrollerat risktagande för att stödja sydkraftkoncernens långsiktiga lönsamhet. I policyn anges företagets risktolerans som maximalt 0,25 % av sysselsatt kapital³ för varje riskscenario.

Riskbilden företaget ställs inför ändras hela tiden på grund av ständiga omvärldsförändringar. De krav som ska införlivas av företagets Risk Management Policy styrs av sydkraftkoncernens intressenters krav. Dessa är följande:

- Kundernas krav på pris och kvalitet.
- Företagsledningens krav på uppfyllande av lagar och förordningar.
- Personalens krav på sin arbetsplats och arbetsuppgifter.
- Ägarnas krav på värdetillväxt och lönsamhet.

Dessa krav leder till att:

- Arbetet med risk management ständigt måste förbättras.
- En samordnad riskhantering är nödvändig så att affärsidéer och affärsplaner kan förverkligas.
- Riskhantering måste ske systematiskt för att kartlägga och värdera risker. Därmed säkras E.ON Sveriges värdeskapande tillgångar.

Kraven har på OKG lett till följande direktiv:

² Risktolerans är den risk som accepteras. Ett visst risktagande är nödvändigt för att det ska finnas möjlighet till vinst.

³ Sysselsatt kapital är eget kapital och räntebärande skulder för föregående år.

- Lämpliga riskreducerande åtgärder ska vidtas för att uppfylla kraven i riskpolicyn.
- Vetskap ska finnas om de risker som finns inom bolaget, riskernas påverkan på andra bolag och de konsekvenser som kan uppstå på grund av att dessa risker påverkas av andra områden.
- Ett ”Early warning system⁴” ska finnas inbyggt i riskhanteringssystemet.
- Riskidentifiering ska ske inom alla områden.
- Beskrivning av arbetsprocesser ska finnas. Även mer detaljerade beskrivningar som klargör vem, vad, när och hur i riskhanteringsarbetet ska vara upprättade.
- En processkarta enligt SOA som inkluderar kontrollpunkter ska finnas.
- Riskanalyser ska ingå i beslutsunderlag, exempelvis vid investeringar.
- Konsekvenser och sannolikheter ska vara väl underbyggda.
- Åtgärdsprogram för risker som kräver detta ska tas fram och följas upp.
- OKG:s totala riskportfölj⁵ med eventuella korrelationer⁶ rapporteras fyra gånger per år till Sykraft kärnkraft (SKK). Rapporten ska godkännas av riskansvarig manager.
- Fel på befintliga kontrollåtgärder och nya risker rapporteras omgående till SKK.

5.1.1 Arbetsprocess

Den arbetsprocess som används består av följande delar: riskidentifiering, riskanalys, riskhantering och riskrapportering. Riskidentifiering sker dels av yttre faktorer: finans, affärsverksamhet, teknologi, miljö, politik, sociala, dels av inre faktorer: personal, process och IT. Riskanalysen innefattar bestämning av konsekvens (miljoner kronor) och sannolikhet (procent) för respektive identifierad risk. Riskhantering genomförs genom att vidta åtgärder. Det sker antingen genom att undvika, förebygga, absorbera eller transferera risken. Riskrapportering sker fyra gånger per år till SKK.

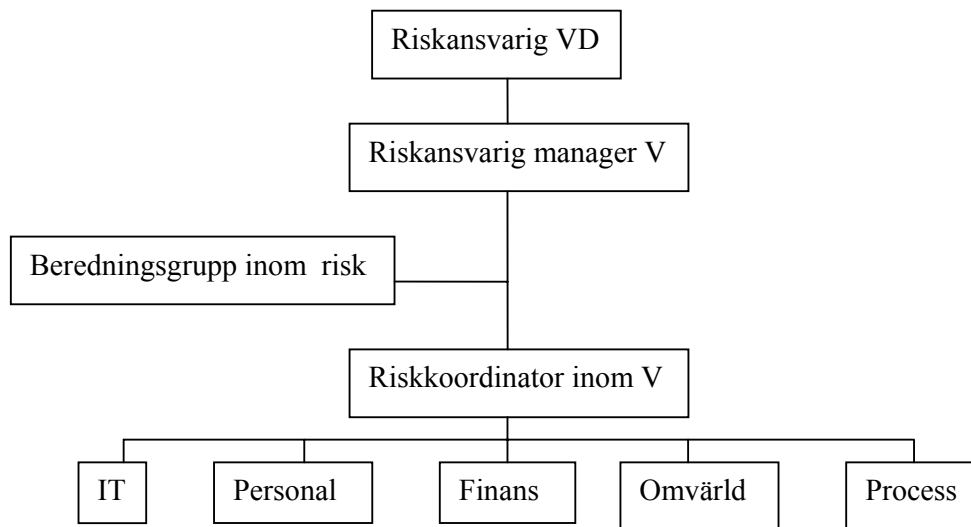
5.1.2 Organisation

Riskanalysarbetet leds och samordnas av resursområde verksamhetsplanering (V). Organisationen består av en riskansvarig (företagets VD), en riskansvarig manager V, en beredningsgrupp inom risk, en riskkoordinator inom V och en samordnare för respektive riskfamilj (se figur 5.1).

⁴ Early warning system är ett system som ger varningssignaler i ett tidigt skede om något allvarligt är på väg att inträffa.

⁵ Riskportföljen innefattar samtliga risker företaget ställs inför.

⁶ Korrelationer mellan risker innebär hur mycket de samvarierar.



Figur 5.1 Organisation för risk management på OKG från OKG (2005d).

5.2 Erfarenhetsåterföring

På OKG finns en erfarenhetsåterföringsgrupp (OKG ERF) som samlar in, distribuerar och utvärderar erfarenheter åt OKG från ett nordiskt system för erfarenhetsåterföring. De erfarenheter som behandlas är antingen av betydelse för reaktorsäkerheten, av stor ekonomisk betydelse eller av stor miljömässig betydelse.

Det nordiska systemet är ett samarbete för erfarenhetsåterföring inom Norden och även från övriga världen. Utländska händelser rapporteras till KSU (Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB). KSU klassificerar händelserna. Beroende på vilken typ av händelse det är ges de antingen ut i en årlig publikation med drifterfarenheter av KSU, eller skickas de vidare till ERFATOM. ERFATOM är en organisation som utvärderar dels de ärenden som kommer från KSU, dels samtliga RO⁷- och SS⁸-rapporter från de nordiska verken. ERFATOM ger ut en 14-dagars rapport som skickas till de olika kärnkraftverken. På OKG kommer denna rapport till OKG-ERF. Till OKG-ERF kommer även andra dokument som är av erfarenhetsintresse för OKG.

OKG (2005e)

5.3 Människa teknik organisation

Här beskrivs hur det arbetas med händelser som har att göra med människa, teknik och organisation på OKG. Informationen kommer från OKG (2005f) om inget annat anges. Händelser och observerade risker inom reaktorsäkerhet, brand, arbetsmiljö, strålskydd, hantering av kemiska produkter och yttre miljö analyseras och följs upp. Vissa händelser analyseras med ett människa-teknik-organisationssynsätt för att undersöka grundorsakerna som bidragit till händelsen. Om beslut fattas att en MTO-analys av en inträffad händelse ska utföras sker en omfattande utredning av händelsen. Händelseförloppet fastställs, grundorsak söks och åtgärder föreslås.

⁷ RO-rapport är en rapport av en omständighet som anses rapportervärd.

⁸ SS-rapport är snabbstopp rapport som skrivs om kärnkraftverket tvingas till snabbstopp.

5.3.1 MTO-analys

MTO-metoden som används vid MTO-analyserna på OKG bygger på HPES (Human Performance Enhancement System), Jager (1997). Denna metod togs från början fram av NASA (National Aeronautics and Space Administration) i samband med utvecklandet av det amerikanska rymdprogrammet. Metoden har sedan modifierats av INPO (Institute of Nuclear Power Operations) varpå den anpassats till svenska verksamheter av KSU (Kärnkraftsäkerhet och utbildning AB).

Syftet med analysen är att identifiera grundorsaker till händelsen för att kunna förhindra att liknande händelser sker igen. När analysen är färdig granskas den, dels av utredningsgruppen, dels av någon med MTO-kompetens som inte medverkat i analysen. För att bidra till erfarenhetsåterföringen distribueras rapporten till berörda personer, OKG-ERF och ett MTO-forum⁹ på OKG varpå den studeras vidare i respektive avdelning.

Analysen är uppdelad i följande delar: Händelseanalys, avvikelseanalys, barriäranalys, konsekvensanalys och orsaksanalys. I händelseanalysen rekonstrueras händelseförloppet genom ett antal delhändelser. I avvikelseanalysen redovisas vilka händelser som varit avvikande från det normala. Barriäranalysen ger svar på varför en barriär, fysisk eller administrativ, har felat och identifierar saknade eller ineffektiva barriärer. I konsekvensanalysen framgår vilken konsekvens händelsen fått, och eventuellt vilka konsekvenserna kunde ha blivit under ändrade förutsättningar. Orsaksanalysen svarar på frågan varför händelserna i händelsekedjan inträffade.

Med hjälp av den ovan nämnda analysen samlas värdefull information in som sedan används för att föreslå åtgärder och därmed bidra till en ökad säkerhet på kärnkraftverket.

Det är upp till den chef som beställt MTO-analysen att avgöra hur mycket av de föreslagna åtgärderna som ska genomföras.

5.4 Rapportering

Rapportering sker vid tillbud, olycksfall, produktionsstörningar och avvikelser. Ett exempel på rapportering av produktionsstörningar är snabbstoppssrapporter som skrivs när kärnkraftverket stoppats, antingen manuellt eller automatiskt på grund av händelser som lett till att åtgärder måste vidtas. I dessa rapporter anges om samtliga säkerhetsfunktioner fungerat, vilka orsaker som ligger bakom händelsen, vidtagna åtgärder och lärdomar som tagits av händelsen.

Rapportering av tillbud sker enligt arbetsmiljölagen (1977) och Arbetsmiljöverkets författningssamling, AV (2005). Till kategorin tillbud hör oönskade händelser som hade kunnat leda till olycksfall eller ohälsa. Händelser som avviker från det normala och som berör anläggning, anordning eller miljö kan också rapporteras. Tillbud och olycksfall ska anmälas till överordnad chef eller arbetsledare. Därefter ska en utredning av händelsen sammanställas.

⁹ MTO-forum är ett forum på OKG som behandlar MTO-relaterade frågor.

5.5 Säkerhetskultur

Säkerheten är högt prioriterad på OKG. Detta märks inte minst i det arbete med säkerhetskultur som bedrivs på företaget. Kraven på en god säkerhetskultur finns i Sydkrafts säkerhetspolicy och OKG:s strategiska plan (OKG 2005ö). Vetskapen om att kvalitetsarbete och säkerhetskultur är sammankopplade och leder till säker och ekonomisk drift är god på OKG. Det har lett till att säkerhetskulturarbetet har fått en framträdande roll.

Kontinuerligt arbete bedrivs för att mäta och förbättra säkerhetskulturen. Vartannat år genomförs två mätningar av säkerhetskulturen, en kvantitativ enkätstudie och en kvalitativ intervjustudie. Undersökningarna sammanställs i rapporter. Rapporterna ligger till grund för de insatser som sätts in för att förbättra säkerhetskulturen på företaget. Tre generella insatser genomförs löpande: workshop kring enkätresultatet, tvärgruppsseminarier och säkerhetskulturutbildning. Därutöver genomförs riktade insatser som är anpassade efter den målgrupp de är riktade mot. Exempel på sådana insatser är: utbildning, coachning, seminarier och integreringsarbete. Säkerhetskulturarbetet på OKG är främst inriktat på nukleär säkerhet och arbetsolyckor. Inom OKG är dock kopplingen stark mellan säkerhet och kvalitet, och ett kvalitetsmässigt bra utfört arbete medför ökad driftsäkerhet på kärnkraftverket. Arbete med säkerhetskultur har sedan länge bedrivits på OKG. År 2004 gjordes en stor satsning på utökat arbete med säkerhetskultur. Satsningen ledde till att arbetet med säkerhetskultur blev bredare, djupare och större. På OKG arbetar ständigt ett stort antal entreprenörer och konsulter. Detta förekommer i större utsträckning under revisionen då hundratals personer från andra företag utför arbeten på kärnkraftverket. Det ställs krav på att personal från andra företag som utför arbete på OKG ska vara säkerhetsmedveten. Det arbete som utförs genom enkäter och intervjuer för att undersöka säkerhetskultur omfattar för tillfället endast personer som är anställda på OKG. I framtiden kommer även entreprenörer och konsulter att omfattas av detta arbete för att kontrollera att de verkligen är så säkerhetsmedvetna som kraven som ställs på dem innebär.

Haage (2005)

5.6 Riskanalys av system

Enligt Kristensson (2005) sker riskanalyser som utförs på system främst med syftet att undersöka risken för härdskada. Påverkan på reaktorsäkerheten är därför även avgörande när det beslutas om vilka system som ska analyseras. En avdelning på OKG sysslar med så kallade probabilistiska säkerhetsanalyser, där bl.a. risken för härdskada beräknas. I andra hand kommer anläggningens tillgänglighet, d.v.s. driftsäkerheten. Riskanalyserna för att undersöka driftsäkerheten har dock ökat på senare år. Eftersom det finns hög kompetens inom området riskanalys på kärnkraftverket så används denna kompetens även till att utföra riskanalyser på system ur perspektivet driftsäkerhet och kommer att göra så i allt större omfattning i framtiden. Tillgänglighetsmodeller studeras av bl. a. OKG:s underhållsavdelning.

En utveckling av det proaktiva riskanalyserarbetet för att öka driftsäkerheten är således på gång. I dagsläget kan riskhanteringsarbetet som har att göra med system med påverkan på driftsäkerheten sägas vara främst reaktivt. Det dokumenteras till exempel vilka problem ett system har. Om det t.ex. upptäcks att ett system orsakat många problem, så sker en djupare analys för att se vilka åtgärder som kan vidtas för att förhindra problem även i framtiden.

5.7 Riskhantering i samband med revision

Här beskrivs hur arbete sker innan revision för att minska risken för att revisionen ska bli förlängd. Informationen kommer från Lundell (2005).

Vid revisionsavställningen är det mycket underhållsarbete som ska utföras. Förutom planerade underhållsåtgärder krävs åtgärder av problem som upptäcks under revisionen. Revisionsavställningen är tidsbegränsad och en åtgärd för att lyckas hålla tidsramen är den riskvärdering som utförs inför revisionen. Vid riskvärderingen identifieras risker som kan förlänga revisionstiden. Sannolikhet och konsekvens uppskattas, och åtgärder vidtas när det anses vara nödvändigt. Samtliga resursgrupper (se figur 4.1) utför riskvärderingar som sammanställs och korrigeras av resursgrupp verksamhetsplanering. Sammanställningen leder till att riskerna kan jämföras för att ge svar på var det är viktigast att åtgärder utförs. För att hantera risker som anses stora sker förberedelser så att det ska gå snabbt att utföra insatser om det behövs. Förberedelserna innebär att reparationsberedskap och kvalificerade metoder för reparation arbetas fram. En annan åtgärd för att minska risken för förlängd revision är att reservdelar i många fall finns hemma eftersom det kan förekomma lång leveranstid på vissa komponenter.

Orsaken till förlängda revisioner finns ofta i den kategori som kallas ”Tillkommande arbeten p.g.a. fel upptäckt under revision med resursbrist som följd”. För att minska risken för att tillkommande arbeten ska förlänga revisioner startades 2005 en grupp skulle ta hand om de tillkommande arbetena. Syftet var att förkorta handläggningstider och snabbt kunna fokusera på problemet. En jämförelse kan göras till vaksamhet i en organisation som beskrivs i kapitel 3.3. Den skadebegränsande förmågan har ökat genom att en förmåga att snabbt återhämta sig har byggts upp. En viktig faktor som kan vara avgörande för om oväntade uppkomna fel leder till att revisionen förlängs eller inte är när under revisionen felet upptäcks. Om det upptäcks tidigt under revisionsavställningen är chansen större att det hinner åtgärdas inom revisionstiden än om det upptäcks sent.

Ett annat stort problem är när något fel inträffar under uppstart efter revision. Nästan alla problem som då uppstår påverkar revisionstidens längd eftersom personalen inte räknar med fel i uppstartssekvensen.

Efter revisionen sker erfarenhetsåterföring genom en databas där erfarenheter från samtliga revisioner registreras. Det sker ingen officiell utvärdering av riskvärderingen för att ge svar på om de verkliga riskerna identifierats eller om bedömning av sannolikhet och konsekvens utförts skapligt korrekt. I samband med möte inför kommande års revision görs dock en tillbakablick på föregående års revision och de risker som fanns i samband med den.

6 Undersökning av produktionsavbrott

I detta kapitel beskrivs och analyseras två av de undersökta produktionsavbrott som är centrala i detta examensarbete. Först sker en beskrivning av händelsen och information som är relevant i sammanhanget redovisas. Därefter sker en analys av händelsen och resultat av analysen redovisas. Resterande analyser av produktionsavbrott återfinns i bilaga 1.

Orsakerna till produktionsavbrott på ett kärnkraftverk kan vara flera. Dels måste de funktioner som gör det möjligt att driva verket fungera, dels måste säkerhetssystemen fungera för att det ska vara tillåtet att driva anläggningen. Om de inte fungerar måste verket stoppas för åtgärd. SKI (Statens kärnkraftinspektion) ger ut en författningssamling, SKIFS, som anger den samlade kravbilden utifrån kärntekniklagen. Driften på kärnkraftverket styrs främst av STF (säkerhetstekniska driftförutsättningar) som utgör ramen för vilka säkerhetsfunktioner som ska vara driftklara. STF baseras i sin tur på den säkerhetsredovisning som SKI kräver ska finnas, innan en anläggning tas i nukleär drift. Kraven kan exempelvis innebära att anläggningen måste stoppas direkt om något inträffar, eller att åtgärd av säkerhetssystem måste ske inom 24 timmar.

Eriksson (2005)

6.1 Utsliten säkerhetsventil

Här beskrivs ett snabbstopp i juni 2003, orsakat av en utsliten säkerhetsventil i system 354 på Oskarshamn 1. Om inget annat anges kommer informationen om händelsen från OKG (2003h), OKG (2004i), OKG (2004j) och Melkersson (2005).

6.1.1 Systembeskrivning

System 354 är ett säkerhetssystem vars uppgift är att skjuta in samtliga styrtavar¹⁰ i reaktorhärden vid utlöst snabbstopp¹¹. Detta sker genom att systemet förser drivdonen¹² med vatten vid ett tryck som är tillräckligt för att styrtavarna ska skjutas in i härden snabbt. Systemet ska även vid delsnabbstopp skjuta in styrtavarna i reaktorhärden. Delsnabbstopp utlöses vid vissa driftstörningar så att reaktoreffekten reduceras snabbt. Detta sker för att förhindra att störningen blir allvarligare och därmed kräver ett snabbstopp. Eftersom systemet har en viktig säkerhetsfunktion finns det krav på hur många ventiler som måste vara driftklara, och hur länge en snabbstoppsventil får vara ur funktion utan att reaktoreffekten måste sänkas. Därmed är systemet viktigt ur reaktorsäkerhetssynpunkt.

6.1.2 Bakgrund

Ett ångläckage indikerades i en säkerhetsventil i system 354 och ledde till snabbstopp av reaktorn. Under en tid har det indikerats ett mindre läckage från säkerhetsventilen. Läckaget har inte kunnat åtgärdas eftersom ventilen har gemensam ledning med en annan ventil i säkerhetssystemet.

¹⁰ Stavar som förs in i och ut ur reaktorn mellan bränsleelementen. Med hjälp av dessa regleras effekten i reaktorn.

¹¹ Snabbstopp sker om det finns behov av att snabbt minska effektutvecklingen i reaktorn.

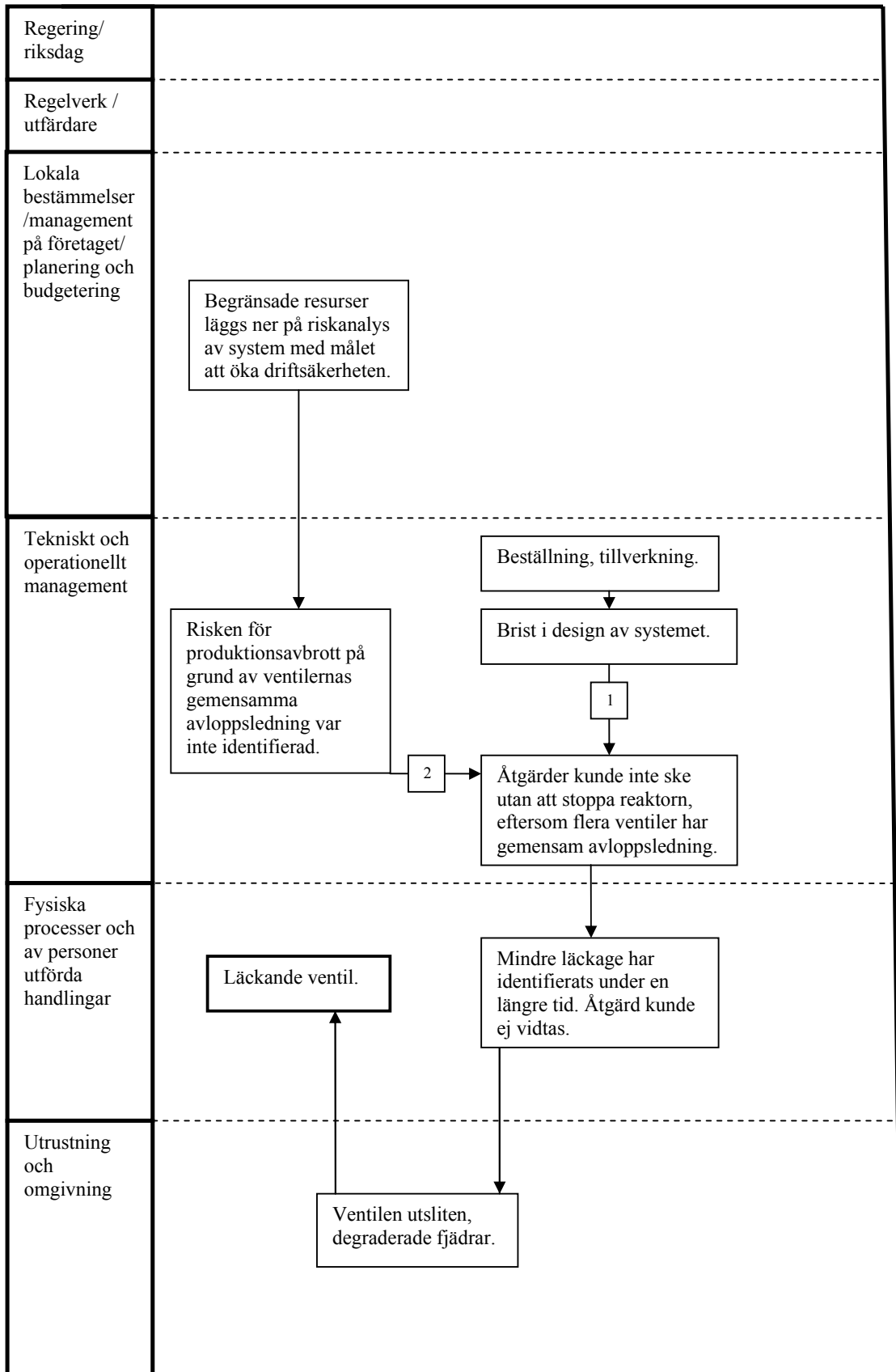
¹² Det är drivdonen som förflyttar styrtavarna.

6.1.3 Orsak

Orsaken kan delas upp dels i det tekniska felet på ventilen, dels i bristen att åtgärd inte kunde ske under drift. Ventilen läckte på grund av degraderade fjädrar i säkerhetsventilen. Säkerhetsventilfunktionen var därmed degraderad på grund av det mindre läckage som pågått under en tid. Proving av ventilen utförs varje år, det är ett lagstadgat provintervall. Eftersom ventilen hade gemensam ledning med en annan ventil kunde den inte stängas av för åtgärd utan att den andra ventilen också påverkades. De två ventilerna får inte vara ur funktion samtidigt, och därmed kunde den berörda ventilen inte bytas ut utan att stoppa reaktorn.

6.1.4 Åtgärder som vidtagits av OKG

Systemet har byggts om så att ventilerna inte längre har gemensam ledning. Därmed kan de bytas ut oberoende av varandra.



Figur 6.1 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

6.1.5 Förklaring till analysen

Ventilen gick sönder på grund av degraderade fjädrar. Fjädrarna var degraderade eftersom det pågått ett läckage under en tid. Åtgärder kunde inte vidtas utan att stoppa reaktorn eftersom flera ventiler var sammankopplade med samma ledning (se figur 6.1).

1. När systemet designades byggdes svagheter in. Det kan ha att göra med hur beställning och tillverkning gick till av systemet.
2. Begränsade resurser läggs på att genomföra riskanalyser av system med avseendet att undersöka påverkan på driftsäkerhet. Det bör påpekas att det inte är säkert att denna risk skulle ha identifierats vid en sådan riskanalys.

6.1.6 Resultat av analysen

En orsak till händelsen grundar sig i systemets design, ett latent förhållande skapat långt tillbaka i tiden. Nackdelarna som gemensam ledning till flera ventiler skapade har antingen inte identifierats, alternativt har risken missvärderats när systemet konstruerades.

Risken systemkonstruktionen medförde (d.v.s. att reaktorn måste stoppas om en ventil ska bytas) har inte heller identifierats i efterhand, vilket bl.a. beror på det latent förhållandet att riskanalys av system med målet att öka driftsäkerheten inte prioriterats. På OKG sker riskanalys av system, men detta är främst inriktat på att säkerställa reaktorsäkerheten, d.v.s. risken för härskada analyseras (se kapitel 5.6). Utveckling av ett arbetssätt som leder till utökade riskanalyser av system med syftet att undersöka risken för produktionsavbrott är under uppbyggnad på OKG.

Den åtgärd som vidtogs på grund av den olämpliga systemkonstruktionen var att systemet byggdes om. Det genomfördes ingen inventering eller liknande för att undersöka hur stort problemet med olämpligt konstruerade system är.

Det kan vara värt att fundera kring hur de årliga proven av ventilerna är utformade. Proven borde säkerställa att ventilen fungerar felfritt under kommande driftsäsong.

6.2 Sprucket tryckoljerör

Här beskrivs en händelse som orsakade oljeläckage i turbinhallen på Oskarshamn 1, och därmed även stopp av reaktorn. Informationen kommer från OKG (2003x) och Widsäter (2005) om inget annat anges.

6.2.1 Bakgrund

I december 2003 upptäcktes ett oljeläckage i turbinhallen. Upptäckten ledde till snabbstopp av turbinen och stopp av regleroljesystemet. Oljeläckaget konstaterades ha uppstått i 411 V2. Röret byttes ut och en oljesanering utfördes innan reaktorn åter startades.

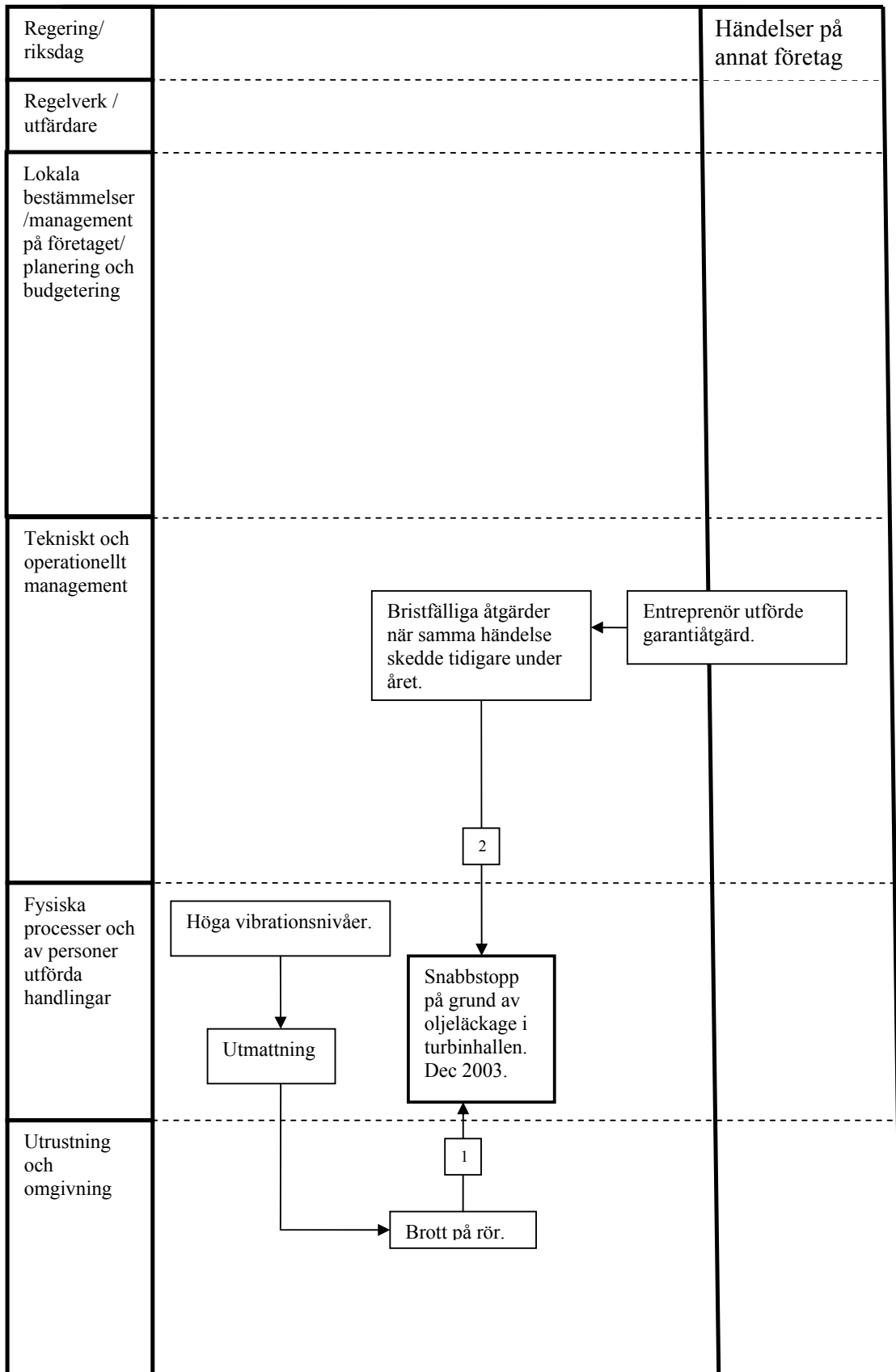
6.2.2 Systembeskrivning

Ventilerna i system 411 reglerar ångtillförseln till turbinen. Turbinen på Oskarshamn 1 är uppdelad i två delar och kopplade till varsin generator. Ventil 411.V1 och V2 är två snabbstängningsventiler som har till uppgift att snabbt stänga ångtillförseln till turbinen. Ventilerna öppnas med oljetryck och stänger med fjäderkraft när oljetrycket försvinner.

6.2.3 Orsak

En materialanalys av det spruckna röret utfördes, det konstaterades att sprickan berodde på utmattning, OKG (2004å). Turbinen installerades under moderniseringen av Oskarshamn 1 som genomfördes under 2002. I början av 2003 sattes verket åter i drift. I samband med igångsättningen efter moderniseringen skedde två liknande läckage. Detta ledde till att berörda rör byttes ut under revisionsavställningen 2003, d.v.s. i mitten av året. Eftersom problemet återkom, och orsaken konstaterades vara utmattning, misstänktes grundorsaken vara vibrationer. Ytterligare problem kunde förväntas och därför utförde underhåll åtgärder tillsammans med företaget som levererat turbinen. De åtgärder som vidtogs var att rören byttes ut mot flexibla slangar, som är mindre känsliga för vibrationer. Denna temporära åtgärd bedömdes vara tillräcklig fram till revisionen 2004, d.v.s. ca sex månader. Under revisionen skedde en förankring av röret och dess tillhörande ventil för att slippa återkommande problem.

Informationen ovan är hämtad från den snabbstopp rapport som gjordes till snabbstoppet i december 2003. Efter ytterligare informationssökning om problemen med oljeläckage i turbinen framkom den information som här följer. I samband med återstarten i början av 2003, efter moderniseringen, skedde en likadan skada. Även vid det tillfället utfördes en materialanalys och orsaken konstaterades vara utmattning OKG (2003å). I efterhand kan det konstateras, med tanke på att felet bedömts bero på utmattning, att mer omfattande åtgärder, liknande de som genomfördes efter händelsen i december 2003, borde utförts redan i början av 2003. Den åtgärd som vidtogs var att berörda rör byttes ut mot likadana, och därför återkom problemet. Orsaken till att åtgärderna inte var tillräckligt omfattande var att det skedde en garantireparation som utfördes av företaget, som levererat turbinen och dess anslutningar som en helhetslösning.



Figur 6.2 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

6.2.4 Förklaring till figuren

1. Det uppstod ett brott på ett rör. Orsaken var utmattning som uppstått på grund av höga vibrationsnivåer (se figur 6.2).
2. Samma händelse skedde tidigare under året. Då genomförde entreprenören en garantiåtgärd. En utredning som OKG genomförde i samband med den händelsen visade att en annan åtgärd än den som entreprenören genomförde var nödvändig.

6.2.5 Resultat av analysen

Det latent förhållandet höga vibrationsnivåer har identifierats i tidigare analyser och är ett återkommande problem på Oskarshamn 1.

Eftersom företaget som levererade turbinen genomförde en garantiåtgärd när skadan inträffade första gången blev åtgärden inte så omfattande, som det visade sig var nödvändigt i den utredning av skadan som OKG utförde. Det är en risk som följer med när ett helhetskoncept köps in. Händelsen kan ses som en indikation på att det är nödvändigt med mer inflytande från OKG:s sida när entreprenörer utför arbete på verket. Eftersom det är OKG som får ta konsekvenserna av produktionsförlust, samtidigt som det genomfördes en utredning av skadan som visade att mer omfattande åtgärder krävdes, bör detta ha åtgärdats ordentligt tidigare. En viktig lärdom är att OKG bör vara med och bestämma mer när entreprenörer utför arbete på verken.

7 Resultat

I detta kapitel ges resultaten från de inträffade händelserna. Först presenteras kortfattat de viktigaste identifierade latent förhållanden och brister i riskhanteringsarbetet. Därefter följer kommentarer till desamma. Åtgärdsförslag ges i nästkommande kapitel.

7.1 Latenta förhållanden som identifierats i analyserna

I detta avsnitt redovisas de latent förhållanden som författaren anser vara de viktigaste orsakerna till de inträffade händelserna.

- Tids- och resursbrist
- Kvalitetsbrist på utfört arbete.
 - Svårtillgängliga arbetsmoment
 - Bristfälliga eller avsaknad av instruktioner.
 - Genomgång före arbete är ingen normal rutin.
 - Kontroll av utfört arbete är i vissa fall bristfällig eller saknas.
 - OKG:s deltagande när entreprenörer utför arbete regleras inte.
 - OKG har stor tilltro till entreprenörens beslut.
 - Personal har inte tillräcklig kompetens för de arbetsmoment som de utför.

7.2 Identifierade brister i riskhanteringsarbetet som inte direkt kan hänföras till undersökta produktionsavbrott

I detta avsnitt presenteras brister i riskhanteringsarbetet som identifierats under arbetet med examensarbetet. Vissa av bristerna kan inte hänföras direkt till driftstörningar, men förtjänar ändå att lyftas fram.

- Bristande säkerhetskultur.
- Åtgärder vid inträffade händelser är för lokala och förhindrar främst en nästan likadan händelse.
- Riskanalys av system med syftet att undersöka påverkan på driftsäkerheten utförs inte i så stor omfattning. Riskhanteringen inom det området är främst reaktivt.
- Riskvärdering innan revision innefattar en stor kategori¹³ vari orsaken till förlängda revisioner oftast återfinns.
- Vid arbeten som är komplicerade utförs en riskanalys för att hantera de risker som arbetet innebär. En brist är att riskanalyserna inte uppdateras under arbetets gång.
- Strukturerad riskbedömning av beslut genomförs inte alltid.
- Vilka av de åtgärder som föreslås i MTO-utredningar som vidtas bestäms av den chef som beställt MTO-analysen. En brist är att detta beslut inte förs upp på högre nivåer i företaget.
- Orsaker till mindre avbrott utreds inte alltid.

¹³ Riskvärdering inför revision delas in i flera olika kategorier. För varje kategori bedöms sannolikhet och konsekvens. Den kategori som det här syftas på heter "Tillkommande arbeten under revision med resursbrist som följd".

7.3 Kommentarer kring latenta förhållanden

I detta avsnitt ges kommentarer kring de latenta förhållanden som identifierats. De återges utan någon inbördes rangordning.

7.3.1 Tids- och resursbrist

Tids- och resursbrist är två allvarliga och vanligt förekommande delorsaker till de händelser som har inträffat. Orsaken till dessa fenomen grundas i företagets ledning och planering. Tidsbrist kan leda till att normala instruktioner och arbetsmoment frångås för att tidsmålet ska uppnås. Rutiner, kontroller, instruktioner och genomgångar sätts åt sidan när de som bäst behövs, d.v.s. när arbete utförs under tidspress. Resursbrist kan leda till att personal med otillräcklig kompetens utför arbete, uppskjutning av nödvändiga åtgärder och begränsad möjlighet att ge stöd till entreprenörer.

7.3.2 Svårtillgängliga arbetsmoment

I vissa fall har svårtillgängliga arbetsmoment varit bidragande orsaker till produktionsavbrotten. Det är viktigt att anpassa verksamheten till detta latenta förhållande. Vid sådana arbetsmoment är det extra viktigt att andra förutsättningar finns för att arbetet ska utföras med hög kvalitet. De stora oönskade händelserna sker oftast vid kombinationer av svårtillgängliga arbetsmoment och i övrigt bristande kvalitetssäkring, något som inte får inträffa.

7.3.3 Genomgång före arbeten, instruktioner och kontroll i efterhand

När ett arbete ska utföras finns det flera olika moment som kan utföras för att säkerställa att det blir kvalitetsmässigt väl utfört. Dessa moment ligger innan arbetet påbörjas (genomgång av arbetet), under arbetet (instruktioner eller checklistor) eller efter arbetet (kontroll). På OKG är det ett av dessa moment som ska finnas vid alla arbeten som utförs, det är kontroll i efterhand för att säkerställa att arbetet blivit korrekt utfört. Vid många svåra arbeten sker alla de tre momenten för att arbetet ska utföras på ett kvalitetsmässigt bra sätt.

I vissa av de analyserade produktionsavbrotten är brister i eller avsaknad av genomgång före arbetet, instruktioner under arbetet och kontroll i efterhand bidragande orsaker.

Eftersom det inte finns krav på att det alltid ska finnas instruktioner och genomgång före arbeten finns det vissa arbeten som utförs utan dessa moment. Momenten saknas vid vissa arbeten som ligger på gränsen till att behöva dem. När detta sammanfaller med brister i kontroll av arbetet i efterhand ökar risken för kvalitetsbrist på utfört arbete.

7.3.4 OKG:s deltagande när entreprenörer utför arbete

Mycket av det arbete som utförs på OKG utförs av inhyrda entreprenörer. Som stöd i entreprenörernas arbete föreslås ett mer aktivt deltagande av personal från OKG. Ett aktivare deltagande från OKG:s sida kunde ha förhindrat flera av de inträffade produktionsavbrotten. Vid vissa arbeten har dock ambitionen från början varit ett aktivt deltagande från OKG. Deltagandet har sedan minskat i omfattning på grund av resursbrist.

7.3.5 Inflytande över entreprenörers beslut och tilltro till deras kompetens

När entreprenörer tar beslut om hur arbete ska utföras på OKG garanterar de att arbetet blir korrekt utfört. Leverantörer kan på liknande sätt försäkra att vissa komponenter ska fungera bra. Besluten tas således av personal anställda av andra företag och deras kompetens kan vara svår att värdera. Om de begår misstag som leder till produktionsavbrott utför de visserligen reparationer m.m. men det är OKG som får ta kostnaderna för de produktionsavbrott som uppstår.

7.3.6 Personal har inte tillräcklig kompetens för de arbeten de utför

En bidragande orsak till några av de undersökta händelserna är att kompetens hos personalen som genomför en insats har varit otillräcklig. I vissa fall beror det visserligen på att en komponent varit olämplig (onödigt komplicerad). Det är dock anmärkningsvärt att kompetensen inte är tillräckligt god.

7.4 Kommentarer kring identifierade brister i riskhanteringsarbetet

I detta avsnitt ges kommentarer kring de brister i riskhanteringsarbetet som identifierats. De återges utan någon inbördes rangordning.

7.4.1 Säkerhetskultur

Säkerhetskultur är ett diffust begrepp och det är därför svårt att direkt härleda några av de delorsaker till de undersökta händelserna direkt till brister i säkerhetskultur. En studie av bristerna antyder dock att säkerhetskulturen i många fall är inblandad. Det bör dock påpekas att ett omfattande arbete med att mäta och förbättra säkerhetskulturen på OKG redan pågår. Om säkerhetskulturen förbättras ännu mer på företaget kommer många andra delar att förbättras samtidigt. Personal med en god säkerhetskultur känner till riskerna med att utföra arbete under olämpliga förhållanden, oavsett om det handlar om bristfälliga instruktioner, för långa arbetspass, att kompetens för ett arbetsmoment saknas eller oacceptabel arbetsmiljö. En god säkerhetskultur leder till att personalen känner ett ansvar att inte utföra arbeten under olämpliga förhållanden. Säkerhetskulturen genomsyrar hela företaget. För att personalen ska känna förtroende att påpeka dessa typer av brister är det av största vikt att de känner ett förtroende från chefer på alla olika nivåer, så att de inte blir betraktade som att sätta käppar i hjulet för företaget. Detta är även sammankopplat med en av de faktorer som en vaksam organisation innebär, d.v.s. respekt för expertis. Den person som utför arbetet är oftast mest lämpad att avgöra under vilka förhållanden som arbetet kan utföras.

7.4.2 Åtgärder är inte tillräckligt övergripande

I många av de analyserade händelserna leder de åtgärder som utförs främst till att en i stort sett identisk händelse undviks. En utveckling av rutiner för framtagande av åtgärdsförslag som kan leda till mer övergripande åtgärder, och därmed minska risken för ett större antal händelser än om åtgärderna blir för lokala är önskvärt. Den åtgärd som vidtogs i samband med att system 354 var olämpligt konstruerat var att systemet byggdes om så att åtgärd av respektive ventil kunde ske utan att stoppa reaktorn, därmed undviks liknande problem i framtiden. Åtgärderna vid denna typ av händelse kan bli mer övergripande. Signalen var i det ovan beskrivna fallet att systemet var olämpligt utformat, åtgärden var att bygga om systemet. Signalen kan istället uppfattas som att det finns system i kärnkraftverket som är olämpligt konstruerade med avseende på driftsäkerheten, och åtgärden kan bli att göra en inventering för att kartlägga dessa system och avgöra var åtgärder bäst gör nytta. Detta är visserligen en omfattande uppföljning, och det bör göras en bedömning om den är ekonomiskt försvarbar. På samma sätt är det när det saknas instruktioner till något arbetsmoment som har orsakat en icke önskvärd händelse. Åtgärdsförslaget blir i det fallet att instruktioner till arbetsmomentet tas fram. Händelsen kan ses som en indikation på att det kan saknas instruktioner även till andra arbetsmoment som det borde finnas instruktioner till. Brister i dokumentationen som identifierades i bilaga B1.12 är ytterligare ett exempel. Det skedde en uppdatering av dokumentationen. Händelsen kan ses som en indikation på att det kan finnas andra brister i dokumentationshanteringen, istället för att endast vidta en lokal åtgärd.

7.4.3 Riskanalyser uppdateras inte under pågående arbete

Vid vissa insatser på kärnkraftverket är det svårt att förutsäga samtliga arbetsmoment som insatsen innebär. Det leder till att de risker som de oförutsedda arbetsmomenten innebär är svåra att identifiera i en riskanalys som genomförs innan arbetet påbörjas. Vid sådana fall sker ingen uppdatering av riskanalysen under arbetets gång. Därmed kommer arbeten att genomföras utan att riskerna som det medför har undersökts.

7.4.4 Strukturerad riskbedömning av beslut som kan få stora konsekvenser

Ibland tas viktiga beslut genom intuitiva bedömningar, utan några direkta riskbedömningar där sannolikhet och konsekvens uppskattas för olika utfall. Besluten dokumenteras, men det sker inte någon formell bedömning av sannolikhet och konsekvens.

7.4.5 Riskanalys av system

Riskanalyser som utförs på system sker främst för att undersöka risken för härskada. I andra hand kommer riskanalys av system med avseende på deras påverkan på driftsäkerhet. Analys av påverkan på driftsäkerheten har dock ökat i omfattning under de senaste åren och en tillgänglighetsmodell är under utveckling. Det verkar vara ett bra initiativ eftersom utformningen av system 354 i händelsen med en utsliten säkerhetsventil (kapitel 6.1) bidrog till att reaktorn var tvungen att stoppas för att åtgärda problemet.

7.4.6 Riskvärdering innan revision

Den riskvärdering som utförs före revision innehåller en kategori som behandlar ”Tillkommande arbeten p.g.a. fel upptäckt under revision med resursbrist som följd”. Denna kategori är mycket stor, samtidigt som orsaken till förlängda revisioner oftast ligger under den kategorin. Eftersom det är en stor kategori är det svårt att identifiera samtliga risker som ingår.

7.4.7 Uppföljning av MTO-analyser

MTO-analyserna leder fram till åtgärdsförslag som den chef som beställt MTO-analyserna får ta ställning till om de ska utföras eller inte. Detta leder till att det finns en viss risk att mer övergripande åtgärder hoppas över och endast de åtgärder som är lätt att vidta utförs.

7.4.8 Orsaker till mindre avbrott utreds inte alltid

Till vissa av de undersökta händelserna har det varit svårt att hitta information om vad som orsakat dem. Det tyder på att orsaker till mindre avbrott inte utreds i den omfattning som kanske är lämpligt.

8 Åtgärdsförslag

I detta kapitel presenteras de förslag på åtgärder som tagits fram. Åtgärdsförslagen kan utveckla riskhanteringsarbetet på OKG och även öka driftsäkerheten.

FÖRSÖK FÖRUTSE HUR TILLDELNING AV TID OCH RESURSER FÖR ARBETEN PÅ KÄRNKRAFTVERKEN KAN PÅVERKA KVALITÉN PÅ UTFÖRT ARBETE! Vid planering i företaget vore det önskvärt med ett mer insiktsfullt synsätt på hur de beslut som fattas kan påverka driftsäkerheten. Ett överdrivet sparande på ekonomiska medel genom att minska nödvändiga personella resurser kan slå tillbaka hårt i form av förlorad produktion. En viss försiktighet är därför att rekommendera när kostnadsbesparing sker genom att dra in på personal. För att de goda förutsättningarna för den breda riskhantering som finns på OKG ska ge bättre resultat är det av yttersta vikt att planering, budgetering och prioriteringar är genomtänkta. Det måste finnas tid och resurser att arbeta på ett sådant sätt som anges i instruktioner och säkerhetsföreskrifter.

UTARBETA ETT KONTROLLSYSTEM SOM SÄKERSTÄLLER ATT NÖDVÄNDIGA MOMENT FÖR ATT ARBETEN SKA UTFÖRAS MED HÖG KVALITÉ FINNS! Många av de undersökta produktionsavbrotten har orsakats av kvalitetsbrister på utfört arbete. För att minska risken för att det ska uppstå kvalitetsbrister på utfört arbete bör kontrollsystemet åtminstone säkerställa att följande moment finns för kvalitetssäkring om det är nödvändigt: Genomgång av arbetsmomenten innan arbetet påbörjas, instruktioner under arbetets gång, kontroll av arbetet i efterhand, stöd till entreprenörer som genomför arbete på anläggningen och kontroll av att personal som genomför arbete har tillräcklig kompetens.

Det bör påpekas att ovanstående moment redan i dagsläget finns vid många arbeten. Eftersom de inte är obligatoriska moment vid alla arbetsinsatser saknas momenten ibland, trots att de är nödvändiga. Ett kontrollsystem kan leda till att det funderas en gång extra om ett moment är nödvändigt eller ej. Därmed minskar risken för att nödvändiga moment saknas.

ETT UTÖKAT SAMARBETE MELLAN OKG-PERSONAL OCH ENTREPRENÖRER BÖR SKE, GENOM ATT OKG ÄR MED OCH PÅVERKAR ENTREPRENÖRERS BESLUT I STÖRRE OMFATTNING ÄN I DAGSLÄGET. Eftersom det är OKG som får ta kostnaderna för produktionsavbrott är det önskvärt om OKG är med och påverkar entreprenörernas arbete och beslut i större utsträckning. Inom OKG finns ofta mycket kunskap om vilka val som är lämpliga. Krav bör därför i större omfattning ställas på att få vara med och besluta om vilka åtgärder som ska genomföras. Detta kan sägas vara en utveckling av en av komponenterna i säkerhetskultur, flexibilitet. Där syftar den främst till att säkerställa att kunskap går före rang och traditionella beslutsvägar vid krissituationer. Flexibilitet kan i detta fall ses som att det är viktigt att organisationen är utformad så att den interna kunskapen används på ett bra sätt, även om arbetet främst utförs av externa resurser.

FORTSÄTT ARBETET MED ATT MÄTA OCH FÖRBÄTTRA SÄKERHETSKULTUREN. SÄKERSTÄLL ÄVEN ATT SÄKERHETSKULTUREN ÄR BRA HOS DE ENTREPRENÖRER SOM ANLITAS AV OKG. Det ställs krav på säkerhetskultur och säkerhetsmedvetenhet hos de entreprenörer som anlitas av OKG.

Det sker dock ingen kontroll av säkerhetskulturen hos entreprenörer, eftersom de inte är med i de enkätundersökningar och intervjuer som genomförs. Tanken är att dessa mätningar även ska omfatta entreprenörer i framtiden. Analysresultaten visar att det är viktigt att säkerhetskulturen hos entreprenörer är god, och därmed bör mätningarna omfatta även dessa så snart som möjligt. För mer information om säkerhetskultur i projekt med flera inblandade parter hänvisas till Hanner & Modig (2005). Där behandlas säkerhetskultur vid omfattande projekt på kärnkraftverk. Förutsättningar för en säker organisation finns redan på OKG i form av instruktioner, rutiner och procedurer m.m. För att dessa ska fungera på bästa sätt är säkerhetskulturen en viktig faktor.

ÅTGÄRDER SOM FÖRESLÅS I SAMBAND MED INTRÄFFADE HÄNDELSER BÖR LEDA TILL ATT ETT STÖRRE ANTAL HÄNDELSER UNDVIKS, ISTÄLLET FÖR ATT FRÄMST FÖRHINDRA ETT ÅTERUPPREPANDE AV DEN SOM REDAN INTRÄFFAT. Detta kan kräva en ny typ av rapport, som syftar till att undersöka om en identifierad lokal brist är mer än en lokal brist som kräver mer övergripande åtgärder. Tanken är att det när en brist identifieras, exempelvis avsaknad av instruktioner, bristfälliga instruktioner, olämpligt konstruerat system, etc. ska leda till att det undersöks hur vanligt det är att det saknas nödvändiga instruktioner, att instruktionerna är bristfälliga eller att system är olämpligt konstruerade. Detta är en av de faktorer som karakteriserar en vaksam organisation (kapitel 3.3), d.v.s. att gå på djupet för att hitta systemsvagheter.

RISKANALYSER SOM GENOMFÖRS INNAN ARBETSINSATSER PÅBÖRJAS BÖR UPPDATERAS UNDER ARBETETS GÅNG OM FÖRUTSÄTTNINGARNA FÖR ARBETET KAN FÖRÄNDRAS UNDER GENOMFÖRANDET. I vissa fall är det svårt att förutse samtliga arbetsmoment innan arbetet påbörjas. Med denna åtgärd kan de aktuella riskerna identifieras och bedömas när så mycket information som möjligt finns om dem.

EN VÄL GENOMARBETAD RISKBEDÖMNING BÖR LIGGA TILL GRUND FÖR BESLUT SOM KAN FÅ INVERKAN PÅ DRIFTTILLGÄNGLIGHETEN. RISKBEDÖMNINGEN UTFÖRS MED FÖRDEL SÅ ATT RISKER OCH MÖJLIGHETER MED OLIKA BESLUTSALTERNATIV VÄGS MOT VARANDRA. När viktiga beslut fattas som kan påverka drifttillgängligheten bör riskerna beslutet medför jämföras med de vinster det kan skapa. Detta bör ske genom någon form av utredning där olika utfall jämförs med varandra och det som anses vara mest ekonomiskt fördelaktigt väljs. OKG bör dock akta sig för att lägga resurser på att välja mellan ungefär likvärdiga alternativ. Om denna avvägning mellan risk och möjlighet utförs på ett strukturerat sätt är det dels lättare att ta ett korrekt beslut, dels ges större möjligheter till att gå tillbaka och undersöka om de antaganden som gjorts varit korrekta eller inte. Därmed utvecklas riskhanteringsarbetet och företaget blir bättre rustat för att i framtiden ta liknande beslut på ett bättre sätt.

RISKANALYS BÖR GENOMFÖRAS AV SYSTEM MED SYFTET ATT UNDERSÖKA PÅVERKAN PÅ DRIFTSÄKERHET I EN STÖRRE OMFATTNING ÄN VAD SOM SKER I NULÄGET. Arbetet med att utföra riskanalyser på system med driftsäkerheten i fokus är redan under utveckling på OKG. Detta verkar vara ett mycket bra initiativ eftersom det uppenbarligen finns system som är olämpligt konstruerade.

Förmodligen finns det samordningsvinster genom att kombinera riskanalyserna så att de omfattar såväl reaktorsäkerhet som driftsäkerhet.

DELA UPP KATEGORIN ”TILLKOMMANDE ARBETEN PÅ GRUND AV FEL UPPTÄCKT UNDER REVISION MED RESURSBRIST SOM FÖLJD” SOM FINNS I RISKVÄRDERING INFÖR REVISION I MINDRE DELAR. För ett underlätta riskidentifiering och riskvärdering kan kategorin delas upp i mindre delar. Därmed skapas bättre förutsättningar för identifiering och värdering av de risker som ingår i kategorin. Det blir lättare att göra en korrekt bedömning av sannolikhet och konsekvens om den risk som bedöms är väldefinierad.

VILKA AV DE ÅTGÄRDER SOM FÖRESLÅS I EN MTO-ANALYS SOM SKA GENOMFÖRAS BÖR AVGÖRAS PÅ HÖGRE NIVÅER ÄN AV DEN CHEF SOM HAR BESTÄLLT ANALYSEN. För att säkerställa att de nödvändiga åtgärderna som föreslås i rapporten verkligen genomförs, är ett förslag att åtgärdsförslagen som MTO-analyserna ger, förs upp på högre nivåer inom företaget. Därmed ökar inte bara förståelsen för de brister som finns i företaget, det blir förmodligen lättare att få ekonomiska resurser för att åtgärda de identifierade bristerna. Ytterligare en anledning att föra upp detta beslut på högre nivåer är att MTO-analyserna är kostsamma och det är därför viktigt att använda resultatet av dem på ett bra sätt. På högre nivåer kan en bedömning genomföras för att undersöka om åtgärderna kan anses vara ekonomiskt försvarbara.

ORSAKER TILL MINDRE AVBROTT BÖR UTREDAS I STÖRRE OMFATTNING ÄN VAD SOM SKER I DAGSLÄGET. Det är viktigt att lärdomar inte bara tas av stora händelser som inträffar. Viktig information om latent förhållanden i organisationen kan erhållas genom att undersöka även orsakerna till små händelser. Jämför i kapitel 3.3 med vad som definierar en vaksam organisation. Varje liten felaktig händelse som inträffar behandlas som en signal på att något är fel i systemet.

9 Diskussion

Riskhanteringen på OKG är väl utvecklad i organisationen. Det finns procedurer, instruktioner, rapportering, erfarenhetsåterföring, lärandeloopar, proaktiv riskhantering, kontroll och arbete med säkerhetskultur m.m. som är viktiga delar av riskhanteringen. Många förutsättningar finns således för att driva kärnkraftverken säkert ur ett tillgänglighetsperspektiv.

Om endast en genomgång av riskhanteringsarbetet på OKG utförts hade det varit mycket svårt att komma med förslag på förändringar som kunde utveckla riskhanteringen på företaget. Det beror på att riskhanteringen på företaget är mycket väl utvecklad i organisationen. Tack vare studier av inträffade produktionsavbrott och revisionsförlängningar har det varit möjligt att ta reda på var förbättringsmöjligheter i riskhanteringsarbetet på OKG finns i praktiken. Förhoppningen med examensarbetet är bland annat att det ska fungera som en språngbräda och inspiration till att skapa en dialog kring ständiga förbättringar i organisationen.

De produktionsavbrott som studerats är mycket olika, och grundar sig i skilda orsaker. Detta har medfört såväl för- som nackdelar. En fördel är att en stor mängd mycket skilda typer av brister kan påvisas. Nackdelen är att det är svårare att säkerställa att bristerna är så allvarliga att de kräver åtgärd, eftersom det kanske bara finns en händelse som antyder det. Om orsakerna till produktionsavbrotten varit mer lika varandra skulle det tydligare kunnat påvisas var åtgärder krävs. Nackdelen hade i det fallet varit att ett mindre spektra av brister hade kunnat identifieras.

Det är viktigt att tänka på ovanstående när eventuella åtgärder som ska utföras till följd av denna rapport utreds. När personal på OKG läser denna rapport och ser vilka brister som identifierats kan de förmodligen i stor utsträckning avgöra vilka av de identifierade bristerna som kan anses vara engångsföreteelser, och därmed kan betraktas som försumbara. Samtidigt kan de dra sig till minnes att vissa brister legat bakom även tidigare problem, som inte kommit med i denna rapport. Därmed kan förmodligen rapporten vara till nytta för personalen på OKG som kan dra egna slutsatser av de brister som identifierats. Med bakgrund av det resonemanget är det bättre att ett större spektra av brister identifieras. Samtidigt går det inte att komma ifrån att osäkerheterna i resultatet är mycket stora. Detta beror främst på att det inte varit möjligt att ta reda på hur allvarlig respektive identifierad brist är. Ytterligare osäkerheter i resultatet beror på att det i några fall varit svårt att identifiera de bidragande orsakerna till händelserna. Detta beror dels på att olika personer har haft olika åsikter om vad som inträffat, och varför, dels beror det på att det i många fall saknas information om händelserna och därmed även om orsakerna till desamma. En annan faktor som bidragit till osäkerheter i resultatet är att det vid val av produktionsavbrott för djupare utredning är mycket möjligt att avbrott som kunnat peka på viktiga brister i riskhanteringsarbetet har missats. Det beror på att det inte fanns någon möjlighet att undersöka alla produktionsavbrott, och en djupare undersökning av avbrotten är nödvändig för att kunna identifiera brister i organisationen. För att erhålla ett mer representativt urval av de undersökta avbrotten kunde ett större antal ha valts ut för en mindre detaljerad analys. Därefter kunde de avbrott som ansetts intressanta studerats mer i detalj.

En förhoppning med examensarbetet är att det ska sporra beslutsfattare att tänka i ett vidare perspektiv och fundera över inom vilka övriga områden liknande brister kan

finnas, även om de inte framkommit i denna undersökning. För att kontrollera om samma brister i organisationen finns kvar om ett antal år kan en undersökning liknande denna återigen genomföras. Genom att samla in samtliga produktionsavbrott under en tidsperiod kan det då undersökas om samma brister finns kvar, eller om nya uppkommit och identifierats.

I vissa av de analyserade avbrotten är det fler faktorer som gjort respektive händelse möjlig. Vissa av dessa faktorer är så viktiga förutsättningar för händelsen att den inte inträffat utan dem. Om händelsen inte skulle ha inträffat så hade inte de andra bristerna som fanns i samband med händelsen identifierats. Därmed hade ingen brytt sig om de bristerna. Resonemanget leder till frågan om hur ofta arbeten utförs på OKG med många brister som aldrig uppdagas eftersom det inte orsakat någon skada. Det ligger nära till hands att anta att det sker en stor mängd arbeten på OKG med mycket brister som aldrig uppdagas.

Många av de undersökta händelserna beror på att normala rutiner och procedurer satts åt sidan. I sådana sammanhang spelar det liten roll att organisationen är uppbyggd på ett väl genomtänkt sätt. Det är främst andra faktorer, som har att göra med säkerhetskultur, som avgör hur väl det system som finns för att säkerställa en säker drift fungerar.

De faktorer som orsakat de händelser som analyserats i detta examensarbete skulle i många fall varit svåra att identifiera genom proaktiv riskhantering. Utveckling av den proaktiva riskhanteringen på OKG som kom i samband med krav från E.ON är bra för att identifiera de stora riskerna företaget ställs inför. Mindre, mer svåridentifierade risker, bör visserligen också de helst hanteras med ett proaktivt angreppssätt. Eftersom det finns svårigheter med det angreppssättet för dessa risker är det extra viktigt att systemet för lärande på företaget fungerar bra.

Händelsen som beskrivs i bilaga B1.8 med skador på härdgaller i samband med åtgärder på nivåmätstutsar är på ett sätt representativt för riskhanteringsarbetet på OKG. Omfattande riskhanteringsarbete utfördes i samband med insatsen. Exempel på det är att konstruktionen kontrollerades av ett oberoende företag och riskanalys genomfördes innan insatsen påbörjades. Trots att så mycket i riskhanteringsarbete utförts innan arbetet påbörjades uppstod skadan. Det visar tydligt att effektiv riskhantering aldrig kan vara en garanti för lyckade insatser. Anledningen till att händelsen är så representativ för riskhanteringsarbetet på OKG är att mycket riskhanteringsarbete genomfördes men små detaljer saknades. En annan sak som är anmärkningsvärt är att det kan uppstå så mycket problem trots att riskanalys av insatsen genomförts. Vid många arbeten på OKG sker inte samma omfattande riskhanteringsarbete. Eftersom det kan gå fel trots omfattande riskhanteringsarbete är frågan hur mycket större sannolikheten är att det blir fel när det inte utförs riskanalys på samma sätt. Det kan vara nödvändigt att omvärdera när riskanalys ska genomföras för att säkerställa att det sker oftare.

De allmänna frågorna om riskhanteringsarbetet på OKG gav ett bra betyg till företaget, de anställda och ledningen. Personalen anser att händelser i största möjliga mån tas omhand genom att nödvändiga åtgärder vidtas. Det finns dock en tendens till att ledningens engagemang ligger på lägre nivåer i Reasons (1997) kategorisering av topp-managements engagemang i vissa sammanhang. Detta bekräftas även till viss del av det som framkom som en brist i riskhanteringsarbetet, d.v.s. att åtgärder är för lokala och att

det inte undersöks hur allvarlig respektive brist är, jämför punkt 4 – rutinåtgärdande i kapitel 3.6.

Sammanfattningsvis kan det sägas att riskhanteringsarbetet på OKG i många avseenden är mycket väl utvecklat. En ständig utveckling och förbättring är ändå nödvändig eftersom det mesta som redan är bra kan göras bättre. Detta examensarbete kan förhoppningsvis bidra till detta utvecklingsarbete. Genom att utveckla riskhanteringsarbetet ytterligare kan antalet driftstörningar minska och därmed öka företagets produktion.

10 Referenser

- Akselsson (2005) Akselsson Roland, Professor i ergonomi och aerosolteknologi, Lunds tekniska högskola, muntlig information, 050520.
- Arbetsmiljölagen (1977) Arbetsmiljöverket (1977:1160), tillgänglig 050923 på: http://www.av.se/regler/arbetsmiljolagen/AML_1juli_2005.pdf
- AV (2005) Arbetsmiljöverket, tillgänglig 050923 på: www.av.se
- Bjålestig (2005) 050931. Bjålestig Ronnie, revisionsplanerare, muntlig information, 050931.
- Dekker (2002) Sidney Dekker, The Field Guide to Human Error Investigations. Ashgate, 2002.
- Ek (2004) Ek Åsa, kurspärm Människa teknik organisation och hantering av risker, Lunds tekniska högskola, 2004.
- Eriksson (2005) Eriksson Jörgen, Miljöchef, OKG, muntlig information, 051103.
- Haage (2005) Haage Monica, säkerhetsingenjör, OKG, muntlig information, 050916.
- Hanner & Modig (2005) Hanner Andreas, Modig Henric, Säkerhetskultur vid omfattande projekt, Lunds tekniska högskola, rapport 5082, 2005.
- Jager (1997) Tillgänglig 050910 på: <http://canteach.candu.org/library/20051718.pdf>.
- Jonsson (2005) Jonsson Sune, koordinator block 2, OKG, muntlig information, 050628.
- Kirwan (1998) Kirwan B, Safety management assessment and task analysis - A missing link? Oxford, U.K.: Elsevier Science Ltd, 1998.
- Koorneef (2000) Koorneef F, Organised learning from small-scale incidents, s 128, Delft University Press, Nederländerna 2000.
- Kristensson (2005) Kristensson Dan, planeringsingenjör, OKG, muntlig information, 050914.
- Lam (2003) Lam James, Enterprise risk management, John Wiley and sons inc, 2003.

Lundell (2005)	Lundell Stefan, revisionsplanerare, OKG, muntlig information, 050614.
Löfström (2005)	Löfström Reidar, bränsleingenjör, OKG, muntlig information, 050931.
Melkersson (2005)	Melkersson Torbjörn, driftingenjör, OKG, muntlig information, 050621.
Nilsson (2005)	Nilsson Stig, driftingenjör, OKG, muntlig information 050919.
Nilsson B (2005)	Nilsson Bo, Kraftteknik AB, muntlig information, 051017.
OKG (2005a)	OKG:s internsida, 050918.
OKG (2005b)	OKG:s ledningsmanual, Ramberg Patric, Reg. nr: 2005-09502.
OKG (2002c)	OKG:s ledningsdokument, Nordlöf Sven, Reg. nr: I-8046.
OKG (2005d)	Anvisning risk management för OKG, Jeanette Möller, Reg. nr: I-8265.
OKG (2005e)	OKG:s internsida, 050912.
OKG (2005f)	Genomförande av MTO-analys av inträffade händelser, , Mats Gustafsson, Reg nr: I-7256.
OKG (2003g)	Snabbstopp rapport, Göran Petersson, 031119, SS-O1-2003/006.
OKG (2003h)	Snabbstopp rapport, Tomas Rydman, 030715, SS-O1-2003/005.
OKG (2004i)	Oskarshamn 1, 2 och 3 - Årsrapport 2003, Sten Ottosson 040212, Reg. nr: 2004-01753.
OKG (2004j)	Oskarshamn 1 – system 354, Hydraulsystem för drivdon, Johan Melkersson, 041130, Reg. nr: I/A2/354
OKG (2003k)	Grundorsak till driftsammanträde – internt läckage genom nivåavblåsningsventil, Sven-Magnus Magnusson, 031118, Reg. nr: 2003-11970.
OKG (2003l)	Oskarshamn 3 – Insatser på system 314 – nivåavblåsningsventilerna vid kortstopp påbörjat den 23 september 2003, Sven-Magnus Svensson, Thomas Kristiansson, , 031014, Reg. nr: 2003-10772.

OKG (2005m)	Oskarshamn 3 – system 314 – avblåsningssystem, Martin Eriksson, 050519, Reg. nr: 3/A2/354.
OKG (2003n)	Oskarshamn 3 – MTO-analys – Täthetsproblem med 314 VA104, Stig Nilsson, 031031, Reg. nr: 2003-11373.
OKG (2005o)	Oskarshamn 1, 2 och 3 - Årsrapport 2004, Sten Ottosson, 050222, Reg. nr: 2005-02382.
OKG (2004p)	Rapportervärd omständigt, Ulf Sjöo, 041222, RO O3-2004/014.
OKG (2005q)	Oskarshamn 1 – Systembeskrivning för system 323 – Sprinklersystem för reaktorhärden, Johan Melkersson, 041109, Reg. nr 1/A2/323.
OKG (2004r)	Oskarshamn 1 – MTO-analys av problem i 354 snabbstoppssystemet, Stig Nilsson, 041216, Reg. nr: 2005-00326.
OKG (2003s)	Oskarshamn 2 – Årsrapport 2002, Lennart Ohlsson, 030318, Reg. nr: 2003-03018.
OKG (2003t)	Oskarshamn 2 – MTO-analys – Härdgaller skadat vid åtgärd av nivåmästutsarna, Mats Gustafsson, 031111, Reg. nr: 2003-11683.
OKG (2004u)	U-revisionsrapport från RA1-03, Stefan Palmberg, 040126, Reg.nr: 2003-13335.
OKG (2004v)	Oskarshamn 1 – system 221 – drivdon, Börje Gunnarsson, 041213, Reg. nr: 1/A2/221.
OKG (2003w)	Revisionsrapport från RA1-03, Stefan Palmberg, 040126, Reg. nr: 2003-13335.
OKG (2003x)	Automatiskt snabbstopp efter manuellt utlöst turbinstopp och stopp av regleroljesystemet, Tomas Rydman, 040705, SS-O1-2003/010.
OKG (2003y)	Snabbstopp p.g.a. manuell stängning av huvudångskalventilerna, system 311, via reaktorskyddet, Peter Widsäter, 040113, SS-O1-2003/009.
OKG (2003z)	Oskarshamn 1 – system 311 – huvudångledningar, Johan Melkersson, 030821, 1/A2/311.
OKG (2004å)	Oskarshamn 1 – Sprucket tryckoljerör till 411.V2 – Skadeutredning, Bengt Bengtsson, 040116, Reg. nr: 2004-00763.

OKG (2003ä)	Oskarshamn 1 – Brustet rör för reglerolja – Bedömning av skadeorsak, Bengt Bengtsson, 030213, Reg. nr: 2003-01776.
OKG (2005ö)	Strategisk plan – OKG 2000, Peter Tern, 050125, Reg. nr: P-5370.
Palmberg (2005)	Palmberg Stefan, underhållskoordinator block 1, OKG, muntlig information, 050931.
Petersson (2005)	Petersson Göran, driftingenjör, OKG, muntlig information, 050610.
Rasmussen (2000)	Rasmussen, J. & Svedung, I, Proactive Risk Management in a Dynamic Society, (PUBR16-224). Räddningsverket, Karlstad, 2000.
Reason (1997)	Reason, James (1997), Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate Publishing Ltd, Aldershot.
Safetech (2003)	Safetech Engineering, Oskarshamn 2 RA 2003 - reparation av nivåmätsutsar – utredning om skada i härdgallret, 031029, Dok. Nr: 12-2003.
Slättengren (2005)	Slättengren, Billy, projektledare, muntlig information 051020.
SKI (2005)	Statens kärnkraftinspektion (SKI) Tillgänglig på http://www.ski.se/page/1/48.html?32157 , 050905.
Weick (2001)	Weick Karl E, Managing the Unexpected, Assuring High Performance in an Age of Complexity, University of Michigan Business School Management Series, John Wiley & Sons, Inc, 2001.
Widsäter (2005)	Widsäter Peter, driftingenjör/projektledare, OKG, muntlig information, 050919.
Wittmark (2005)	Wittmark Sten, underhållskoordinator block 3, OKG, muntlig information, 050819.

B1 Bilaga 1 - Undersökningar av produktionsavbrott

I denna bilaga redovisas undersökningar av produktionsavbrott och förlängda revisioner.

B1.1 Inaktuellt ritningsunderlag vid åtgärdsinsats

I detta avsnitt beskrivs ett avbrott som orsakades av att inaktuellt ritningsunderlag användes vid en underhållsinsats på Oskarshamn 1. Informationen är hämtad från OKG (2003g) och Petersson (2005).

B1.1.1 Bakgrund

Den 11 februari 2003 erhöles snabbstopp i samband med åtgärder i turbinanläggningen. Åtgärderna utfördes på grund av skador på kablage som orsakats av vibrationer.

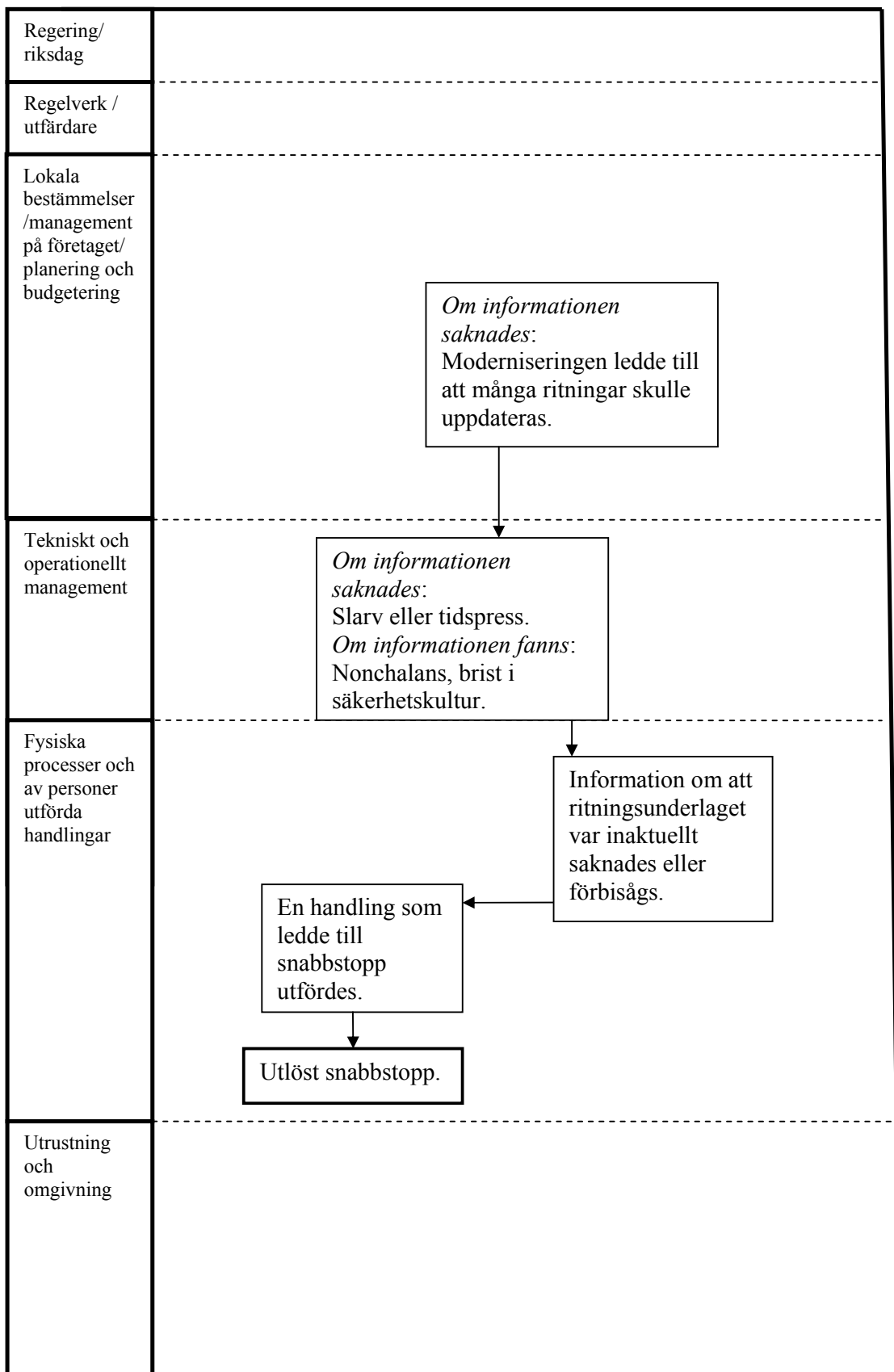
B1.1.2 Orsak

I förberedelsearbetet till underhållsinsatsen hade det förbisetts att den förändring som var nödvändig för att utföra arbetet skulle leda till snabbstopp. Händelsen kunde inträffa eftersom det ritningsunderlag som användes inför insatsen var inaktuellt.

En av anledningarna till att ritningsunderlaget var inaktuellt var att det efter den modernisering som utfördes av Oskarshamn 1 under 2002 var mycket ritningar som skulle uppdateras. För att undvika denna typ av händelse förses ritningar som är under förändring med en stämpel. Därmed vet personen i fråga att ritningen håller på att uppdateras. Det åligger då personen att ta reda på om denna uppdatering påverkar det arbete som ska utföras. I detta fall är det oklart om ritningen hade en stämpel som inte togs på allvar eller om den av misstag saknade stämpel.

B1.1.3 Åtgärder som vidtagits på OKG

Ritningsunderlaget uppdaterades.



Figur B1.1 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.1.4 Förklaring till analysen

Snabbstoppet orsakades av att ett inaktuellt ritningsunderlag användes vid en underhållsinsats (se figur B1.1). Det finns stora osäkerheter angående de bakomliggande orsakerna till händelsen. Antingen har det angivits på den använda ritningen att den var under uppdatering, eller så har denna information av någon anledning saknats. Om information om att ritningen var under uppdatering kan orsaken hänföras till nonchalans eller brist i säkerhetskultur. Om informationen saknades kanske det berodde på att det var många ritningar som skulle uppdateras efter den modernisering som genomfördes på Oskarshamn 1 2002.

B1.1.5 Resultat av analysen

Med det underlag som finns till denna analys går det inte att dra några slutsatser av vilka orsakerna varit till händelsen. Det finns för stora osäkerheter för att kunna ange latent förhållanden och aktiva fel som legat bakom denna händelse. Detta faktum är i sig ett intressant resultat. Anledningen till händelsen borde kanske utretts mer i detalj när den inträffade.

B1.2 Läckande ventiler i system 314

Här beskrivs en händelse med läckande ventiler i system 314 på Oskarshamn 3. Informationen om händelsen kommer från OKG (2003k), OKG (2003l), OKG (2005m) och Wittmark (2005).

B1.2.1 Systembeskrivning

System 314 är ett avblåsningssystem som reglerar trycket i reaktorn. Tryckregleringen sker genom att ånga blåses till en kondensationsbassäng. Systemet är uppbyggt av 16 delar, varje del består av avblåsningsventil eller säkerhetsventil med tillhörande tilllopps- och avblåsningsledning.

B1.2.2 Bakgrund

Strax efter uppgången efter revisionsavställningen 2003 började 314VA105 och VB105 (två ventiler) läcka. Under revisionen hade ett viss underhållsarbete utförts på ventilerna, 6 kulor och säten (delar av ventilen) byttes ut och ersattes med tidigare utbytta kulor och säten som renoverats av en entreprenör.

B1.2.3 Orsaker

Renoveringen skedde genom att kulorna och sätena belades genom laserpåsvetsning på tätytorna. Det påsvetsade materialet var F16 (entreprenörens beteckning). Detta material lades på både säte och kula. Vanligtvis läggs inte samma material på tätytor som går mot varandra, på grund av skärningsrisken. Det skulle dock fungera i detta fall enligt entreprenören. Inslipning av säte mot kulan utfördes av ett annat företag. Ventilerna fungerade dock inte som det var tänkt. I efterhand har entreprenören konstaterat att F16 inte var det bästa materialet för ventildelarna. Ett bättre alternativ hade varit F20 respektive F25 (entreprenörens beteckningar).

Vid besiktning innan demontaget upptäcktes att kulan inte hade rätt stänga-läge, det fanns en avvikelse på några grader. Detta kan vara en bidragande orsak till läckaget. Vid kontaktytan mellan ventilsäte och kula fanns stora repor. Båda avvikelserna fanns på 314 VA105 och VB105.

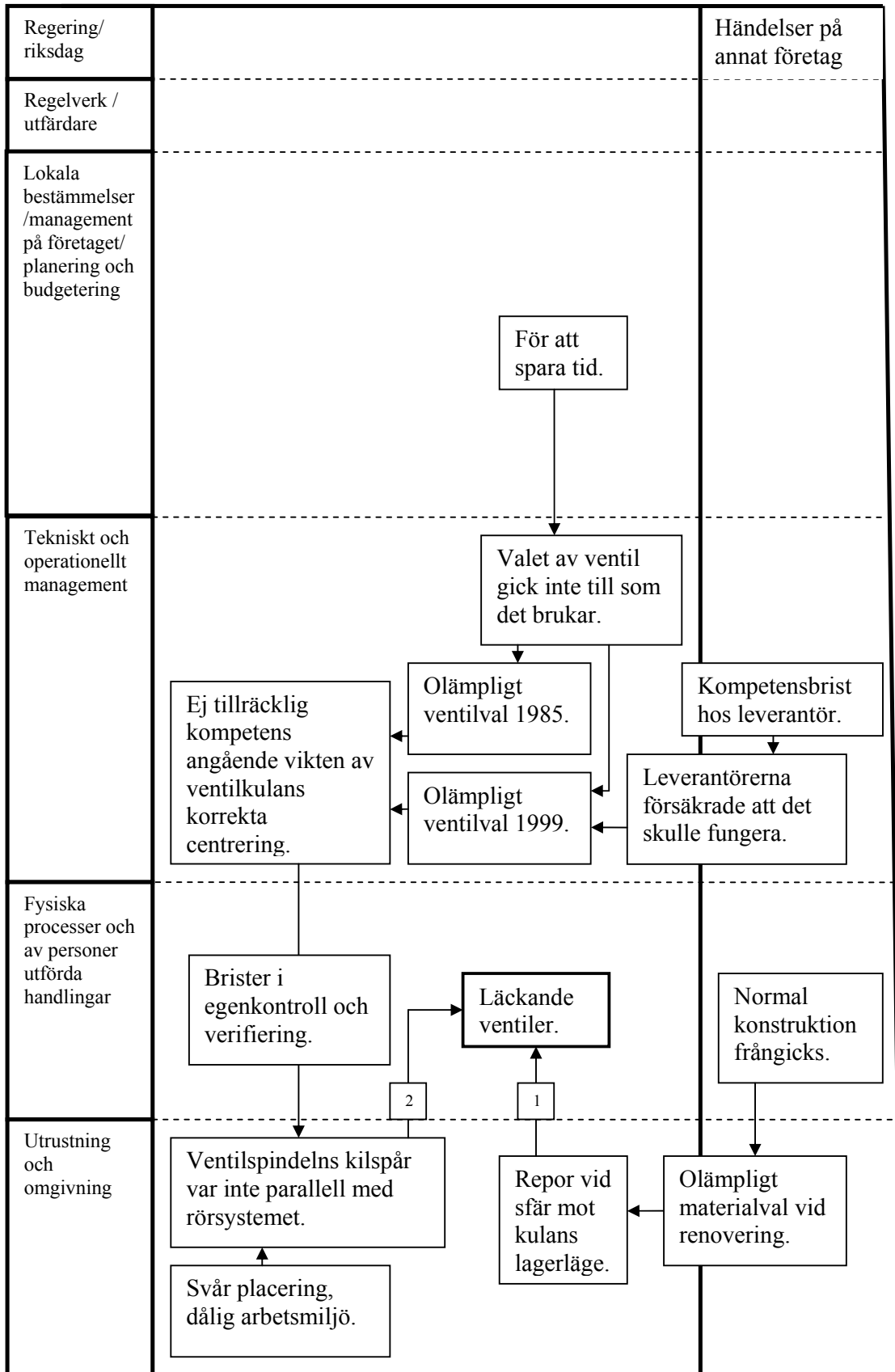
Ventilerna har orsakat mycket problem under flera år eftersom det är en speciell ventiltyp. Här följer en beskrivning med bakgrundsinformation till hur det gick till när ventilerna valdes, enligt Nilsson B (2005). När komponenter för ett visst system ska väljas har OKG en kravspecifikation som ska uppfyllas. Denna specifikation kan exempelvis innehålla krav på trycknivåer, temperaturnivåer och jordbävningsskydd m.m. Kravspecifikationen går sedan ut till flera leverantörer som får ta ställning till den och föreslå vilken komponent de rekommenderar. OKG utvärderar sedan de rekommendationer som inkommit från leverantörerna och det som bedöms vara det bästa alternativet väljs. När de aktuella ventilerna valdes gick inte proceduren till så som den brukar, d.v.s. enligt beskrivning ovan. Detta beror på att det när Oskarshamn 3 byggdes 1985 inte fanns nivåavblåsningsventiler med i det helhetskoncept som köptes in. I ett sent skede kom OKG på att funktionen med nivåavblåsningsventiler önskades och därför gick beställningen av dessa snabbt. Ingen jämförelse med flera leverantörer genomfördes, samma företag som levererat helhetskonceptet blev också leverantör av dessa ventiler. Avsikten var att slippa tidsödande utredningsarbete angående vilka ventiler som var lämpligast. Ventilerna valdes eftersom de var utrymmessnåla och det fanns förmodligen ingen anledning att tro att de skulle vara olämpliga. Ventilerna

krånglade mycket under flera års tid. År 1999 genomfördes ett projekt där ventilerna byttes ut. Trots att ventilerna hade krånglat så mycket ersattes de med samma ventiltyp, d.v.s. kulventiler. Även vid detta tillfälle frångicks de vanliga rutinerna med kravspecifikation och kontakt med flera leverantörer. Det beror på att om en annan sorts ventil hade valts skulle det ha medfört komplicerade och tidskrävande beräkningar. Orsaken är att SKI (Statens kärnkraftinspektion) kräver att den sortens beräkningar utförs om en komponent byts mot en annan. Om komponenten byts ut till en likadan krävs inte denna beräkning. För att slippa det extraarbete som det skulle medfört att byta till en annan sorts ventil sattes samma ventiltyp återigen in. En annan orsak som gjorde att samma ventil återigen sattes in var att leverantören lovade att de nya ventilerna skulle fungera bättre än de gamla. Dessa ventiler satt i till revisionsavställningen 2005, då de efter att ha orsakat mycket problem byttes ut till mer traditionella ventiler.

B1.2.4 Erfarenheter som tagits av händelsen på OKG

Ventilkulans centrering i ventsäte vid stängd och öppen ventil är viktigare än vad underhållsavdelningen på OKG förmodat. Dialogen mellan det mekaniska och det elektriska underhållet måste vara tydligare, speciellt vid återmontage av manöverdon, för att säkerställa att ventilerna får rätt stänga-läge.

En tillbakablick på felanmälningar i systemet visar att de två ventilerna, 314 VA105 och VB105 varit delaktiga i en majoritet av de felanmälningar som skett på system 314. Nivåavblåsarnas placering medför att arbetsmiljön och arbetsmomenten är besvärliga, särskilt besvärlig placering har ventilerna VA105 och VB105. En viktig åtgärd är att arbeten på nivåavblåsarna ska ske utan tidspress.



Figur B1.2 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.2.5 Förklaring till analysen

1. Reporna på sfären orsakades av att ett olämpligt materialval användes vid reovering. Samma material valdes till olika delar på ventilen, något som normalt sett inte är lämpligt. Entreprenören hävdade dock att det skulle fungera i detta fall (se figur B1.2).
2. Montering av ventilen utfördes inte korrekt. Ventilen var av en speciell typ och det krävdes goda kunskaper om hur den skulle monteras för att det skulle bli rätt. Anledningen till att ventiltypen valdes från början (1985) var för att spara tid. Det var också en av anledningarna till att samma ventiltyp valdes om 1999. Ytterligare en anledning till att ventilen valdes om var att leverantören försäkrade att de nya varianterna av ventiltypen skulle fungera bättre än de gamla.

B1.2.6 Resultat av analysen

Ett latent förhållande skapades redan när Oskarshamn 3 byggdes och kulventilerna valdes. Ytterligare latent förhållanden har skapats i och med att arbetsmiljön varit svår. Aktiva fel i samband med dessa latent förhållanden bidrog till händelsen. Det är inte säkert att det var ett felhandlande som begicks när beslut togs om vilken sorts ventil som skulle användas när Oskarshamn 3 byggdes. Beslutet kan mycket väl ha varit självklart vid den tidpunkten det togs. Mycket problem med ventilerna under årens lopp kunde ha setts som signaler på att ventilerna var olämpliga. När ventilerna skulle bytas mot nya 1999 valdes en ventil av samma typ som innan, och problemen fortsatte. Det fanns flera orsaker till att samma ventil valdes återigen, och beslutet var kanske korrekt taget utifrån de förutsättningar som fanns. Eftersom det är svårt att helt förhindra aktiva fel är det viktigt att försöka minska risken för att de ska uppstå. Denna risk minskas genom att försöka undvika att skapa latent förhållanden. Händelsen påvisar vikten av att tänka på vilka konsekvenser ett visst handlande kan ge.

OKG:s tilltro till entreprenörer och leverantörers kompetens har varit en bidragande orsak till denna händelse. Det latent förhållandet finns med när ventilerna reoverades med ett olämpligt material, och när de valdes om 1999, trots att de orsakat så mycket problem.

B1.3 Ventil felvänd i system 314

En ventil monterades fel vid revisionsavställningen av Oskarshamn 3 år 2002. Felmonteringen upptäcktes ungefär ett år senare, i augusti 2003. Information om händelsen kommer från OKG (2003n), OKG (2005m) och Nilsson (2005).

B1.3.1 Systembeskrivning

System 314 är ett avblåsningssystem som reglerar trycket i reaktor. Tryckregleringen sker genom att ånga blåses till en kondensationsbassäng. Systemet är uppbyggt av 16 delar, varje del består av avblåsningsventil eller säkerhetsventil med tillhörande tilllopps- och avblåsningsledning.

B1.3.2 Bakgrund

Under revisionen 2002 monterades ventil 314 VA104 felvänd. Felmonteringen yttrade sig genom läckage och konstiga provsvar vid utförda prov. Det tog över ett år innan felmonteringen identifierades. Ett flertal brister i organisationen bidrog dels till att ventilen monterades fel från början, dels till att det tog lång tid att identifiera densamma.

B1.3.3 Orsaker

Det fanns brister i kontakten mellan det mekaniska och det elektriska underhållet vid montering av ventilen. Slutjustering utfördes inte gemensamt, vilket borde ha skett. Arbetet utfördes av oerfarna entreprenörer. Trots det var uppföljningen av arbetet från OKG:s sida bristfällig. Det saknades en genomgång av förutsättningar innan arbetet startades, användbara underhållsinstruktioner och uppföljning i efterhand.

Ventilen är av sådan typ att den kan monteras fel på många olika sätt. Det är en speciell ventiltyp, en kulventil, normalt används sätesventiler. I bilaga B1.2 står det om hur det gick till när den ventiltypen valdes. Ett viktigt moment vid montage av ventilen är att vrida ventilkulan åt rätt håll. Om den vrids åt fel håll läcker ventilen, eller så blir funktionerna öppna/stäng omvända, beroende på hur många grader fel ventilen monteras. Samma ventiltyp sitter på olika sidor i reaktorinneslutningen. Ventilerna på den ena sidan är spegelvända i förhållande till de på den andra sidan. Detta leder till att det blir ännu svårare att vrida kulan åt rätt håll. Montörerna måste känna till denna skillnad för att kunna vrida ventilkulan rätt. Det visade sig att montörerna inte kände till att ventilerna satt spegelvända. Den underhållsinstruktion som skulle användas vid montering av ventilen användes inte eftersom den av oklar anledning ansågs vara obrukbar.

När ventilerna monterades fel första gången anlätades företaget som hade levererat ventilerna. Personalen på OKG har god erfarenhet av deras tjänster. Vid detta arbete var dock intrycket av personalen som skickades inte lika professionellt. Personal på OKG misstänker att företaget anlitat en underentreprenör som fick utföra uppdraget på OKG. Till grund för misstanken ligger att personalen borde veta hur ventilerna skulle monteras om de kom från företaget som hade levererat ventilerna, och det oprofessionella intrycket som personalen gav.

På senare tid har problem med att entreprenörer hyr in underentreprenörer ökat. Förr gick det att kontrollera vilka företag som gjorde kvalitetsmässigt väl utfört arbete, varefter dessa främst valdes vid underhållsarbeten. I dagsläget går det inte att kontrollera på samma sätt, eftersom entreprenörer anlitar underentreprenörer i en kedja

som är svår att överblicka. Personal från underhållsavdelningen på OKG är endast med i underhållsinsatsens början. De har mycket liten kontroll på det arbete som utförs av entreprenörerna. Detta är ett problem som varit känt länge, och på senare år har det påverkat drifttillgängligheten på OKG.

Mellan revisionsavställningen 2002, när ventilerna monterades fel första gången, och revisionen 2003 (den andra felmonteringen) utfördes flera funktionsprov. Felmonteringen upptäcktes inte vid något av dessa prov, men andra små problem med ventilerna iaktogs och åtgärdades.

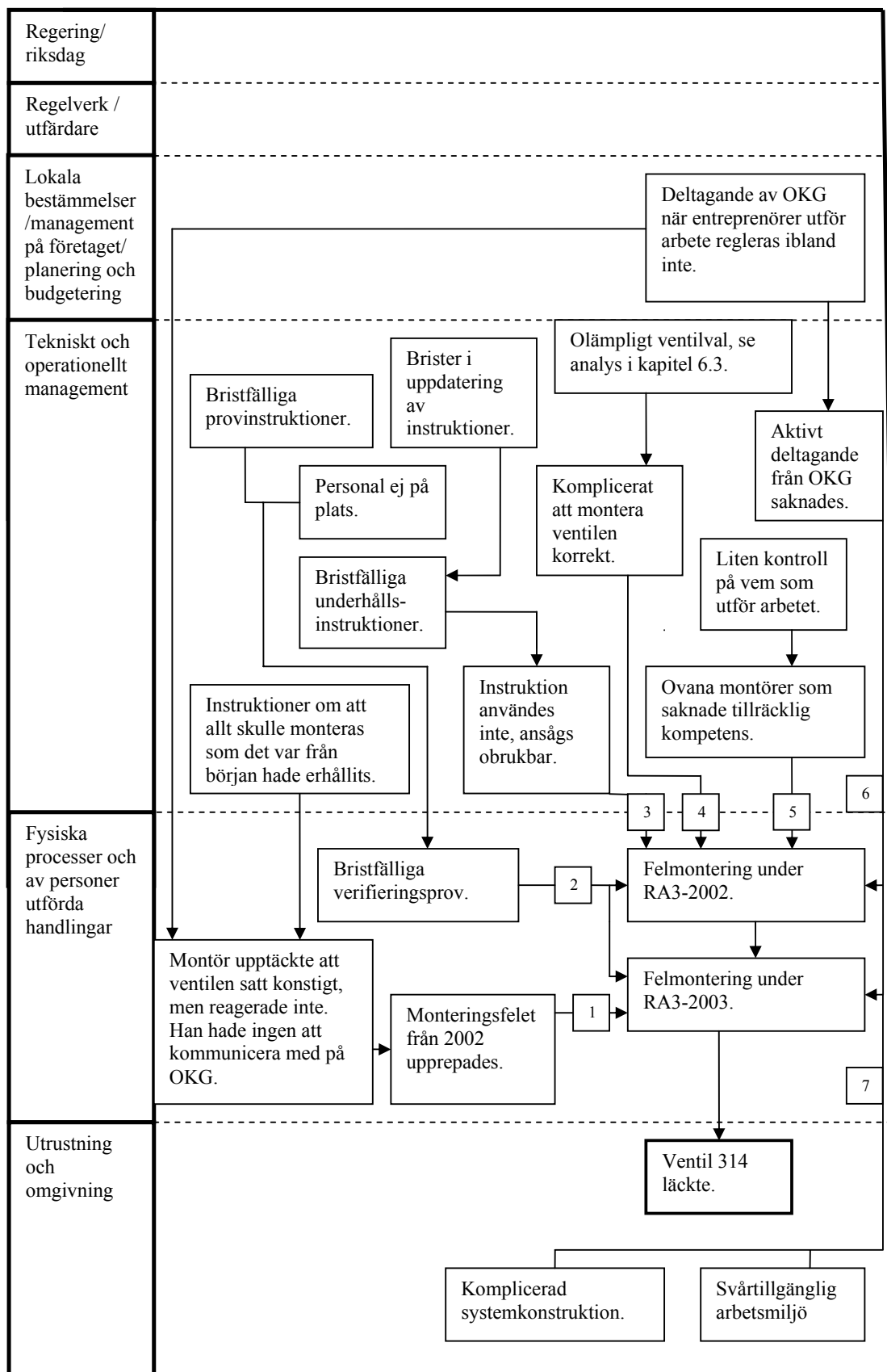
Mycket problem hade identifierats med ventilerna och under revisionen 2003 skulle det ske vissa åtgärder gällande ventilerna. Det är de åtgärder som beskrivs i föregående utredning (bilaga B1.1) där läckande ventiler i system 314 utreds, som genomförs. Vid detta underhåll är det återigen entreprenörer som utför arbetet, dock ej samma som under revisionen 2002. Entreprenörerna var mycket noggranna vid arbetet med ventilerna. Delarna som plockades isär mättes upp noggrant och monterades tillbaka på precis samma sätt för att det skulle bli rätt. Montörerna hade fått stränga order att montera allt precis i samma läge som det var, och de försäkrar vid intervju att de monterat tillbaka delarna precis som de var från början. Underhållspersonal från OKG var inte aktiva i arbetet med ventilerna, trots att ventilerna hade orsakat så mycket problem. Det har inte gått att finna orsaken till detta. Under en intervju med mekanikpersonalen framkom det att en ventil som satt trångt längst in hade ett avvikande läge. Det var ventil 314 VA104 som personen talade om. Iakttagelsen ledde dock inte till någon åtgärd, tankarna på att ventilerna skulle monteras tillbaka på samma sätt som de var från början tog överhanden. Om personal från OKG som kände till hur felet yttrade sig varit med hade den felvända ventilen kunnat identifieras vid denna tidpunkt. Efter detta genomfördes två funktionsprov av ventilen, utan att upptäcka felet. Vid det första provet fanns ingen personal vid ventilen för att kontrollera dess rörelse under provet. Vid det andra provet upptäcktes inte felet eftersom de indikeringar som skulle erhållas också erhöles, men vid fel tidpunkt. Detta märktes inte eftersom svar från processen nästan uteblev och instruktionen inte gav någon vägledning. Vid tremånadersprovet efter dessa prov identifierades felet, d.v.s. att ventilen var felvänd.

Ventilerna är placerade så att de är mycket svåra att komma åt. Montörerna får ligga på rygg och arbeta. Det är svårt att dra bultarna till rätt moment och nästintill omöjligt att kontrollera att arbetet utförts korrekt.

När ventilbytet var klart provkördes ventilen för att verifiera funktionen. Vid provkörningen fanns dock ingen person med kunskap om ventilens funktion vid ventilen. Därmed upptäcktes inte felet på ventilen. Även i samband med start av anläggningen efter revision görs ett prov för att verifiera ventilernas funktion. Provet utfördes tidigare vid en effektnivå som ledde till att det störde neutronflödet och orsakade nästan snabbstopp av anläggningen. Därför fick provet flyttas till ett tillstånd när reaktorn ligger på en annan effekt. Därmed störs reaktorn nästan inte alls av provet. Förändringen leder dock till att operatörerna knappt märker om ventilen fungerar som den ska eller inte. Provinstruktionerna var olämpligt utformade och indikeringarna öppna respektive stängd erhöles när det efterfrågades. Egentligen var ventilen öppen när den indikerade stängd, och vice versa. Flytten av provet ledde till att ventilens funktion skulle kontrolleras genom att undersöka temperaturen efter ventilen, istället för öppna/stäng-indikering som tidigare varit kontrollen. Driftpersonalen var inte medveten

om att flytten av provet ledde till denna förändring i kontroll av processvar. Orsaken till att de inte kände till detta har inte gått att finna.

Dessa omständigheter ledde till att det dröjde länge innan orsaken till felet på ventilen upptäcktes.



Figur B1.3 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.3.4 Förklaring till figuren

1. Monteringsfelet från 2002 upprepades trots att montören iakttog att ventilen hade ett avvikande läge. Det fanns ingen representant från OKG med som montören kunde kommunicera med. Om det hade funnits någon personal från OKG kanske den felmonterade ventilen hade åtgärdats vid den tidpunkten (se figur B1.3)
2. Verifieringsproven var bristfälliga. Dels var provinstruktionerna bristfälliga, dels fanns personal inte på plats vid provet för att kontrollera funktionen.
3. Instruktionen för montering av ventilen användes inte när montering skedde eftersom den ansågs obrukbar.
4. Det var komplicerat att montera ventilen korrekt eftersom valet av ventil var olämpligt (mer om detta i bilaga B1.2).
5. De montörer som genomförde monteringen var ovana och saknade tillräcklig kompetens. En anledning till det är att OKG har liten kontroll på vem som utför arbeten när entreprenörer anlitar underentreprenörer.
6. Aktivt deltagande från OKG saknades både 2002 och 2003. Det finns inte reglerat att det alltid ska finnas representanter från OKG med som stöd till entreprenörer, men vid många fall finns det eftersom det anses vara nödvändigt.
7. Komplicerad systemkonstruktion och svårtillgänglig arbetsmiljö har också bidragit till händelsen. Monteringspersonalen var inte medveten om ventilernas placering (d.v.s. att de var spegelvända på olika sidor i reaktorinneslutningen).

B1.3.5 Resultat av analysen

Ett flertal latenta förhållanden har bidragit till händelsen. När entreprenörer utför arbete på OKG finns det inte alltid reglering av deltagande från OKG:s sida. Detta är förmodligen ett beslut som fattats någon gång, och det är möjligt att det var ett korrekt beslut. Det är också möjligt att riskerna med beslutet inte undersöktes. Eftersom ventilerna orsakat så mycket problem året innan revisionen 2003 kan det i efterhand anses lämpligt att personal från OKG, som visste hur felet yttrade sig, skulle ha varit med vid monteringen 2003. Eftersom OKG inte alltid är med och hjälper entreprenörer vid underhållsarbeten finns det en risk att arbeten som ligger på gränsen till att behöva stöd från OKG, inte får det. Även i denna analys återkommer de latenta förhållandena från föregående analys, d.v.s. svår arbetsmiljö och att en komplicerad ventil valts.

Ytterligare latenta förhållanden återfinns i instruktioner. Dels var de instruktioner som skulle användas vid monteringen av ventilen bristfälliga, dels var instruktioner i samband med hur ventilen skulle provköras olämpligt utformade. Instruktioner vid underhållsarbete är inget absolut krav. Det finns dock instruktioner till många arbetsmoment. Enligt Nilsson (2005) ska instruktionerna uppdateras vart femte år, uppdateringen går i praktiken till så att instruktionen läses igenom varefter en signatur skrivs. Ordentlig uppdatering av instruktionerna sker endast när något gått snett.

Misstankar fanns att det företag som anlits för att utföra monteringen av ventilen 2002 hyrt in underentreprenör. Det kan ses som ett latent förhållande att det finns begränsad kontroll av vem som utför arbetet. Möjligheterna att kontrollera detta bör eventuellt utredas vidare.

B1.4 Fellindade magnetpoler

Här behandlas en händelse där fellindade magnetpoler orsakat ett produktionsavbrott. Följande information kommer från OKG (2005o), OKG (2004p), OKG (2005m) och Wittmark (2005).

B1.4.1 Bakgrund

Fredag den 26/11-04 utfördes ett skalventilprov vid 65 % effekt och midsäsongsprov av 314 säkerhets- och avblåsningssystem. För manövrering av 314 VC2 öppnas den elektriska styrventilen 314 VC22. När öppnaorder gavs till VC22 öppnade styrventilen och huvudventilen VC2 med godkända tider, men ca 2 sek efter öppnaorder erhöles ställverksfel på VC22 och den stängde. Ventil 314 VC22 felanmäldes.

B1.4.2 Systembeskrivning

System 314 är ett avblåsningssystem som reglerar trycket i reaktorn. Tryckregleringen sker genom att ånga blåses till en kondensationsbassäng. Systemet är uppbyggt av 16 delar, varje del består av avblåsningssystem eller säkerhetsventil med tillhörande tilllopps- och avblåsningssystem.

B1.4.3 Orsak

Felsökning påbörjades och det kunde konstateras att två säkringar för manövreringen av styrventilen 314 VC22 hade löst ut. Säkringarna byttes ut och ställverksfelet försvann. Omprovning av ventilen utfördes senare när verket gick på full effekt. Vid omprovningen av 314 VC2 öppnade inte styrventilen på öppnaorder och ställverksfelet återkom. Det konstaterades återigen att säkringarna hade löst ut. Vid en grundorsaksanalys visade det sig att säkringarna löst ut på grund av kortslutning i magnetpolen VC22.V1 till styrventilen VC22. Kortslutningen berodde på att en lödanslutning på spolen hade nött hål på isoleringen mot lindningen. Spolarna monterades under revisionsavställningen 2004. Det speciella med dessa spolar var att skarvarna var upphöjda på lindningen. Detta ledde till att skarvarna hade legat mot spolhuset. Vid uppvärmning hade trycket mellan huset och spolen ökat och förorsakat en så kallad varv kortslutning, det fanns ett tydligt brännmärke. Felet hade alltså att göra med hur lindningen av spolarna gått till. Lindningen hade utförts med dålig kvalitet.

I beställningen av spolarna framgick att de skulle vara likadana som vid ursprungsleveransen. OKG kunde inte specificera mer noggrant eftersom de inte hade tillgång till tillverkningsritningarna.

Spolarna levererades av ett företag, men tillverkas av ett annat. De hade bytt producent och den nya producenten hade inte fått tillräcklig information angående vad spolarna skulle användas till, d.v.s. monteras i ett spolhus med en viss diameter.

OKG utför en leverantörsbedömning av alla som levererar till företaget. För att säkerställa att rätt komponenter levererats utförs alltid en mottagningskontroll av de komponenter som levereras. I detta fall var det inte möjligt att upptäcka felet eftersom det blir synligt först då spolen plockas isär.

OKG har ingen kontroll på när leverantörer byter producent. Ökade problem med felaktiga leveranser har skett de senaste fem åren till följd av att alltmer produktion flyttas mellan olika länder. I många fall är det fråga om specialkomponenter som behövs

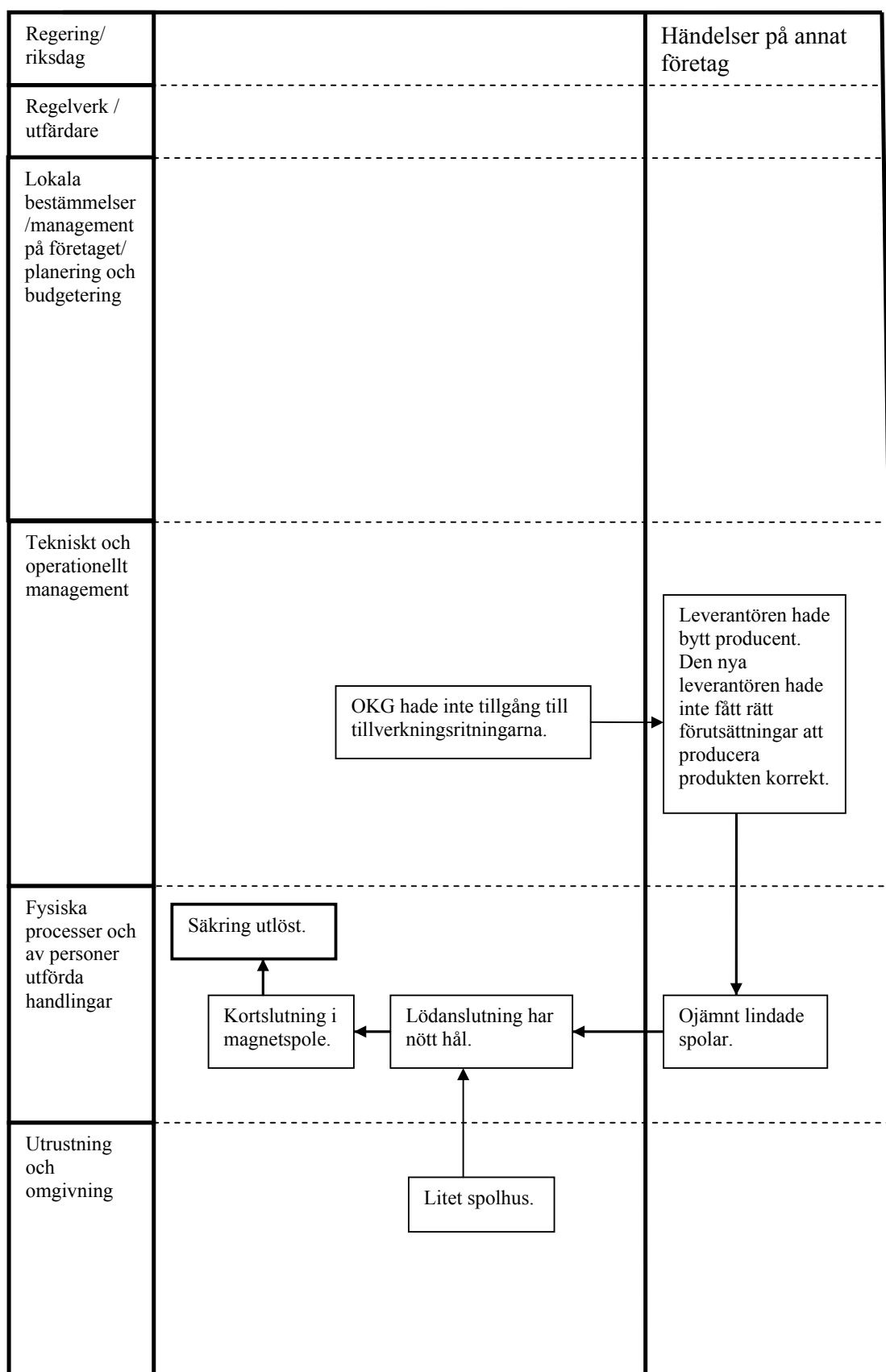
till anläggningarna. Ett ytterligare exempel på hur detta ledde till problem var när nya är rotorerna till reservpumparna skulle beställas. De hade inte beställts sedan O3 byggdes 1982. Detta ledde till problem med måttoleranser eftersom kunskapen hos leverantören om hur viktig den angivna noggrannheten var, inte längre fanns kvar.

För att minska risken för problem i samband med beställning av specialkomponenter utförs noggranna beställningsunderlag och tekniska specifikationer. Vid avancerade konstruktioner finns personal från OKG med vid produktionen för att säkerställa att det sker enligt de krav som ställts. Trots tekniska specifikationer finns det risker med specialkomponenter. I en fabrik där personalen är van att tillverka en komponent i tusental är det lätt hänt att det blir fel om det kommer in en liten order på ett tiotal komponenter med ett särskilt utförande.

B1.4.4 Lärdomar tagna på OKG

Leverantören har levererat 15 magnetpoler av denna sämre lindade typ. Av dessa finns 10 i anläggningen som monterades under RA3-04, varav 2 funnits sedan RA3-03 och 2 plockats ur av andra orsaker. Det finns risk att felet är systematiskt, men det finns inget som påvisar att det är några problem med de andra styrventilerna. Samtliga fellindade magnetpoler byttes ut under revisionen 2005.

Den lärdom som har tagits på OKG för att förhindra liknande händelser är att det vid beställningar ska ännu tydligare framgå att utförandet skall följa tidigare leveranser och förändringar skall meddelas OKG.



Figur B1.4 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.4.5 Förklaring till figuren

Eftersom spolarna sitter i ett litet spolhus¹⁴ är det viktigt att de lindas korrekt, för att önskad funktion ska erhållas. Den leverantör som levererade spolarna hade bytt producent, som inte fått rätt förutsättningar för att kunna producera spolarna korrekt. Det berodde delvis på att OKG saknade tillverkningsritningar (se figur B1.4)

B1.4.6 Resultat av analysen

Ett latent förhållande som bidragit till händelsen är att OKG inte har kontroll över vem som producerar de produkter som beställs. Eftersom beställningen går i flera led innan den kommer till slutproducenten kan viktig information försvinna på vägen. En lärdom som togs av händelsen var att det tydligare skulle framgå att komponenterna ska vara av samma utförande som vid ursprungsleveransen. Det är en bra lärdom som har tagits av händelsen och förhoppningsvis förhindrar det att producenter saknar information som är viktig för att kunna producera komponenten på ett korrekt sätt. Ytterligare ett latent förhållande är att spolhuset är så litet att spolens lindning kan påverka funktionen.

¹⁴ Spolen placeras i ett spolhus.

B1.5 Ledning brister på grund av bristfälliga rörstöd

Här beskrivs en händelse där en ledning brister på grund av att dess tillhörande rörstöd varit bristfälliga. Informationen kommer från OKG (2005o), OKG (2005q) och Wittmark (2005)

B1.5.1 Bakgrund

Vid montagebesiktning av rörstöd till ledningar i system 323 under revisionsavställningen på Oskarshamn 3 2004 upptäcktes att en ledning vid en anslutningssvets gått av ca 50 % av rörets omkrets. En identisk skada inträffade 2002-03-04 då det beslutades att rörstöden i system 323 skulle kompletteras. Denna komplettering skulle ske ett par dagar efter att det andra brottet uppstått.

B1.5.2 Systembeskrivning

I reaktortanken finns vatten för att kyla härden. System 323 är ett sprinklersystem som vattenbegjuter härden om det vatten som finns i reaktortanken skulle försvinna. Vattnet tas från kondensationsbassängen.

B1.5.3 Orsak

En undersökning av skadan genomfördes i stereomikroskop. Det kunde konstateras att skadan orsakats av utmattning, på grund av höga vibrationsnivåer. Inget fel på material eller svetsning har kunnat konstateras. Skadan skedde i sub¹⁵ B där drifttiden för system 323 är längst med ca 1500 timmar per år vilken ger en viss vibrationspåverkan.

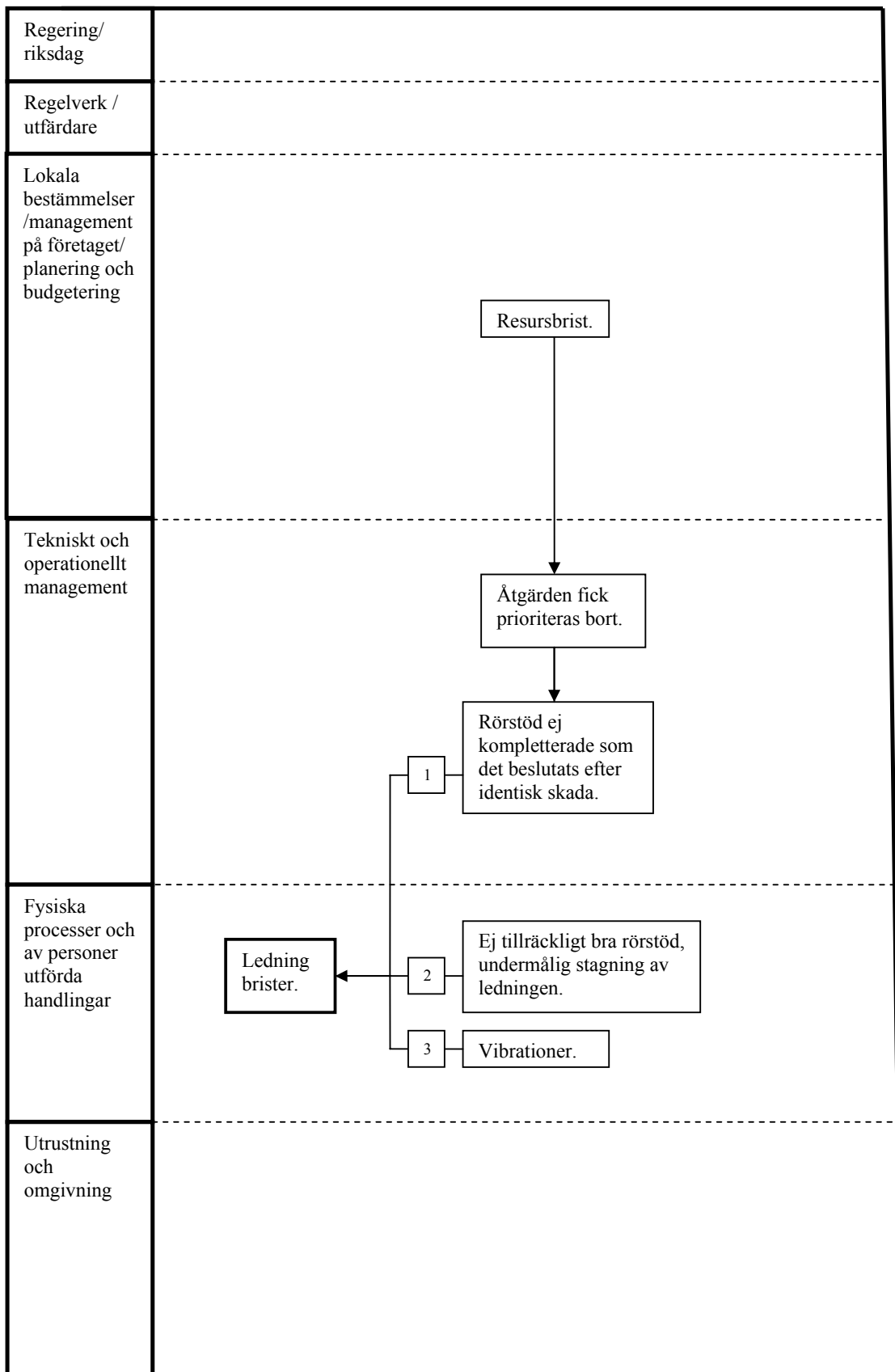
Stagningen av ledningarna utfördes inte tillräckligt bra när de monterades. Arbetet utfördes dock som ritningen angav. Det hade varit fördelaktigare att utföra stagningen på ett annat sätt. Information om varför stagningen var bristfällig från början har inte hittats, därför inriktar sig denna analys främst på att undersöka hur det kommer sig att händelsen har kunnat ske två gånger, med två års mellanrum, utan att åtgärder vidtagits.

Anledningen till att åtgärder inte vidtagits tidigare kan tillskrivas resursbrist. På avdelningen teknik fanns det inte tillräckligt med resurser för att utföra åtgärden snabbare. Det fanns andra saker som var viktigare och prioriterades därför högre.

B1.5.4 Lärdomar som tagits av händelsen på OKG

Den första skadan upptäcktes under 2002 men montage av rörstöd skulle inte genomföras förrän under RA3-04. För att undvika liknande problem i framtiden ska det skapas en dialog inom OKG angående vilken prioritet olika beslut ska ha.

¹⁵ Säkerhetssystemen är uppbyggda av olika subar. Det innebär att det finns fler uppsättningar av samma system, som fungerar oberoende av varandra, om det ena skulle felfungera.



Figur B1.5 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.5.5 Förklaring till figuren

1. En identisk skada inträffade två år tidigare, och beslut om åtgärd togs. Åtgärden hann inte utföras eftersom den fick prioriteras bort. Det fanns andra saker som ansågs vara viktigare. Resurser saknades för att hinna med alla de åtgärder som var nödvändiga (se figur B1.5).
2. Rörstöden var dåliga från början, trots att de utfördes som bestämt. Anledningen till detta har inte gått att finna.
3. Vibrationer är ett återkommande problem. Orsaken till vibrationerna har inte undersökts närmare.

B1.5.6 Resultat av analysen

Resursbrist är ett latent förhållande som delvis orsakat händelsen. Eftersom det fanns begränsade resurser på avdelningen som skulle utföra åtgärden var en prioritering nödvändig. Därmed sköts åtgärden på framtiden. Det är viktigt att inte lägga skulden på personalen som tog detta beslut. Förmodligen fanns det andra saker som ansågs vara viktigare. Händelsen ledde till att en bättre dialog angående prioritet av åtgärder skapades på OKG, vilket var en bra åtgärd. Händelsen bör uppmärksammas på ledningsnivå eftersom den visar hur undermålig tilldelning av resurser kan slå tillbaka på drifttillgängligheten. Det är samtidigt viktigt att påpeka att tilldelningen av resurser kan ha varit korrekt, den tilldelningen kan ha varit mest ekonomiskt fördelaktig. Händelsen visar dock tydligt vad begränsade resurser kan bidra till, och kan därför ses som en lärdom när resurser ska fördelas.

När rörstöden monterades fanns brister i stagningen. Det är ett latent förhållande som orsaken till inte gått att finna.

Vibrationer är ytterligare ett latent förhållande. Mycket resurser har lagts ner på att försöka minska vibrationsnivåerna, men det är mycket svårt.

B1.6 Ventil i system 354 monterades felvänd

I detta kapitel beskrivs en händelse med en felmonterad ventil i system 354. Informationen om denna händelse kommer från OKG (2004r), OKG (2004j) och Nilsson (2005).

B1.6.1 Bakgrund

Vid utbyte av ventil 354 V401 vändes ventilen fel när den monterades. Detta ledde till att den var öppen när den skulle vara stängd, och stängd när den skulle vara öppen.

B1.6.2 Systembeskrivning

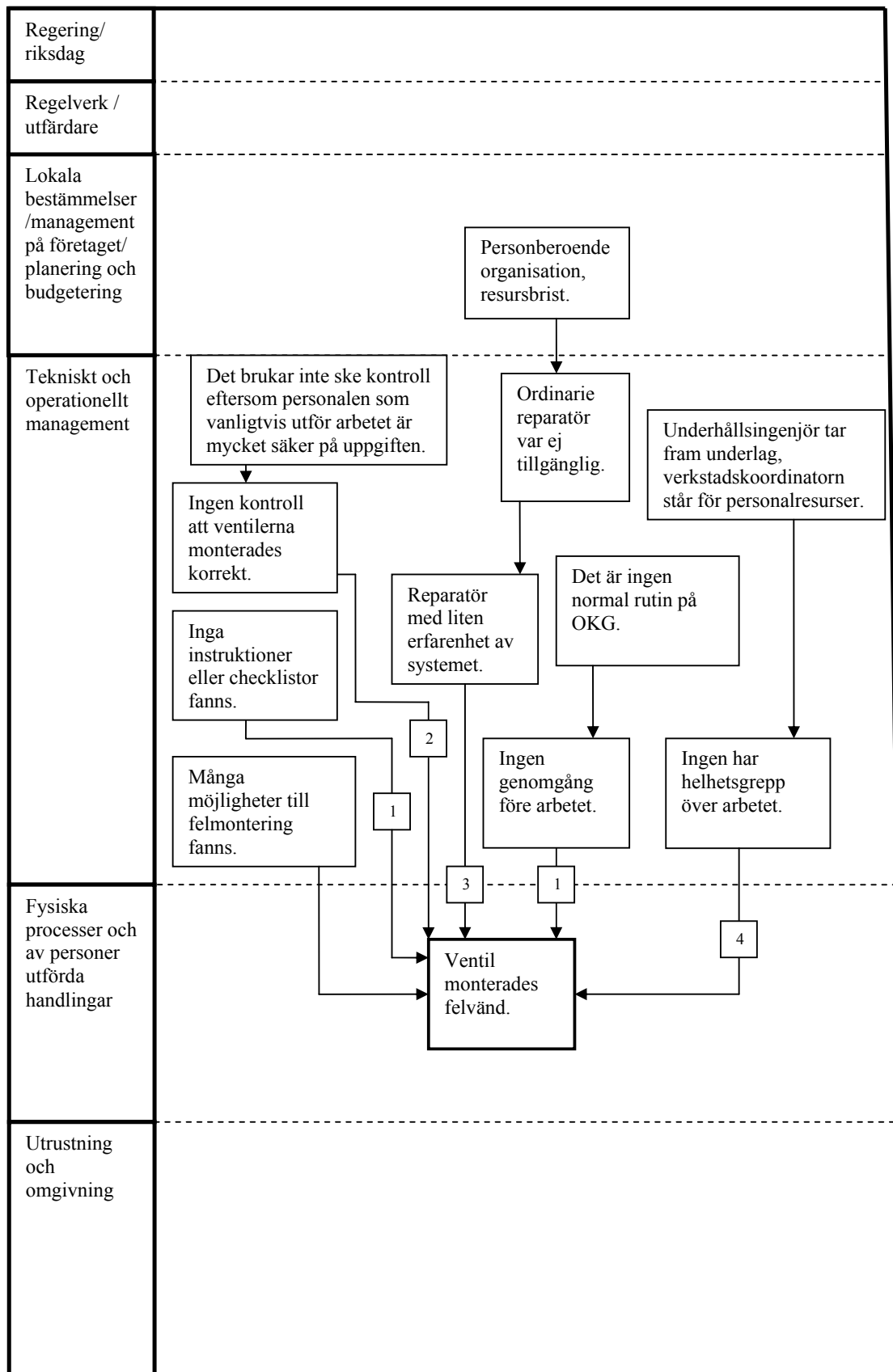
System 354 är ett säkerhetssystem vars uppgift är att skjuta in samtliga styrtavlar i reaktorhärden vid utlöst snabbstopp. Detta sker genom att systemet förser drivdonen med vatten vid ett tryck som är tillräckligt för att styrtavarna ska skjutas in i härden snabbt. Systemet ska även vid delsnabbstopp skjuta in styrtavarna i reaktorhärden. Delsnabbstopp utlöses vid vissa driftstörningar så att reaktoreffekten reduceras snabbt. Detta sker för att förhindra att störningen blir allvarligare och därmed kräver ett snabbstopp. Eftersom systemet har en viktig säkerhetsfunktion finns det krav på hur många ventiler som måste vara driftklara, och hur länge en snabbstoppsventil får vara ur funktion utan att reaktoreffekten måste sänkas. Därmed är systemet viktigt för driftsäkerheten.

B1.6.3 Orsaker

Händelser som kan anses vara bidragande till bristerna i monteringen började redan ske i inledningen till arbetet. Underhållsingenjören tog fram underlag och förutsättningar för ventilbytet. Verkstadskoordinatören stod för personalresurserna. Det fanns ingen som hade det övergripande ansvaret för insatsen. Förr fanns det arbetsledare som hade bra överblick och kontroll av underhållsarbeten. Dessa har rationaliserats bort eftersom de ansågs vara för outnyttjade. De behövdes bara när behovet av underhåll var stort, d.v.s. under sommarhalvåret. Nu är ansvarsförhållandena mer komplicerade och det är ingen som har helhetsgreppet över underhållsarbeten.

Den reparatör som först skulle utföra arbetet fick lämna över till en annan person eftersom ett annat arbete som han var tvungen att göra kom emellan. Den reparatör som fick utföra arbetet höll på med ett arbete som han hade hoppats på skulle vara klart till kvällen. Han fick avbryta det för att byta ventilen i system 354 istället. Den person som brukar utföra ventilbytena i system 354 var inte tillgänglig för tillfället.

Ventilen var av typen kulventil. Vid montering av dessa ventiler är det viktigt att de monteras rättvända, att stoppbrickan (en ventildel) är rättvänd och att ventilen står i rätt läge (öppen/stängd) innan den monteras. Det fanns således många möjligheter för felmontering av ventilen. Det fel som begicks var att ventilen monterades i det läge den hade från förrådet, d.v.s. öppen, den borde monterats stängd. Innan arbetet påbörjades skedde ingen genomgång av arbetsmomentet. Detta beror på att det inte är någon normal rutin på OKG. Det saknades även vägledning i form av instruktion eller checklista. Efter utfört arbete skedde ingen kontroll av att ventilerna blivit korrekt monterade. Detta berodde på att OKG:s personal som normalt utför arbetet är så rutinerade att kontroll i efterhand aldrig varit nödvändig. Den ordinarie montören var ledig denna dag, och ingen tänkte på att rutiner i form av genomgång före arbetet och kontroll efteråt var nödvändig, eftersom en ovan montör genomförde arbetet.



Figur B1.6 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.6.4 Förklaring till figuren

1. Det fanns inga instruktioner eller checklistor till detta arbete, genomgång innan arbetet påbörjades saknades också. Inget av dessa moment är obligatoriskt, men finns vid insatser som anses behöva det (se figur B1.6)
2. Det skedde ingen kontroll av att ventilerna monterades korrekt. Normalt ska kontroll av utfört arbete alltid ske, men eftersom personalen som utför denna insats normalt sett är mycket säker på uppgiften, brukar kontroll inte genomföras. När en ovan montör var tvungen att genomföra arbetet hoppades kontrollen över, eftersom ingen tänkte på att en kontroll som aldrig brukar vara nödvändig, helt plötsligt behövdes.
3. Reparatören hade liten erfarenhet av systemet. Den ordinarie montören var inte tillgänglig, och därför var en oerfaren reparatör tvungen att genomföra arbetet. Anledningen är att ett visst personberoende finns i organisationen.

B1.6.5 Resultat av analysen

Ett latent förhållande är att det inte alltid ska ske genomgång av arbetet i förväg. Detsamma gäller instruktioner och checklistor under arbetets gång. De beslut som ligger bakom dessa förhållanden kan sägas ha varit med och skapat förutsättningar för att händelsen skulle kunna inträffa. I detta fall genomfördes inte heller någon kontroll i efterhand. Ett latent förhållande skapades genom att rutinen med kontroll i efterhand försvunnit allteftersom personalen känner sig säker på att utföra arbetsmomentet. Ett ytterligare latent förhållande i form av resursbrist leder till att sannolikheten för det aktiva felet, d.v.s. felmonteringen ökade.

Vid detta arbete saknades såväl genomgång och information innan arbetet påbörjades som instruktioner under arbetet och kontroll av arbetet i efterhand. Av dessa tre moment är det bara ett som alltid skall följas, det är kontroll i efterhand, Nilsson (2005). Till många arbeten finns även genomgång innan och instruktioner att följa under arbetets gång. Eftersom det endast är krav på att det ska ske kontroll i efterhand blir risken större för att fel ska begås än om ett ytterligare moment också alltid skulle ske. MTO-analysen som genomfördes hade som åtgärdsförslag bl.a. att instruktioner för arbetsmomentet skulle tas fram.

Vid denna insats fanns det ingen som hade helhetsgrepp över det arbete som skulle utföras. Det är ett latent förhållande som lätt kan leda till misstag.

Ytterligare latent förhållanden har byggts in i organisationen genom att det finns ett visst personberoende. När den ordinarie reparatören inte var tillgänglig fick en person som inte hade rätt kunskap utföra arbetet.

B1.7 Ogiltigt drifttillstånd

Här beskrivs en händelse där ett drifttillstånd gått ut på Oskarshamn 2 2002. Informationen kommer från OKG (2003s) och Jonsson (2005).

B1.7.1 Bakgrund

Under revisionen 2001 utfördes åtgärder på härdstrilens stag¹⁶ för att klara drift fram till revisionen 2003. Organisationen antog att drifttillståndet skulle gälla fram till 2003. En vecka in i revisionen 2002 påpekade Det norske veritas (DNV) att drifttillståndet endast gällde för ett år. Därmed var provning av härdstrilens stag nödvändig även under revisionen 2002. En förlängning av revisionen befarades på grund av händelsen eftersom kvalificerad provningspersonal och utrustning saknades. Ett intensivt arbete påbörjades och revisionsförlängning kunde undvikas.

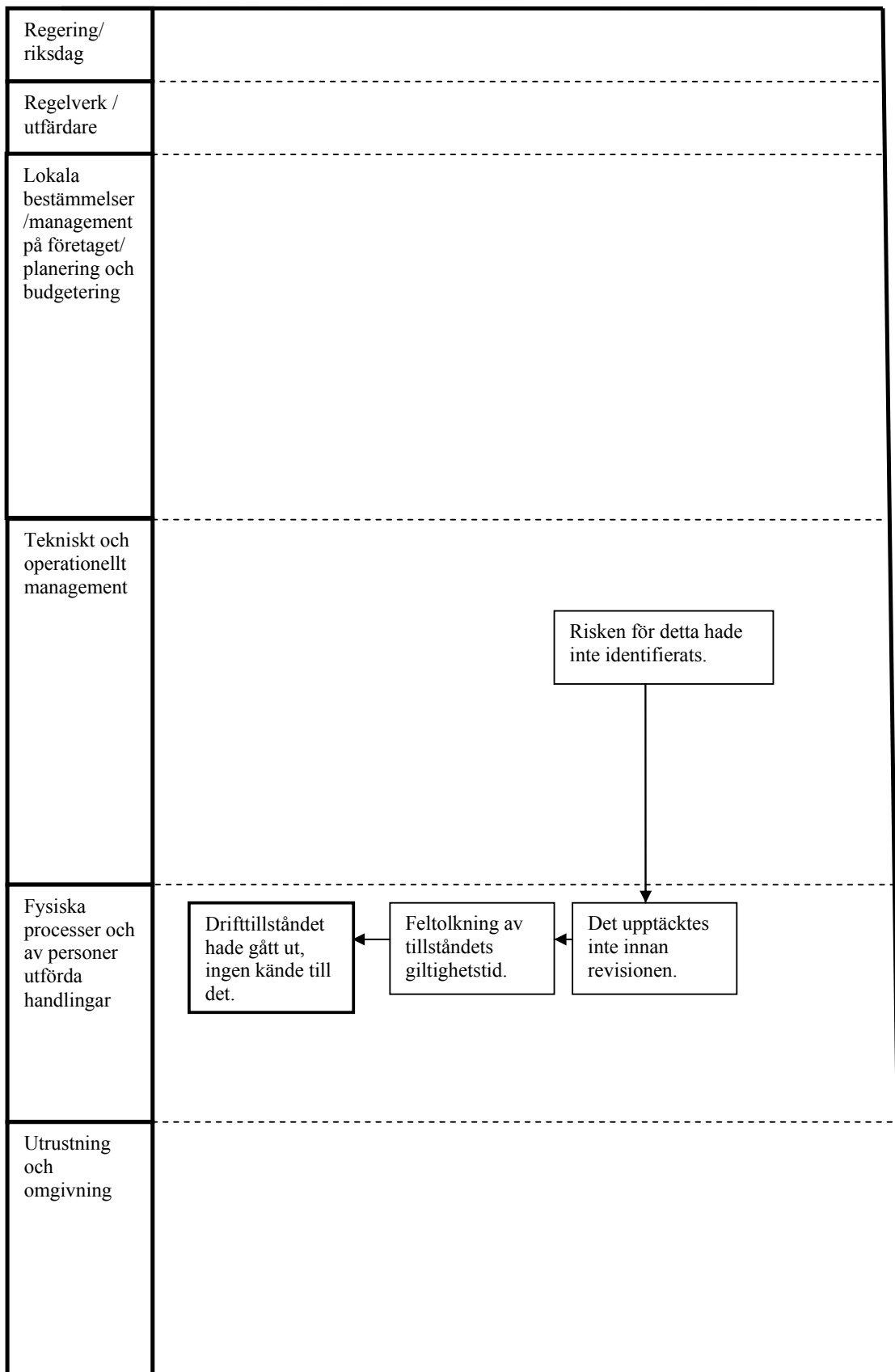
B1.7.2 Orsak

Anledningen till det felaktiga antagandet angående tillståndet kan tillskrivas brist på kommunikation mellan DNV och OKG. På OKG skedde en feltolkning av drifttillståndets giltighet, det tolkades vara på två år, men det var bara ett ettårigt tillstånd.

B1.7.3 Lärdomar tagna på OKG

Många inom OKG blev inblandade i händelsen och tog på så vis lärdom av hur viktigt det är att kontrollera att tillstånd som förutsätts gälla också gäller. Händelsen ledde inte till någon ansvarsförändring eller liknande för att förhindra ett återupprepande. Händelsen har inte lett till utökad kontroll att tillstånd finns. Däremot är tillstånd och lagkravshantering ett förbättringsområde.

¹⁶ Förankringar av härdkylningens rör och strilsystem.



Figur B1.7 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.7.4 Förklaring till figuren

Det skedde en feltolkning av ett tillstånds giltighetstid och det upptäcktes inte innan revisionen att tillståndet hade gått ut (se figur B1.7).

B1.7.5 Resultat av analysen

Händelsen har inte lett till någon officiell lärdom inom företaget. Det vore önskvärt om även händelser av denna typ förs in i en lärandeprocess så att hela organisationen kan undvika samma misstag igen. I annat fall glöms denna typ av händelser bort och risk finns att de återkommer. Händelsen hade kunnat undvikas om det i riskvärderingen före revisionen fanns med en kategori som innefattade risken för att tillstånd gått ut. Därmed kunde riskens storlek ha bedömts och en kontroll av aktuella tillstånd kunde ha förhindrat händelsen. I riskvärderingen inför revision finns dock en kategori med som bedömer risken för att tillkommande arbeten försenar revisionen. Detta blir en stor kategori att utföra en riskvärdering av, och bör kanske brytas ner i flera olika delar. Ytterligare en faktor som tyder på det är att orsakerna till förlängda revisioner oftast ligger i den kategorin. Det är mycket svårt att bedöma risken om kategorin är för stor.

B1.8 Härdgaller skadat vid åtgärd på nivåmätstutsar

Ett reparationsarbete skulle utföras på grund av sprickor i nivåmätstutsarna vid revisionen på Oskarshamn 2 år 2003. När reparationsarbetet var klart upptäcktes en skada i härdgaller¹⁷. En härdgallerplåt var deformerad så mycket att reparation krävdes. Informationen om händelsen kommer från OKG (2003t), Safetech Engineering (2003) och Slättengren (2005).

B1.8.1 Beskrivning av schakten i reaktortanken

Schakt med tre olika längder har använts vid reparationsarbetet i nivåmätstutsarna. Det var ett kort schakt, ett mellanschakt och ett långt schakt. Arbetet utfördes dels ovanför härdgalleret, dels under härdgalleret. Schakten har flyttats mellan nivåmätstutsar i en cirkel. Reparationsarbete har utförts i respektive nivåmätstuts genom en öppning i det torrlagda schaktet. Varje schakt ovanför härdgalleret hölls pressat mot reaktortankväggen med hjälp av ett stag från den motstående reaktortankväggen (se figur B2.1, bilaga 2). Tillräcklig kraft för att hålla fast schaktet erhöles med en hydraulcylinder i staget. Fasthållningsstaget har manövrerats med en ställlina som kopplats till en manuell vinsch.

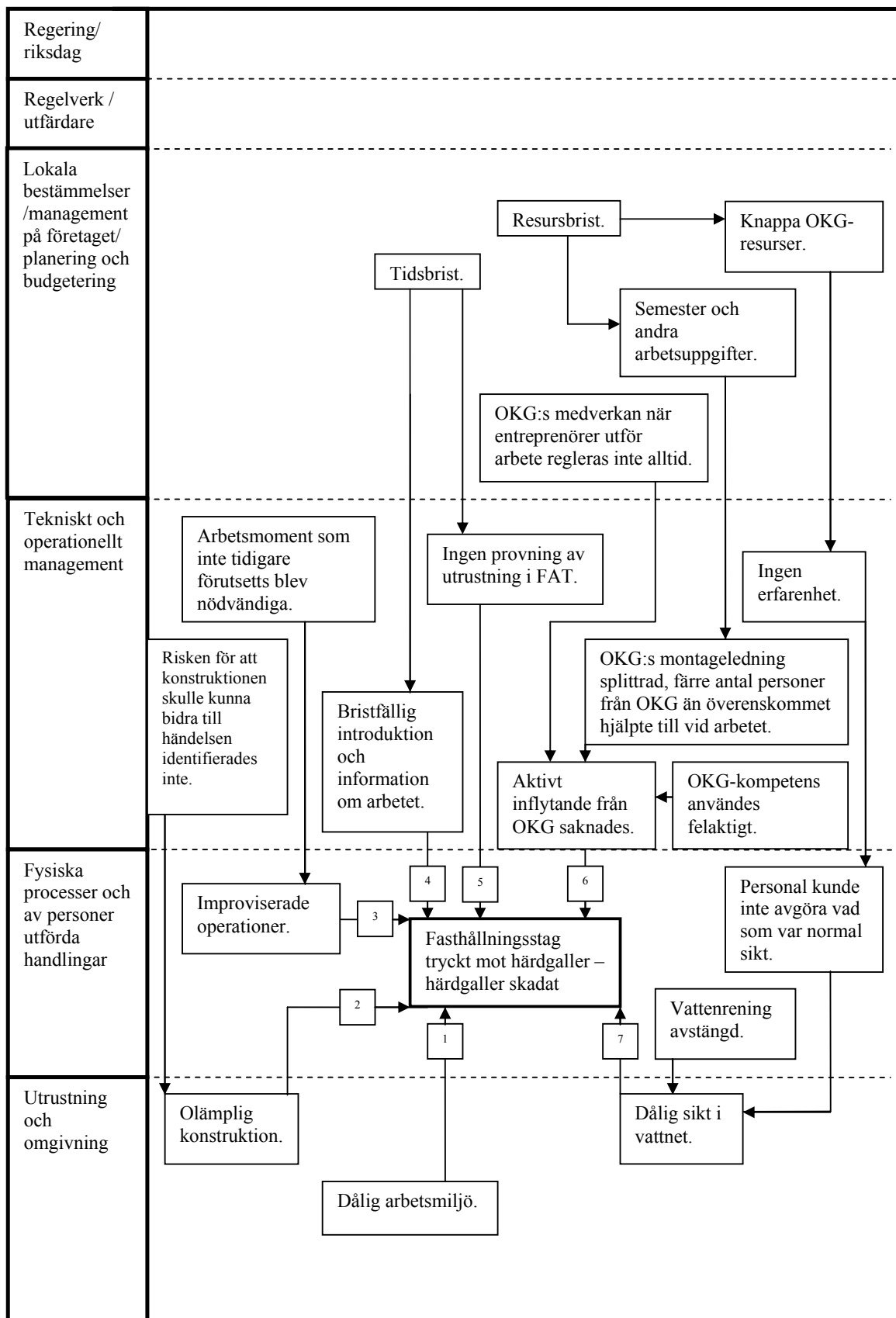
B1.8.2 Teknisk orsak till den inträffade skadan

En 3D-modell har tagits fram för att klargöra hur händelseförloppet gått till tekniskt. Fasthållningsstaget till mellanschaktet har vilat mot härdgalleret och pressat mot härdgallerplåten. Schakten har flyttats runt mellan olika gradtal, och skadan har uppkommit då schaktet var i läge 190 grader. Märken på härdgalleret tyder på att staget har pressat med kraft mot härdgalleret. Undersökningen har visat att skadan inte hade uppstått om staget endast hade fallit mot härdgalleret. Hydraulcylindern för staget måste ha varit trycksatt och kolvstången utskjuten med kraft för att skadan skulle uppstå.

B1.8.3 Händelseförlopp orsaker

Två detaljerade utredningar har utförts för att klargöra händelseförloppet och de orsaker som lett till skadan. En MTO-analys har utförts av OKG, och en utredning om skadan har utförts av Safetech engineering. Utredningarna har dock inte kunnat ge något entydigt svar på vad som orsakat händelsen. Ett flertal brister i förberedelsearbetet och under arbetet har tillsammans orsakat skadan. Här följer ett troligt händelseförlopp som framtagits av Safetech engineering: Fasthållningsstaget lossades av misstag och placerades av någon anledning på härdgalleret. Därefter trycksattes staget eftersom operatören inte insåg att staget vilade på härdgalleret. Anledningen kan ha varit att operatören inte hade tillräcklig kunskap om utrustningen och dess relation till reaktortanken. Det saknades sakkunnig ledning och övervakning. Händelsen skedde under vattnet. Sikten i vattnet försämrades hela tiden eftersom vattenreningssystemet inte var på. Säkerhetsbrister fanns i den konstruktion som användes, samtidigt som improvisationer utfördes under arbetets gång. Inför arbetet utfördes en riskanalys. Den inträffade händelsen identifierades dock inte i denna analys.

¹⁷ Härdgalleret är det galler som härden, d.v.s. reaktorns bränsle, sitter i.



Figur B1.8 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.8.4 Förklaring till figuren

1. Under arbetet var arbetsmiljön dålig (se figur B1.8). Personalen fick klättra upp och ner i bassängen flera gånger. Klagomål kom på värmen, äldre personal hade svårt att genomföra alltför långa arbetspass. Orsakerna till värmen var den skyddsutrustning som användes och den begränsade ventilation som fanns i reaktorbassängen. Som skyddsutrustning användes en extra overall, skoskydd, flytväst och andningsskydd. De radioaktiva doserna som personalen utsattes för var dock lägre än befarat på grund av de öppna schakten. Angående tidspress och sikt, se nedan punkt 4 och 7.
2. Konstruktionen på den utrustning som användes i schakten var olämpligt utformad. På grund av konstruktionen kunde stagen komma i kontakt med hårdgallret. Reparationsutrustningen hade inte behövt vara konstruerad på det viset. I den riskanalys som genomfördes av arbetet innan det påbörjades identifierades inte denna risk. Det finns en möjlighet att konstruktionen hade utförts på ett sådant sätt att olyckan helt hade undvikits om fler personer med erfarenhet av arbeten i reaktorhallen givits möjlighet att uttala sig om konstruktionen. Det fanns dock inte tid till detta. Det bör påpekas att konstruktionen granskats av ett oberoende kompetent företag.
3. Ett granskat och godkänt instruktionstillägg för flyttmanöver med mellanschaktet medan det korta schaktet är på plats saknas. Denna typ av operationer improviserades fram. Förberedelserna innan arbetet präglades av tidspress, detta kan ses som bidragande orsak till att vissa instruktioner saknades. Avsaknaden av vissa instruktioner berodde dock främst på att arbetsmoment som inte förutsetts innan arbetet påbörjades blev nödvändiga.
4. Tidspressen ledde till att personalen inte fick tid till en gemensam introduktion med information om arbetet. Speciell information om arbetet, främst inriktad mot strålskydd och renhet gavs till de flesta som deltog i arbetet. Ett fåtal fick inte heller denna information. Erfarenhet av reaktorhallsarbeten saknades dock hos personalen, som till största del bestod av personer anställda på ett annat företag.
5. En FAT, det vill säga ett prov av utrustningen innan den sätts på plats, är ett bra tillfälle för träning av personalen. Någon FAT gällande schakthantering utfördes dock inte innan arbetet påbörjades i reaktortanken. Detta berodde främst på tidsbrist. En bedömning gjordes att det skulle räcka med en del-FAT för att kontrollera reparationsmomenten och att schakten höll tätt. Eftersom det var brist på tid i förberedelserna till arbetet genomfördes ingen utbildning i schakthantering. Istället var den person som hade konstruerat schakten med för att underlätta utbildning av hanteringen av schaktet under arbetets gång. Eftersom det är en stor konstruktion är det svårt att genomföra utbildning i förhand.
6. Ett aktivt inflytande från OKG-personal saknades under arbetets gång. OKG:s montageledning var splittrad på grund av semestrar och andra arbetsuppgifter. Den personal från OKG som medverkade i arbetet användes på ett olämpligt sätt. Personerna från OKG, som hade bäst erfarenhet av hantering av verktyg i reaktortanken, hade inte inflytande på hur arbetet gick till i reaktorbassängen. Personernas arbetsuppgift var istället att på kommando köra kranen. Dessa kommandon gavs av personal med liten erfarenhet av hantering av utrustning och verktyg i reaktortanken. Från början var det bestämt att personal från OKG skulle delta i större omfattning vid arbetet. Ett hallskift om tre personer hade det kommit överens om. Personalen från OKG reducerades dock med tiden.

7. Vattenkvaliteten försämrades under arbetets gång. Det gick inte att se ovanifrån genom det mörka vattnet om fasthållningsstaget vilade mot härdgallret. Entreprenören kunde inte avgöra vilken sikt som var normalt i vattnet. Därför bad de inte OKG om hjälp att förbättra sikten. Ansvarig på OKG kunde ha förstått svårigheterna med att arbeta i det smutsiga vattnet och sett till att vattnet renades. Det lokala vattenfiltreringssystemet, Balduf, var inte igång. Det borde ha varit i drift eftersom den vanliga reaktorreningen var avstängd samtidigt som det pågick nersmutsande arbete i bassängen. Det fanns möjlighet att använda kamera och extra belysning för att kontrollera och övervaka arbeten i reaktortanken.

B1.8.5 Resultat av analysen

Dålig arbetsmiljö i reaktorbasängen är ett latent förhållande som skapats lång tid tillbaka. Vissa latent förhållanden går det att försöka eliminera, men i många fall handlar det om att skapa så bra förutsättningar i övrigt för att minska risken för att det latent förhållandet ska bidra till en önskad händelse.

Konstruktionen på den utrustning som användes i reaktortanken skulle ha kunnat utformas på ett sådant sätt att händelsen aldrig hade kunnat inträffa. Risken för det som inträffade identifierades inte i den oberoende granskning som genomfördes av ett utomstående företag. Inte heller i den riskanalys som genomfördes innan arbetet identifierades den inträffade händelsen. Mycket förberedande riskhanteringsarbete var således utfört innan arbetet påbörjades. Det är svårt att identifiera samtliga möjliga riskmoment med en arbetsinsats, oavsett om riskanalyser och granskningar genomförs. Den tidspress som fanns i förberedelsearbetet kan dock ha bidragit till att risken inte identifierades.

Ytterligare konsekvenser av det latent förhållandet tidspress är att det inte genomfördes någon genomgång av arbetet innan det startade. Tidsbristen ledde även till att det inte genomfördes något ordentligt prov av utrustningen innan den användes i reaktorbasängen.

Ett viktigt latent förhållande är resursbrist inom OKG. Detta yttrade sig i händelsen genom att det inte fanns tillräckligt med personal från OKG som kunde hjälpa till under arbetet. Ett annat latent förhållande är att det inte finns något formellt krav inom OKG angående hur medverkan ska ske när entreprenörer utför arbete på kärnkraftverket.

Vissa arbetsmoment var tvungna att genomföras utan instruktioner. Det berodde på att arbetsmoment som inte tidigare förutsetts blev nödvändiga. Det kan ses som ett latent förhållande att arbetsinsatser kan vara så komplicerade att samtliga arbetsmoment är svåra att förutse, och därmed svåra att skapa förberedelser för.

B1.9 Ökat slitage på drivdonsmuttrar

Revisionen på Oskarshamn 1 2003 förlängdes 16 dygn på grund av ett ökat slitage på drivdonsmuttrarna¹⁸. Följande information är hämtad från OKG (2004u), OKG (2004v), Palmberg (2005), Löfström (2005) och Bjälestig (2005).

B1.9.1 Bakgrund

Vid revisionen var det planerat för utbyte av 17 drivdon i förebyggande underhåll. När slitaget på drivdonens grafitmuttrar mättes visade det sig att det hade ökat med ca 20 % i förhållande till tidigare observerade slitage. Det konstaterades även att det var mycket föroreningar, små flagor, i drivdonen. Efter analys visade det sig att partiklarna var oxider som kom från bränsleboxarna, d.v.s. de boxar som kärnbränslet sitter i.

B1.9.2 Systembeskrivning

Drivdonens uppgift är att manövrera styrväxarna¹⁹ ut ur och in i reaktorhärden²⁰. Genom denna manövrering regleras effekt och effektfördelning i reaktorn. Driften sker med en elektrisk motor som driver styrväxarna via en skruvtransmission. Det innebär att drivdonen svarar för styrväxarnas förflyttning i härden genom att kolvröret i drivdonet manövreras genom att drivmuttern vandrar på drivdonskruven.

B1.9.3 Orsak

Det konstaterades att slitaget på drivdonsmuttrarna orsakats av en oxidutfällning i kombination med den ovanligt stora mängd drivdonsmanövrar som skett under provning och kortstopp i samband med återstarten efter den modernisering som genomfördes på Oskarshamn 1. Det stora antal manöver som utfördes fick till följd att ett större antal oxidflagor än normalt drogs ner i drivdonen och därigenom orsakade slitaget på drivmutter.

Oskarshamn 1 är Sveriges första kärnkraftreaktor och är därmed speciell med en robust konstruktion. Den skiljer därför i konstruktion jämfört med de som byggdes senare. En följd av detta är att bränslet utnyttjas under en längre tidsperiod än i de nyare reaktorerna. Bränslet är inne i reaktorn under max 9 år, vilket kan jämföras med att det i Oskarshamn 3 är inne i ca 5 år. Det befinner sig i reaktorn så länge eftersom effektuttaget är lågt. Därmed är det ett gammalt material som sitter i O1, ett material som inte klarar att vara inne i reaktorn så många år.

Materialet i bränsleboxarna på Oskarshamn 1 heter zircaloy 4 och är känsligt för korrosion. Materialets korrosionsegenskaper försämras med tiden och den radioaktiva miljön förvärrar korrosionsegenskaperna ytterligare. Materialet som valdes till bränsleboxarna kunde inte testas innan, eftersom det inte går att återskapa de förhållanden som råder inne i reaktorn. I Oskarshamn 2 och 3 är bränsleboxarna gjorda av ett annat material, zircaloy 2 som är mindre känsligt för korrosion. I dessa reaktorer ersattes det gamla materialet med det nya 1997 för att det skulle tåla längre tid i reaktorn. I Oskarshamn 1 byttes bränsleboxarna inte ut, därför blev det gamla, sämre, materialet kvar i reaktorn. Risken för att det sämre materialet skulle leda till

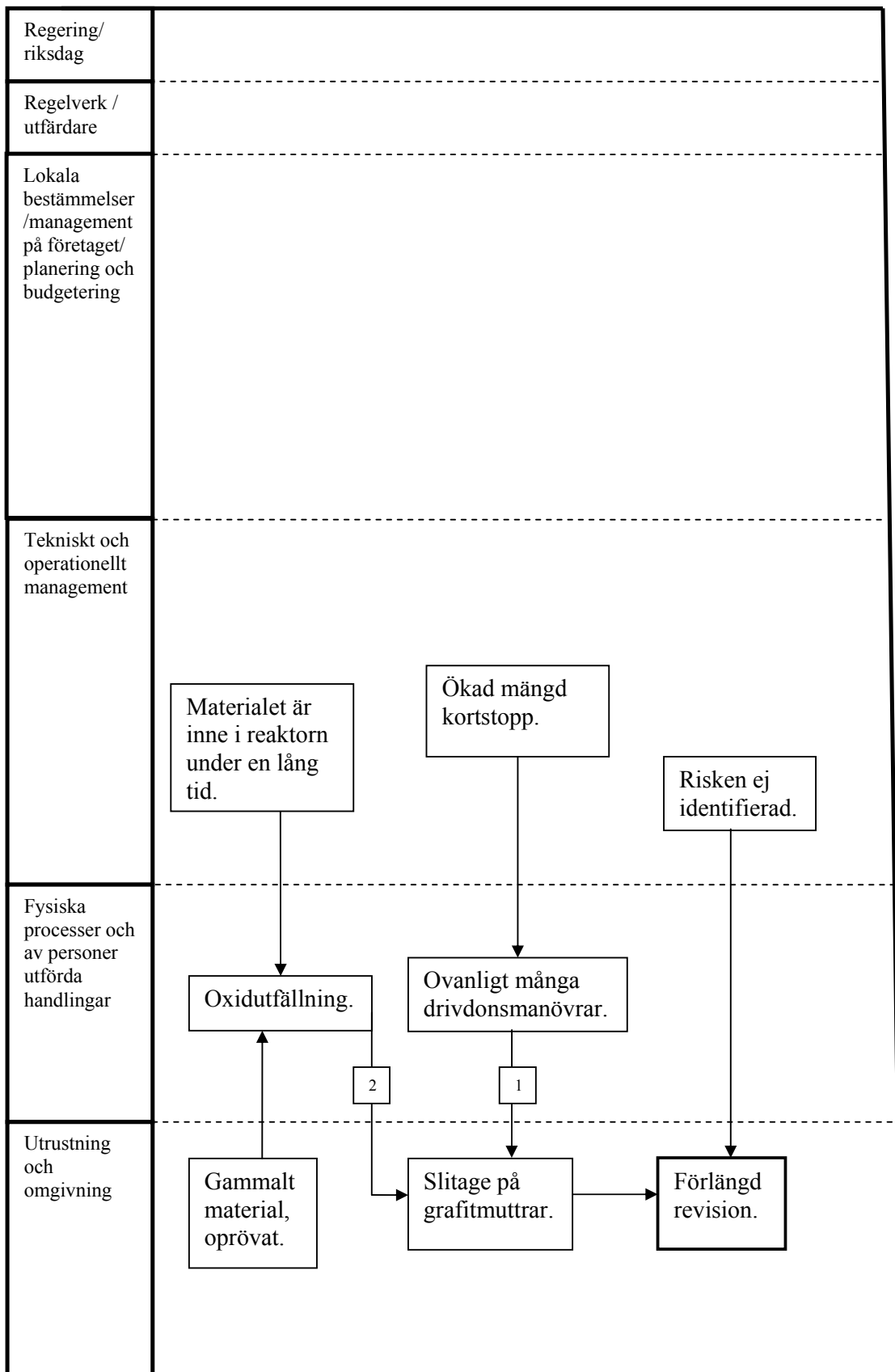
¹⁸ En mutter som kör drivdonen, som i sin tur för styrväxarna in i och ut ur reaktorhärden.

¹⁹ Stavar som förs in och ut i reaktorhärden för att reglera effekten i reaktorn.

²⁰ Där reaktorns härd finns, d.v.s. reaktorns bränsle.

oxidflagning utvärderades inte. Troligen är det dock så att även om risken hade identifierats hade det inte skett något utbyte av bränsleboxarna, eftersom det är förenat med mycket höga kostnader. Orsaken till de flagnade bränsleboxarna var en kombination av att de sitter inne länge i reaktorn och att de var gjorda av ett material som var känsligt för korrosion.

Den andra bidragande orsaken till det ökade slitaget på drivdonen är det ovanligt stora antalet drivdonsmanövrar som genomfördes efter moderniseringen. Drivdonsmuttern är gjord av grafit, vilket är ett mycket skört material. Risken för att det ökade antalet drivdonsmanövrar skulle leda till ökat slitage på drivdonen hade inte identifierats i den riskvärdering som utfördes innan revisionen.



Figur B1.9 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.9.4 Förklaring till figuren

1. Det genomfördes ovanligt många drivdonsmanövrar eftersom en ökad mängd kortstopp genomförts (se figur B1.9).
2. Oxidutfällningen berodde på en kombination av att materialet var inne i reaktorn under en lång tid, och att det var ett gammalt, oprövat material.

B1.9.5 Resultat av analysen

Latenta förhållanden som bidragit till händelsen skapades för flera år sedan. Eftersom bränsleboxarna är inne i reaktorn under relativt lång tid i Oskarshamn 1 var detta ett latent förhållande som gjorde händelsen möjlig.

Den ökade mängd drivdonsmanövrar som utfördes under provdrift, medförde att flagor från boxarna drogs ner i drivdonen och på så sätt bidrog till ett ökat slitage. Risken för ökat slitage på drivdonen som det ökade antalet drivdonsmanövrar medförde identifierades inte. Det är svårt att identifiera samtliga risker, samtidigt är det viktigt att ta lärdom av händelsen för framtiden. Eventuellt kan händelsen ses som en signal på att riskhanteringen i samband med revisioner bör utvecklas.

B1.10 Problem med 323-provet

Här beskrivs en händelse med ett prov av system 323 på Oskarshamn 1. Informationen kommer från OKG (2005q) OKG (2003w) och Palmberg (2005).

B1.10.1 Bakgrund

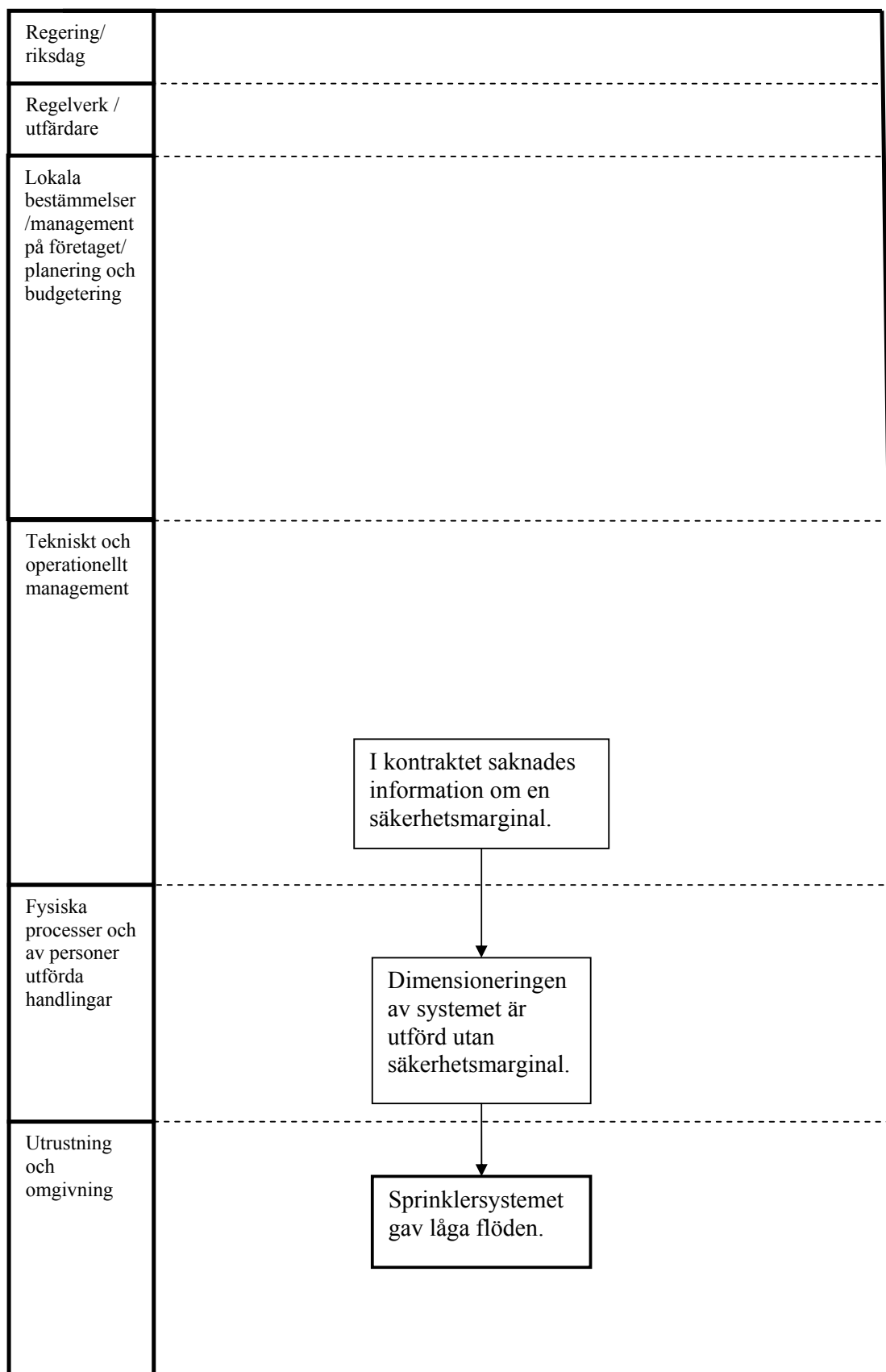
Vid kapacitetsprov av system 323 innan uppstart efter revisionsavställning på Oskarshamn 1 2003 visade det sig att vattenflödet i systemet uppfyllde ställda krav utan att någon marginal erhöles. Detta var visserligen godtagbara mätvärden, men på OKG önskas en säkerhetsmarginal. Därför krävde detta åtgärd, och orsakade därmed att revisionen förlängdes.

B1.10.2 Beskrivning av systemet

I reaktortanken finns vatten för att kyla härden. System 323 är ett sprinklersystem som vattenbegjuter härden om det vatten som finns i reaktortanken skulle försvinna. Vattnet tas från kondensationsbassängen.

B1.10.3 Orsak

Systemet byggdes om under moderniseringen 2002 och provades även innan reaktorn startades. Redan då var flödet strax över den accepterade miniminivån. Eftersom flödet uppfyllde stipulerade krav, dock utan marginal, beslutades att återstarta reaktorn och under driftsäsongen ta fram ett förslag på förbättringar i systemet för att erhålla bättre marginaler. Entreprenören som konstruerat sprinklersystemet ansåg sig ha utfört uppdraget enligt specifikationer eftersom kontraktet visade vilket minimiflöde som krävdes i sprinklern, och detta flöde erhöles. OKG nöjde sig dock ej med det minimiflöde som krävs eftersom en strävan efter att ha system med goda säkerhetsmarginaler finns.



Figur B1.9 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.10.4 Förklaring till figuren

Dimensioneringen av systemet genomfördes utan säkerhetsmarginal, i kontraktet saknades information om att en säkerhetsmarginal skulle finnas (se figur B1.10).

B1.10.5 Resultat av analysen

Det är oklart vad som bidragit till att information om säkerhetsmarginal saknades i kontraktet. Det kan ha skapats ett latent förhållande i och med att det finns brister i rutinerna angående hur kontrakt ska utformas. En annan möjlig orsak är att leverantören eftersträvat en acceptabel marginal i sin konstruktion, men att det i praktiken inte fungerade som beräknat. Alternativt kan det vara så att det i rutiner för kontraktsskrivning fanns alla förutsättningar för att det skulle bli rätt, och det kan ses som ett aktivt fel av den person som skrev kontraktet. Även om det rör sig främst om ett aktivt fel av personen som skrev kontraktet är det möjligt att det finns latent förhållanden som ökat riskerna för det aktiva felet. I denna analys har detta inte utretts närmare.

B1.11 Turbinen på Oskarshamn 1

Under 2002 genomfördes en stor modernisering av Oskarshamn 1. En av de stora förändringar som skedde var att den gamla turbinen byttes ut mot en ny. Informationen kommer från Widsäter (2005) och Palmberg (2005).

B1.11.1 Bakgrund

Sedan utbyte till den nya turbinen har mycket problem uppstått på grund av ökade vibrationsnivåer. Orsakerna till vibrationerna var inte klar, men problemet antogs bero på generatoren. Under våren 2005 skadades högtrycksturbinen så allvarligt att reaktorn fick stängas av och högtrycksturbinen fick bytas ut mot den gamla reservhögtrycksturbinen.

B1.11.2 Systembeskrivning

På O1 är högtrycksturbinen en så kallad radialturbin. Det innebär att den består av trummor som roterar åt olika håll. Ångan som driver turbinen strömmar upp underifrån i mitten. Detta är en mycket ovanlig turbinkonstruktion för högre effekter vilket är unikt för Oskarshamn 1. Det vanliga är att använda en så kallad axialturbin som används för samtliga övriga kärnkraftverk i Sverige.

B1.11.3 Orsak

Allvarliga vibrationsförändringar uppstod den 14 maj. Det var svårt att lokalisera vilken del av turbinen som orsaken till vibrationerna härstammade ifrån eftersom det inte utförts någon obalanskörning. En obalanskörning utförs när en ny turbin installeras för att få kunskap om hur turbinen reagerar på obalanser i olika delar av turbinen. Påtryckningar inom företaget ledde till att obalanskörningen hoppades över för att kunna starta reaktorn tidigare. Viljan att starta reaktorn bidrog till att betydelsen av obalanskörningen tonades ner. De balansvärden som erhöles vid uppstarten var dock acceptabla. En obalanskörning hade inte förhindrat vibrationsproblemen med turbinen. Den hade lett till att orsaken till vibrationerna hade kunnat hittas tidigare eftersom den leder till ökade kunskaper om hur turbinen beter sig. Vibrationerna antogs komma från generatoren.

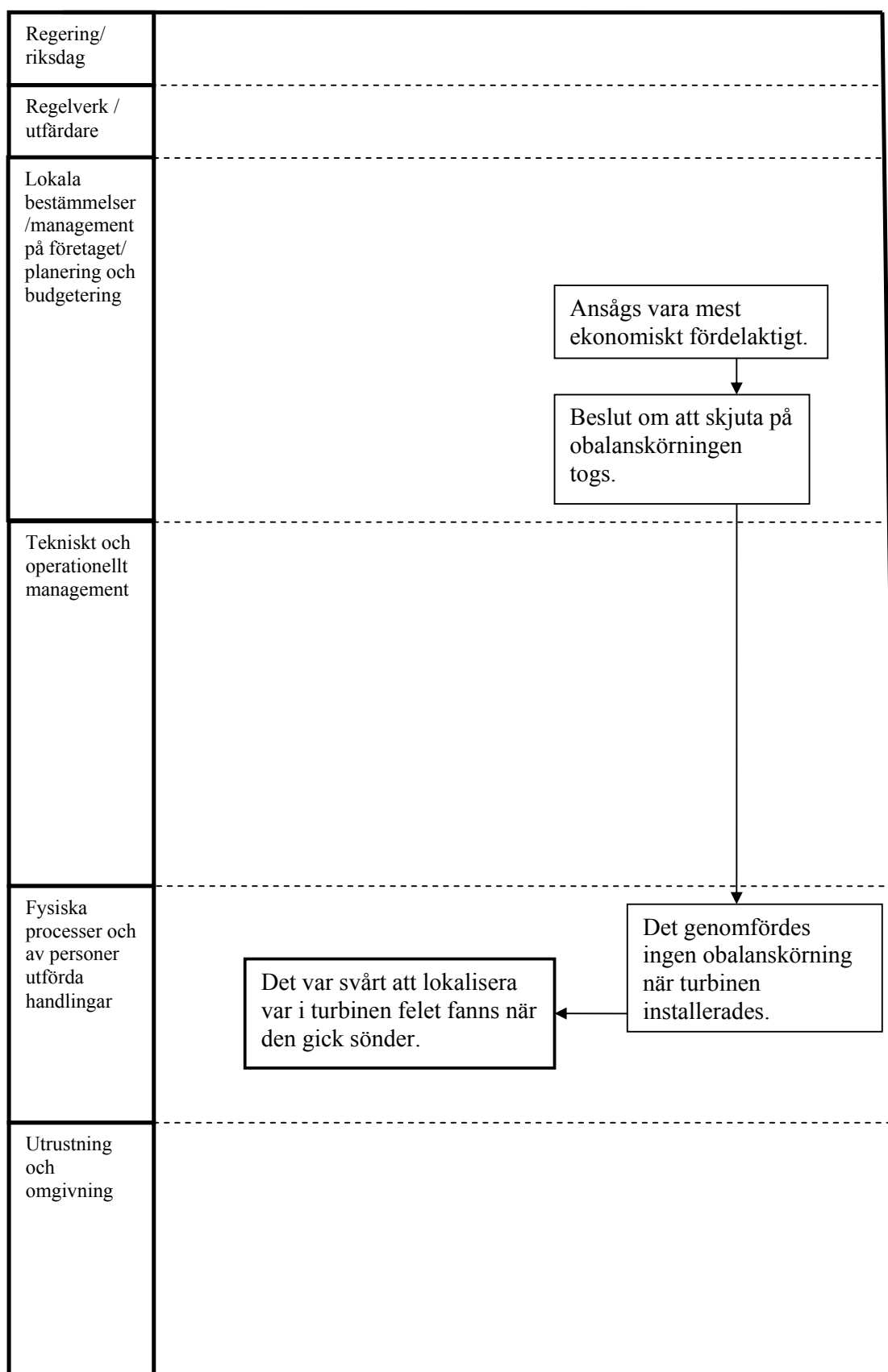
Om obalanskörning hade utförts innan uppstart av turbinen hade förmodligen åtgärdandet av felet gått ca en halv vecka snabbare. För att hitta felet var den trasiga turbinen tvungen att köras igång. Det innebar ekonomiska risker att köra igång turbinen när det var något fel på den. Risken fanns att skadan skulle förvärras. Om en obalanskörning hade genomförts innan turbinen togs i drift hade inte risken som det innebar att köra den trasiga turbinen behövt tas. Denna risk togs med i bedömningen när beslut togs att starta turbinen utan obalanskörning. Tanken var inte att helt hoppa över obalanskörningen, den skulle utföras senare.

Eftersom problemen uppstod innan revisionen och reaktorn inte sattes igång mellan avställningen för problemet och avställning för revisionen, bidrog inte avsaknaden av obalanskörningen till att avbrottet för åtgärdandet blev längre än det hade blivit om en obalanskörning utförts.

Det fanns många fördelar med att köra igång turbinen utan obalanskörning. Moderniseringen var redan försenad. Det var planerat att starta verket november 2002, men det startades inte förrän januari 2003. Samtidigt var det höga kraftpriser eftersom det saknades elkraft i Sverige. En obalanskörning hade lett till en förlust av ca 15-20 produktionsdygn.

Beslutet att inte utföra en obalanskörning togs inte genom någon beräkning, exempelvis väntevärdesberäkning. Med en sådan beräkning kan svar ges på om sannolikheten multiplicerat med konsekvensen, för positivt respektive negativt utfall är större än det värde som erhålls om obalanskörningen utförs. Det troliga är dock att denna typ av beräkning skulle ge resultatet att det var mest ekonomiskt fördelaktigt att köra igång anläggningen så fort som möjligt. Detta beror främst på att de ansvariga såg mycket små risker med att köra igång anläggningen tidigare.

Den trasiga turbinen monterades ner och skickades till tillverkaren för lagning. Underhåll hade föreslagit att den gamla turbinen skulle renoveras så fort som möjligt så att den kunde användas som reservturbin. Eftersom det inte fanns ekonomiska resurser att utföra renoveringen vid önskad tidpunkt fick det avvakta. Detta ledde till att det tog längre tid att få den gamla turbinen på plats när den nya skickades på reparation.



Figur B1.11 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

B1.11.4 Förklaring till figuren

När det upptäcktes ett fel på turbinen var det svårt att lokalisera var i turbinen felet fanns. Det berodde på att en obalanskörning inte genomfördes innan turbinen startade. Det ansågs vara mest lönsamt att skjuta obalanskörningen på framtiden (se figur B1.11).

B1.11.5 Resultat av analysen

Orsaken till vad som var felet på turbinen har inte fastställts eftersom det inte var så länge sedan felet upptäcktes, utredning pågår på OKG. I denna analys har det därför fokuserats på de konsekvenser avsaknaden av obalanskörning bidrog till eller kunde ha orsakat.

Avsaknaden av obalanskörning är ett latent förhållande som skapades i samband med beslutet att köra igång anläggningen. Det är viktigt att poängtera att det mycket väl kan ha varit ett väl genomtänkt beslut och dessutom korrekt fattat. Samtidigt är det inte säkert att alla risker det medförde togs med i bedömningen.

En strukturerad och genomtänkt utredning angående risken för att köra igång anläggningen utan obalanskörning kontra vinsten, hade kanske lett till en klarsynt syn på vad som kunde gå fel. Det är lätt att vara efterklok, och även denna utredning skulle ha kunnat ge svaret att det var mest ekonomiskt fördelaktigt att starta utan obalansprov. Med en sådan utredning bakom sig är det däremot lättare att i efterhand undersöka om de bedömningar som gjorts angående sannolikhet och konsekvens varit rimliga eller ej. Det är viktigt att utföra denna typ av utvärderingar för att organisationen ska lära sig att hantera svåra beslutssituationer i framtiden.

B1.12 Snabbstopp vid stängning av huvudångskalventiler

Här beskrivs en händelse som orsakade ett snabbstopp på grund av att driftpersonalen utförde en handling som de bedömt inte skulle orsaka snabbstopp. Informationen kommer från Widsäter (2005), OKG (2003y) och OKG (2003z).

B1.12.1 Bakgrund

För att kunna utföra en åtgärd på grund av oljeläckage krävdes stängda huvudångskalventiler²¹ i system 311. Huvudångskalventilerna stängdes manuellt, och samtidigt erhöles snabbstopp av reaktorn, en följd som inte var förväntad.

B1.12.2 Systembeskrivning

System 311 har till uppgift att transportera ånga till och från viktiga drift- och säkerhetssystem. Därmed är systemet viktigt ur både drift- och säkerhetssynpunkt.

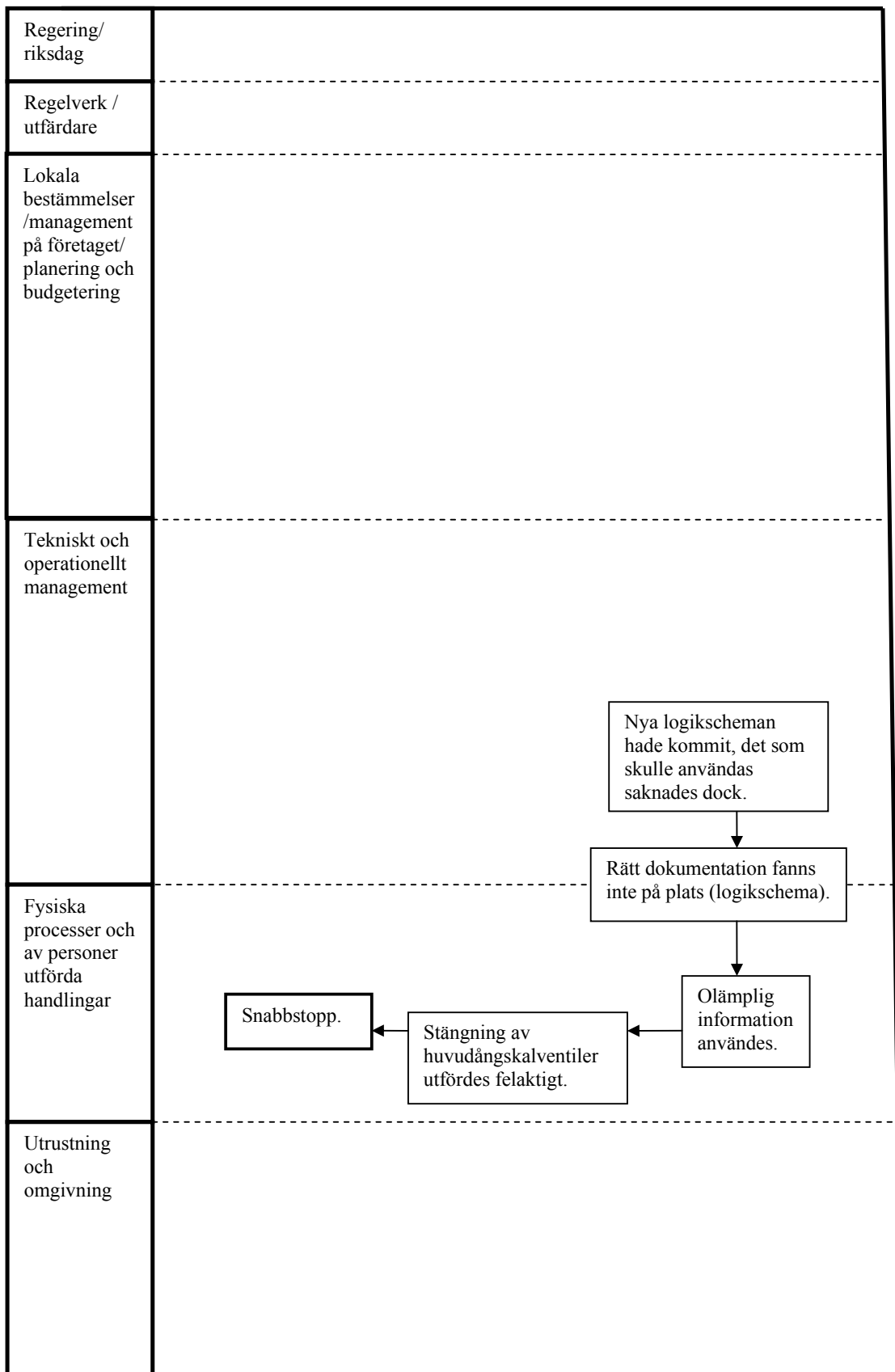
B1.12.3 Orsak

Driftpersonalen gjorde bedömningen att det skulle vara möjligt att stänga huvudångskalventilerna utan att snabbstopp skulle erhållas. Bedömningen grundade sig i en studie av systembeskrivningen för systemet. Egentligen skulle ett logikschema använts, och om så hade skett skulle personalen uppmärksammat att deras handlingar skulle leda till snabbstopp. Det hade kommit nya logikscheman, och det som skulle användas fanns inte på rätt plats. Därför användes den lite otydligare systembeskrivningen.

B1.12.4 Åtgärder som vidtagits på OKG

Den dokumentationsbrist som fanns åtgärdades, nya logikscheman finns nu på avsedd plats i kontrollrummet. Det har inte tagits några andra lärdomar av händelsen.

²¹ Huvudångskalventil är en ventil placerad i ångledningarna. Deras uppgift är att stänga vid problem i turbinanläggningen eller vid vissa felfunktioner i reaktorn och rörbrott. Ventilerna stänger på ca en sekund.



Figur B1.12 Figuren visar analysen av den inträffade händelsen.

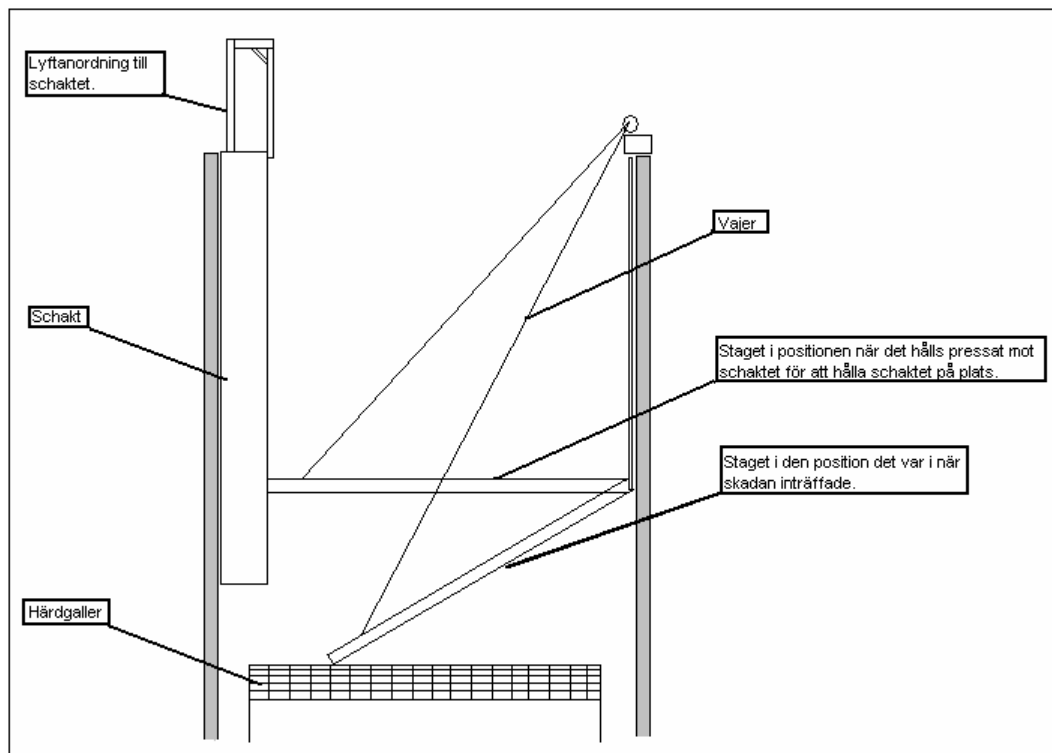
B1.12.5 Förklaring till figuren

Stängning av huvudångskalventiler genomfördes felaktigt eftersom rätt dokumentation saknades. Nya logikskeman hade kommit, men det som skulle användas till stängningen saknades (se figur B1.12).

B1.12.6 Resultat av analysen

Åtgärden som vidtogs på OKG var att berörda logikskeman uppdaterades. Inga lärdomar togs av händelsen. Istället för att endast berörda logikskeman uppdateras vore det lämpligt att denna sorts händelse leder till mer omfattande åtgärder. Det latenta förhållandet som ligger bakom händelsen har att göra med brister i dokumentationen. Ett aktivt fel av driftpersonal ledde till att händelsen kunde inträffa på grund av det bakomliggande latenta förhållandet.

B2 Bilaga 2 – Figur över reparationschakt



Figur B2.1 Figuren visar en skiss av hur skadan i härdgallret gick till.

B3 Bilaga 3 - Resultat av allmänna frågor om delar av riskhanteringsarbetet på OKG

I samband med de intervjuer som genomförts för att erhålla information om de analyserade produktionsavbrotten och förlängning av revisioner har ett par allmänna frågor om riskhantering på OKG ställts. Frågorna handlar om lärande i organisationen och topp-managements engagemang inom området säkerhet. Nedan redovisas en sammanställning av åsikter som erhöles i samband med intervjuerna.

B3.1 Incidentrapportering med Demings cirkel

Den intervjuade personalen anser att Demings cirkel (PDCA) följs till största delen vid incidentrapportering. Ett tydligt exempel på detta är driftmötesprotokollen som beskriver hur driften fortgår, och vilka händelser som har inträffat. I dessa protokoll finns samtliga delar av Demings cirkel med. Vid mindre allvarliga händelser stannar ibland cirkeln upp vid plan för åtgärder.

B3.2 Lärande

Lärande sker på olika sätt i företaget. Såväl individuellt singellooplärande som organisatoriskt dubbellooplärande sker. Lärandeloopens omfattning beror främst på allvarligheten i det inträffade. Om en händelse kräver omfattande åtgärder genom förändringar i organisationen så sker detta.

Lärandet från revisioner har utvecklats mycket på senare år. Detta beror främst på en ny erfarenhetsdatabas där erfarenheter från samtliga revisioner samlas. Tidigare var risken större att erfarenheterna stannade på respektive block (d.v.s. Oskarshamn 1, 2 respektive 3). En omorganisation som genomfördes under 2002 bidrog till ett ökat samarbete mellan blocken.

Den erfarenhetsåterföring som sker genom ERFATOM (se kapitel 5.2) stannar oftast på för hög nivå i företaget. En orsak till detta är de svårigheter som finns i att kommunicera ner informationen till personal på lägre nivåer. ERFATOM har en tendens att erfarenhetsåterföra samma erfarenheter ett flertal gånger, ofta på bekostnad av nya erfarenheter som många hade haft större användning för. Detta leder till att förtroende för ERFATOM tappas, och information som kan vara viktig erhålls ej.

B3.3 Reasons kategorisering av ledningens engagemang

På Reasons 7-gradiga skala som beskriver ledningens engagemang bedöms ledningens engagemang var på punkt 6 eller 7, d.v.s. högst upp på skalan, vilket tyder på ett stort engagemang. Detta beror på att kunskap finns angående de organisatoriska faktorernas betydelse för företagets verksamhet. Dessutom sker ett kontinuerligt arbete för att mäta och förbättra säkerhetskulturen på företaget. Det antyds dock samtidigt att ledningens engagemang även befinner sig på lägre nivåer i många sammanhang. Anledningen är främst att det i vissa fall finns en "fixa till" mentalitet, d.v.s. att åtgärder sker lokalt för att exempelvis kunna starta kärnkraftverket efter ett stopp.

B3.4 Sammanfattning av de allmänna frågorna

Intervjuerna tyder på att lärande, rapportering och ledningens engagemang fungerar mycket bra över lag. Företaget är uppbyggt så att det finns många lärandeloopar och en

omfattande rapportering av händelser. Ledningens engagemang bedöms vara mycket bra, samtidigt som det i vissa sammanhang bedömts som lite sämre.