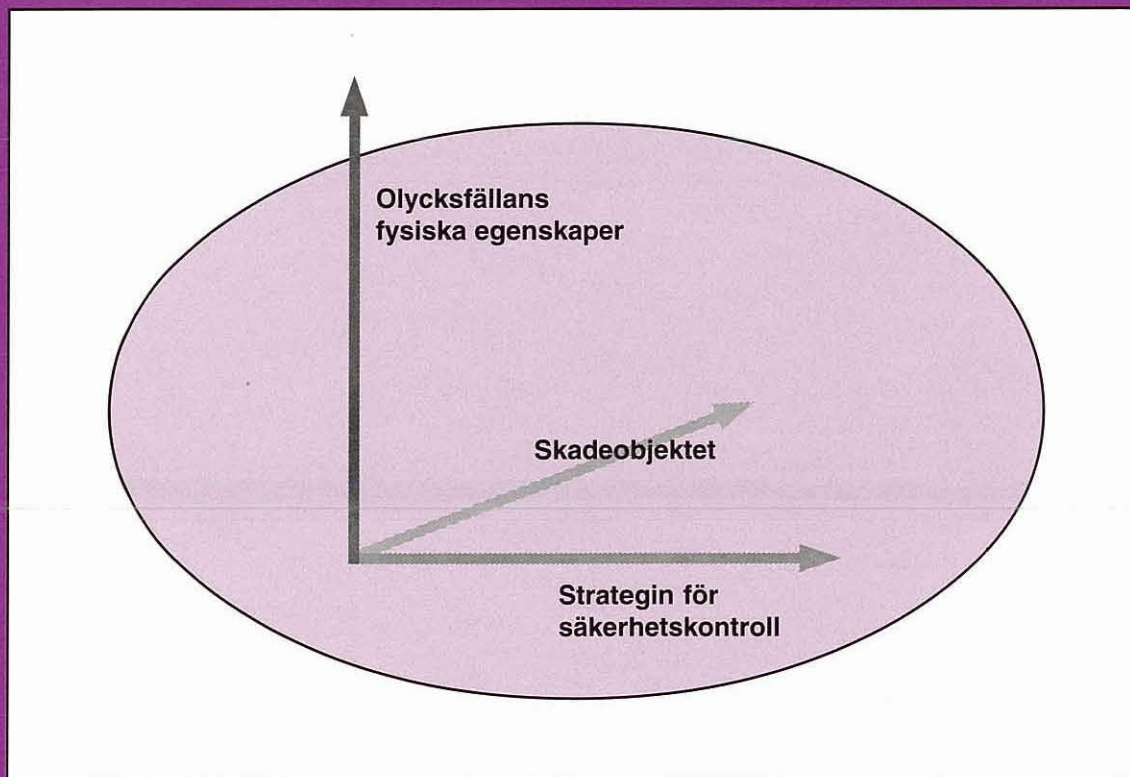


Begrepp till stöd för proaktiv hantering av olycksrisker

Förslag till taxonomi



**RÄDDNINGSG
VERKET**

Denna rapport ingår i Räddningsverkets serie av forsknings- och utvecklingsrapporter.
I serien ingår rapporter skrivna av såväl externa författare som av verkets anställda.
Rapporterna kan vara kunskapssammanställningar, idéskrifter eller av karaktären tillämpad forskning.
Rapporten redovisar inte alltid Räddningsverkets ståndpunkt i innehåll och förslag.

1998 Räddningsverket, Karlstad
Risk- och miljöavdelningen
ISBN 91-7253-018-9

Beställningsnummer P21-295/99
1999 års utgåva

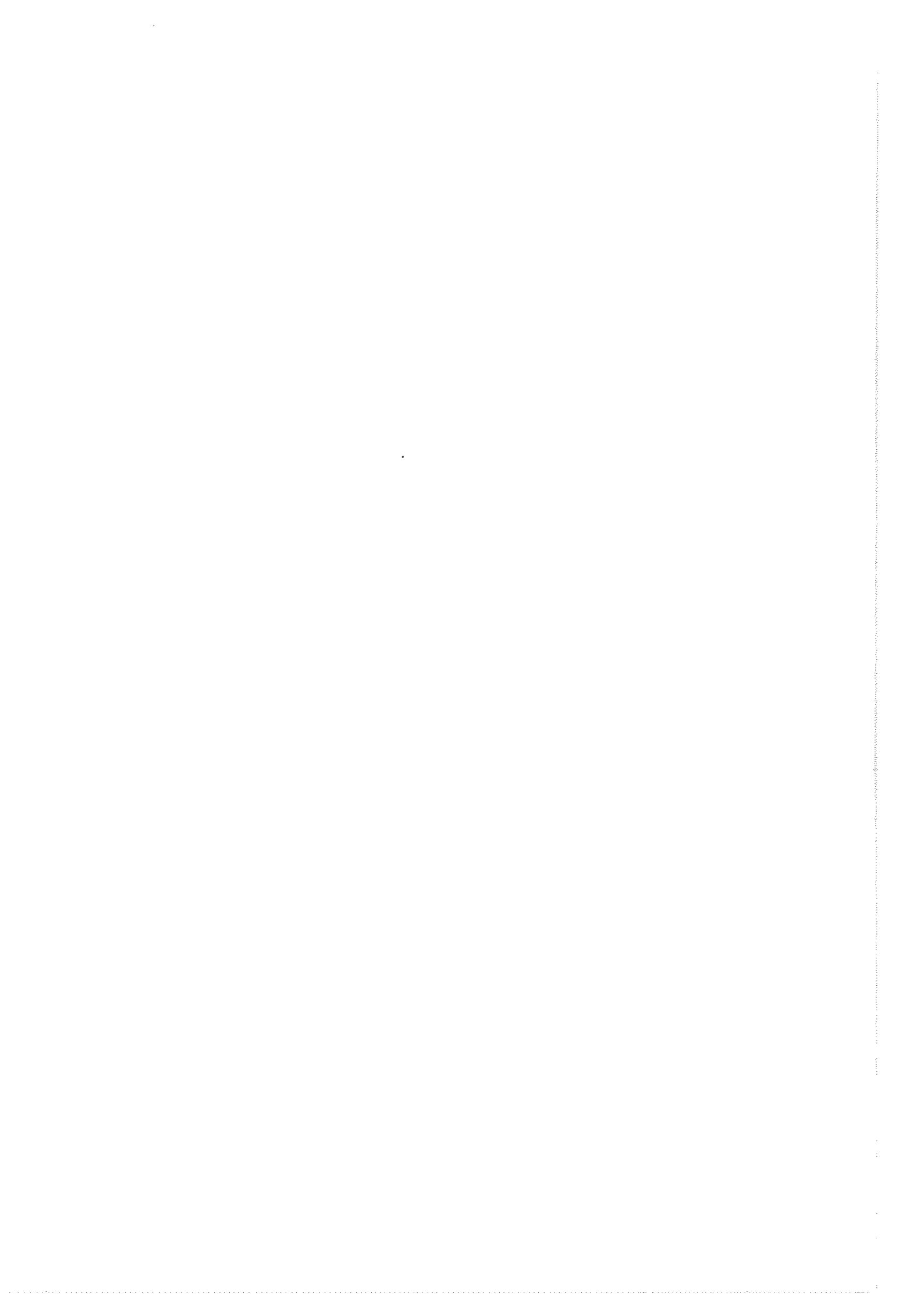
Begrepp till stöd för proaktiv hantering av olycksrisker

Förslag till taxonomi

Författare

Inge Svedung, Karlstads universitet
Jens Rasmussen, HURECON, Danmark

Räddningsverkets kontaktperson:
Jan Schyllander, Riskenheten, telefon 054-10 41 41



Innehållsförteckning

Abstract	5
Sammanfattning	7
1. Introduktion	9
2. En taxonomis tillämpningsområden	12
3. Kausala förklaringar och klassificeringar	13
4. Taxonomin	15
5. Information och professionell kompetens	17
5.1. Informationskällor och användare.....	17
5.2. Kompetensens beståndsdelar	17
5.3 Olika arbetssituationer	20
6. Taxonomins dimensioner	22
A. Skadeobjektet	22
B. Olyckskällans fysiska egenskaper	24
C. Metoder för säkerhetskontroll	27
7. Slutkommentar till taxonomiförslaget	41

Abstract

Risk management is a process aiming at the control of hazards in systems with potential to harm people, environment or property through unexpected events. These systems are continuously evolving, a process driven by competition and the multiple goals and the adaptive behaviour of the actors on all system levels. Therefore risk management must be considered a control problem and the strategy must be proactive. The every day work of the actors on all system levels has to be in focus to understand the mechanisms behind the evolution of the system and the process related to the creation, operation and maintenance of its physical parts.

The aim of this report is to suggest and describe the dimensions and categories of a classification system that can serve the analysis and description of accident cases. The structure of this taxonomy and the level of detail to apply should be chosen so as to distinguish cases according to the relevant safety control strategy. It should be possible to categorise the accident cases according to the 'control requirement' of the underlying hazard source in order to focus analysis on the information flow required within the controlling socio-technical system.

The taxonomy will have to evolve iteratively during experimental application and the dimensions and classes described in this report should only be considered as illustrative of the basic philosophy and structure. One basic issue that must be explicitly considered is the nature of causal explanations that fundamentally makes it impossible to define the attributes of the classes in the taxonomy exhaustively and objectively. In consequence, categories will have to be defined by 'prototypical' scenarios and examples that are understood and accepted by professionals familiar with the context of the analyses.

The dimensions proposed are; target of hazard, physics of hazard source and means for safety control.

Sammanfattning

Med riskhantering menar vi den process som skall övervaka och styra riskförhållanden i system med potential att genom oplanerade händelser skada människor, miljö, egendom, verksamheter och samhällsfunktioner. Systemen har en fysisk eller teknisk del och en social del. Den senare kan betraktas på organisations-, avdelnings- eller individnivå. På grund av konkurrens och annan yttre påverkan är dessa sociotekniska system utsatta för krav på ständig effektivisering vilket leder till fortlöpande tekniska, metodiska och organisatoriska förändringar.

Utvecklingen, som oftast leder till ökad integration och komplexitet, är bara delvis en följd av strategiska beslut baserade på officiellt uttalade mål och kriterier. En viktig del av förändringsprocessen sker genom den förmåga vi, som aktörer i systemet, har att se och pröva alternativa tillvägagångssätt. Detta adaptiva beteende styrs ofta av lokala eller individuella kriterier inom ramen för de frihetsgrader vi upplever oss ha, var och en, i vår arbetssituation.

Systemets ständiga förändring medför att riskhanteringen måste ses som ett kontrollproblem. Aktörernas dagliga arbete, deras kompetens och flödet av olika typer av information kommer då i fokus. Att reagera på rapporter om olyckor och tillbud samt genom att påverka direkta orsaker kan förhindra att samma eller liknande händelse inträffar igen. *Är ambitionen att förhindra olyckor vars orsaker uppkommer genom den pågående förändringsprocessen fordras emellertid ett proaktivt förhållningssätt.*

En proaktiv strategi skall påverka det normala, dagliga arbetet som berörda aktörer utför en inom sina delar av systemet. Det kan gälla allt från föreskrivande och inspekterande myndigheter via organisations- och verksamhetsledning till enskilda operatörer vilka fysiskt påverkar systemens tekniska delar. I detta sammanhang behövs en begreppsapparat, en taxonomi, med vars hjälp man kan kommunicera och planera lämpliga riskhanteringsstrategier med hänsyn till skadeobjektens sårbarhet och olyckskällornas karaktärer och kontrollmöjligheter. Avsikten är att utveckla och tillämpa en sådan taxonomi i samband med att verktyg med följande tre syften utformas, testas och valideras:

- Ett verktyg till stöd för datainsamling, rapportering och analys av olycksfall och tillbud. Det skall användas för att identifiera de sammanhang då förutsättningarna för det inträffade skapas.
- Ett verktyg till stöd för analys av skilda aktörers roll i de sammanhang som identifierats som kritiska. Av intresse är aktörernas måluppfattning och sättet att arbeta och hantera information samt de officiella och lokala kriterier som tillämpas.
- Ett verktyg som bygger på sådana analyser, avsett att användas vid granskning eller auditering av säkerhets- och kontrollfunktioner.

Synsätt, metoder och erfarenheter skapade genom arbetet med dessa verktyg kan ligga till grund för utvecklingen av ett fjärde verktyg till stöd för beslut i det dagliga arbetet.

Utvecklingen av taxonomi och verktyg skall ske iterativt. Taxonomin föreslås utgå från följande dimensioner inom vilka ett antal kategorier anges:

A. Skadeobjektet, det som hotas av olyckskällorna.

B. Olyckskällans fysiska egenskaper.

C. Strategin för säkerhetskontroll.

Det sociotekniska systemets struktur och funktion anger det sammanhang, den kontext, där det analyserade olycksförloppet inträffat. Det fordras en beskrivning av detta sammanhang för att utsagorna från risk- och olycksanalyser skall uppfattas som meningsfulla och för att det skall gå att styrka någon form av generella slutsatser. En sådan beskrivning skall vara tillräckligt detaljerad för att en professionell grupp skall kunna förstå och bedöma omständigheterna. Beskrivningen får formen av ett typscenario.

1. Introduktion

Risikförhållanden studeras ofta genom att inträffade olycksförlopp och direkta orsakssamband utreds. Resultaten används vid utformning av motåtgärder som skall förhindra en uppreppning i det direkt berörda eller i liknande system. En reaktivt förebyggande strategi. Genom att dessa åtgärder ändrar systemens funktion och förutsättningar kan emellertid verkningarna av dem vara svåra att förutsäga. Erfarenheter visar att systemens effektivitet inte sällan påverkas mer än olycksrisiken.

När ambitionen är att minska olycksriskerna i system, som på grund av kraven på effektivisering, är under snabb förändring så räcker det inte att arbeta reaktivt. Det behövs även en proaktiv ansats för att minska sannolikheten för händelser vars bakomliggande orsaker kommer av systemets dynamiska utveckling. Vi vill kunna förstå, beskriva, klassificera och analysera riskförhållanden och möjligheter att med en proaktiv strategi förebygga olyckor. Därför fordras synsätt, begrepp, teorier, och modeller som beskriver dels det aktuella systemet, dess förutsättningar och funktion, och dels hur detta system förändras på grund av yttre påverkan.

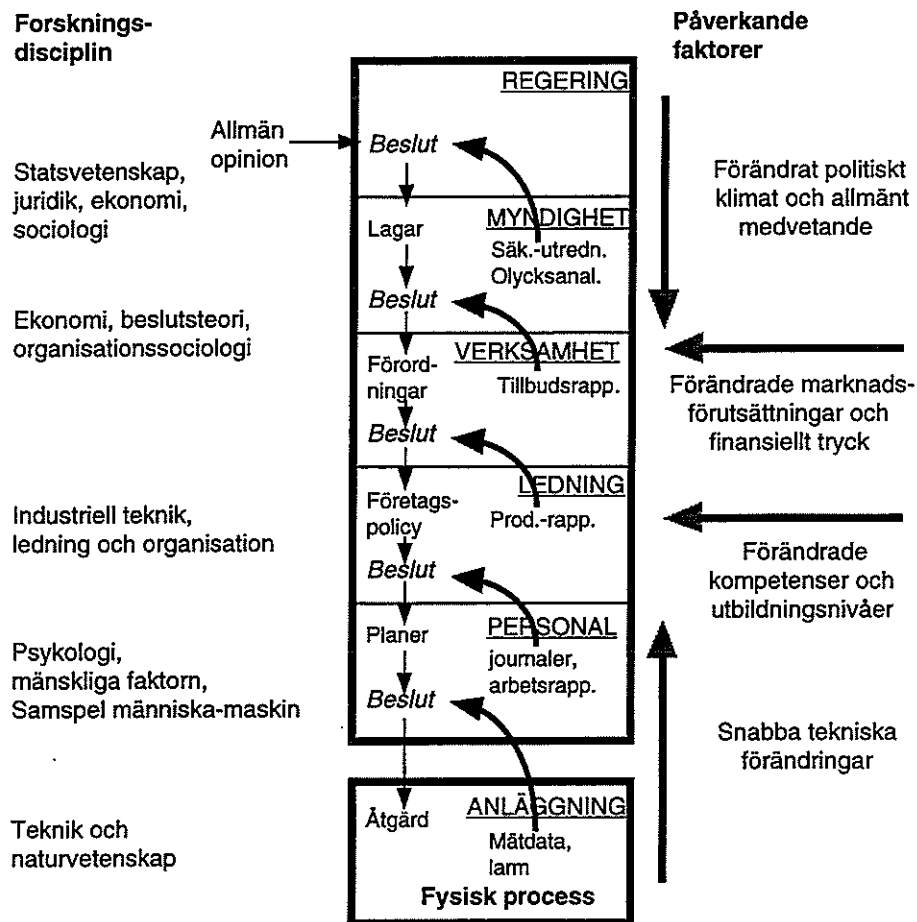
Denna rapport utgår från ett synsätt som innebär att förändringar kommer av förmågan hos de människor som agerar i systemet att se och pröva möjligheter, ett adaptivt beteende. Rapporten diskuterar främst ett förslag till begreppsapparat, en taxonomi, anpassad till behoven i samband med beskrivning, namngivning och klassificering av företeelser aktuella i samband med kontroll av riskförhållanden. Arbetet och den aktuella rapporten ansluter till den rapport med titeln "Riskhantering i ett systemperspektiv"¹ som utgavs av Räddningsverket 1997.

Verksamheter bedrivs i sociotekniska system där många aktörer verkar på olika nivåer. De har olika arbetsuppgifter och ansvar för att med hjälp av en fysisk eller teknisk systemdel uppnå vissa mål. För att möta kraven på målpåfyllelse och parera effekterna av konkurrens och utveckling i omvärlden utvecklas och effektiviseras systemen fortlöpande. Det sker i huvudsak genom många ofta små förändringar iscensatta av systemets många aktörer. Figur 1 visar en generell modell som bland annat indikerar systemnivåer, kontrollfunktionerna och påverkande faktorer.

Med utveckling menas ofta, en på medvetna strategiska beslut, baserad förändringsprocess som skall möjliggöra uppfyllelsen av angivna mål. En mycket viktig del av utvecklingen tillkommer emellertid som biverkningar av den planerade verksamheten, oplanerade effekter av aktörernas i systemet dagliga arbete. Deras beteenden påverkas av yttre faktorer och av deras strävan efter att uppfylla givna mål och egna prioriteringar. Det sker utifrån den kompetens de har och med hjälp av den information de tar till sig. Ibland leder denna utvecklingsprocess till att marginalerna, relativt gränserna för säkra förhållanden, minskar och i en del fall till att dessa gränser överskrids.

¹ I. Svedung, J. Rasmussen, Riskhantering i ett systemperspektiv, rapport, 1997, Räddningsverket, Karlstad, ISBN 91-88890-95-3

Olyckor kan därför ses som en typ av oplanerade, negativa biverkningar, av den planerade verksamheten.



Figur 1 Nivåer och interaktioner i det socio-tekniska system inom vilket förutsättningarna skapas för produktion av varor och tjänster men också för de olyckor som kan inträffa och för hur riskerna kan kontrolleras. De forskningsdiscipliner som traditionellt studerar de olika systemnivåernas egenskaper har markerats liksom de faktorer som påverkar dess utveckling.

Det förslag till taxonomi som presenteras anger ett urval dimensioner som kan användas för att beskriva och kategorisera problemområdet. Begreppen skall fungera i ett klassificeringssystem som kan stödja beskrivning, analys och kategorisering av riskfyllda aktiviteter och på så vis underlätta planeringen av en proaktiv strategi för riskhantering. Diskussionerna är generellt hållna men tar exempel i verksamheter som kemisk- och annan processindustri och i transportindustrin.

Taxonomins struktur och systembeskrivningens detaljeringsnivå bör väljas så att man kan särskilja olycksskällor med hänsyn till i sammanhanget lämplig riskhanteringsstrategi. Det skall alltså vara möjligt att kategorisera olyckshändelser utifrån kontrollbehoven hos den underliggande olycksskällan. Analysen skall behandla de informationsflöden och de kompetenser som behövs inom systemet för att verksamheten skall kunna utvecklas och

drivas på ett säkert sätt. Taxonomin skall därför ha den struktur och den uppsättning kategorier som kan fånga de vertikala sammanhangen inom det sociotekniska system som är involverat i riskhanteringen och som indikeras i figur 1 .

Horisontella generaliseringar baserade på iakttagelser från flera aktiviteter i olika system men begränsade till viss systemnivå, se figur 1, ger inte den systemförståelse som behövs för ett proaktivt hanterande av risker. I stället skall varje aktivitet betraktas utgående från de olyckskällor som hanteras och den organisation, de överordnade riktlinjer ”den policy” och de instruktioner som anförs samt de kompetenser och den information som formar systemets utveckling. Studierna skall alltså omfatta en vertikal skiva genom systemets olika nivåer aktuell under en viss period. Generaliseringar angående kausala samband i en utvecklingsprocess kan enbart göras utifrån de erfarenheter ett sådant perspektiv ger.

2. En taxonomis tillämpningsområden

Hur man väljer att utforma en taxonomi bestäms av det faktiska syftet, vad den skall användas till och i vilket sammanhang. Vår avsikt med den föreslagna taxonomi är att den skall stöda riskhanteringen genom att; styra rapportering av olyckor och tillbud, strukturera analysen och stödja granskningen av verksamhetens sätt att hantera olycksriskerna. Följande tre verktyg är relevanta i detta sammanhang:

- Ett verktyg till stöd för datainsamling, rapportering och analys av olycksfall, tillbud och avvikelser. Användningen av verktyget skall syfta till att identifiera de bakomliggande orsakerna, de sammanhang då förutsättningarna för det inträffade skapades.
- Ett verktyg till stöd för analys av skilda aktörers roll i de kritiska sammanhang som identifieras, deras sätt att arbeta, och hantera information, deras måluppfattning och de officiella och lokala kriterier som de tillämpar. Syftet med att sätta dessa sammanhang och berörda aktörer i fokus är att samla och strukturera den information som fordras för att förstå de bakomliggande olycksskapande mekanismerna.
- Ett verktyg som bygger på sådana analyser, avsett att användas vid granskning eller auditering av säkerhets- och kontrollfunktioner.

Den taxonomi vi vill skapa avser vi utveckla iterativt i samband med att dessa verktyg utvecklas och valideras. De dimensioner och klasser som beskrivs i denna rapport skall i första hand ses som illustrationer av den grundläggande filosofin kring hur system påverkas och förändras och kring hur verksamheter kan struktureras. På grund av orsaksrelaterade, kausala, förklarings grundläggande natur är det inte möjligt att helt uttömmande och objektivt definiera de utmärkande egenskaperna, attributen, hos taxonomins olika klasser.² Därför måste kategorierna definieras med hjälp av "prototypiska" scenarier och exempel som förstås och accepteras av människor som är väl förtrogna med det sammanhang, den kontext, som analyseras. Det kan vara meningsfullt att, som i avsnitt 3, kort diskutera denna aspekt på klassificerande.

² För en detaljerad diskussion, se: Rasmussen J. (1990): Human Error and the Problem of Causality in Analysis of Accidents. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 327, 449-462.

3. Kausala förklaringar och klassificeringar

Ett arbetssystemets uppförande är i realiteten ett kontinuerligt flöde av tillståndsförändringar, en process. Orsaksbundna, kausala, förklaringar av detta flöde kan bara genereras genom att dela in *systemet i objekt* (organisationer, avdelningar, enskilda aktörer, utrustningar, varor) och *dess uppförande i sekvenser av händelser och ageranden*. Händelserna representerar förändringar i objektens tillstånd och de klassificeras och etiketteras i termer av återkommande händelsekategorier. Denna indelning och märkning genomförs bara ner till en detaljnivå tillräcklig för att kategorisera element som, i det aktuella sammanhanget, är kända för den som utför analysen. En beskrivning av sammanhanget, kontexten, är därför nödvändig för att göra en kausal förklaring och kategorisering förståelig och meningsfull. Denna beskrivning får formen av en berättelse som refererar till en typisk situation utan att ange sammanhangets alla utmärkande drag. Om man skulle försöka att på ett objektivt sätt lista alla utmärkande drag skulle den bli mycket omfattande och varje scenario skulle bli unikt.

Ett känt exempel på kausala förklaringar har förts fram av Mackie³: - "En kortslutning förorsakade husbranden" -. Påståendet definierar såväl ett visst sammanhang som två prototyper; Den *typ av kortslutning* som kan förorsaka brand i en viss *typ av byggnad*. Normalt medför en kortslutning bara att säkningen löser ut.

En annan egenhet hos kausala förklaringar är att det alltid är möjligt att föreslå alternativa motexempel bara genom att anta en mindre förändring av sammanhanget. Det innebär att en orsaksbunden förklaring bara bedöms som giltig av den person som den presenteras för om denne är villig att föreställa sig ett sammanhang som gör förklaringen trolig. En viktig konsekvens av denna egenskap hos kausala förklaringar är att de inte kan sägas vara sanna eller felaktiga, bara mer eller mindre troliga och därmed användbara.

En kausal taxonomis kategorier har alltså en mening bara i ett speciellt professionellt sammanhang som till stora delar måste tas för givet. Dessutom är kategoriernas definitioner givna av prototypiska exempel vars giltighet kan förändras med sammanhanget, t ex när ett visst olycksscenario förändras. Det verktyg som nämns i avsnitt 2, är avsett för analys av olycksfall och tillbud, skall underlätta insamlandet av en följdriktig eller konsistent uppsättning uppgifter kring fallet. Med dessa uppgifter skall man kunna åter skapa ett tänkbart olycksscenario och beskriva bristerna i det informationsflöde och den hantering av information som förhindrade en effektiv säkerhetsstyrning.

³ Mackie, J. L. (1975): "Causes and Conditions." American Philosophical Quarterly, Vol. 2.4 pp. 245-255 & 261-264 Reprinted in: E. Sosa (Ed.): Causation and Conditionals, Oxford University Press.

Genom vissa experiment där vi använt olika tänkbara taxonomistrukturer och uppsättningar av kategorier för analys av olycksfall har vi ställt samman ett förslag till taxonomiskt ramverk som beskrivs i avsnitt 6. Detta förslag har vi valt att använda i en prototypversion av ett verktyg för datainsamling och rapportering av tillbud och olyckor. När vi vidareutvecklar och implementerar verktyget räknar vi med att revidera ramverket med hänsyn till de erfarenheter vi gör.

4. Taxonomin

Taxonomin skall stödja insamling av uppgifter som skall ligga till grund för beskrivning av en kontrollstruktur och dess tillkortakommanden i samband med en olycka. Den kommer därför att baseras på en schematisk beskrivning av den fysiska processen i samband med olyckan, se figur 2. Figuren visar ett generellt mycket förenklat orsak-verkan-diagram över någon kritisk händelse och de händelser som föregår och följer på denna. Dessa händelser kan alla utgöra målet för riskreducerande åtgärder.



Figur 2 Ett generellt mycket förenklat orsak-verkan-diagram över någon viss kritisk händelse och de händelser som föregår eller följer på denna och vilka alla kan utgöra målet för riskreducerande åtgärder.

För att ge mening åt en orsaksbunden beskrivning är det enligt föregående avsnitt nödvändigt att definiera det sammanhang där kedjan av orsaksrelaterade händelser äger rum. Vi behöver alltså med ord beskriva en dynamisk orsaksbunden kontext. Vi behöver en "omslagshistoria", en "verbal etikett". För en professionell analyserare eller granskare definierar detta prototypiska scenario en strategi för riskhantering. Detta är grunden för nedan angivna förslag till taxonomistruktur; tre dimensioner med en uppsättning preliminära kategorier avsedda att användas i ett analysverktyg:

- A. *Skadeobjektet*, det som hotas av olyckskällorna. Denna dimension avser målen för säkerhetskontrollen. Vem eller vad som skall skyddas mot skada eller förstörelse.
- B. *Olyckskällans fysiska egenskaper*. Denna dimension definierar dels den fysiska olyckskälla som kan utlösas genom en olyckshändelse och dels den fysiska process som är i fokus vid kontrollen av olyckskällan.
- C. *Säkerhetskontrollstrategin*. Kontrollen av ett systems fysiska olyckskällor kan inriktas mot en eller flera av de skeden som enligt figur 2 ingår i ett möjligt olycksförlopp. Vilka skeden man väljer att fokusera på beror på systemets egenskaper, skadepotential och vilka skadeobjekt som skall skyddas.

Dessa dimensioner bedöms ansluta till etablerad praxis och lagstiftning på ett för riskhanteringen användbart sätt.

Vilka olika typer av fysiska olyckskällor som hanteras integrerade i olika typer av system avgör vilka olika former av kompetens som fordras hos aktörerna. Innan vi diskuterar strategierna för säkerhetskontroll och tillhörande informationsbehov kan det därför vara meningsfullt att, som i avsnitt 5, betrakta de informationselement som utgör basen i professionell kompetens. I avsnitt 5.1 markeras de hänsyn som bör tas, när informationsmönstren utformas och granskas, för att upprätta och vidmakthålla aktörernas kompe-

tens. I avsnitt 5.2 behandlas de kunskapsnivåer som ingår i professionell kompetens. I avsnitt 5.3 behandlas dynamiska systems olika faser, de sammanhang man kan behöva fokusera på vid planering av strategier för riskhantering. Hänsyn behöver tas till att olika arbetssituationer eller systemtillstånd kan påverka behoven av information och kompetens.

5. Information och professionell kompetens

Professionell är man i en roll, i ett yrkessammanhang. Erforderlig kompetens får man genom utbildning och av erfarenheter i samband med eget arbete i det aktuella sammanhanget. Den arbetsrelaterade informationen har därför dubbla syften. Det ena syftet är att *klargöra övergripande och situationsrelaterade mål, aktuella förhållanden och effekter av åtgärder*, detta för att möjliggöra måluppfyllelse när mål och omgivningsförhållanden varierar. Det andra syftet med informationen är att *utveckla och upprätthålla den kompetens som fordras* hos var och en i systemet för att beslut och ageranden skall säkerställa måluppfyllelsen utan negativa oplanerade biverkningar. Kunskap om mottagarens kompetens är därför avgörande vid utformning av informationens innehåll, dess form och hur uttrycklig, explicit, den behöver göras.

5.1. Informationskällor och användare

Varje strategi för riskhantering i system med flera aktörer är alltså beroende av flödet av information mellan dem. Vilken typ av information som behövs beror av systemets struktur och funktion och av de förutsättningar för kontroll som gäller för dess olyckskällor. Olika typer av information, från olika informationskällor används av olika aktörer.

När information förmedlas till personer i systemet skall hänsyn tas till;

- dessa personers kunskap och erfarenheter, deras professionella kompetens,
- den kunskap som skall tillföras och underhållas som en aktiv del av deras kompetens,
- hur denna naturliga kompetens påverkas av praktisk erfarenhet och
- vad informationen behöver innehålla för att motverka en gradvis försämring av grundläggande kompetens.

Av minst tre skäl är det viktigt att den som informerar känner till och förstår kompetensen hos mottagarna. Dels skall sådan information ges som rör förändringar i allmänna arbetsförhållanden och som säkerställer att grundläggande kompetens inte degenererar. Dels kan det vara känsligt och därför viktigt att inte stöta sig med professionella aktörer genom att i onödan instruera dem i frågor som är en naturlig del av deras kompetens. Onödig information hotar också att maskera eller försämra genomslagsförmågan hos den information som är nödvändig.

5.2. Kompetensens beståndsdelar

Vad menar vi då med kompetens? Man kan skilja mellan *kognitiv kompetens*, som kan indelas och beskrivas utifrån olika kunskapsnivåer, och *meta-*

kognitiv kompetens som är en bas för sättet man arbetar på, en form av arbetskultur.

5.2.1 Kognitiv kompetens

Kognitiv eller kunskapsmässig kompetens kan karakteriseras utifrån de tre kunskapsnivåer som behandlas nedan. Människan utnyttjar alla tre nivåerna i en omfattning som beror av hur familjär man är med den aktuella situationen.

Grundläggande funktionell förståelse

Experten skall på den kunskapsbaserade kompetensnivån ha en grundläggande förståelse för funktionella samband inom sin del av systemet. Han/hon skall ha svar på frågor av typen; varför händer detta och vad händer om...? Information om hur systemet fungerar kan komma från personer som utformat systemet eller som planerar arbetet.

Den grundläggande förståelsen av systemets utformning och funktion är nödvändiga för att aktören skall kunna kontrollera systemet och förutsäga effekterna av planerade åtgärder. Det gäller t ex vid improvisationer i samband med okända arbetssituationer och fel i teknisk utrustning då den fysiska och/eller operationella omgivningen kring aktören förändras. Även i samband med familjära förhållanden då experten kontrollerar aktiviteten genom "know how" fordras denna kompetensnivå. En expert kännetecknas av stor känslighet för och en medveten strävan att förstå även mycket subtila förändringar i hur systemet svarar på det egna agerandet.

Grundläggande funktionell förståelse kan förmedlas genom teoretisk utbildning med hjälp av böcker och manualer samt genom seminarier och träning i simulatorer. Denna typ av kompetens fordrar frekvent uppdatering för att inte gradvis försämras. I samband med planerade förändringar är behovet av uppdateringar särskilt stort.

Erfarenhetsbaserade regler / know how

När arbetsförhållandena är kända kontrollerar aktören arbetsmomenten genom att tillämpa kända regler. Dessa regler kan ha utvecklats genom egna erfarenheter, genom erfarenhetsutbyte med kollegor, genom formella och informella instruktioner. I en del system med stor skadepotential utarbetas speciella instruktioner som skall säkerställa att arbetet utförs på ett sätt som är anpassat till vissa ovanliga och riskfyllda systemtillstånd. Arbetsrutinerna innehåller därför extra säkerhetsåtgärder som var för sig och oberoende av varandra skall förhindra okontrollerade händelser. Att åtgärderna på detta sätt är redundanta i samband med normala förhållanden innebär att eventuella avvikelser från reglerna normalt inte medför några allvarliga konsekvenser. Redundansen medför ju att den ena åtgärden tar över och klarar uppgiften när den andra fallerar eller uteblir. Den professionella aktören anpassar sina rutiner till dessa normala förhållanden. Det innebär troligen att tillämpningen av redundanta regler degenererar. För att motverka detta är det av stor betydelse att motiven för sådana extra åtgärder kommuniceras på sådant sätt att de förstås och att motivationen underhålls.

Beteendet på den här kompetensnivån är målorienterat men strukturerat via befintliga "sparade" regler. Människor som genom egna erfarenheter är väl förtrogna och synkroniserade med ett arbetssammanhang har också "effektiva förväntningar" – de kan förutse de signaler och de handlingar som normalt är relevanta i sammanhanget. Aktören är alltså medveten om att det existerar alternativa sätt att agera och att han/hon måste välja. Valet baseras på något tecken från omgivningen, en signal som visat sig vara sammankopplad med ett av handlingsalternativen – OM DET HÄNDER – GÖR DET. Effektivt regelbaserat arbete bygger därför på enkla signaler eller antydningar som kan relateras till vad som tidigare har visat sig vara framgångsrika ageranden i motsvarande sammanhang. När systemet förändras, t ex genom att någon gör ett fel, så kan sammanhanget missuppfattas och signaler kan utlösa ageranden utifrån regler som inte längre är giltiga.

Det regelstyrda agerandet på stereotypa signaler under kända förhållanden har betydelsefulla effekter på den kognitiva förmågan att samordna arbete i grupp. Det blir viktigt att gruppen har en begreppsapparat och ett uttrycks-sätt gemensamt. Muntliga meddelanden utgör signaler som kan få gruppmedlemmar att agera på visst sätt. Hur entydiga dessa meddelanden görs beror på avsändarens uppfattning om mottagarens kompetens och arbetssituation. Den inbördes förståelsen för medarbetarnas kompetensnivå växer stadigt med att gruppen samtränas. Meddelandena blir därför allt mer rudimentära. Med tiden kan en vissling eller ett tecken räcka. Det kan naturligtvis leda till missuppfattningar vid det tillfälle då arbetsförhållandena förändrats.

Automotorisk skicklighet

Slutligen gäller att professionell kompetens innefattar en omfattande repertoar av automotorisk skicklighet som kan tillämpas utan medveten kontroll. Källan till denna form av kompetens är uteslutande inläring genom övning. Att läsa sig till förmågan att cykla fungerar inte, man övar tills man kan. Olika arbetsuppgifter kan innehålla liknande moment som kan utföras i samma eller liknande omgivningar. En stor del av systemutformning och arbetsplanering syftar till att förhindra att beteendemönster från andra arbetssammanhang skall interferera med det mönster som är påkallat i samband med kritiska arbetsuppgifter.

5.2.2 Metakognitiv kompetens

Den metakognitiva dimensionen av den professionella kompetensen visar sig genom aktörens arbetsstil och förhållningssätt till olika mål, hans/hennes sätt att resonera och agera i systemet. Hur väger man olika officiella, lokala och personliga kriterier mot varandra och hur lyhörd är man för signaler som kan påkalla omvärderingar. De primära målen med arbetet och de krav man inser följer av dessa mål och av situationen kan man normalt tillfredställa på flera sätt. Hur dessa frihetsgrader hanteras, vilket handlingsalternativ man väljer, måste avgöras utifrån situationsbundna subjektiva kriterier. Faktorer som kan avgöra dessa "fria" val kan t ex vara; arbetsbelastning, tidsåtgång, bedömd sannolikhet för att misslyckas och för att bli på-

kommen, vad som bedöms socialt accepterat. En aktörs prioriteringar, sättet att ranka sådana kriterier relativt de officiella kriterierna som anges i policydokument och arbetsbeskrivningar beror av en form av kognitiv stil.

Den metakognitiva kompetensen innebär också en känslighet för detaljer. Med hjälp av vaga kännetecken i omgivningen kan mindre förändringar uppfattas och beteendemönstret kan modifieras därefter. Professionalism innehåller alltså en form av intuitiv känslighet som gör att undermedvetet, automotoriskt agerande avbryts genom att aktören övergår till medvetna val bland erfarenhetsbaserade alternativa handlingsvägar eller till beslut baserade på grundläggande funktionell systemförståelse.

5.3 Olika arbetssituationer

Kontexten är tidsberoende på flera vis. Dels har vi ett cykliskt tidsperspektiv genom att tiden på dygnet och under året kan påverka många system, dels kan vi betrakta systemet relativt ett historisk förlopp. Yttre påverkande faktorer som konjunkturen, konkurrens- och samhällsförhållanden samt omgivande infrastrukturer förändras. Dessutom genomgår system ett antal olika faser. För systemets fysiska del kan faserna rubriceras; planering, utformning, uppbyggnad, användning, underhåll, förändring och slutlig avveckling. Även organisatoriska förändringar t ex till följd av ändrade ägarförhållanden påverkar kontexten. Dessa tillståndsförändringar innebär att såväl de tekniska som de sociala strukturerna omformas under olika tempon. Det medför att systemets mognadsgrad varierar och därmed också behoven av information mellan aktörerna i systemet. Varierar gör även graden av strukturering och funktionell koppling liksom hur väldefinierade olycksskälorna är, något som enligt avsnitt 6C också påverkar vilka riskhanteringsstrategier som kan tillämpas.

Vid planering av strategier för riskhantering i organisationer där fysiska olycksskällor opereras är det alltså viktigt att ta hänsyn till de olika arbetssituationer eller systemtillstånd som kan föreligga:

- Vid *normala drift- och störförhållanden* gäller att de skyddssystem som designats och införts i systemet skall vara i funktion.
- Med *underhåll och reparationer av planerat slag* avses aktiviteter som förutsågs och som man tog hänsyn till då systemet utformades. I sådana sammanhang kan processbetingelserna avvika från normala driftförhållanden och vissa skyddssystem kan vara ur funktion.
- I samband med mer *genomgripande eller bestående förändringar och modifieringar*, det kan gälla processutrustningar, processbetingelser, driftsrutiner och organisationer, är det av avgörande betydelse att berörda aktörer har en grundläggande kännedom om och funktionella förståelsen för de betingelser och antaganden som ligger till grund för systemets utformning. Aktörerna skall dessutom veta och förstå varför dessa koncept har tillämpats.

Vid planering eller granskning av strategier för riskhantering i samband med dessa typer av aktiviteter i någon viss organisation är det alltså viktigt att beakta dels den professionella kompetensen och dels informationens innehåll, form och vägar i systemet. Vi återkommer till detta i avsnitt 6C.

Auditering eller granskning av förutsättningarna för säker utveckling och användning av ett system är en viktig del av riskhanteringen. När det är motiverat med en auditering och vad man då skall fokusera på beror av systemets egenskaper och vilken fas enligt ovan systemet befinner sig i. Det kan vara särskilt viktigt att granska system när det byter fas, eller snarare när detta är förestående, och att då särskilt undersöka om behoven av kompetens och information tillfredställs. Fas- eller tillståndsförändringar kan därför ses som indikatorer vid beslut om att auditera systemet.

6. Taxonomins dimensioner

A. Skadeobjektet

De objekt som kan påverkas och skadas om en viss olyckskälla löser ut är en viktig dimension att karakterisera olyckskällor utifrån. Skadeobjekten representerar det yttersta objekten för säkerhetskontrollen och olika skadeobjekt kan motivera olika strategier för denna kontroll. Det har medfört att även gällande lagstiftning vad gäller säkerhet, hälsa och miljö och den politiska diskussionen inom detta området har strukturerats utifrån dessa kategorier. När man säger sig tillämpa en helhetssyn innebär det ofta att man inkluderar mer än en typ av skadeobjekt i sin analys. Dimensionen skadeobjekt reflekterar de prioriteringar som ligger till grund för en organisations allmänna riskhantering.

A.1. Individuell aktör

I denna kategori är det den individuella aktören i direkt samspel med den fysiska olyckskällan som drabbas om källan löser ut. Det är normalt fallet i samband med arbetsolyckor. Skyddsåtgärder inriktas mot individen och planeras ofta för specifika arbetsituationer. Detaljer angående fysiska förhållanden på arbetsplatsen avgör.

A.2. Personal

Denna kategori omfattar olyckor då flera människor inom organisationen hotas. Det kan t ex röra sig om bränder, explosioner, utflöden av giftiga ämnen eller konstruktioner som rasar. Händelsernas verkan begränsas till det omedelbara grannskapet. Medan den föregående kategorin avser scenarier med småskaliga arbetsolyckor så avses här medelstora olyckor som motiverar skyddsåtgärder av större omfattning, åtgärder som påverkar större områden och som kan innebära högre grad av funktionell koppling.

A.3. Allmänheten

Denna kategori omfattar olycksscenarier där målet för riskhanteringen är att skydda allmänheten från skador och dödsfall genom stora olyckor i samband med t ex industriella aktiviteter, transporter eller boende. Det kan gälla bränder, utflöde av giftiga ämnen, ras och skred mm. Denna kategori är i fokus för debatt och lagstiftning som en följd av ett antal stora olyckor under senare år och den stora spridning som uppgifter kring sådana händelser får.

Kontrollproblemen beror av samhällets förändring som är en omfattande och komplex process. Kontrollstrategin måste därför vara långsiktig och inriktad på samhällsbyggandet samtidigt som den kan behöva reagera relativt

snabbt på nyvunna insikter. Alla kategorier av allmänheten skall skyddas men vid utformningen av skyddsåtgärderna fordras hänsyn till vissa kategorier som barn, äldre och sjuka i hem och inom olika institutioner i samhället för vilka extra resurser kan fordras. Skyddsåtgärder kan i en del fall medföra begränsningar vad gäller fri rörlighet och användning av befintliga byggnader och annat vilket kan påverka åtgärdernas effektivitet på sikt. Man bör ta hänsyn även till sådana faktorer vid planeringen av allmänhetens skydd.

A.4. Miljö

Hotet mot miljön till följd av olyckshändelser i omgivande system har också vunnit ett ökat intresse under senare år och satt spår i den politiska debatten och i lagstiftningen. Problematiken kring miljöpåverkan genom olyckor skiljer sig delvis från den kring miljöpåverkan i samband med normal hantering av vad som kan utgöra fysiska olyckskällor. Exponering och skadeverkan i händelse av en olycka där ämnen/produkter tillförs omgivningen är mer geografiskt begränsad men samtidigt mycket intensiv. Det gör att även andra typer av gods kan behöva beaktas vid hantering av olycksrisker än de godstyper som klassas som miljöfarliga och därför normalt anses utgöra hot mot miljön. Till exempel gäller att vattenlösliga och biologiskt nedbrytbara ämnen, om de i tillräcklig mängd tillförs en vattenrecipient kan medföra akut syrebrist med fiskdöd som följd.

Såväl olycksförebyggande som skadebegränsande åtgärder kommer i fråga. En särskild problematik uppstår när åtgärder för att skydda omgivningsmiljön kommer i konflikt med omsorger om andra skadeobjekt och de skyddsåtgärder som dessa kan motivera och tvärt om. Ett exempel på detta kan vara insatser i samband med större bränder⁴.

A.5. Kapital

I en realistisk riskhanteringsstrategi måste hänsyn tas till behovet av att skydda gjorda investeringar. Det medför att kostnadseffektiva åtgärder skall planeras och implementeras för att förhindra förlust av produktions- och/eller leveransförmåga. Till grund för planeringen läggs bland annat uppskattningar av hur stor del av kapaciteten som kan hotas, hur långvariga eventuella kapacitetsförluster kan bli, möjligheter och kostnader för att köpa eller återskapa kapacitet, uppskattade framtida marknadseffekter av att inte kunna leverera under olika tidsperioder.

Skyddsvärt "kapital" kan även innefatta materiella tillgångar som byggnader och markområden samt immateriella som know-how och information om kunder och affärsuppgörelser.

⁴ Stridsman D., Andersson J., Svedung I. (1997): Effekter av släckvatten Räddningsverkets rapport P21-198/97

A.6. Samhällsfunktioner / försörjning

En del olycksscenarioer kan beröra objekt som utgör delar av viktiga funktioner i samhället. Det kan röra kommunikationer, produktion och distribution av viktiga varor och energi, institutioner för vård, omsorg, utbildning. Sårbarheten kan påverkas genom strategisk samhällsplanering, genom lokaliseringsbeslut, fördelning av kapaciteter på flera redundanta enheter eller system, lagerhållning av strategiska varor. Samhällsbyggandet är en ständigt pågående process, enskilda förändringar, som kan vara små, men med verkan över längre tid har visat sig i form av ökad sårbarhet och allvarliga störningar. Ansvaret för olika samhällsfunktioner är fördelat på många centrala, regionala och lokala myndigheter. Planeringshänsynen är många och processen är föremål för massmedias och allmänhetens intresse och för politiska överväganden.

B. Olyckskällans fysiska egenskaper

De typer av olyckor som vi behandlar i denna rapport förorsakas av att kontrollen över någon fysisk process förloras och skadeobjekt enligt A hotas. En effektiv riskhanteringsstrategi måste därför planläggas utgående ifrån kunskaper om denna process och dess kontrollegenskaper.

Olyckskällors fysiska egenskaper påverkar valet av kontrollstrategi. Därför har taxonomin kring olyckskällor och kontrollen av dem influerats av begrepp hämtade från naturvetenskaperna. En tidig ansats⁵ för att definiera en systemorienterad risktaxonomi baserades på en renodlad klassificering utifrån olika energiformer. Denna ansats var emellertid inte speciellt verkningfull. Att t ex i samband med arbetarskydd, tvinga in alla fysiska olyckskällor i energiklasser visade sig vara något konstlat. Vilken energiklass omfattar t ex att skära sig i handen? Vilket problem löses bättre av att man hänför förgiftning till klassen kemisk energi? Här föreslås en mer praktiskt inriktad klassificering av olyckskällor.

De kategorier av olyckskällor som föreslås ingå i klassificeringsschemat är kopplade till de fysiska fenomen som kan leda till skador om de inte kontrolleras tillräckligt väl. Dessa fenomen kan alltså relateras till någon väl definierad typ av kritisk händelse som i sin tur definierar en uppsättning olycksscenarioer. Exempelvis inkluderas kinetisk energi som en separat klass därför att riskhanteringsstrategier kommer att inriktas mot att kontrollera denna energiform och de olika vägar som den kan frigöras på. Däremot inkluderas inte lägesenergi eftersom denna energiform kan skada först om den omvandlas till rörelseenergi. På samma sätt inkluderas i klassen av farliga ämnen alla ämnen som kan skada om de frisläpps i en omfattning och under

⁵ Johnson, W. (1973): MORT The Management Oversight and Risk Tree Analysis. Tech. Report SAN 8212. Washington: US. Atomic Energy Commission

sådana betingelser att exponeringen kan överskrida för skadeobjekten säkra gränsvärden, det vill säga giftiga, korrosiva, radioaktiva eller smittbärande ämnen. Men även ämnen eller produkter som normalt inte klassas som farliga kan föras hit; inerta gaser t ex eftersom de kan skada genom att förtränga luft och livsmedel som mjölk och sirap som om de tillförs vattendrag kan brytas ner av mikroorganismer i en sådan omfattning om omständigheterna är de rätta att syrebrist uppstår med fiskdöd som följd.

Planering av hur olyckskällor skall hanteras påverkas alltså av tillgänglig information, dels om deras fysiska egenskaper och, dels hur dessa egenskaper påverkar behov och förutsättningar för kontroll. Med hänsyn till den snabba tekniska utvecklingen är det av stor vikt att sådan grundläggande information förs vidare i alla led; då systemens funktion och utformning bestäms, när de byggs, tas i drift, opereras och underhålls. Under perioder med små förändringar kan behovet av proaktiv planering tyckas minska. Då upplevs också behoven av information minska genom att rutiner och praxis utvecklas tillsammans med aktörernas professionella kompetens, systemen mognar. Erfarenheterna från större olyckor under senare år visar emellertid med stor tydlighet på behovet av grundläggande kompetens vad gäller hanterade olyckskällors fysiska egenskaper. En viktig uppgift i samband med riskhanteringen är därför att säkerställa en aktuell och funktionell systemförståelse hos alla berörda.

Beträffande kategorierna B.1 till B.3 nedan gäller att identifieringen av relevanta fysiska olyckskällor samt beskrivningen av relevanta fysiska egenskaper och tillhörande kontrollbehov är en typisk ingenjörsmässig uppgift. Flera olika mer eller mindre detaljerade metoder har utvecklats för att genom analyser och experiment utvärdera systemen under planerings- och designfasen. En grundläggande uppgift när riskhanteringen planeras är därför att finna adekvata metoder för att välja och formulera den information som skall föras vidare till dem som bygger och opererar systemet samt att välja lämpliga vägar och former för denna information.

B.1. Ansamlingar av energi

Olyckskällor i form av energiansamlingar kan typiskt övervakas genom mätningar av processvariabler som hastighet, temperatur eller tryck. I fall då man med tillräcklig förvarningstid kan upptäcka att kontrollen kan gå förlorad genom att sådana parametrar förändras på ett oplanerat sätt kan denna typ av information ligga till grund för säkerhetsåtgärder (kontroll metod C.2). Följande är exempel på olika former av energi som kan påkalla kontroll:

- *Termisk energi; vätskor med högt tryck och/eller temperatur.* Energi-ansamlingar t ex vatten / ånga i ångkraftverk, het olja eller metallsmältor. Kritisk händelse kan vara förlust av kontrollen över en energibalans, brott på reaktorer och rörledningar, oplanerad tillförsel av lågkokande ämnen vilket kan medföra ångexplosion.

- *Kemiskt bunden energi; reaktiva, brandfarliga och explosiva ämnen.* Kritisk händelse kan vara okontrollerad blandning eller förorening, förlorad

temperaturkontroll eller tillförsel av energi (stöt, antändning) till reaktiva ämnen. Det kan leda till accelererande kemiska reaktionsförlopp, tryckstegring, explosioner, värmestrålning, tryckvågor, projektiler/splitter, brand.

- *Kinetisk energi*. Kritisk händelse kan vara en okontrollerad omvandling av lägesenergi till kinetisk energi som vid fall från hög höjd eller förlust av kontrollen över föremål i snabb rörelse, t ex tåg, bilar, flygplan.

B.2. Ansamling av farliga ämnen

Inom denna kategori frigörs olycksfall i form av olika typer av farliga ämnen genom okontrollerade utflöden. Den kritiska händelsen leder till att dessa ämnen sprids och kontaminerar luft, mark och vatten, utrustning, kläder och byggnader. Utflöden kan uppstå genom felaktigt handhavande av material och utrustning, genom yttre påverkan (mekanisk eller termisk) på utrustning, behållare och förpackningar och genom inre påverkan, slitage, korrosion, temperatur eller tryck. Påverkan kan vara momentan eller verka under lång tid.

B.3. Strukturell integritet och stabilitet

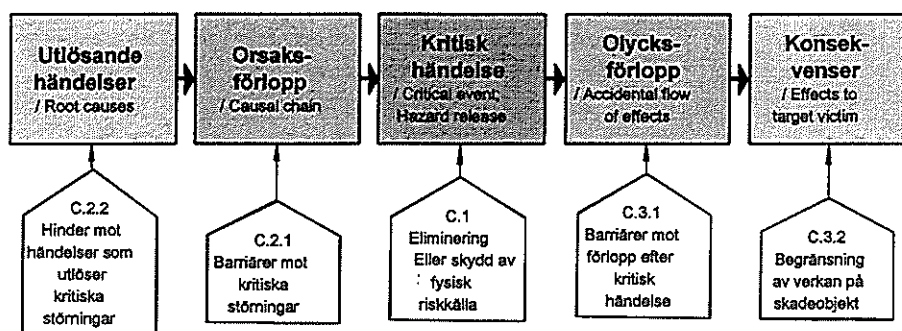
Den kritiska händelsen i dessa sammanhang innebär att systemets fysiska delar utsätts för en påverkan så stor att dess integritet skadas och stabiliteten går förlorad. För att komplexa strukturer skall vara stabila kan det krävas att vissa villkor är uppfyllda. Det gäller t ex den vertikala stabiliteten hos fartyg, torn och broar samt markmassor vars bärkraft beror av ingående markmaterial, grundvattenförhållanden och markrörelser. Det kan vara svårt att avgöra marginalerna till instabila förhållanden. Vissa möjligheter finns dock att detektera detta genom analys och uppföljning av svängningars amplitud och frekvens i samband med belastningar från vindstötter, havsvågor eller markvibrationer.

B.4. Övrigt

Denna kategori olycksfall inkluderar t ex vassa föremål, roterande maskindelar, vilda djur, oväder samt hala underlag, golv och gångvägar. Kategorin är speciellt relevant i samband med mindre personskador som skär-, kläm- och fallskador vilka kan uppkomma i många ofta mindre väl strukturerade sammanhang. Traditionellt har information som syftar till kontroll av denna typ av olycksfall utvecklats av föreskrivande myndigheter som delvis utgått från epidemiologisk analys av olycksrapporter. Informationen har ofta formen av föreskrifter, råd och standarder.

C. Metoder för säkerhetskontroll

Olyckskällornas fysiska egenskaper och egenskaperna hos det system där dessa olyckskällor hanteras avgör var, när och hur olyckshändelser inträffar. Dessa egenskaper påverkar därför även syften och metoder för en effektiv kontroll av riskförhållandena. De olycksscenarioer som är relevanta vid en viss arbetsplats kan representeras av en uppsättning orsak-verkan-diagram. Vart och ett av dessa konstrueras utgående från en kritisk händelse som representerar frigörelsen av en olyckskälla. Denna händelses förhistoria beskrivs av ett orsaksträd av möjliga utlösande händelser och följdhändelser. Effekterna av den kritiska händelsen beskrivs med ett verkansträd av möjliga konsekvenser. Säkerhetskontrollen beror därför av möjligheterna att bryta eller avleda händelseförloppet, se figur 3. Hur det kan ske beror på olyckskällans fysiska egenskaper och på de begränsningar som omgivningarna kring den aktuella processen medför.

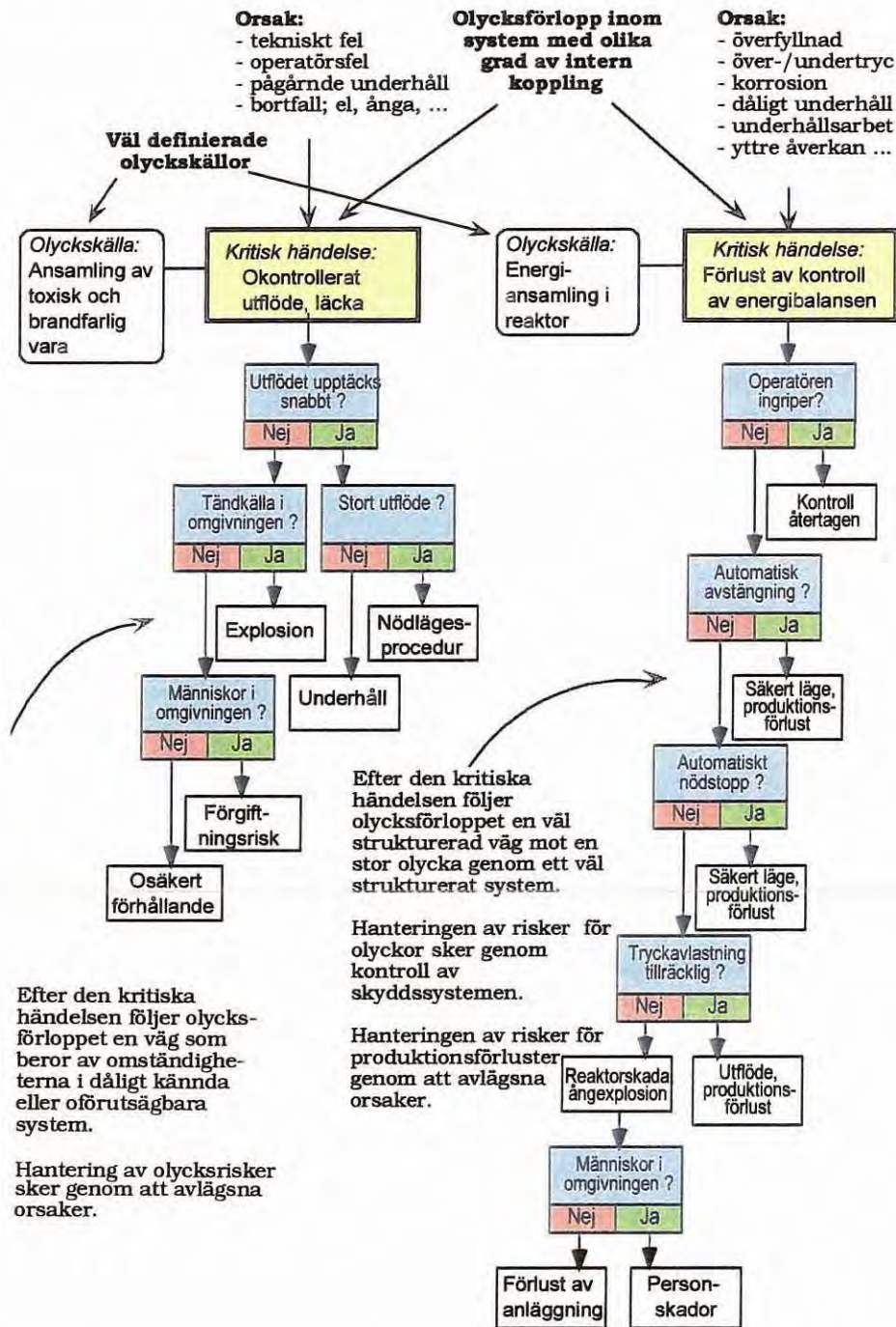


Figur 3 C1, C2 och C3 representerar i grunden olika strategier för kontroll av olyckskällor. Figuren visar hur de ansluter till det generella orsak-verkan-diagram kring en kritisk händelse som angivits i figur 2. Strategierna föreslås tjäna som kategorier i taxonomins kontrollmetoddimension.

En industrianläggning kan omfatta flera fysiska olyckskällor som kan hanteras av flera på olika vis strukturerade system. Detta illustreras av exemplet i figur 4, hämtat från en petrokemisk anläggning. Beaktar vi risken för okontrollerade utflöden (figurens vänstra sida) avgörs frågan om vilka system som skall undersökas av var läckor kan uppstå, hur stora flöden och volymer de kan medföra och liknande förhållanden. Förutsättningar för sådana händelser finns normalt i många punkter inom systemet. Vilka typer av kontrollåtgärder som kan vara lämpliga och beredskapen för sådana åtgärder kan variera från plats till plats.

Produktionsprocesserna i industrianläggningar utgör exempel på system som är hårdare funktionellt kopplade. Det innebär att händelseutvecklingen kring en eventuell förlust av kontrollen över energiflödet i någon sådan pro-

cess är mer strukturerad och bestämda genom anläggningens utformning. Flera olika barriärer har införts som skall förhindra såväl orsaks- som olycksförloppen och därmed ett okontrollerat utflöde av material och energi (höger sida av figur 4).



Figur 4 Anatomien för två olycksförlopp inom en petrokemisk anläggning vilka är kopplade till två olika typer av olycksorsaker, systemstrukturer och kontrollstrategier.

Tre olika kontrollstrategier är alltså aktuella. I det första fallet ovan (vänster sida av figur 4) inriktas kontrollen på att avlägsna orsaker till okontrollerade utflöden, C.2, och i det andra (höger sida av figur 4) på att bryta flödet efter att det börjat, C.3. Dessutom kan man minska riskerna genom att minska olycksställans skadepotential eller skydda den fysiskt, C.1, se figur 3.

Vid varje arbetsplats bedrivs normalt flera olika potentiellt riskfyllda aktiviteter. De strategier för riskhantering som skall tillämpas inom organisationen kommer därför att innehålla en uppsättning kontrollfunktioner inriktade mot flera olika riskkällor. Beslutsfattarna på alla nivåer i det sociotekniska system som indikeras i figur 1 behöver, i sin samverkan kring hanteringen av riskförhållandena, kunna kommunicera och förstå de karakteristiska egenskaperna hos olycksställorna i systemet och behoven och möjligheterna för kontroll av dessa. Man behöver alltså, på ett sätt som är funktionellt för aktuell systemnivå, kunna klassificera aktiviteterna med hänsyn till kontrollstrategier och den information (form och innehåll) som behöver utväxlas mellan aktörerna på de olika systemnivåerna enligt figur 1. Det är därför värdefullt att karakterisera olika metoder för kontroll av olycksställor, metoder som kan övervägas i samband med planeringen av en överordnad riskhanteringsstrategi och enligt vilken informationsbehovet definieras.

Betraktar vi en allmän orsak-verkan-modell som den i figur 3 kan alltså tre i grunden olika strategier för säkerhetskontroll urskiljas beroende på vad skyddsåtgärderna inriktas mot:

- C.1: Olyckor kan motverkas genom att den fysiska olycksställans skadepotential minskas och/eller genom att det som omger den görs mindre känsligt för påverkan från den kritiska händelsen.
- C.2: Olycksställan kan skyddas genom att de förhållanden och händelser som leder till den kritiska händelsen elimineras eller motverkas.
- C.3: Händelseutvecklingen efter den kritiska händelsen kan kontrolleras.

C.1. Skydda eller reducera den fysiska olycksställan

Denna metod att minska sannolikheten för eller omfattningen av en kritisk händelse syftar till att antingen fysiskt skydda olycksställan eller att eliminera eller minska dess fysiska mängd eller skadepotential. Detta är helt klart en grundläggande designuppgift som kan utföras på flera sätt beroende på sammanhanget. Några exempel på detta är:

- Farliga ämnen som i en del fall kan;
 - bytas mot mindre farliga, för vilka det fordras kraftigare påverkan för att de skall omsättas eller högre exponering för att lika allvarlig skada skall uppstå (substitution),
 - hanteras i mindre mängder (reduktion),

- delas upp i delmängder och skyddas genom ökade avstånd (separation) eller
- skyddas med hjälp av mer hållbara inneslutningar (protektion).
- Fartyg vars stabilitet mot kantring kan ökas genom att bredden ökas och/eller att tyngdpunkten sänks.
- Bärande konstruktioner, t ex i broar eller byggnader vilka kan skyddas mot yttre mekanisk påverkan.

Skyddsåtgärderna skapas alltså i samband med den grundläggande utformningen av de tekniska systemen, design- och konstruktionsfasen. Erfarenheter visar emellertid att detta designade skydd kan sättas ur spel helt eller delvis vid efterföljande tillverkning och drift. Modifieringar leder till att de grundläggande designförutsättningarna inte uppfylls.

Information för kontroll av olyckskällorna. Effektiv riskhantering innefattar kritisk granskning av de grundläggande designvillkoren samt uppföljning/kontroll av systemförändringar med hänsyn till dessa villkor. Det innebär att man från design- och konstruktion till byggnation/ tillverkning och vidare till användningen och underhållet av systemet i klartext skall överföra;

- de grundläggande förutsättningarna och antagandena för designarbetet
- resultatet av designarbetet, de specifikationer som angivits med hänsyn till olyckskällans skadepotential och känslighet för yttre påverkan samt
- motiven för dessa specifikationer, varför de har valts som de har.

Det är särskilt viktigt att information av denna typ förs fram i samband med att teknologin, grunderna för tillämpad design, förändras eftersom dessa förändringar kan leda till att systemets funktion inte längre täcks in av operatörernas kompetens.

C.2 Förebygg orsaker till kritiska händelser

En vanlig reaktion när system felfungerar är att söka orsaker i termer av utrustningsfel eller mänskligt felhandlande för att sedan med olika metoder söka motverka sådana orsaker. Kritiska händelser kan förebyggas t ex genom att mer tillförlitliga och eventuellt redundanta (parallellt verkande, inbördes oberoende) utrustningar används och genom att stående operativa rutiner, redundanta procedurer, införs och underhålls. Åtgärder av denna typ leder, som en följd av aktörernas adaptiva beteende, ofta till att systemets effektivitet ökar mer än vad marginalerna till kritiska händelser gör. Effektivare bromsar och bättre däck på fordon anses öka trafiksäkerheten men eftersom det delvis leder till att man kör fortare så kan sannolikheten för att tappa kontrollen påverkas negativt och konsekvenserna förvärras. För att proaktivt förebygga olyckor i ett system under förändring fordras inte bara

tillförlitliga tekniska system utan även en förmåga hos berörda aktörer att se, bedöma och hantera nya hot när de dyker upp. Detta förutsätter kompetens och information.

Vi utgår från den vänstra delen av figur 3 när vi här betraktar två angreppssätt för att förebygga orsaker till olyckor:

C.2.1 Ansträngningar för att bryta eller blockera grenar på orsaksträdet genom att tillföra villkor för en kritisk utveckling av ett orsaksförlopp. I detta fall fokuserar man på *olyckskällans kritiska kontrollparametrar* och vad som direkt kan förhindra störningar på dessa.

C.2.2 Ansträngningar för att "tukta grentopparna på orsaksträdet", d.v.s. att förhindra händelser som utlöser orsaksförlopp och på det viset minska sannolikheten för kritiska händelser. I detta sammanhang fokuserar man på de *aktiviteter som kan påverka olyckskällan*.

C.2.1 Skapa barriärer mot att olyckskällor utlöses

En effektiv kontrollstrategi för att förhindra kritiska störningar och att olyckskällor löser ut siktar på att avbryta eller blockera händelseförloppen längs de grenar på orsaksträden som leder till de kritiska händelserna. Dessa barriärer riktas i första hand mot olyckskällornas kontrollparametrar, på de direkta orsakerna till kritiska händelser. Strategin bygger på en allsidig och omfattande identifiering av samtliga relevanta kontrollfunktioner genom en känslighetsanalys av olyckskällan. Samtliga direkta orsaker till att denna kan störas på ett för säkerheten kritiskt sätt skall alltså klargöras. Därför kan strategin i praktiken bara användas när de kritiska kontrollparametrarna är stabila över tiden och relativt väl definierade. Hur omfattande och komplett identifieringen behöver göras och vilka informationskällor man behöver konsultera beror bland annat av olyckskällans skadepotential. Vad kan tolereras? Hur frekvent kan den aktuella typen av störning, det uteblivna skyddet, få vara?

Grenarna på händelseträdet binder samman den hotande processens kontrollparametrar, vid trädets rot, med möjliga effekter av aktiviteter i processsystemets omgivning. Valet av vilka grenar som skall behandlas identifieras genom att dessa aktiviteter analyseras. Vilka aktiviteter som skall studeras för att identifiera möjliga direkta orsaker till störningar beror på hur heltäckande analysen behöver göras vilket åter igen beror på hur allvarliga effekterna kan bli om olyckskällan utlöses.

Strategi om effekterna är måttliga

Måttliga effekter kan t ex uppstå i samband med produktionsstörningar. De kan leda till förlorad produktion, kassation, störda kundrelationer p.g.a kvalitetsstörningar, temporärt försämrade fysisk eller kemisk arbetsmiljö eller ökade emissioner till omgivningsmiljön. Om förväntade effekterna bedöms som måttliga utgör de ett relevant hot främst om de är eller antas bli relativt frekventa. Det innebär att erfarenheter om hur systemet fungerar normalt kan ligga till grund för utformningen av de nödvändiga barriärerna och förreglingarna. Det blir viktigt att känna till hur vanliga olika typer av kontroll

störningar är samt hur och i vilka sammanhang de uppkommer, Mer exotiska orsaker till störningar med måttliga effekter tar man normalt ingen notis om. Planeringen av barriärer och förreglingar kan i denna kategori därför baseras på den normala kompetensen hos de personer som utformar och utvärderar processsystem med tillhörande tekniska kontroll- och larmsystem. Analysen kräver normalt inga detaljerade kunskaper om den faktiska arbetsplatsen.

Ett illustrativt exempel på denna kategori är skyddet av den kontinuerliga produktionen i en processanläggning. I samband med industriella system är det en viktig uppgift. Att stänga ner anläggningen av säkerhetsskäl medför ofta stora kostnader och att starta upp den igen är en omfattande och tidskrävande process. Anläggningen utformas därför så att den normala produktionen skyddas. Det görs med hjälp av barriärer och förreglingar som skall förhindra sådana processtörningar som kan leda till säkerhetsstopp.

Information för kontroll av olyckskällorna. Hanteringen av denna kategori (små eller måttiga effekter) är i första hand en uppgift för produktionsavdelningen. Processoperatörerna behöver entydig information från dem som utformar det tekniska systemet; om vilka de känsliga parametrarna för kontroll är, hur de övervakas, vilka larmfunktioner och larmnivåer som utnyttjas och hur funktionerna är skyddade genom förreglingar, dubbleringar och andra barriärer i möjliga orsaksförlopp. Dessutom fordras information om orsakerna och grunderna för den valda utformningen av skyddsåtgärderna, antaganden om belastningar, typer av störningar, förväntad frekvens av inspektioner och underhåll m. m. Sådan information är viktig t ex i samband med underhåll då skyddssystem kan sättas ur funktion.

Driftspersonalen får normalt denna information i form av manualer och olika former av scheman eller ritningar. Den är dessutom en naturlig del av en erfaren operatörs kompetens. Driftspersonalen behöver också information om hur produktionsprocessen löper och om anläggningens status, uppgifter om störningar, nödstopp, pågående reparationer och liknande.

Produktionsledningen behöver rapporter över produktionen och underhållet för att planera produktions- och underhållsscheman och över tillbud och driftstopp för att följa upp planeringen och resursfördelningen. Som underlag för bedömningar tjänar t ex rapporter från industrier och myndigheter angående motsvarande funktion och prestanda i andra liknande verksamheter samt föreskrifter och standarder.

I praktiken kan informationsflödet bli mycket begränsat vid daglig drift av system som enbart anses kunna medföra mindre allvarliga konsekvenser. Vad verksamheten presterar bestäms av hur den löper i medeltal under perioder med normal drift. Den nödvändiga informationen bedöms ofta vara en

del av den normala kompetensen, något alla anses ha ständig tillgång till om personalförändringarna är små. Man förlitar sig då delvis på att informationen cirkulerar med djungeltelegrafan. Hopkins⁶ visar på den problematik detta innebär i en analys av förhållanden och bakomliggande orsaker i samband med explosionsolyckor i två kolgruvor. Dessa händelser med mycket allvarliga konsekvenser är av en typ alla berörda kände till men alltså inte lyckades förhindra. Man förlitade sig på andra aktörer och negligerade varningssignalerna.

Strategi om effekterna är allvarliga

Skydden mot hot om olyckor med allvarliga konsekvenser måste omfatta även mer ovanliga störhändelser. Sökandet efter möjliga kritiska störningar kan då inte baseras enbart på erfarenheter från rutinartade aktiviteter i direkt anslutning till systemet, aktiviteter kända av professionella systemkonstruktörer. Även det faktum att mycket ovanliga verksamheter och sammanträffanden kan innebära allvarliga hot måste beaktas. Exempelvis kan personer som är verksamma inom helt andra delar av systemet förorsaka störningar. Deras ageranden beaktats inte alltid vid utformningen av barriärer. Det kan röra sig om till synes triviala aktiviteter som; att bryta en kritisk elförsörjning för att koppla in en dammsugare, störningar i samband med att elektrisk svetsutrustning används, kortslutningar på grund av tappade verktyg, översvämning på grund av igensatta avlopps- eller dräneringssystem eller läckage på ledningar.

För att identifiera dessa typer av störningar fordras en undersökning som utgår från kritisk påverkan från alla tänkbara aktiviteter eller företeelser ovanför, under och vid sidan om det aktuella systemet. Dessutom bör psykologisk närhet beaktas. Det inträffar nämligen att signaler som avser en ovanlig situation som kräver speciella åtgärder i stället utlöser en känd rutin som hör samman med andra förhållanden. Framförallt kan det inträffa om delar av de två handlingsmönstren ur en psykologisk synvinkel är mycket lika⁷. I sådana sammanhang fordras detaljerade kunskaper om arbetsförhållanden på den aktuella arbetsplatsen för att utforma erforderliga skyddsbarriärer.

Information för kontroll av olyckskällorna. Denna form för kontroll är speciellt viktig i samband med att hårt strukturerade och funktionellt tätt koplade tekniska system genomgår mer omfattande underhåll och revision. Det skydd som upprätthålls i dessa system under normala driftförhållanden och som är baserat på dubbleringar, förreglingar och larm (defense-in-depth) är då satt ur spel. I detta sammanhang måste hanteringen av riskförhållandena

⁶ Hopkins A., (1988) A Culture of Denial: Sociological Similarities Between the Moura and Gretley Mine Disasters, Dep. Of Sociology, Faculty of Arts, ANU, Canberra 0200, email: andrew.hopkins@anu.edu.au

⁷ Rasmussen J., Notes on Human Error Analysis and Prediction. In: Synthesis And Analysis Methods For Safety And Reliability Studies. Edited by G. Apostolakis, S. Garribba, and G. Volta. Plenum Publishing Corporation, 1980

planeras utgående ifrån det aktuella systemet och den speciella aktivitet som detta skall genomgå. Det fordras kompetens och grundläggande kunskap om systemets utformning och funktion, om styrning av underhållsarbete och om säkerhetsanalys.

C.2.2 Förhindra händelser som utlöser kritiska händelseförlopp

Normalt påverkar lokala och temporära förhållanden i ett system dess status och hur detta opereras. Det kan medföra att olyckskällan inte är stabilt innesluten eller att den är mindre väl definierad varför de känsliga kontrollparametrarna inte kan definieras i förväg. I sådana fall är ett skydd baserat på barriärer eller förreglingar avsedda att blockera orsaksträdets grenar mindre effektivt. Ansträngningar för att kontrollera säkerheten fokuseras då vanligen på att eliminera utlösande händelser eller att göra dem mindre sannolika. Det sker främst utgående ifrån empiriska bevis, från tidigare erfarenheter, och i mindre utsträckning genom förutsägande analyser.

Strategi om effekterna är måttliga

Betraktar man mindre allvarliga hot i samband med ostrukturerade och mindre stabila arbetssystem, som t ex byggarbetsplatser, så kommer identifieringen av olycksorsaker att styras av epidemiologiska analyser av olyckor och tillbud i samma eller liknande system. Dessa erfarenheter kan vara beskrivna i rapporter för internt bruk och för rapportering till föreskrivande eller inspekterande myndigheter som sammanställer dem årsvis och branschvis.

Information för kontroll av olyckskällorna. I denna kategori anses den nödvändiga informationen för att hantera hoten som omger aktörerna vara en del av dessa aktörers kompetens. Samtidigt följs emellertid arbetet upp av arbetsledning och skyddsombud för att säkerställa att kompetensen inte degenererar genom adaptivt beteende och för att stödja kompetensen när förhållandena förändras, när andra verktyg eller metoder införs.

Trenden att uttrycka målen för riskhanteringen som *en nollvision* motiverar emellertid proaktiva strategier. Det medför att identifiering och analys av riskerna i föränderliga och mindre väl strukturerade system måste ske i direkt samband med den aktuella aktiviteten och av de aktörer som är direkt involverade i den. En lämplig metod för att identifiera grenarna på orsaksträdet är att arbeta i mindre grupper vid upprepade korta tillfällen för att samtidigt utveckla aktörernas kompetens i att analysera arbetsuppgifter och förutsäga möjliga skadehändelser. Metoden, som kallas "tool-box-meetings"⁸ har utvecklats i Japan. Den innebär att "lära genom att göra" och den tillämpas under ledning av personer med särskild utbildning och kom

⁸ Identifying Occupational Safety Hazards: A Compilation of Promotional Methods for Training in Prediction of Potential Hazards, with Illustrated Situation Sheets. Edited by The Committee for Hazard Protection Training. Compiled by Japan Industrial Safety and Health Association.

petens för sådana aktiviteter. Metodiken är särskilt användbar i samband med en blandad uppsättning riskkällor, t ex av de slag som kan hota arbets-säkerheten på en byggarbetsplats eller i samband med underhåll av process-utrustningar.

Strategi om effekterna är allvarliga

Denna kategori kan föreligga i samband med omfattande underhållsarbeten och genomgångar av storskaliga tekniska system som vid normal drift skyddas av flera oberoende och redundanta delsystem som vid underhåll ofta är satta ur spel.

Möjligheterna för händelser med låg sannolikhet men stora konsekvenser är typiskt relaterad till komplexa situationer förorsakade av många onormala och sammanträffande händelser eller tillstånd. Det är därför lämpligt att identifiera dessa ovanliga scenarier genom en form av morfologisk efterforskning. En självlärande strategi för att identifiera sådana situationer liknar en "designalgorit":

- Först identifieras de fysiska olyckskällorna och samhörande skadeobjekt.
- Därefter "konstrueras" möjliga olyckshändelser, vilket innebär att de tekniska felfunktioner och de ageranden bestäms som fordras för att orsaksförloppet skall inträffa. Analysen skall omfatta de utlösande händelser som leder till att kontrollen över olyckskällan förloras.
- Till sist söker man avgöra hur förändringar i det normala systemet tillsammans med sammanfallande normala och onormala mänskliga aktiviteter kan möta villkoren för de konstruerade händelseförloppen fram till olyckan.

Olyckor som kan identifieras på detta vis beror typiskt av "smygvägar" som skapas genom mindre tillbud eller felfunktioner i samband med mänskliga aktiviteter som äger rum samtidigt och som bara blir riskfyllda i samband med mycket specifika händelsekombinationer och därför vid sällsynta tillfällen.

Information för kontroll av olyckskällorna. I detta sammanhang blir det viktigt att planera aktiviteterna på ett sådant sätt att möjliga orsaker till olyckshändelser elimineras eller deras sannolikheter minskas. Det kan ske genom att; skapa och underhålla funktionellt redundanta system, utnyttja tillförlitliga tekniska komponenter och genom effektiv förberedelse och träning av arbetsstyrkan. I detta scenario fordras mer kompetens än normalt tillgänglig. Specialister inom flera områden kan behövas.

C.3 Kontrollera händelseförloppet efter den kritiska händelsen

Denna riskhanteringskategori avser åtgärder av en typ vars verkan är oberoende av varför den kritiska händelsen har inträffat. Strategin kan sägas bygga på två moment;

- dels införs ett antal redundanta säkerhetsbarriärer anpassade till olycks-källans art, funktion och skadepotential samt till hotade objekt,
- dels kontrolleras dessa åtgärders status.

Frågan är om den funktion som avsågs då åtgärderna utformades upprätt-hålls och om den täcker de behov som föreligger?

Åtgärderna kan vara utformade med olika funktion;

- de kan vara enbart larmande.
- de kan aktiveras av den kritiska händelsen, (t ex krockkuddar eller säker-hetsventilen).
- de kan behöva vara apterade (t ex säkerhetsbälten).
- de kan verka direkt genom att finnas där (t ex skyddsräcken och skyddsvallar).

Strategin bygger på en sluten återkopplad kontroll. Säkerhetsåtgärdernas utformning och funktion baseras på förutsägande analyser under design-arbetet för att sedan övervakas under drift. Hur väl denna riskhante-ringsstrategi fungerar bestäms alltså av hur väl övervakningen fungerar och om tillräckliga resurser görs tillgängliga för skyddsåtgärderna och för un-derhållet av dem.

C.3.1 Bryt händelseförloppet efter att olycks-källan löst ut

Tidsmässigt stabila och funktionellt hårt kopplade tekniska system som t ex reaktorer i industriella processanläggningar kan genom lämpliga skydds-system och "layout", utformas så att ett eventuellt olycksförlopp kan kon-trolleras relativt väl. Denna strategi illustreras av den högra delen av figur 4 där händelseförloppet visas i samband med att kontrollen av olycks-källan "energiansamling i en processutrustning" går förlorad. Den kritiska händel-sen är alltså förlusten av kontrollen över energibalansen i processinneslut-ningen. Den följs av ett händelseförlopp som är väl strukturerat och förutse-bart tack vare den försvarsfilosofi som tillämpas för denna typ av system. Filosofin bygger på att flera olika skyddsåtgärder skall aktiveras i den ord-ning som de påkallas, t ex enligt följande:

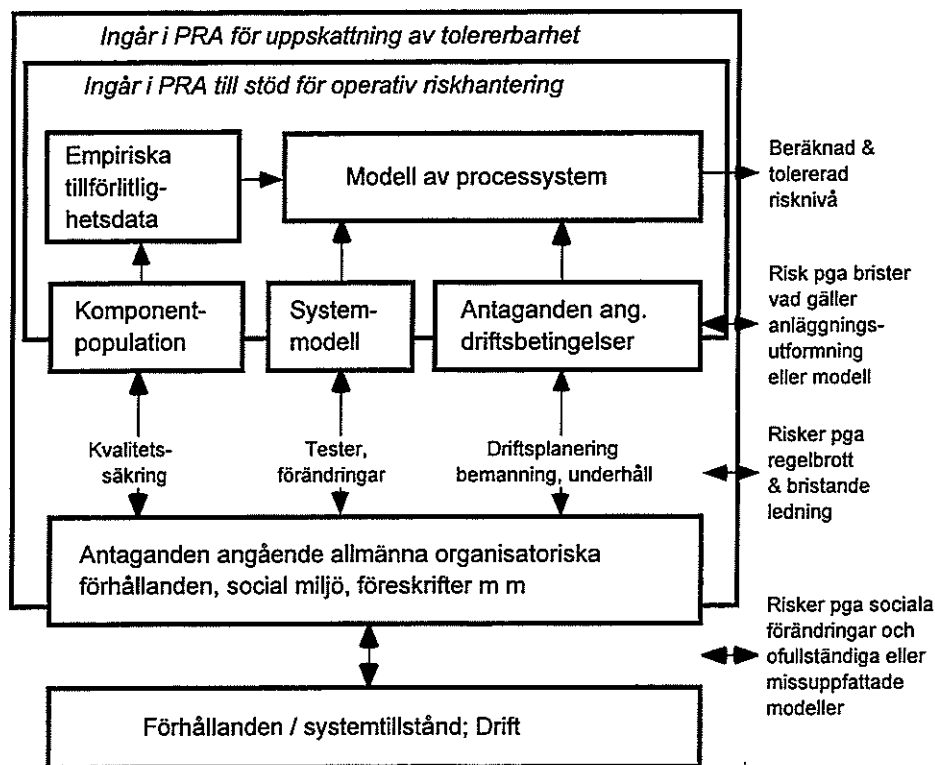
- a) Att kontrollen över energibalansen har förlorats upptäcks genom att en oplanerad ökning av temperatur och/eller tryck detekteras i reaktorn. En första motåtgärd kan då vara att effektivisera kylningen eller att reducera energitillförseln (flödet av råvaror eller värme), åtgärder som utförs av en operatör som svar på ett larm. Kontrollen kan då eventuellt återtas och konsekvenserna kan t ex inskränka sig till att produktens kvalitet försäm-ras.

- b) Om denna åtgärd uteblir eller misslyckas kan systemet svara med ett automatiskt nödstopp. Konsekvenserna av detta kan vara driftstopp och produktionsbortfall.
- c) Om energibalansen inte återskapas på detta sätt kan systemet avlastas genom att ett kontrollerat flöde av energi och material avledas via säkerhets- eller dumpningsventiler till någon form av utrustning där vätska och gas/ånga separeras och vidare till en bassäng och en skrubber. Konsekvenserna av detta kan vara driftstopp och produktionsbortfall samt kostnader för sanering av utrustning/anläggning och omhändertagande av avfall.
- d) Om systemet inte stabiliseras genom sådana förfaranden kan det vara så utformat att verkan av att reaktorn havererar begränsas och att reaktorinnehåll och reaktordelar sprids i omgivningen. Det kan ske genom sektioneringar, skyddsvallar, skyddsavstånd relativt människor och omgivande anläggningsdelar, invallningar och planerade räddningsinsatser.

Allt efter att de olika skadebegränsande åtgärderna utnyttjas (från a till d) blir konsekvenserna allt mer omfattande och ansträngningen för att återskapa det opåverkade tillståndet allt mer resurskrävande. Med hänsyn till skadeobjekt av klassen A5 (kapital) är därför även strategier enligt C2 för att förhindra kritiska störningar normalt väl motiverade. Dessa åtgärder ger naturligtvis ett skydd även för övriga typer av skadeobjekt enligt A.

Strategin att bryta händelseförloppet efter att olyckskällan löst ut används även i andra typer av väl strukturerade system. Det gäller t ex bilkörning i hög hastighet på allmän väg där skyddet mot skador omfattar effektiva bromsar, säkerhetsbälten, krockkuddar, energiupptagande bilkarosser, vägräcken och liknande.

Information för kontroll av olyckskällorna. Denna form av kontroll bygger på att skyddsåtgärder med tillräcklig tillförlitlighet och kapacitet att ge önskat skydd utvecklas, införs i systemet och kontrolleras. Den probabilistiska förutsägande analys som skall ligga till grund för utformningen är en teoretisk modell. Modellen relaterar den totala teoretiska risknivån till en uppsättning data om systemets skadepotential, dess funktion, ingående komponenters tillförlitlighet samt till ett stort antal antaganden om operativa rutiner m.m. Detta görs med hjälp av delmodeller över systemets utformning och funktion och över de relevanta olycksscenarierna, se figur 5. Vilket underlag som fordras för en analys beror av vilka systemgränser man sätter för modellen. Gränserna kan definieras så att de omfattar många olika delar av det sociotekniska systemet. Ju längre ifrån systemets tekniska del och de fysiska riskkällorna man drar gränserna ju mer komplexa, instabila och tvetydiga blir de förhållanden som skall ingå i en förutsägande modell.



Figur 5 En beskrivning av vad som täcks in av en förutsägande riskanalys avsedd att ge underlag för inledande riskuppskattning och bedömning av ett systems tolererbarhet ur risksynpunkt och vad som ingår i motsvarande analys till stöd för operativ riskhantering. PRA – Probabilistisk RiskAnalys.

För en förutsägande uppskattning av systemsäkerheten fordras att man inkluderar hela det system som påverkar den. Det innebär att man också tar hänsyn till rutiner för drift, ledningens policy och sannolikheten under systemets beräknade livstid för avvikelser från de avsikter man arbetade utifrån då man utformade systemet. Att inkludera organisatoriska och ledningsfaktorer i förutsägande analyser medför att gränserna för vad som skall ingå blir ottydligt definierade. Förutsägelseerna beträffande tillförlitligheten i människors agerande blir dessutom delvis baserade på expertbedömningar när empiriska uppgifter saknas. Allmänt betraktas därför förutsägande analyser som en konst och en viss analyserares kvalifikationer avgörs av hans likar.

Nämnda begränsningar hos förutsägande analyser har diskuterats av Amendola⁹. Han refererade till resultaten från en jämförande s.k. "benchmark-test" som Ispra genomfört med hjälp av ett större antal institutioner i Europa. För att kontrollera överensstämmelsen hos riskanalyser med inslag av mänsklig tillförlitlighet fick dessa institutioner lösa angivna uppgifter oberoende av varandra. Resultatens spridning visade sig vara större än en tio-

9 Amendola, A. (1989): Planning and Uncertainties. Proceedings of the 2nd World Bank Workshop on Risk management and Safety Control. Räddningsverket, Karlstad.

potens och mycket beroende av hur man har identifierat och avgränsat systemet och olyckskällorna.

När ett system väl är i drift kan och bör den totala risknivån övervakas så att den inte överskrider vad som angavs som accepterbart när systemet utformades. Vid operativ riskhantering blir därför riskanalysens roll en annan. Om man med hänsyn till möjliga konsekvenser av möjliga olyckor inte kan nöja sig med att mäta säkerheten genom att beräkna skadekostnaderna efterhand som de uppstår så fordras nämligen en annan ansats. Den bygger på att säkerhetsnivån beskrivs utgående ifrån ett antal kritiska funktioner som identifierats genom en säkerhetsanalys. När systemet opereras kan dessa funktioner falla var för sig på ett mätbart sätt utan att den för systemet ultimata olyckshändelsen inträffar. Mätresultaten kan tjäna som grund för kontroll av systemsäkerheten och för validering av de antaganden som gjordes i samband med systemets utformning.

Vid bestämning av risknivån i ett system som är i drift behöver man alltså inte genom antaganden och analys beräkna de förhållanden som går att bestämma genom "mätningar", Det kan gälla förhållanden och villkor kring t ex drifts- och underhållsrutiner och kring kvalitéer i ledningens arbete. Den förutsägande analysen blir därför betydligt tillförlitligare i detta fall. Det krävs "bara" att man, för varje relevant olyckskälla, bryter ner dess bidrag till den totala riskbilden i termer av observerbara förutsättningar för säker drift. För detta fordras enbart en modell över den hotande processen och de skydd som skapats för att förhindra att olyckskällorna löses ut och påverkar objekten. Detta är en mer ingenjörsmässig uppgift än vad en rent förutsägande analys är, men förutsättningarna för identifiering av olyckskällor och analys av riskförhållanden beror av strukturen hos det system som riskkällorna ingår i och den strategi för riskhantering som tillämpas.

Det som skall ligga till grund för beslut i samband med att befintliga anläggningar drivs och riskerna hanteras är alltså enligt figur 5;

- den modell med funktionella samband som uppställdes när systemet i sin aktuella form utformades,
- de antaganden som gjordes beträffande driftförhållanden samt
- de data i övrigt som användes vid riskanalysen.

Källan till information blir därför den eller de som utformade systemet och det blir helt nödvändigt med en noggrant planerad kommunikation av förutsättningarna för säker drift och motiven för den design som har valts. Ett problem i detta sammanhang är att denna information inte ingår i driftsansvarigas normala kompetens.

Förutsägande riskanalys avsedd för operativ riskhantering skiljer sig alltså från sådan analys av risker som skall ge underlag för överväganden beträffande planerade anläggningars tolererbarhet ur risksynpunkt. Många av de analysmetoder som tillämpas inom kärnkraftindustrin har utformats med det senare syftet och är därför inte direkt tillämpbara i samband med operativ riskhantering.

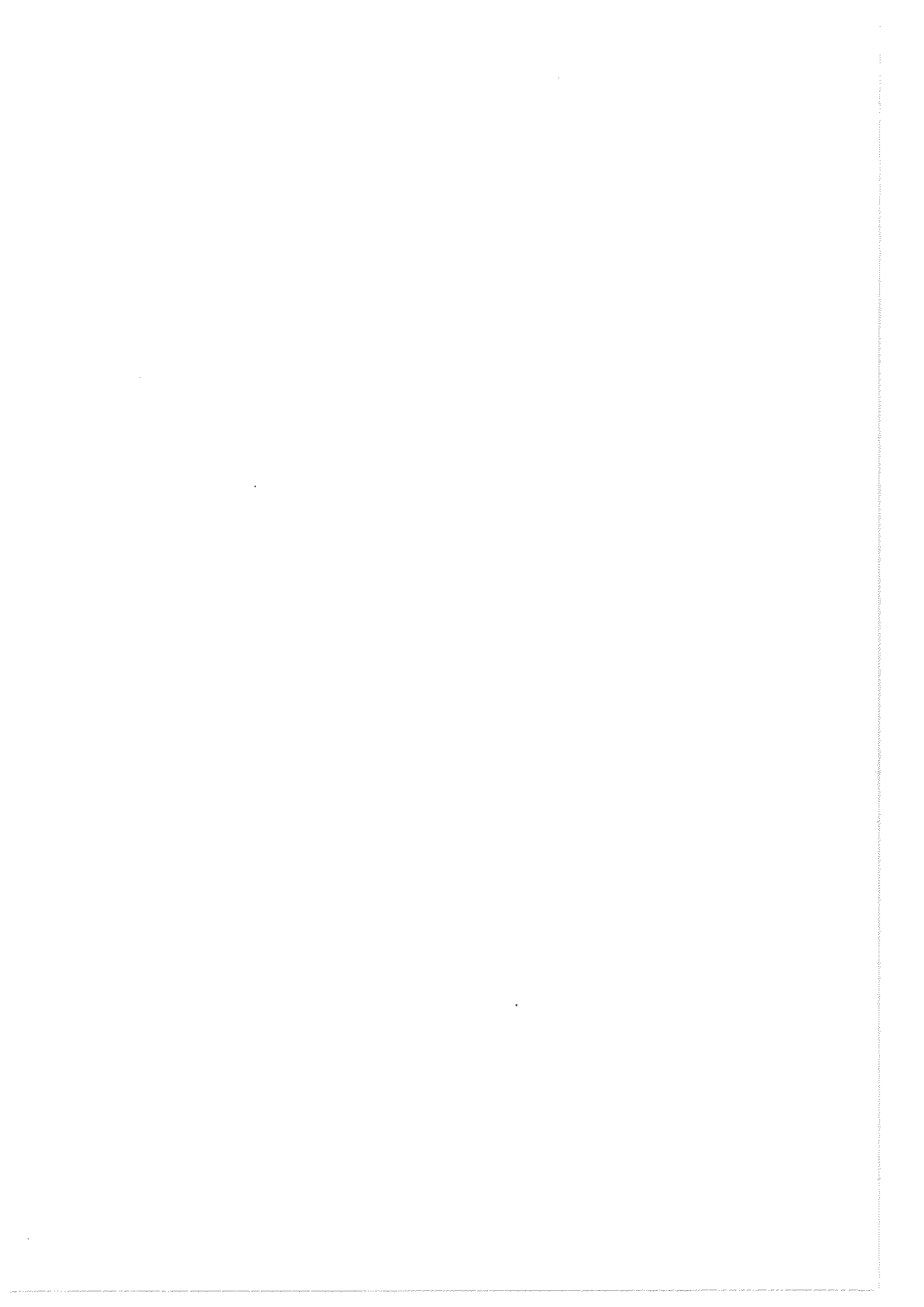
C.3.2 Minska konsekvenserna av olyckshändelsen

I framför allt löst kopplade system med mindre väl definierade olyckskällor varierar de sammanhang och de förhållanden som avgör hur en olycka utvecklar sig. I sådana fall beror skydd mot olyckor av skadebegränsande insatser i det akuta läget. Dessa åtgärder planeras och genomförs i samråd mellan de som opererar eller använder en olyckskälla och samhällets olika former av räddningstjänst. Tillförlitligheten eller effektiviteten av dessa åtgärder beror i hög grad på denna planering som i sin tur bygger på en analys av i sammanhanget möjliga olycksscenarier. Vid utformning av systemen fordras att nödvändiga behov tillgodoses vad gäller larmmöjligheter, kommunikation, ledning, utrymning, åtkomlighet, omhändertagande av skadade, sanering och sk restvärdesskydd. Viktigt är också att förhållandena och de planerade åtgärderna kommuniceras och övas.

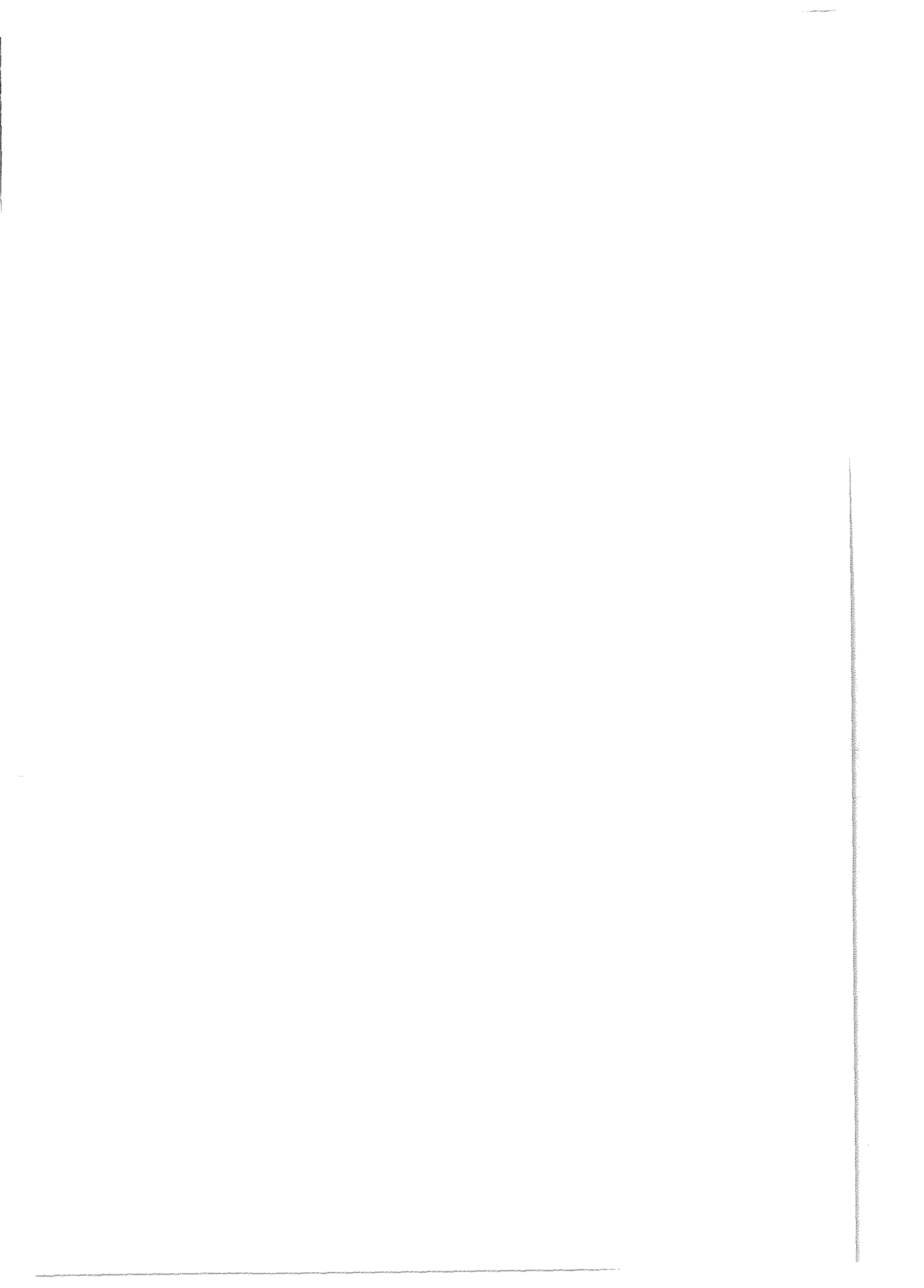
Inom denna kategori finner vi t ex fartygsolyckor och olyckor i samband med transport av farligt gods samt det vänstra scenariot i figur 4.

7. Slutkommentar till taxonomiförslaget

Den föreslagna taxonomins dimensioner är inte oberoende av varandra och de täcker inte alla aspekter man kan lägga på riskhantering. Även de olika föreslagna klasserna inom dessa dimensioner visar på nära samband. Det fortsatta arbetet får visa på vilka punkter förslaget behöver revideras, kompletteras och förtydligas. En taxonomi är aldrig rätt eller fel. Den är bara mer eller mindre funktionell i sitt sammanhang. Avsikten med den föreslagna taxonomi är att den skall vara funktionell i samband med proaktiv riskhantering.







Räddningsverket, 651 80 Karlstad
Telefon 054-10 40 00, telefax 054-10 28 89. Internet <http://www.srv.se>
Beställningsnummer P21-295/99. Telefon 054-10 42 86, telefax 054-10 42 10
ISBN 91-7253-018-9