



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Roland Akselsson

Forskning

2015:17

Kännetecken för välfungerande
ledningssystem i säkerhetskritisk
verksamhet

SSM perspektiv

Bakgrund

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) ställer krav på att kärnteknisk verksamhet ska ledas, styras, utvärderas och utvecklas med stöd av ett ledningssystem som är utformat så att kraven på säkerhet uppfylls. Ledningssystemet, inklusive tillhörande rutiner och instruktioner, ska hållas aktuellt och vara dokumenterat. SSM ställer också krav på att tillämpningen av ledningssystemet, dess ändamålsenlighet och effektivitet ska undersökas av en revisionsfunktion som har en fristående ställning i förhållande till de verksamheter som blir föremål för revision.

SSM har identifierat ett behov av fördjupad kunskap om beståndsdelar/kännetecken för ett välfungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet.

Syfte

Syftet med projektet är att fördjupa kunskapen inom området och att identifiera viktiga kriterier för att stödja SSM:s tillsyn inom området.

Resultat

Studien omfattar en litteraturgenomgång kring ledningssystem och dess komponenter samt en intervjuundersökning för att få synpunkter från ett antal utvalda personer med erfarenhet av att arbeta med ledningssystem på olika nivåer.

Av resultaten framkommer att erfarenheter från stora olyckor ofta visar på brister i ledningssystemet och att fungerande ledningssystem bidrar till ökad säkerhet. Av såväl intervjuer som litteraturgenomgång framkom att ledningssystem bör vara integrerade men att säkerhet behöver ha en särställning i ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet. Författaren föreslår i rapporten en egen syntes av komponenter och element i ett ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet.

SSM har genom denna studie fått ökad kunskap som kan användas i tillsynen.

Behov av ytterligare forskning

SSM ser behov av ytterligare forskning inom området till exempel vad gäller att i ett ledningssystem hantera balansen mellan stabilitet och flexibilitet och förmågan att hantera oväntade situationer.

Projekt information

Kontaktperson Petra Sjöström
Referens: SSM2012-3756



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Roland Akselsson
Ergonomi och Aerosolteknologi, LTH, Lunds Universitet

2015:17

Kännetecken för välfungerande
ledningssystem i säkerhetskritisk
verksamhet

Datum: Mars 2015

Rapportnummer: 2015:17 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

Kännetecknen för väl fungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet

Särskilt för kärnkraftssäkerhet

Rapport till Strålsäkerhetsmyndigheten

2015

Roland Akselsson
Ergonomi och Aerosolteknologi
LTH
Lunds Universitet

Förord med läsanvisning

Denna rapport är ett resultat av ett uppdrag finansierat av Strålsäkerhetsmyndigheten. Det innebär att tonvikt har lagts på kunskap av intresse för ledningssystem inom kärnkraftssektorn. Det finns stora likheter mellan säkerhetskritiska verksamheter som flyg, processindustri, sjöfart och kärnkraft som gör att utbyte av erfarenheter och kunskap mellan dem kan vara till stort gagn för säkerheten inom de olika verksamheterna. Det finns emellertid också stora skillnader som måste beaktas i respektive ledningssystem. Även om fokus är på kärnkraftssektorns ledningssystem och dess komponenter så är det författarens förhoppning att rapporten också innehåller användbara resultat för annan säkerhetskritisk verksamhet.

Rapporten är skriven på svenska. Det har berett författare en hel del bekymmer eftersom många fackord inte har vedertagna översättningar på svenska. Många engelska facktermer används ofta av såväl forskare som praktiker även vid kommunikation på svenska. Jag har ibland gjort eller valt egna översättningar, men då har jag även angett den engelska termen. Jag menar inte att läsaren ska ändra sitt språkbruk eftersom mina översättningar inte alltid är så väl genomtänkta. Men jag hoppas att läsaren inte ska ha några problem med att förstå mitt språkbruk. På sidan viii finns en lista med några termer. På sidorna vi och vii finns en lista med en del förkortningar som använts i rapporten.

En detalj jag får be om ursäkt för är att jag använt programmet EndNote för referenshantering utan att ändra inställningar så att referenserna skrivs på svenska i texten och i referenslistan.

För att markera egna kommentarer har jag omgärdat dem med hakparenteser [] om det inte klart framgår att kommentarerna är mina.

I kapitel 1 klagörs mål, avgränsningar som gjorts, metodik som använts och bokens disposition. Kapitel 7 är en sammanfattning och där presenteras de viktigaste slutsatserna. Det kapitlet är skrivet så att det ska kunna läsas fristående. Det innebär att det innehåller en del upprepningar som kan upplevas som onödiga för den som läst rapporten från början. I kapitel 8 redovisas behov av forskning och utveckling enligt mitt huvud med projektet som bakgrund.

I tiden ungefär parallellt med detta arbete, som utfördes huvudsakligen under 2013, men helt oberoende, gav Rollenhagen and Wahlström (2013) ut boken ”Ledning av säkerhetskritiska organisationer: En introduktion”. Den innehåller moment som utvidgar och stärker slutsatser i föreliggande arbete.

Innehåll

Förord med läsanvisning.....	i
Innehåll	ii
Tack.....	vi
Akronymer och förkortningar.....	vii
Några översättningar.....	ix
Sammanfattning.....	x
1. Inledning	1
1.1 Ledningssystem	1
1.2 Målsättning och avgränsningar	1
1.3 Metodik – Triangulering.....	1
1.4 Disposition	1
2. Ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet – anvisningar från internationella och nationella organ.....	3
2.1 Inledning.....	3
2.2 SIS definition av ledningssystem. Fördelar med ett integrerat ledningssystem.....	3
2.3 Kärnkraft. Krav m.m. från IAEA.....	5
2.4 Ledningssystem inom flygsektorn	7
2.4.1 International Civil Aviation Organization, ICAO.....	7
2.4.2 Transport Canada.....	8
2.4.3 CAA Nya Zeeland.....	9
2.4.4 Typisk presentation av ledningssystem inom flygsektorn	10
2.4.5 Övrigt från flygsfären	11
2.5 Ledningssystem inom sjöfart och offshoreverksamhet	12
2.6 Processindustrin, SEVESO-direktivet.....	13
2.7 Sammanfattning – ben 1: anvisningar från internationella och nationella organ	13
3. Lärdomar från stora olyckor.....	15
3.1 Fukushima.....	15
3.2 Three Mile Island (TMI).....	17
3.3 Chernobyl	18
3.4 Texas City	19
3.4.1 Bakerrapporten	19
3.4.2 Utredningsrapporten av U.S. Chemical Society and Hazard Investigation Board	21
3.5 Deepwater Horizon	22
3.6 Longford	24
3.7 Piper Alpha.....	25
3.8 Herald of Free Enterprise.....	25
3.9 Kletz slutsatser i boken ”Learning from Accidents”	27
3.10 Övrigt	27
3.11 Sammanfattning av lärdomar från några stora olyckor – ben 2.....	29
4. Vad säger den vetenskapliga litteraturen om ledningssystem?	31
4.1 Inledning.....	31
4.2 Kan man lära om säkerhetsledning från en bransch till en annan?	31
4.3 Två generella säkerhetsledningssystem	32
4.4 Vilka komponenter ingår i ett ledningssystem?	34
4.5 Bidrar fungerande ledningssystem till ökad säkerhet?	42
4.5.1 Är beteenden säkrare i företag med formella ledningssystem..	42
4.5.2 En longitudinell studie.....	44
4.6 Sammanfattning – ben 3a: vetenskaplig litteratur 1	45
5. Vad säger den vetenskapliga litteraturen om komponenter?	47
5.1 Inledning.....	47

5.2 Lite gammalt och nytt som bas	47
5.2.1. Olyckor är normalt i komplexa system, men förekommer ”normala olyckor”?	47
5.2.2 Mindfulness.....	48
5.2.3 Stabilitet kontra flexibilitet	48
5.2.4 Resiliens och resilience engineering	49
5.2.4.1 Från säkerhet I till säkerhet II?	51
5.2.6 Svarta svanar	52
5.3 Riskmanagement 1: Probabilistisk säkerhetsanalys	53
5.3.1 Utveckling av probabilistisk säkerhetsanalys	53
5.3.2 HRA – Human Reliability Analysis	53
5.3.3 MO-faktorer.....	56
5.4 Riskmanagement 2	59
5.4.1 ARAMIS	59
5.4.2 Ett sätt att mäta säkerheten i ultrasäkra system	62
5.5 Indikatorer	63
5.5.1 Inledning	63
5.5.2 Tankar om indikatorer. Från ett specialnummer av Safety Science	64
5.5.3 EU-projektet ”Nuclear Safety Performance Indicators”	68
5.5.4 SSM-rapporten 2010 om säkerhetsindikatorer	69
5.5.5 Ytterligare några publikationer om traditionella indikatorer.....	71
5.5.6 Resiliensindikatorer	73
5.6 Trötthet	76
5.6.1 Organisatoriska faktorer som påverkar förekomst av trötthetsrelaterad risk.....	76
5.6.2 Ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker (FRMS)	77
5.7 Human Factors. MTO	78
5.7.1 Human factors/ ergonomi – vad är det?	78
5.7.2 Human factors har en viktig roll.....	78
5.8 Ledning, ledarskap	80
5.8.1 Säkerhetsintelligens.....	80
5.9 Säkerhetskultur	84
5.9.1 Två sätt att betrakta säkerhetskultur	84
5.9.2 Hudsons fem nivåer av säkerhetskultur	84
5.9.3 Resilient säkerhetskultur	84
5.10 Några erfarenheter från flygsektorn	85
5.10.1 Inledning	85
5.10.2 Några nedslag i vad Yantiss tar upp om komponent 1 – säkerhetspolicy och mål	86
5.10.3 Några nedslag i vad Yantiss tar upp om komponent 2 – riskhantering	87
5.10.4 Ett verktyg för säkerhetssäkringen	88
5.11 Övrigt	88
5.11.1 Entreprenörhantering.....	88
5.11.2 Utbildning och kompetens	89
5.11.2.1 Teamträning.....	89
5.11.2.2 Cave förlust av kompetens	90
5.11.3 Viktiga element i ledningssystem för interven- tion för ökad säkerhet	90
5.11.4 Säkerhetskommunikation och läsbarhet	92
5.11.4.1 Säkerhetskommunikation	92
5.11.4.2 Indikator för läsbarhet.....	93
5.12 Sammanfattning – ben 3b: vetenskaplig litteratur 2	93
5.12.1 Organisation (för normal drift och kris-situationer)	93
Ledningen	93

Indikatorer	94
Krishantering	95
Entreprenörhantering	95
5.12.2 Riskmanagement	95
5.12.3 Säkerhetssäkring	96
5.12.4 Trötthetshantering	97
5.12.5 Human factors – MTO	97
6. En intervjuundersökning	98
6.1 Målsättning	98
6.2 Metod	98
6.3 Resultat av intervjuer på kärnkraftverk, IAEA och Vattenfall ...	100
6.3.1 Vad kännetecknar bra ledningssystem?	100
6.3.2 Vilka är de viktiga beståndsdelarna i ett ledningssystem och vad kännetecknar dem?	101
6.3.3 Framgångsfaktorer för att upprätthålla och utveckla ledningssystemet	104
6.3.4 Synpunkter på GS-R-3 – The Management System for Facilities and Activities	105
6.4 Övriga intervjuer	105
6.4.1 Intervju med Business Risk Manager vid kärnkraftsanläggningen i Borsele, NL	105
6.4.2 Intervju med chefen för ledningssystemet vid kärnkraftsanläggningen i Beznau, CH	109
6.4.3 Intervju med chefen för Health, Safety and Environmental Affairs for Shell Nederland B V i Nederländerna, NL	115
6.4.4 Intervju med expert på säkerhetsanalyser och reaktorsäkerhet	121
6.5 Goda exempel	122
6.5.1 Organisatoriskt lärande inom kärnkraftssektorn	122
6.5.2 Några intressanta exempel	122
6.5.3 Några tips om goda exempel erhållna vid intervjuer	123
6.6 Sammanfattning – ben 4: intervjuer	123
6.6.1 Kännetecknen på ett bra ledningssystem utifrån intervjuerna ..	123
6.6.2 Övrigt	124
7. Vad kännetecknar ett välfungerande ledningssystem? Sammanfattning och funderingar	125
7.1 Inledning	125
7.1.1 Målsättning	125
7.1.2 Metod	125
7.1.3 Disposition av rapporten	126
7.2 Några begrepp som bas	127
7.2.1 Normala olyckor och mindfulness	127
7.2.2 Stabilitet kontra flexibilitet	128
7.2.3 Resiliens och resilience engineering	128
7.2.4 Svarta svanar	129
7.3 Lärdomar från stora olyckor	129
7.4 Intervjuundersökningen	132
7.4.1 Inledning	132
7.4.2 Resultat från intervjuundersökningen	133
7.5 Koncernens ledningssystem	134
7.6 Indelning av ledningssystemet i komponenter och element	135
7.7 Något om olika komponenter i ett ledningssystem	137
7.7.1 Organisation och ledning	137
7.7.2 Dokumentation	138
7.7.3 Riskmanagement	139
7.7.4 Säkerhetssäkring	142
7.7.5 Säkerhetsfrämjande	142

7.7.6 Beredskap.....	144
8. Behov av fortsatt forskning och utveckling	145
Referenser	148

Tack

Författaren riktar ett stort tack till Olle Andersson, Forsmark och ledamot av en ENISS¹-grupp som arbetar med förslag till GSR del 2²; Pierre Arvidsson, Vattenfall; Jeannot Boogard, Technical Lead, Management Systems, Nuclear Power Engineering Section, IAEA och Pal Vincze, Section Head, Nuclear Power Engineering Section IAEA som vid projektets början gav mig en mycket god introduktion och en god start i projektet.

Speciellt tackar jag också

- Arie Boer, Business Risk Manager, Kärnkraftsanläggningen i Borssele, NL
- Markus Hintermann, Head of Management Systems, Kärnkraftsanläggningen i Beznau, CH; En kortare intervju och en demonstration av det datorstödda ledningssystemet, sedan svar på någon ytterligare fråga via email.
- Annemarie van der Rest, Manager Health, Safety and Environmental Affairs, Shell Nederland, NL, telefonintervju.
- Björn Högbom, Safety Manager, Swedavia
- David Winfield, Kanada

som välvilligt gav mig mycket tid och mycket värdefull information.

Jag tackar även alla personer vid kärnkraftsanläggningarna Forsmark, OKG och Ringhals som ställde upp som intervjupersoner och engagerat delade med sig av sina kunskaper, erfarenheter och funderingar. Besöken på kärnkraftverken var mycket lärorika för mig och dessutom trevliga. Till detta bidrog också i hög grad mina kontaktpersoner Maria Wennström; Forsmark, Petra Albinson och Max Sjölin; OKG, och Malin Askerdal Johansson, Ringhals, som serverade allt på ett guldfat – tack!

¹ European Nuclear Industry Safety Standards

² Ett förslag till IAEA standard "Leadership and Management for Safety"

Akronymer och förkortningar

ASME	American Society of Mechanical Engineers
BS 5750	British Standard 5750 är en standard för kvalitetssäkring, ekvivalent med ISO9000
CAA	Civil Aviation Authority
CANSO	Civil Air Navigation Services Organisation – en aktiv organisation för organisationer som ger flygledning för över 85 % av världens flyg.
CASA	Civil Aviation Safety Authority, nationell myndighet för flygsäkerhet
CRM	Crew Resource Management
CSB	US Chemical Safety Board
CSF	Contributing Success Factor
ENISS	European Nuclear Industry Safety Standards
FAA	US Federal Aviation Administration, tillhör US Department of Transportation
FORATOM	The European Nuclear Trade Organisation
FRAM	Functional Resonance Analysis Method
FRMS	Fatigue Risk Management
GAIN	Global Aviation Information Network
GSR part 2	Ett förslag till IAEA standard “Leadership and Management for Safety”
HEP	Human Error Probability
HF	Human Factors
HRA	Human Reliability Analysis
HRO	High Reliability Organization
HSE	Health, Safety and Environment. Säkerhet, Hälsa och Miljö.
IAEA	International Atomic Energy Agency
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IMO	International Maritime Organization
IOSA	IATA Operational Safety Audit
ISM	ISM Code = International Safety Management Code är en internationell standard för säker management av sjöfart
ISO	International Organization for Standardization
LOSA	Line Operations Safety Audit, används inom flygsektorn
LTI	Lost Time Incident
MMS	Minerals Management Service
MTO	Människa, teknik, organisation
NEA	Nuclear Energy Agency. En samarbetsorganisation för kärnenergi-frågor inom OECD
NISA	Japan Nuclear and Industrial Safety Agency. Avvecklades 2012
NSC	Japanese Nuclear Safety Commission
OHSAS	Occupational Health and Safety Management Systems
OKG	Oskarshamnsverkets Kraftgrupp.
OSART	Operational Safety Review Team
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PORV	Pilot Operated Relief Valve. Ventil som öppnar när trycket blir för högt
PRA	Probabilistic Risk Assessment
PSA	Probabilistic Safety Assessment/Analysis
PSF	Performance Shaping Factor
QRA	Quantitative Risk Assessment
SEMP	Safety and Environmental Management Program for Offshore Operations and Facilities

SEMS	Safety and Environmental Management System
SEVESO	Stad i norra Italien. Där inträffade en stor katastrof 1976. Olyckan bidrog starkt till ny EU-lagstiftning. SEVESO-direktiv gavs ut. Det senaste är SEVESO III. Lagstiftningen handlar om att förebygga och begränsa följderna av allvarliga olyckshändelser där farliga kemikalier är inblandade
SHM	säkerhet, hälsa och miljö
SINTEF	är Skandinaviens största tekniska forskningsinstitut med huvuddelen av sin verksamhet i Trondheim, Norge
SIS	Swedish Standards Institute, en ideell förening som är specialiserad på svenska och internationella standarder
SPI	Safety Performance Indicator. Indikator
TEM	Threat and Error Management
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
TMI	Three Mile Island i Harrisburg, Pennsylvania
WANO	World Association of Nuclear Operators

Några översättningar

Den vetenskapliga litteraturen kring ledningssystem och dess komponenter är som regel på engelska. I en rapport på svenska vill man använda svenska termer, men termer är inte alltid så lätta att översätta. En orsak är att en del engelska termer har olika betydelse för olika författare. I praktiken används ofta de engelska termerna även i Sverige. Ibland översätts de, men översättningarna kan vara olika i olika organisationer. Jag har översatt en del termer, i andra fall har jag behållit de engelska termerna. Nedan följer en lista som visar mina översättningar.

Engelska	Hur jag hanterat begreppet
Bow-tie diagram	Kravattdiagram. Ett händelseträd kopplat till ett felträd
Culpability test	Skuldtest. Eftersom jag förespråkar att testets huvudsyfte ska vara åtgärder för lärande så kallar jag testet för åtgärdstest
Fatigue risk management	Management av trötthet
Lagging indicators Output indicators	Utfallsbaserade indikatorer
Leading indicators Input indicators	Predikerande indikatorer
Mindful, mindfulness	Har jag inte översatt. En översättning skulle kunna var vaksam, vaksamhet
Organizational accident	Organisatorisk olycka. En sådan har flera bidragande orsaker som berör många personer på olika nivåer i aktuell organisation. Se t.ex. kapitel 1 i (Reason, 1997)
Resilience	Resiliens. Förmåga att hantera variationer orsakade av inre eller yttre störningar så att systemet blir kvar i säker funktion samt förmåga att snabbt styra tillbaka till säker funktion om det hamnat utanför.
Resilience engineering	har jag inte översatt. Det handlar om metoder att åstadkomma resiliens
Root cause	Grundorsak
Safety performance	Säkerhetsprestationer, säkerhetsprestanda
Safety performance indicator	Indikator. Nyckeltal
Security	Fysiskt skydd. Ett gott fysiskt skydd står för låg risk för avsiktligt (brottsligt) orsakade skador på människor, utrustning, infrastruktur och miljö.

Sammanfattning

Dokumenterade ledningssystem för säkerhet i säkerhetskritiska verksamheter är en relativt ny företeelse, men i dag finns det som regel krav på att organisationer med säkerhetskritisk verksamhet har dokumenterade ledningssystem. Det innebär att organisationernas ledningssystem är under utveckling och att det därför finns behov av kunskap om vad som kännetecknar ett väl fungerande ledningssystem.

Målsättningen med detta projekt är att ta fram kännetecknen för väl fungerande ledningssystem för säkerhet i säkerhetskritisk verksamhet med fokus på kärnkraft. Två viktiga element i ett säkerhetsledningssystem – säkerhetskultur (Ek, 2014) och erfarenhetsåterföring (Arvidsson & Lindvall, 2014) – behandlas i parallellprojekt och behandlas därför styvmoderligt här. Fysiskt skydd och tillsynsmyndigheters ledningssystem ingår inte i projektet.

Som metod har triangulering använts med fyra ben: 1) Befintliga anvisningar om utformning av ledningssystem från nationella och internationella organ. 2) Utredningar av stora olyckor. 3) En litteraturstudie. 4) Intervjuer.

Utredningar och andra analyser efter stora olyckor visar att brister i koncernens ledningssystem har haft en betydande roll för olyckorna. Eftersom samma brister återkommit i rapporter efter senare olyckor torde dessa brister återkomma i kommande stora olyckor om inte lärandet blivit eller blir bättre. Slutsatser är att kännetecknen för väl fungerande ledningssystem hos en koncern med säkerhetskritisk verksamhet är bl.a. att policy, mål och strategier säkrar kompetens och engagemang för säkerhet i styrelsen och säkrar ett fokus på långsiktig säkerhet. Vidare ska det finnas en tydlig ansvarsfördelning, krav på kunskap och kompetens ute på anläggningar och hos entreprenörer samt processer för kontinuerlig uppföljning av anläggningars säkerhetsprestationer.

Ledningssystem brukar delas upp i komponenter och element. Indelningen kan göras på olika sätt i väl fungerande ledningssystem. Men ett kännetecken för ett väl fungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet är att det tar hand om följande sex komponenter (och dess 25 element) på ett för säkerheten effektivt sätt: 1 Organisation för normal drift och krissituationer (Policy för säkerhet; Säkerhetsmål; Organisationsstruktur och ansvarsfördelning; Ledningens engagemang för säkerhet; Mått på prestationer; Koordinering och planering för krissituation). 2 Dokumentation (Identifiering och underhåll av tillämpliga krav; Dokumentation som beskriver systemkomponenter; Dokumenthantering; Informationshantering). 3 Riskmanagement (Riskidentifiering; Riskbedömningar; Åtgärder rekommenderas baserade på riskbedömningar). 4 Säkerhetssäkring (Övervakning av säkerhetsprestationer; Revision, inspektion, säkerhetsanalys, självvärdering; Förändringshantering). 5 Säkerhetsfrämjande (Utbildning, kompetens; Säkerhetskultur; Lärande, ständiga förbättringar; Kommunikation; Trötthetshantering; MTO-hantering). 6 Beredskap (Beredskapsplan; Krishanteringsförmåga; Förebyggande).

Projektet gav också kännetecknen för väl fungerande ledningssystem på elementnivå. Här följer några exempel på kännetecknen för väl fungerande ledningssystem i explicit eller implicit form. En undersökning visar att ”organisation” i någon mening är den viktigaste beståndsdelens eftersom den påverkar andra komponenter och element. Ett kännetecken är engagerat ledarskap för säkerheten, men det ska vara ett engagemang som uppfattas som starkt av anställda. Indikatorer tilldrar sig stort intresse såväl i praktiken som i litteraturen och utveckling pågår. I litteraturen finns krav som bör ställas på indikatorer och varningar för felanvändning. En intressant och lovande utveckling pågår kring resiliensindikatorer som ska komplettera utfallsbaserade och predikerande indikatorer. Ett väl fungerande ledningssystem ska också säkra organisationens förmåga att förutse potentiella framtida risker och undvika dem. Här

finns mycket att lära från HRO-skolan med mindfulness och från ”Resilience Engineering-skolan”. Ett annat kännetecken är att dokumentationen har god struktur, tydlighet, god läsbarhet och goda navigationsmöjligheter som ger snabb åtkomst till all information som den sökande behöver, men inte onödig information. En organisation ska också ha en väl fungerande lärcykel för organisatoriskt lärande som utnyttjar alla relevanta interna och externa källor. Det kräver engagemang från högsta ledningen. Det kräver också att kulturen uppfattas av alla som rättvis. Ett nyckelområde är goda riskanalyser. Bland annat problemet att få goda uppskattningar av individens och organisationens inverkan på risk gör att behovet av flera olika riskanalysmetoder framhålls. Ett annat kännetecken är en god säkerhetskultur som förutom att den är rättvis också innebär att alla är engagerade för säkerhet. God hantering av inköp och entreprenörer är också ett kännetecken. Ett viktigt kännetecken är att organisationen har bra processer för ständiga förbättringar av processer, ledningssystem och säkerhetskultur. Speciellt genomgången av några rapporter efter stora olyckor klargjorde vikten av god beredskap och krishanteringsförmåga. En slutsats är också att ett gott utnyttjande av human factors/MTO-kompetens är viktigt.

1. Inledning

1.1 Ledningssystem

En organisations ledningssystem för säkerhet beskriver hur organisationen ska arbeta för att verksamheten ska vara säker. Ett ledningssystem inom säkerhetskritisk verksamhet ska enligt praxis och enligt krav från tillsynsmyndigheter vara dokumenterat. Den dokumentationen kallas ofta ledningssystemsmmanualen. Manualen är ofta i elektronisk form.

I kapitel 2 redovisas några olika definitioner av ledningssystem.

1.2 Målsättning och avgränsningar

Målsättningen med projektet är att ta fram kännetecknen för väl fungerande ledningssystem för säkerhet i säkerhetskritisk verksamhet med fokus på kärnkraft. Eftersom en avsikt med projektet är att stödja arbete med ledningssystem och tillsyn av ledningssystem har en del förklarande och kompletterande utflykter gjorts.

Två viktiga element i ett säkerhetsledningssystem – säkerhetskultur (Ek, 2014) och erfarenhetsåterföring (Arvidsson & Lindvall, 2014) – behandlas i parallellprojekt. Därför är de områdena mycket styvmoderligt behandlade här. Intresserad läsare hänvisas till att läsa rapporterna från de projekten.

Ett mycket viktigt område för reaktorsäkerhet är fysiskt skydd/security. Det området ingår dock inte i detta projekt. Ett annat allt viktigare område är användningen av alltmer komplexa styr- och övervakningssystem. Denna rapport behandlar emellertid inte specifikt hur ledningssystem ska säkra en säker implementering och användning av sådana system.

Ledningssystem inom säkerhetskritisk verksamhet är allt oftare integrerade ledningssystem. Detta projekt har dock fokuserat på de komponenter och de delar i ledningssystemet som rör processäkerhet.

1.3 Metodik – Triangulering

I säkerhetskritisk verksamhet sker inte många olyckor och allvarliga incidenter. Det är därför svårt om ens möjligt att få entydiga resultat från forskning som ger samband mellan ett ledningssystemens enskilda element och frekvens av olyckor och allvarliga incidenter. I denna rapport använder jag mig i stället av triangulering med fyra infallsvinklar (ben): 1) utformningen av befintliga ledningssystem, 2) resultat av utredningar av stora olyckor, forskning kring 3a) hela eller 3b) delar av ledningssystem samt 4) intervjuer med personer med erfarenhet att arbeta med ledningssystem.

1.4 Disposition

Inom säkerhetskritiska verksamheter finns nu flera års erfarenheter av bred användning av ledningssystem. Internationella och nationella organ (t.ex. IAEA, ICAO, Eurocontrol och IMO, respektive Transport Canada, CAA Nya Zeeland) har arbetat med att ta fram och förbättra anvisningar för utformning av ledningssystem och

därvid använt såväl erfarenheter från tillsyn och drift av säkerhetskritisk verksamhet som resultat från forskning. Även om dessa anvisningar sällan eller aldrig innehåller hänvisningar till vetenskaplig litteratur så borgar framtagnings- och utvecklingsprocesserna, med tillvaratagande av erfarenheter från hela världen och med medverkan av forskare, för att befintliga anvisningar från internationella och framstående nationella organ platsar som ett ben i trianguleringen. (Kapitel 2 – ben 1)

Efter stora olyckor inom säkerhetskritisk verksamhet görs alltid ingående utredningar av kompetenta grupper. Ofta görs även vetenskapliga analyser som publiceras i vetenskapliga artiklar. Härvid upptäcks ofta återkommande brister i ledningssystemet. Detta ger starka indikationer på vad som är viktigt att jobba med i ledningssystem för att minska risken för olyckor. (Kapitel 3 – ben 2)

Forskning på ledningssystem för säkerhet är inte så vanlig. Säkerhetsledningssystem har inte funnits så länge. Det finns därför relativt få artiklar som behandlar hela ledningssystem. Men det finns en del (Kapitel 4 – ben 3 a). Det finns också forskningsrapporter om enskilda komponenter, ganska många om en del. Dessa behandlas i kapitel 5 – 3b).

Som fjärde ben i trianguleringen ingår intervjuer med dels ansvariga för utveckling och drift av ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet, dels andra med stor erfarenhet av sådana system eller enskilda komponenter. (Kapitel 6 – ben 4)

I kapitel 7 summerar jag vad jag funnit och återger vad jag kommit fram till som kännetecken på väl fungerande ledningssystem, och i kapitel 8 pekar jag på några områden där jag ser behov av fortsatt forskning och utveckling.

2. Ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet – anvisningar från internationella och nationella organ

2.1 Inledning

I detta avsnitt ska vi kort beskriva krav på eller rekommendationer rörande ledningssystem från internationella och nationella organ som certifierar och utövar tillsyn indirekt eller direkt. Fokus är på säkerhet i säkerhetskritiska verksamheter som kärnkraft, flyg, sjöfart och processindustri.

Vi kommer att återge krav på eller rekommendationer rörande ledningssystem som angetts av SIS (Swedish Institute for Standards), IAEA, ICAO, Transport Canada, CAA Nya Zeeland, IMO och SEVESO-kommissionen. Bakom deras krav eller rekommendationer ligger mycken erfarenhet och input från forskning. Det är alltså ett sätt att få fram karakteristika på väl fungerande ledningssystem eller ledningssystem som anses så vara av experter.

Man bör skilja på ledningssystemet och dokumentationen av ledningssystemet, d.v.s. ledningssystemmanualen. I tal och skrift, även i denna, används ofta termen ledningssystem för dokumentationen också. Vad som då menas bör framgå av sammanhanget.

I en organisation kan det finnas ledningssystem för olika mål eller aktiviteter t.ex. för kvalitet, miljö, ekonomihushållning, säkerhet, fysiskt skydd, o.s.v. Ett ledningssystem kan också vara integrerat, d.v.s. hantera flera mål eller aktiviteter.

2.2 SIS definition av ledningssystem. Fördelar med ett integrerat ledningssystem.

Swedish Standards Institute, SIS, definierar ledningssystem som
System för att upprätta policy och mål samt för att uppnå dessa mål med.
(SIS, 2011)

SIS anmärker

Ett ledningssystem för en organisation kan innefatta olika ledningssystem, t.ex. ett ledningssystem för kvalitet, ett ledningssystem för ekonomi eller ett ledningssystem för miljö.
[ISO 9000:2005, definition 3.2.2]
(SIS, 2011)

Fördelar med integrerat ledningssystem

I boken "Bästa vägen till ett verksamhetssystem" (SIS, 2009), som är en översättning av en ISO-skrift framhålls några fördelar med ett verksamhetssystem, d.v.s. ett integrerat ledningssystem. Fördelarna är härledda från ett antal praktikfall. De angivna fördelarna är:

1. *Onödiga dubbleringar elimineras.*
Det innebär att samordningsvinster kan uppnås. Praktikfallen visade att integration av standarder och rutiner kan göras inom sådana områden som dokumentstyrning, ledningens genomgång, intern revision eller informationsspridning.
2. *Enhetlighet.*
Enhetligheten speglas i hur
 - a. Policy och inriktning kommuniceras
 - b. Beslut fattas
 - c. Organisationens prioriteringar görs
 - d. Mätning och övervakning utförs
 - e. Resurser används och
 - f. Processer, rutiner och praxis införs.
3. *Minskad byråkrati.*
Ett effektivt sätt att bryta ner barriärer i fråga om att fatta beslut och genomföra dem är att utse processägare med tvärfunktionella grupper som har definierade befogenheter och ansvar.
4. *Optimerade processer och resurser.*
Resurser kan optimeras eftersom de nu fokuseras på att införa processer och ge ökat värde snarare än på att underhålla flera fristående system. Optimering nås när man t.ex. har ett gemensamt förfarande för att fastlägga krav eller för att genomföra ledningens genomgång, i stället för olika förfaranden för var och en av standarderna.
5. *Mindre underhåll.*
Det tar mer tid att underhålla flera separata system än ett integrerat. Det gäller speciellt underhåll av informationssystem. Ett annat exempel är underhåll av en gemensam rutin för intern revision jämfört med underhåll av flera separata rutiner.
6. *Sammanlagda revisioner.*
Med ett integrerat ledningssystem kan organisationen slå ihop flera revisioner. Det blir mindre störningar i arbetet och färre revisionsdagar. Med ett integrerat arbetssätt kan revisionerna ge hög prioritet åt samband mellan processer och därmed ge möjligheter att avslöja kanske kritiska systembrister.
7. *Förenklat beslutsfattande.*
Genom att eliminera onödiga dubbleringar och åstadkomma enhetlighet har organisationen en mer komplett bild av funktionernas behov och verksamhetens prestationer. Detta medför att organisationen kan bryta ner barriärer mellan funktioner och mellan avdelningar för att förbättra det interna informationsflödet och kommunikationen.

Dessa fördelar följer inte alltid automatiskt utan måste aktivt tas tillvara. Om de gör det är de indikationer på ett väl fungerande ledningssystem, d.v.s. de kan var grund till underindikatorer till indikatorn integrerat ledningssystem.

2.3 Kärnkraft. Krav m.m. från IAEA.

IAEA definierar ledningssystem enligt:

<p>The management system is a set of interrelated or interacting elements that establishes policies and objectives and which enables those objectives to be achieved in a safe, efficient and effective manner. (International Atomic Energy Agency, 2006) §1.4</p>	<p>Ett ledningssystem består av ett antal med varandra relaterade eller interagerande element som fastställer policyn och mål, och som möjliggör att målen uppnås på ett säkert och effektivt sätt.</p> <p>(författarens översättning)</p>
---	--

I IAEA:s kravdokument GS-R-3 (International Atomic Energy Agency, 2006) står det också (§1.1) att ett ledningssystem, som ska uppfylla IAEA:s krav, integrerar element för säkerhet, hälsa, fysiskt skydd miljö, kvalitet och ekonomi. Det innebär således att IAEA har krav på ett integrerat ledningssystem.

I GS-R-3:s ordlista står att ett ledningssystem integrerar en organisations alla element i ett sammanhängande system för att göra det möjligt att alla mål i organisationen kan nås. Elementen inkluderar struktur, resurser och processer. Personal, utrustning, organisationskultur liksom dokumenterade policyn och processer är delar av ledningssystemet.

I IAEA:s kravdokument, GS-R-3 (International Atomic Energy Agency, 2006), står det också att dokumentationen av ledningssystemet ska inkludera

- organisationens policy
- en beskrivning av ledningssystemet
- en beskrivning av organisationens struktur
- en beskrivning av ansvar, befogenheter och samverkan för dem som leder, utför och utvärderar arbetet
- en beskrivning av processerna och av information som förklarar hur arbete förbereds, granskas, utförs, dokumenteras, bedöms och förbättras.

I IAEA:s ”Safety standards, Leadership and management for safety” DS456 (Draft) finns 13 krav

- Krav 1. Ansvar för säkerheten. Tillståndshavaren ska ha det primära ansvaret för säkerheten under hela livstiden för faciliteter och aktiviteter och ansvaret kan inte delegeras.
- Krav 2. Ledarskap. Effektivt ledarskap ska finnas på alla nivåer i organisationen.
- Krav 3. Integrerat ledningssystem. Högsta ledningen (Senior management) ska upprätta och implementera ett effektivt integrerat ledningssystem med målet att uppnå säkerhet. Systemet ska integrera alla managementelement så att kraven på säkerhet uppfylls samtidigt med andra krav och så att säkerheten inte åsidosätts.

- Krav 4. Riskbedömning av potentiella risker. Riskbedömningar ska göras för alla potentiella risker så att tillräckliga resurser avsätts till alla aktiviteter och processer relaterade till säkerhet.
- Krav 5. Övergripande mål, strategier, planer och detaljerade mål. Högsta ledningen ska fastställa övergripande mål, strategier, planer och detaljerade mål för organisationen som är i linje med organisationens policy.
- Krav 6. Resurser. Högsta ledningen ska se till att resurser nödvändiga för att upprätthålla organisationens säkerhet finns.
- Krav 7. Processmanagement. Ledningssystemet ska spegla de processer som införts i organisationen för att garantera säkerhet.
- Krav 8. Dokumentation. Det integrerade ledningssystemet ska dokumenteras.
- Krav 9. Mätning, evaluering, bedömning och förbättring. Mätning, evaluering och bedömning av ledningssystemet skall göras för att kontinuerligt förbättra säkerheten.
- Krav 10. Intressenter. Interaktioner med intressenter ska identifieras, ses över på ett transparent sätt och integreras in i ledningssystemet om det är relevant.
- Krav 11. Management av leverantörskontakter. Tillståndshavaren ska ha effektiva arrangemang med leverantörer för att monitorera varor och tjänster som kan påverka säkerheten.
- Krav 12. Ständiga förbättringar av säkerhetskulturen. Alla organisationsnivåer från högsta ledningen och ner ska bidra till införande och bibehållande av en god säkerhetskultur stödd av ledningssystemet.
- Krav 13. Utvärdering av ledarskap för säkerhet och säkerhetskultur. Högsta ledningen ska periodiskt utföra en oberoende bedömning och en självvärdering av ledarskapet för säkerhet och säkerhetskultur.

Eftersom införandet av ett helt eller delvis processbaserat ledningssystem är aktuellt inom svensk kärnkraftsindustri kan det vara intressant att veta att IAEA är på väg att släppa ett dokument med den tentativa titeln ”Implementing a Process Based Management System”. Bl.a. lär den komma att innehålla en matris för utvärdering av processer.

2.4 Ledningssystem inom flygsektorn

2.4.1 International Civil Aviation Organization, ICAO

International Civil Aviation Organization, ICAO, är ett FN-organ som utvecklar standarder och rekommenderad praxis, så kallade SARPs (Standards and recommended practices) för flygsektorn. Dessa är samlade i ett antal annex till den s.k. Chicagokonventionen som de flesta länder förbundit sig att följa. Grundläggande dokument för ledningssystem inom flygsektorn är annexen 6 och 19. Varje land, som undertecknat konventionen, ska följa rekommendationerna (som gäller såväl landets säkerhetsprogram – State Safety Programme (SSP) – som operatörernas säkerhetsledningssystem (SMS)), men har rätt att lägga till krav. De flesta länderna i Europa, däribland Sverige, samarbetar för gemensamma regler genom EASA (European Aviation Safety Agency).

International Civil Aviation Organization, ICAO, definierar ledningssystem för säkerhet som

a systematic approach to managing safety, including the necessary organizational structures, accountabilities, policies and procedures. (ICAO, 2013), p xii	ett systematiskt sätt för hantering av säkerhet som inkluderar nödvändig ansvarsfördelning och nödvändiga organisatoriska strukturer, policyn och procedurer.
---	---

ICAO har gett ut en manual för säkerhetsledning, (SMM) (ICAO, 2013). Där ger ICAO ett ramverk för implementering och underhåll av ett säkerhetsledningssystem hos en organisation inom branschen civilt flyg. Ramverket består av följande fyra komponenter och tolv element – se tabell 2.1. De representerar ett minimum av vad ett ledningssystem ska innehålla.

Komponent 1 ”Säkerhetspolicy och säkerhetsmål” utgör ledningssystemets referensram. Komponent 2 ”Riskhantering” ska identifiera faror initialt och vid större förändringar. Reaktiva, proaktiva och predikterande metoder ska användas. Vidare ska risker värderas och lämpliga åtgärder tagas fram. Komponent 3, ”Säkerhetssäkring”, ska monitera säkerhetsprestationer för att säkra att föreskrifter följs och att ledningssystemet med dess processer fungerar som avsett. Vidare har ICAO lagt in elementet ”Ständiga förbättringar av ledningssystemet” här. Faror som identifieras vid säkerhetssäkringen lämnas över till riskhanteringsprocessen för värdering och eventuell åtgärd. Komponent 4, ”Säkerhetsfrämjande”, innehåller elementen ”Träning och utbildning” samt ”Kommunikation”.

Formuleringen av punkt 1.4 i tabell 2.1 är speciell för flygsektorn där koordineringen mellan tre olika organisationer, flygplats, flygledning och flygbolag, kan vara kritisk i krissituationer.

Tabell 2.1 ICAOs ramverk för ledningssystem med fyra komponenter och tolv element (ICAO, 2013) i författarens översättning

Komponenter	Element
1 Säkerhetspolicy och säkerhetsmål	
	1.1 Ledningens engagemang och ansvar (responsibilities)
	1.2 Ansvar för säkerhet (accountabilities)
	1.3 Tillsättning av nyckelpersoner för säkerhet
	1.4 Koordination av planering för krissituationer
	1.5 Dokumentation av ledningssystemet för säkerhet
2 Riskmanagement	
	2.1 Identifiering av faror
	2.2 Riskbedömning och åtgärdande
3 Säkerhetssäkring (assurance)	
	3.1 Monitering av säkerhetsindikatorer och mätning av säkerhetsprestationer (safety performance)
	3.2 Förändringsledning
	3.3 Ständiga förbättringar av säkerhetsledningssystemet
4 Säkerhetsfrämjande (safety promotion)	
	4.1 Träning och utbildning
	4.2 Kommunikation

Manualen är ett sammanhållet dokument med bl.a.

- Beskrivningar av grundläggande begrepp för ett ledningssystem som t.ex. säkerhet, orsaker till olyckor, säkerhetskultur, management av förändringar samt indikatorer
- Exempel som visar t.ex. hur olika procedurer kan utformas
- Mål, ramverk och sätt för implementering av en nations säkerhetsprogram – ledningssystem för hur en tillsynsmyndighet ska hantera säkerhet hos tillståndshavare
- Avsnitt som t.ex. visar vad en myndighets frivilliga, konfidentiella och obligatoriska rapporteringssystem ska innehålla. Det finns också ett exempel på hur en myndighets krav på säkerhetsledningssystem kan se ut.
- Ramverk och sätt för implementering av en tillståndshavares säkerhetsprogram
- Praktiska exempel och vägledningar

ICAO har gett ut en manual för hantering av trötthetsrelaterade risker för tillsynsmyndigheter (ICAO, 2011) och tillsammans med IFALPA och IATA en 150-sidig manual för operatörer (IFALPA, ICAO, & IATA, 2011).

2.4.2 Transport Canada

Den kanadensiska tillsynsmyndigheten för civilt flyg, Transport Canada (2012), skriver att ur deras perspektiv så är ett säkerhetsledningssystem

a systematic, explicit, comprehensive and proactive process for managing risks that integrates operations and technical systems with financial and human resource management to achieve safe operations and compliance with the <i>Canadian Aviation Regulations</i>	en systematisk, explicit, grundlig och proaktiv process för riskhantering som integrerar operativa och tekniska system med hantering av finanser och 'human resources' för att uppnå säker verksamhet och uppfyllande av föreskrifter för kanadensiskt flyg
--	---

Transport Canada, anger också följande basala element i ledningssystem för säkerhet (Transport Canada, 2012):

- a. En policy för säkerhet
- b. En process för planering och mätning av säkerhetsprestanda
- c. En process för riskidentifiering samt värdering och hantering av säkerhetsrisker
- d. En process för försäkran om att personalen är utbildad för och kompetent att kunna fullgöra sina uppgifter
- e. En process för proaktiv intern rapportering och analys av incidenter och olyckor samt för korrekta åtgärder för att förhindra att de händer igen
- f. Alla processer i säkerhetsledningssystemet ska dokumenteras och det ska finnas en process som säkerställer att all personal är medveten om sitt ansvar för dem
- g. En process för översyn eller revisioner av processerna i säkerhetsledningssystemet och en process som säkerställer att personalen är medveten om sitt ansvar för dem
- h. Övriga krav på säkerhetsledningssystemet som föreskrivs enligt de lagar och föreskrifter som ska uppfyllas enligt tillståndet från myndigheten.

Även inom flygsektorn är man observant på svagheter med att ha flera ledningssystem. Det framgår t.ex. av hur Kanadas tillsynsmyndighet för flygsektorn (Transport Canada) definierar ledningssystem för säkerhet (SMS) (Transport Canada, 2012):

From the Civil Aviation perspective a safety management system means a "systematic, explicit, comprehensive and proactive process for managing risks that integrates operations and technical systems with financial and human resource management to achieve safe operations and compliance with the <i>Canadian Aviation Regulations</i> .	Ur civilflygets perspektiv är ett säkerhetsledningssystem en systematisk, explicit, allsidig och proaktiv process för hantering av risker som integrerar verksamheten och de tekniska systemen med ekonomihandling och personaladministration för att åstadkomma säker drift och som respekterar kanadensiska lagar, förordningar och föreskrifter.
--	---

2.4.3 CAA Nya Zeeland

Civil Aviation Authority of New Zealand definierar ledningssystem för säkerhet som följer (Civil Aviation Authority of New Zealand, 2012), sid 4:

a systematic approach to managing safety, including the necessary organizational structures, accountabilities, policies and procedures.	ett systematiskt sätt att hantera säkerhet, inkluderande nödvändiga organisationsstrukturer, ansvarsallokeringar, policyn och procedurer.
---	---

och beskriver det på sid 7 enligt

An SMS is a systematic, explicit and proactive businesslike approach to managing safety to ensure the level of risk is acceptable, as low as reasonably practicable and that there is continuing pressure to drive the level of risk down over time.	Ett säkerhetsledningssystem är ett systematiskt, explicit och proaktivt affärsmässigt sätt att hantera säkerhet för att säkra att risknivån är acceptabel, så låg som det är praktiskt möjligt och att det finns en kontinuerlig press att ständigt minska risken.
--	--

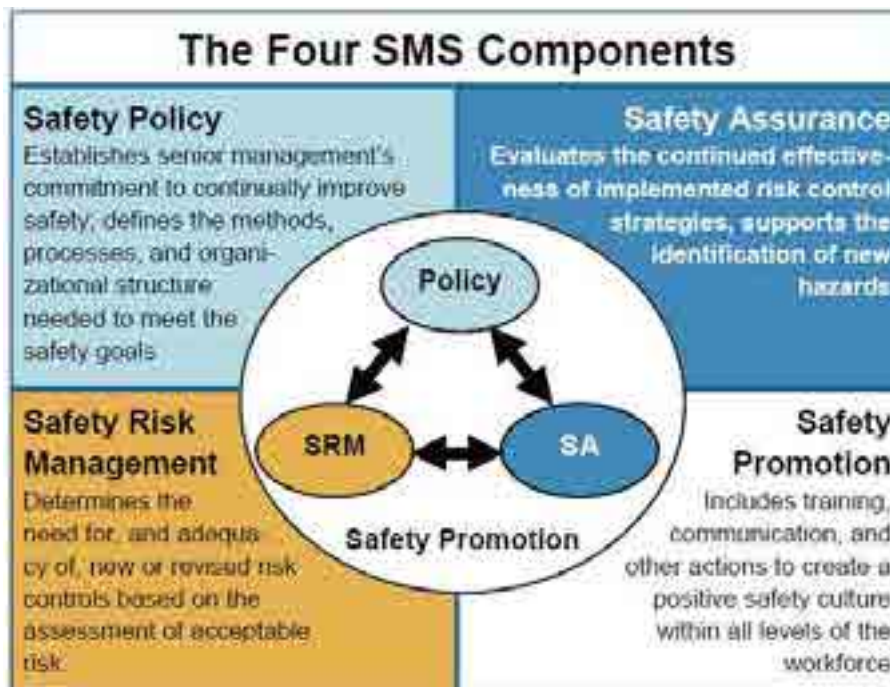
Viktiga ingredienser i säkerhetsledning är att sätta mål, att planera för målens uppfyllande och att mäta sina prestationer. Säkerhetsledningssystemet ska bidra till ständiga förbättringar av säkerheten samt till utveckling och förbättringar av säkerhetskulturen inom organisationen. Vidare ska tillståndshavarens organisation ledas så att alla i organisationen har fokus på säkerhet och ständiga förbättringar av sin flygverksamhet. CAA Nya Zeeland menar också att ledningssystemet påverkar ledningen för hälsa och säkerhet mot personskador.

Jag avslutar noteringarna från CAA Nya Zeelands skrivning med ett citat:

An SMS should be woven into the fabric of an organisation, so that it becomes part of the culture; the way people do their jobs. The concept of developing a 'positive safety culture' is an important overall goal in any organisation.

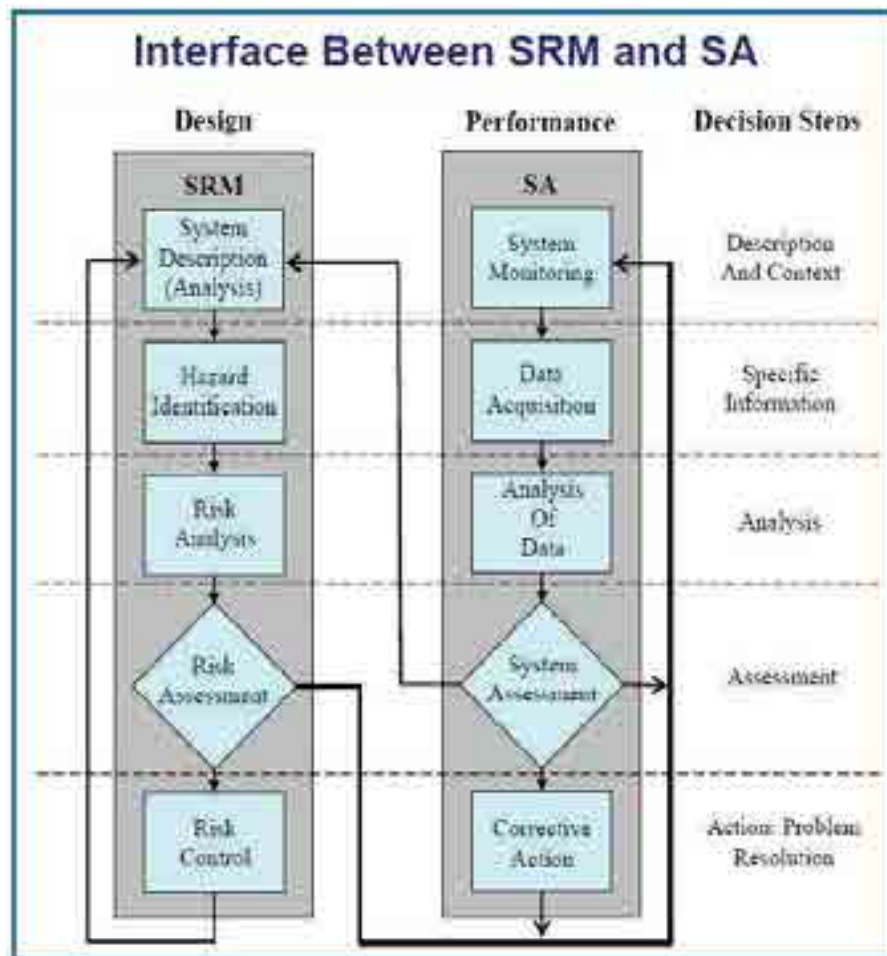
2.4.4 Typisk presentation av ledningssystem inom flygsektorn

Figur 2.1 och 2.2 visar hur ledningssystem respektive gränssnittet mellan riskmanagement och säkerhetssäkring ofta framställs. Dessa figurer är hämtade från FAA³s Safety Management System (SMS) Quick Reference Guide (FAA, 2013).



Figur 2.1. De fyra komponenterna i ett säkerhetsledningssystem. Från FAA (2013)

³ US Federal Aviation Administration, tillhör US Department of Transportation



Figur 2.2. Gränssnittet mellan riskmanagement och säkerhetsäkring. Från FAA (2013)

2.4.5 Övrigt från flygsfären

En arbetsgrupp inom GAIN (Global Aviation Information Network) har gett ut en intressant rapport (Role of Analytical Tools in Airline Flight Safety Management Systems, 2004).

Stolzer, Halford och Goglia har gett ut en bok med titeln "Safety Management Systems in Aviation" Stolzer, Halford, and Goglia (2008) och editerat en bok med titeln "Implementing Safety Management Systems in Aviation" Stolzer, Halford, and Goglia (2011) som rekommenderas för intresserade läsare.

2.5 Ledningssystem inom sjöfart och offshoreverksamhet

IMO (International Maritime Organization) definierar i sin s.k. ISM-kod⁴ ett ledningssystem för säkerhet enligt:

<p><i>Safety management system</i> means a structured and documented system enabling Company personnel to implement effectively the Company safety and environmental protection policy. (International Maritime Organization, 2013)</p>	<p>Ett ledningssystem är ett strukturerat och dokumenterat system som gör det möjligt för en organisations personal att effektivt implementera organisationens policy för säkerhet och miljö.</p>
---	---

IMO kräver att varje organisation ska utveckla, implementera och underhålla ett säkerhetsledningssystem som uppfyller följande funktionella krav:

Det ska innehålla:

- en policy för säkerhet och miljö
- instruktioner och procedurer som säkerställer en säker drift av fartyg och skydd för miljön i överensstämmelse med internationell och nationell (flag state) lagstiftning
- fastlagd ansvarsfördelning och fastlagda kommunikationsvägar inom och mellan personal på land och till sjöss
- procedurer för rapportering av olyckor och avvikelser
- procedurer för framtagning av beredskapsplaner och katastrofberedskap
- procedurer för internrevision och ledningens översyn

I sin bok "Offshore Safety Management" redogör Sutton (2012c) för ett säkerhets- och miljöprogram, SEMP (Safety and Environmental Management Program for Offshore Operations and Facilities, RP 75) som American Petroleum Institute (API) utvecklat och rekommenderar för sina medlemmar. Elementen i säkerhets- och miljöprogrammet redovisas i tabell 2.2.

Tabell 2.2. Element i American Petroleum Institute's säkerhets- och miljöprogram, SEMP. Från Sutton (2012c)

1	Allmänt
2	Information om säkerhet och miljö
3	Risikanalyt
4	Förändringsledning
5	Procedurer
6	Praxis för säkert arbete
7	Utbildning och träning
8	Säkring av kvalitet och mekanisk integritet hos kritisk utrustning
9	Granskning före start
10	Krishantering
11	Incidentutredning
12	Audit av SEMP*-element
13	Dokumentation

* Safety and Environmental Management Program for Offshore Operations and Facilities

⁴ International Safety Management Code. En internationellt gällande standard för säker sjöfart

2.6 Processindustrin, SEVESO-direktivet

För lagstiftning om förebyggande och begränsande av fara för allvarliga händelser där farliga ämnen ingår har Europaparlamentet och rådet utfärdat direktiv (Europaparlamentet och europeiska unionens råd, 2012). Det senaste, det s.k. SEVESO III-direktivet (Europaparlamentet och europeiska unionens råd, 2012), ska tillämpas från och med den 1 juni 2015.

Direktivet föreskriver att ”medlemsstaterna ska se till att verksamhetsutövaren utarbetar ett dokument i skriftlig form som beskriver företagets säkerhetspolicy för att förebygga allvarliga händelser (*säkerhetspolicyn*) och se till att denna tillämpas”. Direktivet föreskriver också att ”säkerhetspolicyn ska genomföras med hjälp av lämpliga medel och strukturer och genom ett säkerhetsledningssystem i enlighet med bilaga III, som står i proportion till faran för allvarliga olyckshändelser och komplexiteten i verksamhetens organisation eller aktiviteter”.

I bilaga III till direktivet anges att följande komponenter (som förklaras) ska ingå i säkerhetsledningssystemet:

- Organisation och personal
- Identifiering och bedömning av riskerna för allvarliga olyckshändelser
- Styrning av verksamheten
- Hantering av ändringar
- Planering inför nödsituationer
- Resultatuppföljning
- Revision och granskning

2.7 Sammanfattning – ben 1: anvisningar från internationella och nationella organ

Kapitel 2 är en sammanställning av rekommendationer från internationella och nationella organ för säkerhetskritiska verksamheter – ben 1 i trianguleringen. Bakom beskrivningarna av vad ledningssystemen bör innehålla finns för varje dokument mycket kompetens och erfarenheter om vad som är viktiga komponenter i ledningssystem. De flesta av de här använda skrifterna har dessutom genomgått förbättringsprocesser efter återkoppling från praktisk användning. En svårighet är att man använder olika ord och olika indelningar och en del är implicit som t.ex. om ”mål” inte nämns men resultatuppföljning krävs – då förutsätts ju mål.

Definitionerna av ledningssystem ser olika ut. De är inte stringenta. Ledningssystem beskrivs av de olika organisationerna som ett system, ett antal element, ett sätt eller en process. Men när man granskar vad ett ledningssystem är till för och vad som ska ingå i det så är likheterna stora. Läsaren ska kanske använda den formulering som gäller den sektor läsaren verkar inom.

Från Swedish Standards Institute framhålls vikten av att ha integrerade ledningssystem och att man tillvaratar de potentiella samordningsvinsterna med ett sådant system.

Sammanfattningsvis bidrar denna genomgång (ben 1) att följande element är viktiga i ett ledningssystem:

- En policy för säkerhet
- Tydliga mål
- En god organisationsstruktur
- Tydlig ansvarsfördelning
- Ledningens engagemang
- Beredskap och krishantering
- Ledningssystemet ska vara dokumenterat
- Identifiering av faror
- Riskbedömning
- Åtgärder
- Kompetent personal. Träning och utbildning
- Process för förändringsledning
- Säkerhetskultur
- Ständiga förbättringar
- Resultatuppföljning, Övervakning av säkerhetsprestationer
- Internrevision, granskningar
- Kommunikation (ICAO)
- Leverantörshantering (Kärnkraft)
- Arbetsmiljö (CAA NZ)
- Management av trötthet "fatigue risk management". (Från flygsektorn)

3. Lärdomar från stora olyckor

Det finns olika sätt att identifiera viktiga komponenter i ett ledningssystem och att identifiera eventuella behov av förbättringar av komponenterna. Ett sätt är att analysera vad som brustit vid stora olyckor. I detta kapitel går jag igenom utredningar av några större olyckor och en utredning (efter en olycka) om processsäkerheten och säkerhetskulturen vid raffinaderiet där olyckan skedde och vid fyra av dess systerraffinaderier. Beskrivningarna är på inget sätt fullständiga. Information har också hämtats från en bok (Kletz, 2001) och några artiklar. Jag har tagit med påvisade bidragande orsaker samt en del råd som berör element i ledningssystem och som rapportförfattarna givit.

Författarens förhoppning är att det ska vara nyttigt för läsaren att reflektera kring om någon här påvisad brist kan ha någon motsvarighet i läsarens egen intressesfär.

3.1 Fukushima

Den 11 mars, 2011, inträffade en jordbävning med en tsunami som tillsammans triggade en mycket stor olycka på kärnkraftsanläggningen i Fukushima Daiichi, Japan. En officiell utredning gjordes av en kommission åt The National Diet of Japan (2012).

Kommissionen kom fram till att olyckan var ett resultat av *svekfyllt samförstånd mellan regeringen, tillsynsmyndigheter (NISA och NSC) och ägaren (TEPCO) samt dålig styrning av dessa organisationer*. De ansåg att grundorsakerna var *brister i organisatoriska system och tillsynssystem*, vilket understödde felaktiga motiv för beslut och handlingar, och inte brister i kompetensen hos någon enskild individ. Kommissionen pekade på flera bidragande svagheter framför allt rörande tillsynsmyndigheter och regering. Här tar vi bara upp sådant som har anknytning till operatörens ledningssystem.

De direkta orsakerna, jordbävningen och tsunamin, var förutsägbara. Svagheter var kända och åtgärder hade diskuterats, men sådana vidtogs inte av TEPCO. NISA och NSC gjorde inte heller något. Av ekonomiska skäl motarbetade TEPCO en strängare lagstiftning.

Kommissionen konstaterar att en effektivare krishantering hade varit möjlig om det funnits *bättre kunskap, bättre träning och inspektioner av utrustning för krisberedskap* och om arbetarna på plats hade fått *bättre instruktioner*. *Bristerna i utbildning och i förberedelser* gjorde att man inte kunde stoppa/mildra olycksförloppet när anläggningen blev strömlös.

Ägarna, TEPCO, tog inget eget ansvar eller egna initiativ för säkerhet utan följde och litade på regeringens byrå som hade hand om kärnenergi policy. Samtidigt lobade de ”lyckosamt” för tandlösa krav från myndigheterna. Det fanns uppenbara *brister i TEPCOs policy för säkerhet*, i varje fall i hur den praktiserades.

ASMEs, the American Society of Mechanical Engineers, president tillsatte en arbetsgrupp för att studera Fukushima Daiichi-katastrofen för att söka lärdomar. Gruppen skriver i sin rapport (ASME Presidential Task Force on Response to Japan Nuclear Power Plant Events, 2012) att Fukushimakatastrofen visade på att dagens kärnkraftsanläggningar är sårbara för yttre händelser och visade på behovet av för-

bättringar. De anger som viktigaste orsaker: inadekvat konstruktion för att stå emot tsunamin och översvämning samt brister i management vid olyckan.

Gruppen föreslår i sin rapport ett förbättrat ramverk för kärnkraftssäkerhet.

Det primära säkerhetsmålet för kärnkraft är och förblir skydd av allmänhetens hälsa och säkerhet. Fukushima-katastrofen visade på behovet att inkludera målet att reducera potentialen för sociopolitiska och ekonomiska konsekvenser av spridning av radioaktiva nukleider.

Viktiga element i ASMEs ramverk är:

1. En utökning av det förhärskande säkerhetsramverket så att det förutom adekvat skydd av allmänhetens säkerhet och hälsa också hindrar sociopolitiska och ekonomiska konsekvenser av svåra kärnkraftsolyckor
2. Alla risker ska beaktas vid konstruktion – även sällsynta men möjliga olyckor
3. Ansvar för skydd av personer och egendom måste utvidgas bortom myndighetskrav till att omfatta konstruktörer, tillverkare, ägare och operatörer
4. Säkerhetsprinciperna måste tillämpas vid alla anläggningar globalt.

Mycket i ASME-rapporten ligger utanför föreliggande rapports fokus - ledningssystem. Men det finns en del av intresse även för ledningssystem.

Ramverket understryker att alla risker ska beaktas. Sällsynta, men möjliga händelser ska beaktas. Vikten av att minska 'det vi vet att vi inte vet' och 'det vi inte vet att vi inte vet' om faror betonas om än med andra ord. Detta ställer krav på riskbedömningar och åtgärder.

Som väsentliga element i det nya ramverket anger ASME förbättringar beträffande

1. Människors agerande
2. Den organisatoriska infrastrukturen
3. Ledning (command and control)
4. Hantering vid olyckor och
5. Beredskap för olyckor

d.v.s. punkter som ska omhändertas av ett bra ledningssystem.

ASME noterar också vikten av deterministiska analyser, men pekar på att historien har påmint oss om deras begränsningar t.ex. när det gäller att ta hänsyn till mänskliga fel och multipla fel med en gemensam orsak. Som exempel ges operatörernas felbedömning av vattennivån vid TMI-olyckan och multipla fel som orsakades vid underhållsarbete vid reaktor i Salem i USA.

ASME pekar på att det finns många exempel på att mycket osannolika händelser har ägt rum som orsakat förlust av kontrollen och där mänskliga handlingar och beslut bidragit till, eller lett till, oacceptabla konsekvenser. Exempel är. Deepwater Horizon med eldsvåda, explosion och oljeutsläpp i Mexikanska golfen; översvämningen i New Orleans efter orkanen Katrina; kraschen av rymdfarkosten Columbia och av flygplanet Concordia samt kollapsen av World Trade Centre-skyskraporna efter terroristattacker. Användning av i förväg uppgjorda procedurer, processer och rutiner tillsammans med rigorös utbildning kan minska risken för felhandlingar, men förberedelser kan inte helt eliminera fel, speciellt inte vid händelser som ligger bortom vad man varit förberedd på.

Eftersom det i krissituationer ofta krävs snabba beslut och agerande nära processen måste befogenheter delegeras till dem som är nära processen. *Utbildning av operatörer och andra nära processen för att kunna vidta rätt åtgärder i situationer som förutsetts men även i situationer som inte förutsetts är viktig. Kompetens, skicklighet och en stödande miljö krävs.*

OECDs samarbetsorgan för kärnenergifrågor, NEA, har sammanställt vad NEA gjort och gör efter Fukushimaolyckan i en rapport (NEA, 2013). I den konstaterar NEA att ett huvudbudskap från olyckan är att det inte finns utrymme för självbelåtenhet när det gäller implementering av praxis och begrepp för kärnkraftssäkerhet.

3.2 Three Mile Island (TMI)

Den 28 mars, 1979, blev en kärnkraftsreaktor i kärnkraftsanläggningen TMI i Harrisburg, Pennsylvania, överhettad och en mindre mängd radioaktivt material släpptes ut i atmosfären.

Olycksförloppet började med att en parallellkopplad bädd för rening av sekundärvattnet kloggade igen. Operatörer försökte rensa bädden med tryckluft från instrumenteringen, men trycket i instrumentluften var mindre än sekundärvattnets tryck så vatten kom in i instrumentluften. Backventilen i instrumentluftsystemet fungerade inte vilket pekar på *brister i inspektion och underhåll*. När vatten kom in till instrument slutade flera instrument att fungera. Det medförde att turbinen stannade vilket i sin tur medförde att kylningen av reaktorhärden slutade att fungera och att reaktorn snabbstoppades. På grund av att radioaktiviteten i bränsleelementen fortsätter, så sker en betydande värmeutveckling i dem även när kedjereaktionerna slutat. Det medförde att primärvattnet började koka och trycket steg i primärvattenkretsen. En säkerhetsventil (PORV = pilot-operated relief valve) öppnade så att ånga släpptes ut och ett för högt övertryck förhindrades. Pumpar startades automatiskt för att ersätta det primärvatten som förångats bort så att härden skulle få adekvat kylning.

När trycket minskade skulle automatiken stänga säkerhetsventilen (PORV). En signal skickades för att stänga ventilen, men den förblev öppen. Ett instrument visade att PORV var stängd – men vad operatörerna inte visste var att instrumentet bara visade att en signal gått till ventilen att den skulle stänga. I tron att PORV var stängd och att det fanns tillräckligt med vatten i primärkretsen stängde operatörerna av tillförseln av vatten. Vatten fortsatte att försvinna från primärkretsen i ångform genom PORV, reaktorhärden tappade sin kylning och skadades.

Kletz's (2001) analys av TMI-olyckan resulterade bl.a. i följande lärdomar:

- *Kvalitet hos samt underhåll och tillsyn av utrustning är viktiga för säkerhet.*
Olycksförloppet började med att en bädd för rening av sekundärvattnet täpptes igen.
- *Lär av incidenter även från andra anläggningar.*
PORV-ventiler hade stannat i öppet läge vid andra anläggningar.
- *Operatörer ska veta vad instrument visar.*
- *Operatörer bör tränas i diagnostik under stress.*
Det fanns andra mätvärden som indikerade att PORV var öppen, men situationen var stressig och operatörerna hade otillräcklig kunskap och träning.

- *Det krävs flexibilitet och kunskap.*
Komplexa system kan inte alltid styras med hjälp av detaljerade instruktioner. Situationer uppkommer där instruktionerna inte gäller.

Kemenyrapporten (Kemeny, 1979), som Kletz refererar till, och Rogovinrapporten (Rogovin & Frampton, 1980) kom till i princip samma slutsatser. Där poängteras också att de fundamentala problemen inte var hårdvarurelaterade utan person- och managementrelaterade. Kemenyrapporten framhåller att det krävs fundamentala förändringar av organisation, procedurer och praxis för att förhindra olyckor av så allvarlig art som TMI-olyckan.

Three Mile Island-olyckan öppnade ögonen för *human factors betydelse för säkerhet* för kärnkraftverk.

Detta var för 35 år sedan. Mycket har förändrats sedan dess, men det finns fortfarande mer att lära från TMI.

3.3 Chernobyl

Innehållet i detta avsnitt är hämtat från Kletz (2001) när inget annat uppges. Den 26 april, 1986, exploderade en reaktor i Chernobyl, Ukraina. 45 personer dog direkt eller inom några månader. Många fler avled senare i cancer som en följd av utsläppet av radioaktivt material till atmosfären.

Ett experiment som inte säkerhetsgranskats utfördes vid reaktorn. Experimentet innebar att reaktorn drevs med en effekt som var endast 6 % av normaleffekten. Vid så låg effekt var operatörerna tvungna att reducera antalet styrstavar till sex vilket var färre än den tillåtna undre gränsen 30. Aktuell reaktortyp har den unika egenskapen att den vid en effekt under 20 % av normaleffekten ger ökad effekt när temperaturen ökar. Temperaturökningen blev därför mycket snabb. Det automatiska snabbstoppet hade man kopplat bort. Man hade också kopplat bort nödkylsystemet för experimentets skull. Den höga temperaturen – 3000-4000 °C – medförde häftig kokning av vattnet, ökat tryck och explosion.

Flera *avvikelser från säker drift* gjordes, bl.a.:

- Reaktorn drevs med lägre effekt än tillåtet, minimum 20%
- Endast 6 styrstavar användes i reaktorn mot minimum 30.
- Man hade kopplat bort det automatiska snabbstoppet.
- Man hade kopplat bort nödkylsystemet (inverkade inte på förloppet i det här aktuella fallet)

Chernobylolyckan visade vad en *dålig säkerhetskultur* kan betyda för säkerheten. Vid denna olycka gjordes ju flera medvetna brott mot säkerhetsregler.

IAEA-rapporten, INSAG-7 (International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG), 1992) sammanfattar att olyckan orsakats av en bristfällig säkerhetskultur, inte bara vid Chernobylanläggningen, utan också i organisationer som svarade för konstruktion, drift och tillsyn av kärnkraftsanläggningen.

3.4 Texas City

3.4.1 Bakerrapporten

Den 23 mars, 2005, skedde en svår explosion på BPs Texas City-raffinaderi. 15 dog, 170 skadades och de ekonomiska förlusterna var avsevärda.

På rekommendation av CSB (US Chemical Safety Board) tillsatte BP en panel ledd av f.d. utrikesministern James Baker III (USA) för att göra en noggrann, oberoende och trovärdig bedömning av processsäkerheten vid BPs fem raffinaderier i USA och av BPs säkerhetskultur. Det var således inte en direkt utredning av 'Texas City'-olyckan. Utredningsrapporten går under namnet Bakerrapporten (Baker III et al., 2007). Den beskriver den kontext som olyckan skedde i. I panelen bakom rapporten fanns god kompetens och referenser görs ofta till rapporten.

Rapporten ska absolut inte läsas som om den speglar hur processsäkerheten hanteras vid BP idag. Åtgärder var redan på gång när rapporten skrevs och BP torde ha tagit fasta på många av panelens rekommendationer (Rekommendationerna återges inte här). Många av de svagheter som panelen identifierat hade tidigare identifierats i andra organisationer. En slutsats av detta icke-lärande torde vara att många av de svagheter som panelen identifierade hos BP kring 2006 torde finnas i andra organisationer nu! Läsaren bör alltså fråga sig om några av svagheterna nedan kan finnas i den/de organisation/er som läsaren är intresserad av. Naturligtvis ger sammanfattningen i rapporten eller än mer själva rapporten mer kött på benen.

Panelens resultat presenteras under 3 rubriker:

1. Organisationens säkerhetskultur
2. Ledningssystemet för processsäkerhet
3. Verksamhetsvärdering, åtgärder, och koncerntillsyn

Organisationens säkerhetskultur

Panelen konstaterade att det fanns *brister i ledarskapet för processsäkerhet*:

- BPs ledning hade inte fått fram att processsäkerhet ska vara en grundläggande värdering vid BPs fem raffinaderier i USA
- BP hade inte försäkrat sig om att chefer och anställda vid raffinaderierna förstått vad som förväntades av dem när det gäller processsäkerhet
- BP hade fokuserat på personsäkerhet och nått bra resultat, men gjorde misstaget att ta få personskador som en indikation på att processsäkerheten var acceptabel
- Ledarskapet för processsäkerhet tycks ha lidit av hög omsättning på anläggningschefer.

I ett par anläggningar konstaterar panelen att *BP inte skapat en positiv, förtroende-full och öppen miljö med effektiva kommunikationskanaler mellan ledning och anställda*.

Panelen fann också att BP inte alltid försäkrat sig om att det funnits *tillräckligt med medel för att åstadkomma god säkerhet på anläggningarna*. Vidare hade BP *inte en person i hög ledningsposition som ägnade sig åt processsäkerhet*. Det hände också att *koncernadministrationen överbelastade personalen på anläggningar*. Panelen konstaterade även att operatörer och underhållspersonal ibland hade *mycket övertid*.

Panelen konstaterade att BP inte haft med processäkerhet på ett effektivt sätt i sina beslutsprocesser. BPs ledning tenderade att ha ett *kortsiktigt agerande* och *mycket ansvar lades på anläggningschefer utan att klargöra förväntningar* på processäkerhet.

En annan slutsats var att BP *inte* hade *åstadkommit en gemensam god säkerhetskultur* i sina USA-anläggningar. Alla anläggningarna hade en kultur för processäkerhet men det fanns svagheter i alla anläggningarna som: *bristande disciplin, tolerans av allvarliga avvikelser från säkra rutiner* och *nonchalans av allvarliga processsäkerhetsrisker*.

Ledningssystem för processäkerhet

I rapporten diskuterar panelen rön kring effektiviteten hos det ledningssystem för processäkerhet som BP använde för sina fem anläggningar i USA. En mycket kort sammanfattning följer:

- Det fanns program för analys av processrisker, men *riskidentifiering och riskanalys fungerade inte adekvat*.
- *BPs ledningssystem på koncernnivå säkrade inte att standarder och program för processäkerhet efterlevdes*.
- *Ledningssystemet på koncernnivå säkrade inte att god ingenjörsexpraxis implementerades på anläggningarna skyndsamt*.
- I några avseenden hade BPs system för att säkra en adekvat nivå på medvetenhet, kunskap och kompetens inom processäkerhetsområdet inte fungerat. För det första hade *BP inte definierat den nivå på kunskap och kompetens inom processäkerhetsområdet som krävs av verkställande ledning och linjechefer över anläggningsnivå och för anläggningschefer*. För det andra hade BP inte försäkrat sig om att *personalen på anläggningarna och entreprenörer hade adekvat kunskap och kompetens på processäkerhetsområdet*. För det tredje ansåg panelen att implementeringen av och *övertron på BPs datorbaserade utbildning bidrog till en inte adekvat utbildning av anställda på anläggningarna*.
- Panelens undersökning indikerade att *BP-koncernens ledningssystem för processäkerhet inte effektivt omsatte koncernens förväntningar till mätbara kriterier för hantering av processrisker* eller definierade en lämplig användning av kvantitativa och kvalitativa riskhanteringskriterier.

Verksamhetsvärdering, åtgärder, och koncerntillsyn

För underhåll och förbättringar av ett ledningssystem krävs regelbundna värderingar av hur systemet fungerar och eliminering av funna svagheter. Panelen fann signifikanta svagheter i BPs ledningssystem för processäkerhet både på koncernnivå och anläggningsnivå i flera avseenden:

- Före olyckan i mars 2005 använde BP frekvens av personskador som mått på processäkerheten. Därefter började BP ta fram predikerande (leading) och utfallsbaserade (lagging) indikatorer för processäkerhet.
- BP hade inte infört effektiva procedurer för grundorsaksanalys (root cause analysis procedures) för identifiering av systemfel som kan bidra till framtida olyckor. Panelen trodde också att BP hade en ofullständig bild av processäkerheten på sina raffinaderier eftersom ledningssystemet

stemet troligen gav en *underrapportering av incidenter och tillbud* (near misses).

- BP hade inte implementerat rutiner för revision av ledningssystemen för sina raffinaderier i USA. Panelen såg *brister i kvalifikationen hos revisorerna, i revisionernas omfattning, i tilliten till interna revisorer och i den begränsade användningen av revisionsresultaten*. Speciellt oroade sig panelen för att *revisionerna syntes inrikta sig enbart på att myndighetskrav skulle uppfyllas* och att det inte verkade som om BP använde revisionerna för att försäkra sig om att ledningssystemet levererade önskade prestationer eller för att bedöma en anläggnings prestanda gentemot 'best practice'.
- BP gjorde ofta ett bra jobb när det gällde att identifiera svagheter och promptly åtgärda dem. Panelen noterade emellertid att *BP ibland inte fullföljde analyser av svagheter upptäckta vid riskbedömningar, revisioner, inspektioner och incidentutredningar*. Panelen fann flera exempel på att grundorsaker inte identifierats och därför inte åtgärdats. Detta gällde speciellt vid försenade inspektioner av mekanisk tillförlitlighet. I rapporten framhålls att denna typ av svaghet – *att inte fullfölja lärcykeln till identifiering av grundorsaker och åtgärder – urholkar effektiviteten även hos det bästa revisionsprogram eller den bästa incidentutredning*. Vidare ansåg panelen att *BP inte använde sina erfarenheter, sina riskanalyser, sina revisioner, sina tillbuds- och incidentutredningar för att förbättra sina processer och sitt ledningssystem för processsäkerhet*.
- BPs system för säkring av god processsäkerhet byggde på botten-upp-rapportering. Men information aggregerades på väg upp till styrelsen så att raffinaderispecifik information inte syntes.
- Panelen noterade att BP under åren 2001-2003 utvecklat och implementerat en rad rutiner för ökad processsäkerhet, men att det några år senare kvarstod en del åtgärder relaterade till säkring av en effektiv implementering av BPs policy och förväntningar.
- Panelen konstaterade att *varken BPs verkställande ledning eller raffinaderiernas linjechefer hade försäkrat sig om att ett integrerat, allsidigt och effektivt ledningssystem för processsäkerhet implementerats*.
- Panelen konstaterade också att *det varit ett stort gap mellan hur BPs ledningssystem för processsäkerhet fungerat och företagets föreställning om hur det fungerat. BPs verkställande ledning och linjechefer hade ansvar för implementeringen, men styrelsen hade inte försäkrat sig om att implementeringen genomförts*.

Panelen rekommenderade BPs styrelse att förbättra sin övervakning av processsäkerheten vid sina fem raffinaderier i USA för att uppnå excellens.

3.4.2 Utredningsrapporten av U.S. Chemical Society and Hazard Investigation Board

U.S. Chemical Society and Hazard Investigation Board (2005) gav ut en 341-sidig rapport om Texas City-olyckan med referenser till bl.a. Bakerrapporten. Här återges endast de väsentliga resultaten beträffande organisatoriska förhållanden som inverkat (Key Organizational Findings) och som presenteras i sammanfattningen av rapporten. Rönen överensstämmer i stort med Bakerrapportens, men framställs olika.

1. Minskning av kostnader, uteblivna investeringar och press från BP-koncernens chefer angående produktionen försämrade processsäkerhetsarbetet hos Texas City.
2. BPs styrelse hade ingen effektiv tillsyn av BPs säkerhetskultur och program för att förebygga större olyckor. Styrelsen hade ingen medlem med ansvar för att bedöma och verifiera BPs program för förebyggande av större olyckor.
3. Tilliten på få personskador som indikator på säkerhet gav ingen sann bild av processsäkerheten och säkerhetskulturen.
4. Brister i BPs program för underhåll resulterade i en "kör så länge det håller"-filosofi vad gällde processutrustningen.
5. Det fanns en slapp avbockningsmentalitet vid Texas City där personal bockade av krav även om de inte var uppfyllda.
6. BP Texas City saknade en rapportering och lärande kultur. Personalen uppmuntrades inte att rapportera och en del vara rädda för att det skulle vara negativt för dem om de rapporterade. Det fanns så gott som inget lärande från incidenter och tillbud. T.ex. hade inte lärdomar från en utredning av incidenter vid en BP-anläggning i Skottland tagits tillvara av Texas City.
7. Säkerhetskampanjer, mål och belöningar fokuserade på personssäkerhet och beteenden och inte på processsäkerhet. Det fanns brister i hur policyn och procedurer följdes på alla nivåer vid Texas City. Chefer uppträdde inte som goda exempel.
8. Flera översyner, studier och revisioner identifierade djupt rotade säkerhetsproblem vid Texas City, men reaktionen från ledningen på olika nivåer var typiskt "för lite, för sent".
9. BP Texas City bedömde inte effektivt förändringar som berörde människor, policyn eller organisationen och som kunde påverka processsäkerheten.

3.5 Deepwater Horizon

Den 20 april, 2010, skedde en explosion på oljeplattformen Deepwater Horizon i Mexikanska golfen. Elva personer omkom och många skadades. Mycket stora mängder av råolja (någon miljon fat) flödade ut i golfen under 3 månader. Olyckan orsakade stora skador på miljön och för fiske- och turistnäringarna. BP har uppskattat kostnaderna för uppstädning, skadestånd och böter till 40 miljarder dollar (Karlberg, 2011).

Det har gjorts många utredningar efter olyckan t.ex. den av National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling (2011). Petroleumstilsynet i Norge gav en grupp forskare under ledning av Ranveig Tinmannsvik, SINTEF uppdraget att sammanfatta utredningar från Deepwater Horizon-olyckan och andra större olyckor inom petroleumindustrin. Huvudmålet var att, åt den norska petroleumindustrin, ta fram lärdomar från olyckorna och komma med rekommendationer som minskar sannolikheten för liknande olyckor.

Som viktiga direkta orsaker till 'Deepwater Horizon'-katastrofen angav Tinmannsvik et al. (2011)

1. Ett skydd av cement vid botten av borrhålet hindrade inte utflöde från reservoaren

2. Besättningen misstolkade resultatet av ett test och drog slutsatsen att borrhålet var isolerat som det skulle
3. Besättningen agerade inte på utflödet av olja och gas förrän kolväten kom upp till havsytan
4. Besättningen ledde kolvätena in i en gasseparator i stället för att släppa ut dem
5. Ett säkerhetssystem förhindrade inte antändning
6. Blow out Preventorn (BOP) isolerade inte borrhålet och reservanordningen för att styra BOP fungerade inte.

Som viktiga bakomliggande orsaker angav de

1. Ineffektivt ledarskap
2. Undermålig kommunikation
3. Avsaknad av rutiner för besättningen
4. Undermålig träning och ledning av de anställda
5. Ineffektiv hantering och tillsyn av entreprenörer
6. Icke adekvat användning av instrument
7. Misslyckande av att analysera och uppfatta risk
8. Fokus på tid och kostnader i stället för på säkerhet

Vid olyckor, som Deepwater Horizon, fallerade många barriärer samtidigt. Författarna frågade sig hur det kunde bli så. De noterade att en ofta gemensam faktor för händelser där barriärer relaterade till borring efter olja och användning av borrhål fallerade var en ökande grad av komplexitet. Den ökande graden av komplexitet orsakades av att *många aktörer måste samverka, frekventa omorganisationer och nya arbetsprocesser*, snabb teknisk utveckling med djupare borrhål och mera komplexa reservoarer. Författarna efterlyser samlade åtgärder för forskning kring säkerhet för komplexa system, bl. a. kring hur vi ska *bli bättre på att ta hand om oväntade situationer – möjliga situationer som inte förutsetts eller inte planerats för*.

I SINTEF-rapporten ges 13 rekommendationer till (offshore-)industrin och 5 råd till myndigheterna.

Av de 13 rekommendationerna till norsk offshoreindustri berör 6 tekniska förbättringar. De är viktiga men offshore-specifika och beskrivs inte här. De övriga är MTO-relaterade. Motsvarande brister kan finnas även i annan säkerhetskritisk verksamhet. I fri och något generaliserad översättning är de:

1. Följ regelbundet upp entreprenörers hantering av underhåll speciellt av säkerhetskritiska komponenter. Kontrollera att tidplaner följs.
2. Förbättra organisationens och individers uppmärksamhet på och förmåga att detektera tidiga varningssignaler för olycka.
3. Verka för ökad kompetens hos och bättre arbetsmiljö för personal som fattar säkerhetskritiska beslut.
4. Förbättra informationsutbytet och samarbetet mellan olika aktörer. Säkerställ att det finns expertstöd att tillgå vid säkerhetskritiska beslut och uppgifter.
5. Utveckla nya och bättre metoder och verktyg för värdering av risk som stöd för operatörers dagliga beslut.

6. Utveckla 'safety management'-strategier som garanterar både att krav följs och att förmåga att hantera förändringar finns – både förutsedda och oförutsedda situationer ska klaras av. Organisationen ska vara resiliënt.
7. Underlätta ett systematiskt utbyte av erfarenheter med och lärande från incidenter vid olika branscher globalt.

Till varje rekommendation finns också någon rad om hur rekommendationen ska/kan uppfyllas. I flera fall (2, 4, 5, 6) finns forskning och utveckling med som åtgärd.

Fyra av de fem rekommendationerna till norska myndigheter kan i icke-branschspecifik tolkning beskrivas enligt

1. Öka redundansen vid kritiska uppgifter
2. Säkerställ och följ upp att företagen har implementerat krav på prestanda på säkerhetskritiska funktioner
3. Fokusera ständigt på management av underhållet genom tillsyn och dialog med industrin
4. Tillhandahåll nödvändig kompetens hos myndigheten för att följa upp beslutsprocesser vid stora olyckor. Vissa åtgärder kan i sådana fall kräva brådskande godkännande av myndigheten. En kompetent myndighet är en förutsättning för sådana godkännanden.

Några få veckor innan 'Deepwater Horizon'-katastrofen ägde rum gjordes en undersökning (med enkät och intervjuer) på Transoceans⁵ anställda på land och på fyra plattformar, däribland 'Deepwater Horizon', angående säkerhetskulturen och säkerhetsledningen. Undersökarna fann att 'Deepwater Horizon' var relativt bra i många av de viktiga aspekterna av säkerhetsledning. Men det fanns också svagheter. Omkring 46 % av besättningsmedlemmarna ansåg att en del av besättningen *befarade bestraffning om de rapporterade osäkra situationer*, och 15 % ansåg att det *inte alltid fanns tillräckligt med personal för säkert arbete*. En del av besättningsmedlemmarna klagade över att *säkerhetsmanualen var ostrukturerad*, svår att hitta i och inte skriven för användarna. En del tyckte också att det var svårt att läsa ut vad som krävs och hur uppgifter ska utföras. Undersökningen visade också att Transoceans *besättning inte alltid vet vad de inte vet*. Besättningen arbetar med föreställningen att de är fullt medvetna om alla faror när det är högst troligt att så inte är fallet. (från National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling (2011))

3.6 Longford

Beskrivningen bygger på böcker av Kletz (2001) och Hopkins (2000).

Den 25 september 1998 sprack en värmeväxlare i ESSOs gasanläggning i Longford, Australien. Kolväten i gas- och vätskeform släpptes ut. Explosioner och eldsvåda följde. Två personer dog och 8 skadades. Under 3 veckor var stora delar av staten Victoria utan gas, vilket medförde stora olägenheter för befolkningen och stora ekonomiska förluster för industrin.

Utlösande orsak till olyckan var att en värmeväxlare kylades till en temperatur långt under vad den var utformad för. Metallen blev spröd. När tillflödet av varm vätska återstartades sprack värmeväxlaren.

⁵ Transocean var ägare till Deepwater Horizon

Operatörernas felgrepp var en följd av *inadekvat utbildning* och *andra managementmisslag*. Operatörerna visste inte att metallen blev spröd vid låga temperaturer.

En bidragande orsak var *organisationsförändringar* där *experter flyttades* från Longford till Melbourne. Vidare fick operatörerna ett större ansvar medan förmännen blev administratörer.

Inom EXXON-koncernen satte man stor *tilltro till att deras goda LTI-statistik* (LTI = lost time incident) borgade för god processsäkerhet.

ESSO ansåg att de hade ett ledningssystem av världsklass, medan utredningen ansåg att *ledningssystemet var komplext och svårförståeligt*.

Kletz (2001) skriver att *utan kunskap och erfarenhet så är ett ledningssystem ett tomt skal*. Kletz skriver också att olycksutredningar som t.ex. den om Longford-olyckan, pekar på behov av bättre *utbildning för större flexibilitet* i situationer som det inte finns skrivna regler för.

Utredningen efter Longfordolyckan rekommenderade ESSO att förbättra *utbildningen, instruktionerna, övervakningen och handledningen*.

3.7 Piper Alpha

Den 6 juli 1988 skedde en stor explosion på oljeplattformen Piper Alpha i Nordsjön. 167 personer dog. Lord Cullen ledde en utredning för att fastställa orsaker och för att ta fram rekommendationer för ökad säkerhet. I sin rapport gav Cullen (1990) 106 rekommendationer. Myndigheterna fick ansvar för ca 60 av rekommendationerna och industrin för ca 50.

Enligt (Cullen, 1990) ska ett säkerhetsledningssystem fastställa

- säkerhetsmålen
- systemet med vilket målen ska uppnås
- normer och kriterier på prestanda ("performance standards") som ska mätas
- sätt på vilka övervakning av att organisationen lever upp till dessa normer och kriterier

Han förespråkar också kvalitetssäkringsprinciper som de som ingår i ISO 9000.

3.8 Herald of Free Enterprise

Detta avsnitt är hämtat från böcker av Kletz (2001) och av Rasmussen and Svedung (2007).

Den 6 mars 1987 kapsejsade Herald of Free Enterprise 4 minuter efter avgång från Zeebrugge, Belgien. Destinationen var Dover, England. Antal passagerare och besättning var ungefär 459 respektive 80. 186 omkom.

Bland de direkta orsakerna nämns bl.a. att bogportarna var öppna, att fartyget var trimmat så fören låg lägre än normalt och att farten var för hög.

Enligt den officiella utredningen var de grundläggande orsakerna *brister i den tekniska utformningen och svag ledning*.

Den båtsman A som skulle stänga bogportarna hade somnat. Befälet C, som skötte inlastningen av bilar, hade ansvar för att kolla att bogportarna var stängda, men han skulle också vara uppe på bryggan vid avgång och det var *press från den högsta ledningen* att avgång skulle ske i tid. Det hade utvecklats en rutin där befälet nöjde sig med att kontrollera att någon fanns nära bogportsmanöveringspanelen. Befälet hade sett en båtsman, som han trodde var båtsman A, nära panelen och trodde därmed att bogportarna skulle stängas, men det var båtsman B. Båtsman B såg att bogportarna var öppna, men det var inte hans jobb enligt arbetsbeskrivningen att stänga dem, så han stängde dem inte. *En ombyggnad* gjorde att kaptenen inte kunde se bogportarna. Trots att kaptener flera gånger begärt att få en indikatorlampa som visar om bogportarna är stängda eller ej fanns ingen sådan indikator. När ingen rapporterade att bogportarna inte var stängda så antog kaptenen att de var stängda och lade ut. Det hade hänt flera gånger att Herald of Free Enterprise påbörjat seglatsen med bogportarna öppna och ledningen kände till ett par av gångerna.

Sammanfattning av bidragande orsaker: *befälet Cs arbetsbeskrivning var inte förenlig med ledningens krav vilket ledde till gap mellan föreskriven rutin och verklig rutin; befälet kände inte manskapet på grund av olika skiftgång och många icke fast anställda; brister i säkerhetskultur och bristande flexibilitet ledde till att båtsman B inte brydde sig om att stänga bogportarna eller rapportera att de var öppna; ombyggnad medförde att kaptener inte kunde se bogportarna och indikator installerades inte; brist i lärande – de tidigare incidenterna med avgångar med öppna bogportar borde lett till åtgärder.*

Många tekniska brister

Herald of Free Enterprise var byggd för andra hamnar. För att kunna lasta på och av bilar var man tvungen att sänka fören med ballast. Vid avgång, men under gång, pumpades vatten ut från ballasttank i fören men det tog lång tid – alldeles för lång tid för att pumpningen skulle bli klar innan fartyget lämnade hamnområdet. Kaptenen hade begärt bättre pumpar men inte fått gehör för det.

Det fanns inget som hindrade vatten som kommit in på däck att rinna från ena sidan till den andra. När båten lutade lite så rann vattnet över till den lägre liggande sidan, vilket medförde att båten kantrade. Detta är ett känt problem, men lösningar är kostsamma och förlänger tiden för lastning och lossning.

Hamnen i Zeebrugge var sådan att Herald of Free Enterprise måste backa ut lite innan bogportarna kunde stängas. Men, som nämnts, när båten lägger ut bör kontrollören vara på bryggan.

[Sammantaget pekar detta på brister i riskhanteringen vid förändringar.]

Slapp ledning

Rederiets styrelse engagerade sig inte för säkerhet utan visade prov på slapphet. Ekonomi vägde över vilket visade sig bl. a. genom att deras båtar ofta hade last och antal passagerare som översteg det tillåtna. Styrelsen avslög också begäran om bogportsindikatorer, vilket är en liten kostnad, och begäran om högkapacitetspumpar. Utredningen visade också att ansvarsfördelningen på styrelsenivå var oklar och att inga revisioner gjordes. *Företaget visade på slapphet på alla nivåer.*

3.9 Kletz slutsatser i boken ”Learning from Accidents”

I sin bok ”Learning from Accidents” (Kletz, 2001) har Kletz analyserat ett stort antal olyckor och incidenter. En del av analyserna har jag använt ovan. I sitt avslutande kapitel räknar han upp och kommenterar rekommendationer som han gett i flera av de analyserade fallen. Han har samlat rekommendationerna under ett antal rubriker. Rubrikerna är av blandad karaktär men ger väl underbyggda idéer om vad ett väl-fungerande ledningssystem bör ta hand om, så jag återger dem här

1. *Effektiva åtgärder hittar man långt från topphändelsen*
Ledningssystem bör således säkra att kompetens, resurser och rutiner finns för att identifiera var de effektiva åtgärderna ska sättas in och för att implementera dem
2. *Säkerhetssäkring av anläggningsmodificeringar*
Människor har en tendens att tänka lineärt även när det gäller komplexa system. Det är viktigt att vara observant på sidoeffekter
3. *Testning och inspektion av skyddsutrustning*
4. *Användarvänlig utformning av anläggning och teknik*
Här tar Kletz upp svagheter i konstruktion/teknikval som medför risker som t.ex. att Chernobylreaktorn var speciellt användarvänlig eftersom den hade en positiv effektkoefficient (högre värme medförde högre effekt och därmed högre värme osv)
5. *Behov av HAZOP-analyser eller liknande*
6. *Bättre säkerhetsledning*
Här tar Kletz bland annat upp ofta identifierade brister som brister i lärande från vad som hänt, brister i utbildning och brister i förståelse.
7. *Hur länge ska gamla anläggningar uppgraderas till modern standard?*
8. *Mänskliga fel*
Kletz har konstaterat att i processindustrin accepterar man inte längre mänskliga fel som orsak till en olycka.
9. *Lägg tonvikt på åtgärder, inte orsaker, vid utredning*
10. *Felaktig användning av skyddskläder*
11. *Åldring av material*
12. *Fördröjda åtgärder mot ångläckor*
13. *Fel på bärbara instrument*
14. *Risker som inte förutsetts vid riskbedömningar*
15. *Inadekvata mätinstrument*

3.10 Övrigt

En fara som många påpekar, t.ex (Hopkins, 2000; Sutton, 2012e; Taleb, 2007), och som framkommer vid olycksutredningar är *kortsiktigt tänkande*. Kostnadsjakt går ofta ut över säkerheten – speciellt för risker med mycket låg sannolikhet.

I USA introducerade MMS (Minerals Management Service) ett ledningssystem, Safety and Environmental Management Systems (SEMS) år 2006 (preliminär version) som används av alla olje- och gasanläggningar på USAs yttre kontinentalhylla. SEMS bygger på ”The Safety and Environmental Management Program” (SEMP) –

se avsnitt 2.5. MMS analyserade 1950 incidenter. De fyra av SEMP's element som bidrog mest till incidenterna (efter Sutton (2012d)) visas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Incidentanalys. Bidragande faktorer.

SEMP-element	Antal incidenter	%
<i>Mekanisk integritet</i>	726	38
<i>Procedurer</i>	609	31
<i>Riskanalys</i>	412	21
<i>Förändringsledning</i>	203	10

Tabell 3.1 pekar på viktiga element som måste fungera i ett ledningssystem. (Efter 'Deepwater Horizon'-katastrofen bytte MMS namn till BOEMRE (Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement) och heter nu Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE). SEMS har uppdaterats flera gånger.)

Tronea and Ciurea (2014) har studerat vad man kan lära från olyckorna i Fukushima, Three Mile Island och Chernobyl, och bl.a. kommit fram till några återkommande brister relaterade till säkerhetskultur. De matchade dessa brister till säkerhetskultur-attribut som IAEA definierat för en god säkerhetskultur (IAEA). Attributen var de sju attribut som ingår i gruppen "säkerhet drivs av lärande" (safety is learning driven). På grundval av detta föreslår de att indikatorer som speglar en organisations förmåga att lära för säkerhet är goda kandidater för tillsynsmyndigheter att använda vid tillsyn av säkerhetskultur. [De är då även bra för organisationerna själva]. Som exempel nämner de indikatorer som speglar erfarenhetsåterföring från verksamheten, användning av forskningsresultat, tillståndshavarens frivilliga initiativ för att förbättra säkerheten, förhållandet mellan proaktiva och reaktiva åtgärder för att förbättra säkerheten, användning av indikatorer för säkerhetsprestanda, vikt som läggs på utbildning och kompetens, processer för beslutsfattande, arrangemang för oberoende säkerhetsöversyner och omhändertagande av resultaten, kvalitet på självvärderingar, öppenhet för externa revisioner och vikt som läggs på human factors.

Winfield (2014) gör i en konferensrapport en analys av "svart-svan-olyckor" (se avsnitt 5.2.6), d.v.s. olyckor som ej förutsetts men som efter olyckan kan förklaras. Bland olyckorna som ingår i hans undersökning finns järnvägsolyckan i Lac-Mégantic, 2013; explosionen av 270 ton ammoniumnitrat i West i Texas, 2013; Fukushima, 2011; härdsmältan i en Windscalereaktor, 1957; explosionen vid nylonframställningen i Flixborough, 1974; dioxinutsläppet i Seveso, 1976; utsläppet av över 25 ton metylisocyanat i Bhopal, 1984, samt Chernobylolyckan, 1986. En slutsats var att oberoende av industri så bör man använda olika analysmetoder för att identifiera och värdera risker. Som exempel tar han kärnkraftssektorn där han menar att man förlitar sig i alltför hög grad enbart på PSA. Han menar att PSA inte skulle ha förutsett olycksförloppet och bristerna i ledningssystemet för någon av de tre stora reaktorolyckorna – Three Mile Island, Chernobyl och Fukushima. En annan slutsats var att organisatoriska brister dominerar som grundorsak till stora olyckor i överensstämmelse med Reason's slutsatser (Reason, 1997) och att ekonomiska faktorer som kostnadsbesparingar, reduktion av underhåll, höga produktionskrav samt minskning av antalet anställda bidrar till ökad risk. Winfield konkluderar att det inte är troligt att den mångåriga sekvensen av allvarliga olyckor av "svart-svan-karaktär" kommer att signifikant minska i frekvens om inte en kraftfull, förutseende och proaktiv processsäkerhetsledning implementeras. Svårigheter att skapa och bibehålla ett organisatoriskt minne samt en koncerngemensam säkerhetskultur på högsta ledningsnivå är viktiga orsaker till att olyckorna fortsätter.

3.11 Sammanfattning av lärdomar från några stora olyckor – ben 2

Utredningar efter stora olyckor tar fram bidragande orsaker och förhållanden som väl fungerande ledningssystem bör ta hand om. De innehåller också rekommendationer.

Denna genomgång har identifierat flera brister i ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet. Det finns starka skäl för organisationer som bedriver säkerhetskritisk verksamhet att kontrollera om de har något att lära av dessa brister. Många av bristerna är återkommande i detta material trots att det funnits gott om tid att lära sig från föregående olyckor. Det indikerar att sådana brister torde finnas kvar i många säkerhetskritiska organisationer idag.

Mycket tydligt och återkommande framstår den framträdande roll som ägarens/koncernens ledningssystem har. Här följer ett antal uppdagade förhållanden i deras ledningssystem: Brister i policyn för säkerhet, kortsiktigt tänkande med fokus på och press för höga produktionskrav, bristande tillgång på kompetens och engagemang för säkerhet i styrelsen som bland annat yttrat sig som oklar ansvarsfördelning, dålig eller ingen översyn av anläggningars säkerhetsprestationer, och avsaknad av krav på kunskap och kompetens inom anläggningar och hos entreprenörer.

Kanske delvis som en följd av brister i ägarnas ledningssystem fanns det brister i organisation och ledning för säkerhet i de drabbade anläggningarna. Exempel är svag ledning, brister i ledarskapet, brister i arbetsbeskrivningar och kortsiktigt agerande.

Återkommande var också brister i risk management, d.v.s. identifiering av faror/-risker, riskbedömningar och åtgärder som borde följa på dem. Det fanns brister i användningen av riskbedömningsmetoder. Användning av flera metoder efterlystes.

Vidare var brister i säkerhetssäkring återkommande. Det fanns brister i inspektioner, revisioner, verksamhetstillsyn och självvärderingar. Det gällde kvalitet, frekvens och användning av resultat. I något fall påtalades underrapportering av incidenter. I några fall identifierades brister i användningen av indikatorer. Personskador som indikator för processsäkerhet användes av två processindustrier. I en utredning fann man att indikatorer aggregerades på ett sätt som gjorde det svårt för ledningen att identifiera svagheter.

Av utredningarna att döma är utbildningen ett mycket viktigt element i ledningssystemet då det ofta påvisats brister. Det har t.ex. brustit i instrumentkännedom, förmåga att detektera tidiga varningar, förmåga att fatta beslut under stress och förmåga att hantera oväntade situationer.

Brister i säkerhetskulturen återkom också i utredningarna. En del i detta var att kulturen inte var rättvis, rapportering och lärande.

Återkommande påtalades brister i lärande och i arbetet med ständiga förbättringar. Lärcykeln t.o.m. kontrollerad åtgärd ska fungera och ledningssystemet ska ständigt förbättras. Lärande ska också ske från andra anläggningar globalt och från andra branscher. Kletz påpekar från sina analyser av olyckor att forskningsresultat ska användas.

Brister identifierades också i beredskap och krishanteringsförmåga. Det var bristande instruktioner i beredskapsplanen och bristande kontroll av säkerhetsutrustning. Förmåga att hantera komplexa situationer och vara flexibel i oväntade situationer är ett område som är viktigt. En situation kan bli akut komplex vid störningar som

organisationen och operatörerna inte är förberedda för. För detta krävs särskild utbildning, en flexibilitet som innebär delegation till de som är nära processen och kan den, samt omedelbar tillgång till expertstöd. Arbetsmiljön ska också vara god för dem som ska fatta säkerhetskritiska beslut.

Komplexiteten ökar med många aktörer, frekventa omorganisationer, nya arbetsprocesser och snabb teknisk utveckling. Detta bidrog till Texas City-olyckan. Ledningssystemet bör vara observant på detta och utveckla resiliens.

Utredare anmärkte också på dokumentationen av ledningssystemet. I ett fall var den ostrukturerad och svår att hitta i. I ett annat fall var den komplex och svår att förstå.

Betydelsen av human factors framhölls. Exempelvis framhölls det att det fanns stora osäkerheter i HRA-analyser, brister i användarvänlighet och svårigheter att diagnosticera under stress. Vidare poängterades vikten av gott ledarskap.

4. Vad säger den vetenskapliga litteraturen om ledningssystem?

4.1 Inledning

Vad finns i den vetenskapliga litteraturen som bidrar till kunskap om kännetecknen på välfungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet där processsäkerhet är i fokus? Formella dokumenterade säkerhetsledningssystem för organisationer i säkerhetskritiska branscher som flygindustrin, kärnkraftsindustrin, processindustrin och sjöfartsnäringen har fått en bredare spridning först under de senaste decennierna. I många företag inom dessa branscher är ledningssystemet fortfarande i tidig utvecklingsfas. Dessa båda konstateranden bidrar till att det inte finns så mycket forskning om mogna ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet. Jag har därför också tagit med en del litteratur i denna översikt från icke-säkerhetskritisk verksamhet och litteratur som handlar om personsäkerhet. Men är det relevant?

Detta kapitel inleder jag med att besvara den frågan, d.v.s. om man kan lära om ledningssystem från bransch till bransch och från personsäkerhet till processsäkerhet och svaret blir ja, men man måste beakta tre attribut. Sedan presenterar jag två generiska ledningssystem. Därefter följer resultat från ett antal artiklar som avhandlar vilka komponenter och element som bör ingå i ett ledningssystem för säkerhet. Kapitlet avslutas med ett svar på frågan om fungerande ledningssystem bidrar till ökad säkerhet. I nästa kapitel går jag över till att granska ett urval av vad som finns publicerat om olika komponenter.

4.2 Kan man lära om säkerhetsledning från en bransch till en annan?

Eftersom det inte finns mycket vetenskaplig litteratur som fokuserar på ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet och dess komponenter vore det bra om man kunde lära sig av erfarenheter från och forskning om ledningssystem i andra verksamheter. Grote (2012) diskuterar detta. Från litteraturen (bl.a. Amyotte, Goraya, Hendershot, and Khan (2007); ICAO (2006); International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG) (1999); Robson et al. (2007)) har hon gjort en lista på komponenter i säkerhetsledning, tabell 4.1.

Tabell 4.1. Grottes lista på komponenter i ett säkerhetsledningssystem (Grote, 2012).

<ul style="list-style-type: none"> • Policy för säkerhet • Tillgång på resurser och ansvar för säkerhet • Standarder och procedurer • Systemutformning baserad på human factors • Utbildning för säkerhet 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitering av säkerheten • Rapportering och utredning av incidenter • Revision • Ständiga förbättringar • Hantering av förändringar
--	---

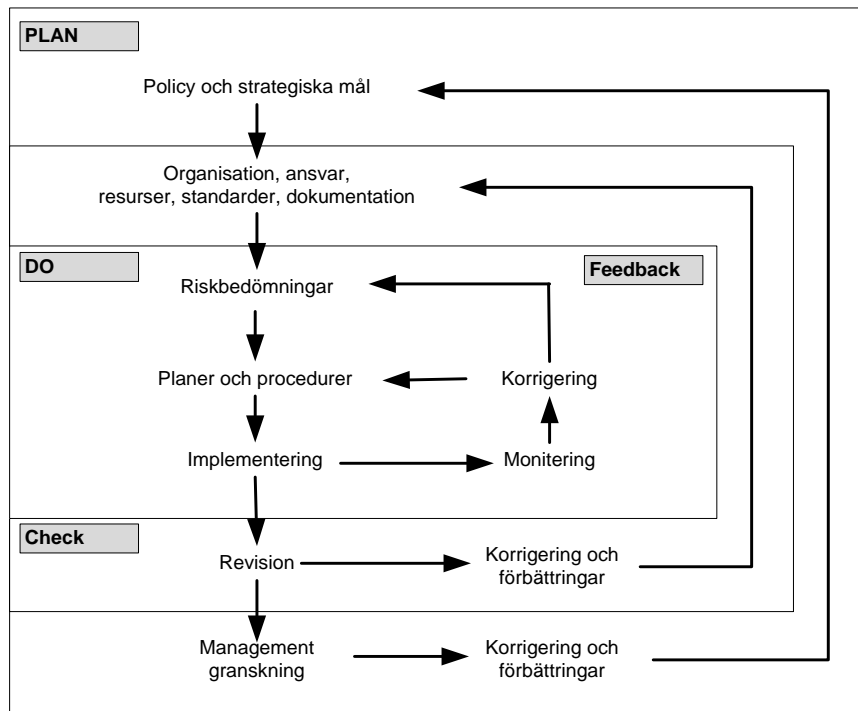
Grote menar att dessa komponenter bör ingå i alla ledningssystem för säkerhet, men hur de ska utformas och implementeras beror på ett antal attribut hos aktuell organisation och dess omgivning. Hon tar upp tre attribut:

1. Vilken slags säkerhet ska hanteras: Processsäkerhet eller personsäkerhet?
2. Vad kännetecknar organisationens hantering av osäkerhet: Minimerar man den eller hanterar man den?
3. Styr säkerhetsarbetet av organisationens egna regler eller av externa regler?

Grote kommer fram till att om man beaktar dessa attribut så kan man lära sig från andra verksamheter. Vikten av att skilja på process- och personsäkerhet tydliggjorde Hopkins i sin bok ”Lessons from Longford: The ESSO Gas Plant Explosion” (Hopkins, 2000) och i en artikel (Hopkins, 2009b). En utredning av denna stora olycka (se avsnitt 3.6) visade att ledningen prioriterat och lyckats mycket väl med personsäkerheten men att den inte prioriterat processsäkerheten. Detta misstag var enligt Hopkins en bidragande faktor till olyckan.

4.3 Två generella säkerhetsledningssystem

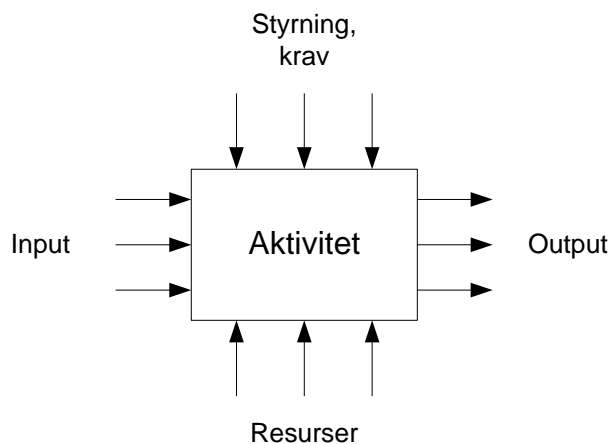
Hudson (2001) illustrerar ett systematiskt ledningssystem baserat på ISO 9000 och den brittiska motsvarigheten BS 5750. Se figur 4.1.



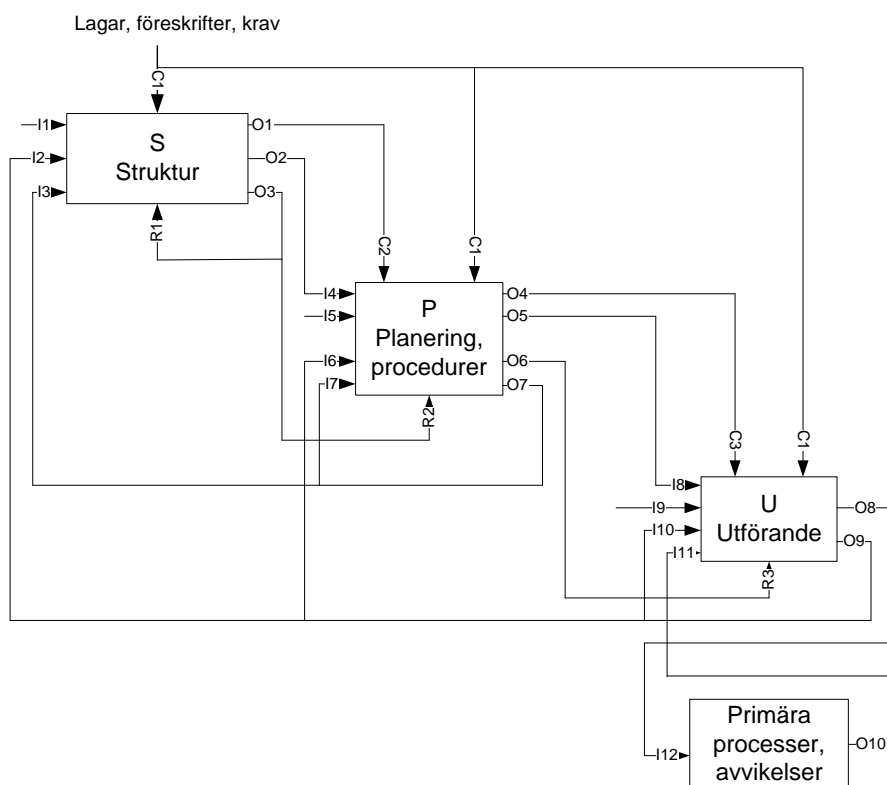
Figur 4.1. Ett generiskt säkerhetsledningssystem. Utifrån policyn och strategiska mål utformas organisationen, fördelas ansvar, tilldelas resurser och utformas standarder och dokumentation för måluppfyllelse (PLAN). Analys av risker utmynnar i planer och procedurer som implementeras (DO). Revision utförs för att kontrollera att stegen fungerar (CHECK). Ett antal feedbackloopar är specificerade för att visa var information för lärande ska gå. Efter P. T. W. Hudson (2001).

Hale, Heming, Carthey, and Kirwan (1997) rapporterar om ett ramverk för säkerhetsledningssystem som tagits fram med stöd från British Health and Safety Executive. Avsikter med ramverket är att det ska vara en bas för bedömning och utveckling av existerande säkerhetsledningssystem samt ett stöd vid utformning av nya. Andra målsättningar är att ramverket ska erbjuda en sammanhängande bas för utbildning av bl.a. chefer för förståelse av struktur och funktion hos ledningssystemet samt för att de ska förstå sina roller i det.

Centralt i ramverket är SADT (Structured Analysis and Design Technique) – se figur 4.2.



Figur 4.2. Mall för SADT-analys.



Figur 4.3. Ramverk för säkerhetsledningssystem.

(I=input, O=output, R = resurser, C = krav (control), se text)

Efter Hale et al. (1997)

I SADT-modellen styrs aktiviteten/processen av input (för SMS kan det vara planer, beräkningar, bedömningar, osv), resurser (människor, teknik; sådant som inte för-

brukas i processen mer än slitage), och krav (lagar, föreskrifter, standarder) och output produceras.

Figur 4.3 visar ramverket. Beskrivningen nedan ligger mycket nära framställningen av Hale et al. (1997).

På utförandenivå (U) ingår aktiviteter som påverkar förekomst av risker och som hanterar dem. Främst tar man hand om kända risker (O10-I11) och använder kända metoder för att eliminera, reducera eller hantera dem (O8-I12). Återkopplingen (O9-I10) handlar om att korrigera eventuella avvikelser från föreskrivna procedurer. Om inte detta räcker aktiveras nästa nivå (I6).

Planerings-, organisations- och procedurnivån (P) tar fram regler för hur man på utförandenivån ska hantera olika risksituationer som kan uppkomma. Resultat finns i manualer med ansvarsfördelning, procedurer, regler för rapportering m.m. Lärande från Utförandenivån samlas här (I6). P-nivån utformar och ändrar krav på och input till U-nivån (O4-C3; O5-I8) iakttagande den övergripande policyn från S-nivån. Den översätter abstrakta principer (I4) till konkreta uppgifter (O5,O6). Nya procedurer utvecklas för nya risker (I5) och ändrar existerande procedurer vid ändrade krav (C1). P-nivån reagerar således på signaler om att U-nivån inte fungerar bra (I6), på signaler från S-nivån som vill ha förändring i säkerhetsarbetet (C2) och på signaler från omgivningen om nya risker eller nya krav (I5).

Systemstruktur och managementnivån (S) har hand om de övergripande principerna hos säkerhetsledningssystemet – hur det ser ut, underhålls och fungerar. S-nivån aktiveras när P-nivån inte kan åstadkomma acceptabel funktion på U-nivån (I2) eller då en förändring behövs. Här övervakas hur ledningssystemet fungerar (I3). Från detta och från förändringar i organisationens omvärld underhålls och förbättras ledningssystemet ständigt (O2-I4;O3-R1,R2). Signaler att vidta åtgärder kan komma från större olyckor i anläggningen (I2) eller i andra anläggningar, en inspektion eller en jämförelse med en annan anläggning (I1).

Författarna understryker att de tre nivåerna är abstraktioner motsvarande tre olika typer av återkoppling (korrektion, lärande/förbättring respektive strukturell utformning). De understryker också att nivåerna inte får ses som hierarkiska nivåer i organisationen.

Notera hur krav översätts från S till P till U (O1-C2; O4-C3) och hur återkoppling sker för att förändra de högre nivåerna (O9-I6/I2; O7-I7/I3).

Ramverket visar flöden av information som måste finnas och implicit behovet av aktiviteter som genererar intern information och samlar in extern. Organisationer får själva bestämma hur.

4.4 Vilka komponenter ingår i ett ledningssystem?

Observera att jag här använder respektive författares begrepp. Komponent kan stå för komponent eller element och dimension är komponent enligt våra tidigare definitioner.

Pun, Yam, and Lewis (2003) jämför ISM-koden (International Safety Management Code för sjöfart) med kraven i ISO 9001:2000 och OHSAS 18001:1999 Occupational Health and Safety Standards. I artikeln presenterar de också en 15-stegsmodell för implementering av ledningssystem inom sjöfarten som bygger på en litteratur-

studie om säkerhetsledningssystem och erfarenheter från SMS-certifierade företag. De återger i modellen en lista på vad en manual för SMS – en SMM – bör innehålla med referens till opublicerat arbete (Yeung, 1997) – tabell 4.2.

Tabell 4.2. Lista över komponenter i ett säkerhetsledningssystem enligt Pun et al. (2003)

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. En titelsida och revisionshistorik 2. En säkerhetsledningspolicy 3. Säkerhetsmanualens tillämpningsområde 4. En beskrivning av företaget 5. Ett organisationsschema 6. Ansvarsfördelning 7. En kort förklaring av de individuella elementen i ISM-koden (se avsnitt 2.5) 8. En katalog över alla säkerhetsledningsprocesser |
|---|

Som nämnts ovan illustrerar Hudson (2001) ett ledningssystem enligt figur 4.1. I figuren har han sorterat in komponenter i PDCA-cykler (Plan, Do, Check, Act – där han ersatt Act med Feedback/återkoppling). Komponenterna visas i tabell 4.3.

Tabell 4.3. Hudsons lista på komponenter i ett säkerhetsledningssystem.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Policyn och strategiska mål 2. Organisationen, ansvarsfördelning, resursallokering, standarder och dokumentation 3. Riskbedömning 4. Planer och procedurer 5. Implementering med monitorering och korrigerande 6. Revision med lärande 7. Managementgranskning med lärande |
|---|

Hur komponenterna hänger ihop framgår av figuren och figurtexten.

Som också nämnts ovan menar Grote (2012) att komponenterna som visas i tabell 4.1 bör ingå i alla ledningssystem.

Hsu, Li, and Chen (2010) har gjort en sammanställning av komponenter i säkerhetsledningssystem från några kända organisationer inom flygsektorn (ICAO, UK CAA, Transport Canada, FAA och Australia CASA) och akademisk forskning (Hsu, 2008; Overall, 1999; Profit, 1995). Genom att föra ihop komponenter med liknande innehåll fick de fram en lista med 6 dimensioner och 25 komponenter, se tabell 4.4.

Hsu et al. (2010) utvecklade också en metodik som använder experter och analytiska metoder för att identifiera viktiga dimensioner och komponenter i säkerhetsledningssystem för civilflyg och rangordna dem efter deras vikt för säkerhet. Metoden tar hänsyn till interaktioner mellan komponenter. De illustrerar metoden med ett exempel. I ett första steg deltog 28 experter på flygsäkerhet från flygbolag och myndigheter i Taiwan. 13 komponenter framstod som viktiga. Dessa tillhörde dimensionerna Organisation, Dokumentation, Riskmanagement och Säkerhetsfrämjande. I ett andra steg tilldelades de 13 komponenterna vikter med en metod där 10 tillsynsinspektörer deltog som experter. Resultatet framgår av tabell 4.5.

Tabell 4.4. Dimensioner och komponenter i säkerhetsledningssystem inom civilflyg. Från Hsu et al. (2010).

Dimension	Komponent	Definition/Krav
Organisation	Policy för säkerhet	Ett formellt och skrivet uttalande
	Säkerhetsmål	Syfte och mål för säkerhet är konkreta och realistiska. De ses över regelbundet.
	Organisationsstruktur och ansvar	Utformat för att stödja ledningssystemet (säkerhetschef + säkerhetskommitté)
	Ledningens engagemang för säkerhet	Högsta ledningen är involverad och engagerad i ledningssystemet
	Mått på prestationer	Standards för prestationer har tagits fram, d.v.s. indikatorer
Dokumentation	Identifiering och underhåll av tillämpliga krav	Krav, standarder och undantag ses över regelbundet för att säkra att information är tillgänglig
	Dokumentation som beskriver systemkomponenter	Manualen över ledningssystemet ska vara komplett
	Dokumenthantering	Organisationen har ett system för att generera och lagra all dokumentation som behövs för verksamheten
	Informationshantering	Uppsamling och hantering av säkerhetsinformation samt distribution av informationen till berörda
Riskmanagement	Utredningsförmåga	Process för utredning av incident/olycka
	Riskidentifiering	Ett fungerande system för tillbudsrapportering. Förmän straffas inte för normala fel. [Ingen straffas för normala fel]
	Förmåga att göra säkerhetsanalyser	Spårning av säkerhetsdata. Trendanalyser.
	Riskbedömningar	Bedömning m.h.a. riskmatris
	Åtgärder rekommenderas baserade på säkerhetsanalyser	Förslag som bygger på trendanalyser eller riskbedömningar
Kvalitetssäkring	Övervakning av säkerhetsprestationer	Periodisk kontroll av prestation och prestationsindikatorer
	Revision	Säkring av att SOPs (Standard Operational Procedures) följs
	Förändringshantering	En process att värdera effektiviteten hos åtgärder
Säkerhetsfrämjande	Utbildning	Utbildning av personalen för riskmedvetenhet och kompetens
	Säkerhetskultur	Icke-straffande rapportering [Rättvis kultur]
	Lärande	Erfarenhetsutbyte
	Kommunikation	Spridning av säkerhetsinformation i tal och skrift, samt med video, dataskärmar, web-sidor och konferenser, m.m.
	Proaktiv process	LOSA ¹ , TEM ² och human factors studier

forts →

Fortsättning av tabell 4.4		
Beredskap Emergency re- sponse	Beredskapsplan	Organisationen har en process för spridning av procedurer i planen till alla i organisationen och för att klargöra roller
	Riskhanteringsförmåga	Olyckor ska kunna hanteras, när de inträffar
	Förebyggande	Säkra att personalen känner till för dem relevanta processer

¹ Line Operations Safety Audit. En erfaren pilot sitter bakom och bedömer pilotens beteenden. Piloten får återkoppling. Resultatet är konfidentiellt och leder inte till ”straff”. ICAO har publicerat en manual för LOSA (ICAO, 2002)

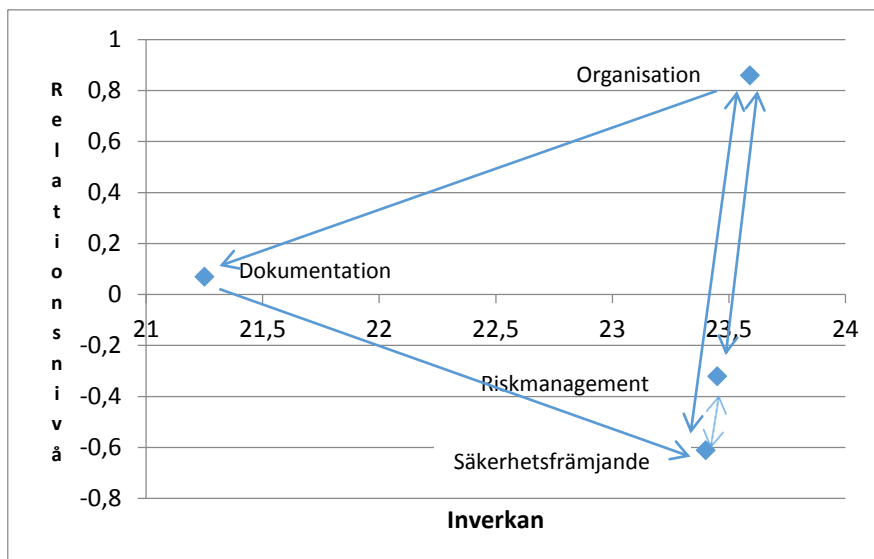
² Threat and Error Management är en modell som stöder förståelsen av samband mellan säkerhet och mänskliga beteenden i dynamiska och utmanande situationer. Se t.ex. ICAO (2008)

Tabell 4.5. Viktning av komponenter i ett ledningssystem. Efter Hsu et al. (2010).

Dimension*	Komponent	Vikt	Rang
D1	Policy för säkerhet	0,122	1
D4	Säkerhetskultur	0,104	2
D4	Kommunikation	0,101	3
D4	Utbildning – riskmedvetenhet och kompetens	0,098	4
D2	Identifiering och underhåll av tillämpliga krav	0,091	5
D1	Säkerhetsmål	0,088	6
D3	Riskidentifiering	0,074	7
D3	Förmåga att göra säkerhetsanalyser	0,061	8
D3	Riskbedömningar	0,059	9
D1	Mätning av prestationer (performance)	0,058	10
D1	Organisationsstruktur och ansvar	0,056	11
D3	Åtgärder föreslås baserade på säkerhetsanalys	0,048	12
D1	Ledningens engagemang för säkerhet	0,039	13

* D1 = organisation; D2 = dokumentation; D3 = riskmanagement;
D4 = säkerhetsfrämjande

Hsu et al. räknade sedan fram hur dimensionerna påverkar säkerheten och varandra. Se figur 4.4. Dimensionen 'Organisation' ger störst effekt och påverkar övriga dimensioner mer än de övriga påverkar den. Dimensionerna 'riskmanagement' och 'säkerhetsfrämjande' ger också stor effekt, men de är s.k. mottagare eftersom de påverkar andra mindre än de påverkas av andra. Alla fyra dimensionerna är relaterade till varandra.



Figur 4.4. Orsakssamband mellan dimensionerna. Efter Hsu et al. (2010)

Anderson (2003) har i sin bok "Cracking the code – The Relevance of the ISM Code and its Impacts on Shipping Practices" identifierat faktorer för mycket bra fungerande ledningssystem för säkerhet t.ex.:

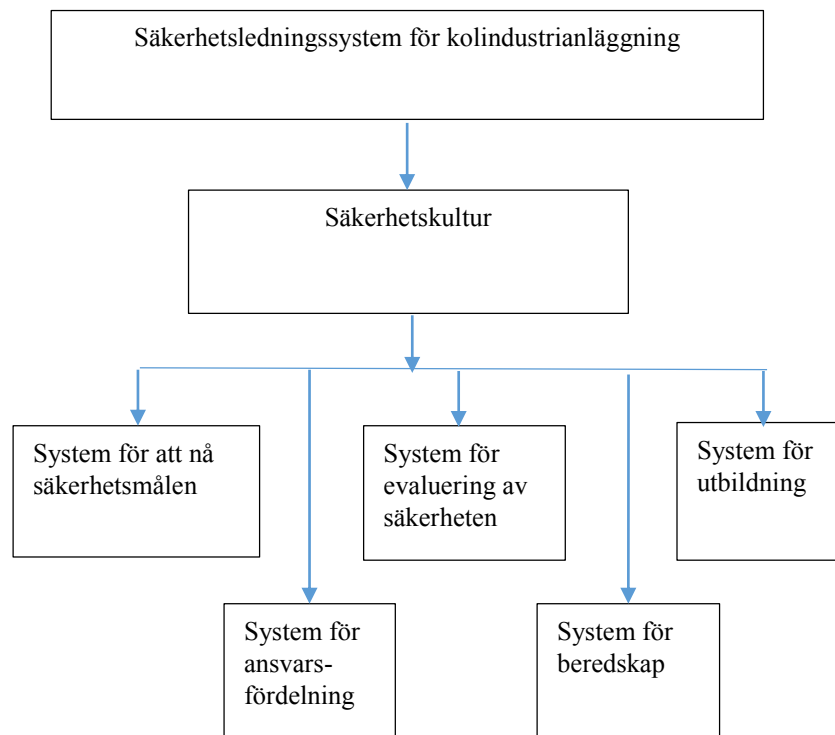
- Ledarskap och engagemang från högsta ledningen
- En känsla av ägarskap hos personalen över ledningssystemet
- God kommunikation mellan skepp och rederiets kontor
- Reduktion av skrivbordsarbetet till hanterbara nivåer.

I ett stort europeiskt projekt, **ARAMIS**, togs 10 strukturella element fram för ledning för säkerhet (Hale & Guldenmund, 2004). Se tabell 4.6. ARAMIS presenteras i avsnitt 5.4.1.

Tabell 4.6. ARAMIS 10 strukturella element för säkerhetsledning.

1. a Riskidentifikation (riskscenarier)
1. b Val och specifikation av barriärer
2. Allokering av roller och ansvar för management av barriärer
3. Monitering, återkoppling, lärande och förändringsledarskap
4. Schemaläggning för personal. Tillgång på arbetskraft.
5. Kompetens och lämplighet
6. Engagemang, kravuppfyllnad och konfliktlösning
7. Kommunikation och koordinering
8. Procedurer, regler, mål
9. Inköp av, uppbyggnad av, gränssnitt hos och installation av hård- och mjukvara
10. Inspektion, underhåll och utbyte av hård- och mjukvara

Baisheng et al. (2011) har vidareutvecklat ett ramverk för säkerhetsledningssystem för kolindustrin i Kina. Figur 4.5 åskådliggör strukturen hos det framtagna ramverket. Säkerhetskulturen har en central roll.



Figur 4.5. Ramverk för säkerhetsledningssystem utvecklat för kolindustrin i Kina. Från Baisheng et al. (2011)

Vindkumar och Bhasi (2011) kom fram till att organisationer som karakteriseras av några av följande faktorer uppvisar en lägre arbetsolycksfallsfrekvens:

- Ledare med säkerhetsuppgifter finns högt i organisationen
- Cheferna är personligt engagerade i säkerhet
- God introduktionsutbildning för nyanställda
- Frekvent återkommande utbildning
- Postrar som uppmärksammar faror visas
- Väldefinierade säkerhetsrutiner och klar arbetsfördelning
- Daglig kommunikation mellan arbetare och arbetsledare kring hälsa och säkerhet
- Frekventa säkerhetsinspektioner
- Säkerhetsfrågor är högt prioriterade i sammanträden och vid beslut som berör arbete
- Grundliga olycksfallsutredningar
- Frekvent medverkan av högsta ledningen i sammanträden som rör hälsa och säkerhet
- Medinflytande

De stöder sig på ett antal undersökningar (Cohen (1977), Cohen et al. (1975), De-Pasquale och Geller (1999), Griffiths (1985), Harper et al. (1996), Shafai-Sharai (1971), Shannon, Mayr, and Haines (1997); Shannon et al. (1996) och Smith et al. (1975)) inom olika branscher. Detta gäller arbetsolyckor, men torde gälla även för processolyckor. Då är det emellertid viktigt att faktorerna ovan fokuserar på processolyckor.

Fernández-Muñiz, Montes-Peón, and Vázquez-Ordás (2007) ställer upp hypotesen att ett adekvat säkerhetsledningssystem har dimensionerna

1. Säkerhetspolicy som speglar organisationens principer och värderingar
2. Motivation. Uppmuntran att anställda ska delta i säkerhetsaktiviteter
3. Utbildning så anställda kan arbeta på ett säkert sätt
4. Kommunikation så att anställda blir medvetna om risker och hur de ska kunna arbeta säkert
5. Planering av åtgärder för att undvika olyckor och för att agera snabbt i nödlägen
6. Kontroll [ungefär säkerhetssäkring]. Återkoppling om åtgärder för säkerhet har haft effekt (t.ex. gett bättre arbetsvillkor och/eller färre incidenter) samt 'benchmarking'.

Genom en enkätundersökning på 455 spanska företag och efterföljande multivariat statistisk analys verifierade de hypotesen med tillägget att dimensionen Planering har underdimensionerna Planering för prevention och Beredskapsplanering och dimensionen Kontroll har underdimensionerna Intern kontroll och Benchmarking.

Fernández-Muñiz et al. (2007) har också tagit fram ett verktyg bestående av 29 poster inordnade under åtta dimensioner enligt tabell 4.7. Verktyget kan enligt författarna användas av organisationer för att utvärdera hur deras ledningssystem fungerar och vilka områden som behöver förbättras för att reducera frekvensen av olycksfall och minska förluster. T.ex. kan chefer använda verktyget som en checklista för att kontrollera att säkerhetsledningen omfattar alla 29 posterna eller uppskatta hur de fungerar på en skala 1-5. Verktyget är framtaget främst för risker i icke säkerhetskritisk verksamhet. Författarna menar att verktyget kan utvecklas för säkerhetskritisk verksamhet. Andra element behöver då introduceras som till exempel hantering av förändringar.

Sutton (2012a) påpekar att det är nödvändigt men inte tillräckligt med ett ledningssystem. Ledningssystemet måste påverka kulturen och hur anställda agerar. Ledningssystemets effektivitet är också beroende av ledarskapet och beslutsamheten hos organisationens ledning. De flesta ledningssystem för säkerhet inom offshorebranschen är enligt Sutton uppbyggda enligt figur 4.6.

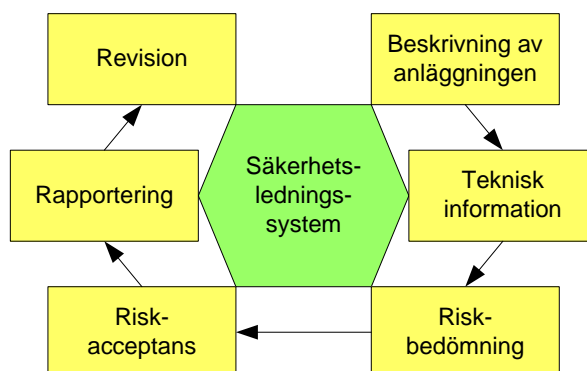
Som exempel återger jag här första steget "Beskrivning av anläggningen". I den ingår bl.a.

- Placeringen av anläggningen
- Anläggningens produktion
- Ägarförhållanden och ansvarighet för säkerhet
- Underleverantörens roll
- Fysiska och organisatoriska förbindelser med andra anläggningar
- Hantering av underleverantörer och hur deras säkerhetshantering är samordnad/integrerad med organisationens säkerhets-hantering
- Lagar, förordningar och föreskrifter som gäller för verksamheten

Se även kapitel 2 angående komponenter i ett ledningssystem.

Tabell 4.7. Måttstock för säkerhetsledningssystem. Från Fernández-Muñiz et al. (2007)

Policy	<ol style="list-style-type: none"> 1. Företaget koordinerar sin policy för hälsa och säkerhet med andra policyn för att säkra anställdas engagemang och hälsa 2. Alla anställda har tillgång till skriftligt dokument som beskriver ledningens engagemang för säkerhet, målsättningar och hur man ska uppfylla dem 3. Säkerhetspolicyn framhåller ständiga förbättringar och strävan att höja redan uppnådda mål
Motivation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anställda uppmuntras ofta att följa principer och procedurer (t.ex. att använda skyddsutrustning rätt) 2. Förslag från anställda används ofta 3. Regelbundna möten mellan ledning och anställda hålls för beslut som rör organisationen av arbetet 4. Team med anställda från olika delar av organisationen används ofta för att lösa specifika problem som rör arbetsmiljön
Utbildning	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anställda får tillräcklig inlärningsperiod när de anställs, byter jobb eller ska använda ny teknik 2. Det finns formellt inrättade utbildningsplaner med regelbundna utbildningsmoment 3. Utbildningsplanen är beslutad tillsammans med de anställda eller deras ombud 4. Företaget stöder internutbildning (ledighet, ekonomiskt stöd) 5. Instruktionsmanualer eller procedurer har utarbetats för stöd av förebyggande åtgärder
Kommunikation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kommunikationen är god genom regelbundna och frekventa sammanträden, kampanjer och muntliga presentationer för att förmedla principer och regler 2. Berörd personal informeras i förväg före ändringar i produktionsprocessen, arbetsuppgifter eller förväntade investeringar 3. Skriftliga PM har tagits fram och möten organiserats för att informera anställda om risker i deras arbete och om hur olyckor kan förebyggas
Planering för prevention	<ol style="list-style-type: none"> 1. Företaget har system för att identifiera risk i alla typer av jobb 2. Arbetsprocedurer och standarder för arbete har utvecklats grundade på riskvärderingar 3. Skyddsplaner cirkuleras till anställda
Beredskapsplanering	<ol style="list-style-type: none"> 1. Företaget har utarbetat planer för allvarliga risker och katastrofer 2. Planerna har implementerats 3. Alla anställda är informerade om planerna 4. Regelbundna övningar genomförs för att kontrollera om planerna är effektiva
Internkontroll	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regelbundna kontroller genomförs av att preventionsplanerna följs och att myndighetskrav efterlevs 2. Standarder eller planer jämförs med vad som genomförts för identifiering av behov av korrigeringar 3. Procedurer existerar (rapporter, regelbunden statistik) för att kontrollera måluppfyllnad av uppgifter allokerade till management. 4. Regelbundna systematiska inspektioner har utförts för att kontrollera säker funktion av hela systemet 5. Olyckor och incidenter rapporteras, utreds, analyseras och dokumenteras
Benchmarking	<ol style="list-style-type: none"> 1. Företagets olycksfrekvens jämförs regelbundet med den hos andra företag från samma sektor och med liknande produktionsprocesser 2. Företagets tekniska lösningar och ledningspraxis jämförs regelbundet med andra organisationers (från alla sektorer) lösningar och praxis för att få nya idéer för hantering av liknande problem.



Figur 4.6. Ledningssystem för säkerhet. Vanlig uppbyggnad inom offshore-branschen enligt Sutton (2012a).

4.5 Bidrar fungerande ledningssystem till ökad säkerhet?

Det är svårt om ens möjligt att avgöra den frågan genom att studera samband mellan förekomst av ledningssystem och stora olyckor eftersom stora olyckor sker så sällan. Om ledningssystem ger ökad säkerhet, vilket vi i praktiken förutsätter, så minskar det sannolikheten för olycka för en anläggning, men vi kan inte säga att en anläggning som råkat ut för en större olycka har sämre ledningssystem än en annan anläggning som inte haft en större olycka. Slumpen fungerar inte på det viset. Vi får i stället söka svar på andra sätt.

Ett sätt är att studera samband mellan fungerande ledningssystem och beteenden som vi antar har betydelse för säkerhet. En indikation på fungerande ledningssystem kan då vara att det är certifierat eller godkänt vid extern revision.

Ett annat sätt är att studera osäkra handlingar, säkerhetsbrister i tekniken, ledningsmisstag med säkerhetsimplikationer och nära händelser longitudinellt före, under och efter införande av ledningssystem.

4.5.1 Är beteenden säkrare i företag med formella ledningssystem

Vi ska svara på frågan i rubriken med hjälp av tre arbeten:

1. Vinodkumar och Bhasi (2011) har undersökt skillnader mellan företag i säkerhetskritisk kemisk industri i en delstat i Indien som är certifierade enligt OHSAS 18001 (säkerhet) eller enligt ISO 9001 (kvalitet) eller är ocertifierade. De studerade anställdas uppfattning om säkerhetsledningen och självuppskattat beteende. Utifrån litteraturen valde de ut följande sex aspekter för att karakterisera ledningens agerande för säkerhet.

1. Ledningens engagemang för säkerhet (*Management commitment*)
2. Säkerhetsutbildning (*Safety training*)
3. De anställdas involvering i säkerhetsfrågor (*Workers' involvement*)
4. Kommunikationen och återkopplingen (*Safety communication and feedback*)
5. Regler och procedurer för säkerhet (*Safety rules and procedures*)

6. Policy för uppmuntran och värdering av insatser för säkerhet - (*Safety promotion policies*)

För självuppskattningen av säkerhetsbeteenden konstruerades frågor om hur regler och rutiner för säkerhet följs och om den anställdes engagemang för säkerhet.

Resultaten visar med hög signifikans att medelvärdena för alla sex aspekterna rörande säkerhetsledningen och det självuppskattade beteendet var högre i de OHSAS-certifierade företagen än i de övriga. Det visar enligt författarna behovet av certifiering av ett specifikt ledningssystem för säkerhet som OHSAS 18001.

Kan vi då överföra resultaten till säkerhetskritiska verksamheter i Norden? OHSAS 18001 är en standard för säkerhet och hälsa, där säkerheten gäller arbetstagnarna. Tillsyn från tillsynsmyndigheter och externa revisioner motsvarande WANO:s och IAEA:s torde ha samma effekt som certifiering. Vidare om vi definierar om ledningens agerande och dess aspekter samt de anställdas beteende att gälla säkerhet mot stora olyckor/processolyckor, känns en överföring av resultaten rimlig. Inverkan av kulturskillnaderna mellan i detta fall Indien och Norden får dock inte underskattas. Men resultaten var så klara och ligger i linje med andra forskningsresultat så stödet är stort för att svaret på rubrikens fråga är ja.

Författarna trycker på att ledningssystemet ska vara specifikt för säkerhet. Det motsäger inte alls användningen av ett integrerat ledningssystem där stor vikt läggs på säkerhet.

2. Bottani et al. (2009) valde slumpmässigt ut tillverkande företag med huvudkontor i Italien för att med enkäter undersöka skillnader mellan företag som har och inte har infört ett formellt säkerhetsledningssystem. De fann att företag med säkerhetsledningssystem presterade signifikant bättre inom alla de fyra områden som undersöktes, nämligen

1. Definition av säkerhetsmål och kommunikation av dem till de anställda.
2. Riskdata uppdateras vid förändringar av aktiviteter, processer eller produktutbud samt när nya data erhålls.
3. Riskbedömningar görs när anställda påpekar brister och uppföljning av säkerhetsmål görs kontinuerligt.
4. Återkommande utbildning och utbildning vid uppkommande behov genomförs.

Författarna påpekar att denna typ av studier inte ger orsak-verkansamband. Från enbart denna studie kan vi alltså inte dra slutsatsen att införande av ett ledningssystem medför bättre prestanda inom de fyra undersökta områdena, bara att det finns en samvariation.

3. Lappalainen, Kuronen, and Tapaninen (2012) rapporterar från en finsk intervjuundersökning (2008-2009) inom finsk sjöfart. Deras avsikt var att studera ISM-kodens betydelse för maritim säkerhet.

Först några rader om ISM-koden

På 1980-talet skedde flera stora fartygsolyckor, bl.a. den med Herald of Free Enterprise 1987 (se avsnitt 3.8) där brister i säkerhetskulturen ansågs vara en bidragande faktor. Detta medförde att IMO (International Maritime Organization) 1993 utfärdade den s.k. ISM-koden (International Safety Management Code). Ett primärt mål med den var att förbättra säkerheten inom sjöfarten

och förhindra miljöskador. Koden trädde i kraft juli 1998 för vissa typer av fartyg och för andra i juli 2002. ISM-koden föreskriver att organisationer som bedriver sjöfart ska ha ett ledningssystem som formaliserar rutiner som rapportering av händelser, revisioner mm. Flaggstaterna ska kontrollera att ledningssystem införs. En avsikt med införandet av ett ledningssystem för säkerhet var också att stödja utvecklingen av en god säkerhetskultur. (T. Ö. Kongsvik, Störkersen, & Antonsen, 2014)

De intervjuade kom från fartygsbesättningar (62 personer), chefer (14 personer), inspektörer m.fl. från finländska tillsynsmyndigheten för sjöfart (12 personer) och från representanter för Olycksutredningscentralen och Finnipilot Pilotage AB (8 personer).

De intervjuades åsikt var att ISM-koden hade haft en positiv inverkan. ISM-koden har medfört att:

- Säkerheten har förbättrats
- Medvetenheten om säkerhetsaspekter har höjts bland fartygets personal
- Samarbete och kommunikation mellan personal på land och personal på fartyg samt mellan personalen på fartyg har förbättrats
- Roller och ansvarsfördelning är nu väldefinierade
- Instruktioner har harmoniserats och introduktionsutbildningen har förbättrats
- Formella krav ställs på rederiet

Men det framkom också en del nackdelar

- Byråkratin har ökat, vilket medfört en tung arbetsbörda
- Dokumentation av ledningssystemet är komplicerad
- Brist på handledning om hur koden ska användas
- Brist på lämpliga indikatorer för säkerhet
- Kraven tolkas olika

Vidare framkom åsikten att ISM-koden misslyckats med att åstadkomma en god rapportering av incidenter och därmed ständiga förbättringar. Å andra sidan ansåg en del av de intervjuade att incidenter diskuteras och åtgärder vidtas även om rapportering inte sker.

I sina slutsatser skriver Lappalainen et al. (2012) att ISM-kodens krav har implementerats effektivt i den finska sjöfartsindustrin. Det största problemet som bör åtgärdas är att processen för ständiga förbättringar inte fungerar tillfredsställande. Ett annat problem är brist på en enhetlig tolkning av ISM-kodens krav. En stor utmaning för sjöfartsindustrin är att tackla problemet med den omåttliga byråkratin som besättningen på ett fartyg nu måste hantera.

Dessa tre arbeten stöder att fungerande ledningssystem bidrar till ökad säkerhet.

4.5.2 En longitudinell studie

Wang et al. (2012) beskriver effekterna av införandet av ett ledningssystem för säkerhet, hälsa och miljö för anläggningsarbeten inom fem gas- och oljeanläggningar i Jidong Oilfield. Anläggningsarbeten utförs till stor del av entreprenörer med underentreprenörer. Under arbetet skedde många personskador. Tabell 4.8 visar orsaker och att skador på grund av dem minskade efter införandet av ledningssystemet [borde varit ca 2009].

Tabell 4.8. Orsaker till personskador. Notera minskningen efter införande av ett ledningssystem [ca år 2009] för säkerhet, hälsa och miljö. (Wang et al., 2012)

Data	2009	2010	2011
Omfattning av anläggningsarbeten	120	105	112
Osäkra handlingar	62	33	15
Mekanisk utrustning i osäkert tillstånd	15	9	5
Misstag av ledningen	3	1	0
Nära-händelser	6	4	1

4.6 Sammanfattning – ben 3a: vetenskaplig litteratur 1

Resultaten från litteraturundersökningen – ben 3 i trianguleringen – är uppdelad i två delar. Del 3a, detta kapitel, tar upp generella frågor om hela ledningssystem och vilka komponenter och element som är viktiga. Del 3b, nästa kapitel, Tar upp enskilda element och detaljer i dem.

Kapitlet inleddes (avsnitt 4.2) med frågan om man kan överföra kunskaper om säkerhetsledning från en bransch till en annan. Svaret blev att det kan man om man beaktar tre attribut. Ett av attributen är typ av säkerhet – gäller det personsäkerhet eller processsäkerhet? Man får inte ta god personsäkerhet som garant för att processsäkerheten är god.

I nästa avsnitt (4.3) presenterades två generiska säkerhetsledningssystem. De kan användas vid utveckling och bedömning av ledningssystem samt för att ge chefer, t.ex. i chefsutbildningar, en övergripande förståelse för ledningssystemet och chefers/ledares roll i det.

I avsnitt 4.4 var frågeställningen vilka komponenter och element som bör ingå i ett säkerhetsledningssystem. Ett antal varianter presenterades, men en närmare analys visar att de reella skillnaderna som regel är marginella. Däremot finns skillnader mellan vad man lägger in i olika komponenter och element. Tabell 4.9 är ett försök till sammanställning.

Hsu et al. (2010) har i sin undersökning rangordnat komponenter och element. Komponenten *Organisationen* kom ut som nummer ett vilket är rimligt eftersom den komponenten i hög grad påverkar övriga komponenter och dess element. Bland elementen kom *Policy för säkerhet*, *Säkerhetskultur*, *Kommunikation* och *Utbildning* främst i nämnd ordning.

Mått på prestationer (1.5 i tabell 4.9) betraktas ibland inte som ett eget element. Det är ledningens uppgift att sätta säkerhetsmål och följa upp att de uppfylls och då krävs indikatorer. Måtten/indikatorerna kan således hamna under andra element i komponenten *Organisation*. Arbete med indikatorer är också centralt i element 4.1 *Övervakning av säkerhetsprestationer*.

Koordinering och planering för krissituationer (1.6) behandlas ofta inte som ett eget element men fanns med hos Hsu et al. (2010). Jag tycker att det finns skäl att lyfta fram elementet i organisationskomponenten eftersom analysen av stora olyckor visar att det är ett viktigt och ofta försummat element.

Identifiering och underhåll av tillämpliga krav (2.1) brukar inte heller vara ett eget element. Det kan ingå i elementet *Övervakning av säkerhetsprestationer* (4.1) följt av åtgärder.

I de genomgångna artiklarna är det bara Hsu et al. (2010) som använder elementen *Dokumenthantering* (2.3) och *Informationshantering* (2.4). Med dokumenthantering (records management) menar de hantering av dokumentation av vad som gjorts och med informationshantering menar de insamling och behandling av säkerhetsinformation samt distribution av informationen till berörda.

Vikten av ”allas medverkan i säkerhetsarbetet” (i element 5.2) har formulerats på olika sätt: personalen ska känna ägarskap av ledningssystemet; alla ska uppmuntras till att delta i säkerhetsarbetet; medinflytande m.m.

Tabell 4.9. Sammanställning av viktiga komponenter och element i ett ledningssystem från genomgång av sju funna artiklar. N står för antalet artiklar som tagit upp elementet. Observera att olika författare definierar element olika. Element med lågt N-värde i denna tabell ingår ofta som del i andra element i de analyserade artiklarna om de inte är med där.

Komponent	Element	N
1 Organisation (för normal drift och krissituationer)	1 Policy för säkerhet	4
	2 Säkerhetsmål	2
	3 Organisationsstruktur och ansvarsfördelning	5
	4 Ledningens engagemang för säkerhet	4
	5 Mått på prestationer	1
	6 Koordinering och planering för krissituationer	1
2 Dokumentation	1 Identifiering och underhåll av tillämpliga krav	1
	2 Dokumentation som beskriver systemkomponenter	2
	3 Dokumenthantering	1
	4 Informationshantering	1
3 Riskmanagement	1 Riskidentifiering	2
	2 Riskbedömningar	2
	3 Åtgärder rekommenderas baserade på riskbedömningar	3
4 Säkerhetssäkring	1 Övervakning av säkerhetsprestationer	3
	2 Revisioner, säkerhetsanalyser, mm	6
	3 Förändringshantering	2
5 Säkerhetsfrämjande	1 Utbildning	5
	2 Säkerhetskultur, med allas medverkan i säkerhetsarbetet	5
	3 Lärande, ständiga förbättringar	4
	4 Kommunikation	4
6 Beredskap Emergency response	1 Beredskapsplan	3
	2 Krishanteringsförmåga	3
	3 Förebyggande	2

I avsnitt 4.5 ställde vi frågan om fungerande ledningssystem bidrar till ökad säkerhet. Tre bidrag tillsammans samt en longitudinell studie svarade ja på den frågan.

5. Vad säger den vetenskapliga litteraturen om komponenter?

5.1 Inledning

Som tidigare påpekats finns det mer litteratur om enskilda komponenter/element i ledningssystem än vad det gör om hela ledningssystem. I detta avsnitt granskas ett urval av vad som skrivits om olika komponenter. Av primärt intresse har varit att identifiera viktiga element och utformningen av dem. Brister i element som lett till incidenter/olyckor visar också på viktiga karakteristika. Vidare har aktuell forskning för att förbättra ledningssystemselement bedömts som relevant i litteraturstudien,

Förutom från vetenskapliga tidskrifter har en del hämtats från böcker och rapporter som erfarna forskare medverkat i.

Men jag börjar med ett avsnitt ”Lite gammalt och nytt som bas”. Där orienterar jag om områden som kan behövas för att följa diskussionerna nedan om olika komponenter.

5.2 Lite gammalt och nytt som bas

5.2.1. Olyckor är normalt i komplexa system, men förekommer ”normala olyckor”?

Perrow (1984) studerade Three Mile Island-olyckan och kom fram till att olyckor som Three Mile Island i sociotekniska komplexa system är normala utfall, men de är inte förutsägbara p.g.a. systemegenskaper som komplexitet och starka kopplingar. Olyckorna är således normala utfall från ett system som fungerar som det utformats för att fungera. Begreppet ”Normal accidents” myntades.

Enligt Perrow karakteriseras komplexa system genom: Närhet mellan komponenter som inte ska ha direkt interaktion Många gemensamma beroenden för komponenter Okända eller icke avsedda återkopplingar Många styrparametrar som kan interagera Indirekta informationskällor Begränsad förståelse av många processer

Teorin är starkt kritiserad. Hopkins (2001) gjorde en ny analys av Three Mile Island-olyckan och kom fram till att den inte var en ”Normal Accident”. Den olyckan kan förklaras av brister i management. Turner (1994); Turner and Pidgeon (1997) kom fram till att det nästan alltid förekommit varningssignaler som ignorerats vid stora olyckor. Turner’s svar på frågan varför varningssignaler ignorerats är slapp management. Hopkins menar att teorin om normala olyckor inte alls har varit användbar för att förklara våra dagars stora olyckor. Perrow skriver själv att få om någon av de senaste decenniernas stora olyckor är normala olyckor (Perrow, 1984). Detta motsäger inte att när vi skapar mer och mer komplexa system så ökar risken för normala

olyckor eller emergens, ett begrepp vi återkommer till. Men det pekar på att bättre traditionell säkerhetshantering torde ge de största vinsterna i form av ökad säkerhet.

5.2.2 Mindfulness

HRO-skolan har en mer optimistisk syn. I den menar man att det går att arbeta säkert med dagens komplexa system. HRO-forskare har studerat företag som, trots att de verkar i branscher med komplexa verksamheter, har visat hög säkerhet, s.k. "high reliability"-organisationer (HROs). Det var företag inom flyg, flygledning och kärnkraft. De fann att vad som skiljde HRO från andra företag var "mindfulness". I tabell 5.1 visas 5 karakteristika för mindfulness. (Weick & Sutcliffe, 2007)

Tabell 5.1. Fem karakteristika för mindfulness.

Preoccupation with failure Fokus på misstag.	Varje störning/avvikelse ses som ett symptom på något som kan bidra till svåra konsekvenser om andra smärre störningar/avvikelser skett samtidigt.
Reluctance to simplify interpretations Försiktighet med att förenkla förklaringar till avvikelser	Ovilja att förenkla tolkningar och att bortförklara. Information tas tillvara även om den motsäger egna föreställningar
Sensitivity to operations Uppmärksamhet på verksamheten	Stor uppmärksamhet fästs på vad som verkligen görs och händer "på golvet" (work-as-done) "Sensorerna" närmast verksamheten utnyttjas, d.v.s. de personer som arbetar i direkt kontakt med processerna och utrustningen
Commitment to resilience Engagemang för resiliens	Allt kan inte förutses. En resilient organisation ska kunna styra tillbaka när det ser ut att gå åt fel håll. Felen och variationerna hålls små. Improvisationer görs så att systemet fortsätter att fungera säkert.
Deference to expertise Expertis används	I akuta nödsituationer flyttas besluten till expertisen oberoende av rang. Det är oftast personer i direkt kontakt med processerna

Resiliens karakteriseras här av

- Förmåga att absorbera påfrestningar och bevara funktionaliteten trots närvaro av påfrestande interna och externa omständigheter
- Förmåga att snabbt återskapa stabil drift om den blivit instabil

Vi kan också se resiliens som en förmåga att begränsa avvikelser så att de förblir små och förmåga att improvisera för säkerhet i situationer där rutiner/procedurer inte finns utarbetade.

För resiliens krävs djupa kunskaper om tekniken, systemet, medarbetare och om sig själv. HRO:er lägger därför stor vikt vid utbildning.

5.2.3 Stabilitet kontra flexibilitet

Ett sätt att försöka åstadkomma en säker verksamhet i ett system är att maximera stabilitet/minimera variationer/ genom central planering, standardisering, hög automatiseringsgrad, litet handlingsutrymme för operatörer och "feed-forward"-styrning. Ett annat sätt, baserat på nyare teorier, är att maximera flexibilitet genom lokal plane-

ring, låg grad av standardisering, stödjande teknologi, stort handlingsutrymme för operatörer och ”feed-back”-styrning. Detta paradigm lämpar sig för verksamheter med stora osäkerheter och behov av snabb anpassning.

Nyare forskning pekar på ett behov att balansera strävan efter stabilitet och flexibilitet (Farjoun, 2010; Grote, 2009a).

I säkerhetskritisk verksamhet har vi idag ledningssystem som maximerar stabilitet p.g.a. de katastrofala följder okontrollerad osäkerhet kan få. Men även i sådana verksamheter finns en ökande uppmärksamhet på att flexibilitet och anpassningsförmåga behövs för att svara upp mot interna och externa variationer. Grote refererar till Perrow (1984), Weick, Sutcliffe, and Obstfeld (1999) and Hollnagel, Woods, and Leveson (2006).

Bl.a. Gilbert et al. (2007) ifrågasätter det nuvarande dominerande systemet att uppnå säkerhet m.h.a. regler och procedurer. De efterlyser ett nytt säkerhetsparadigm där sociotekniska system betraktas som naturligt instabila system. Det är då operatörers, grupper och organisationens roll att hantera instabiliteten på ett säkert sätt. Gilbert et al. efterlyser mer forskning kring ett sådant paradigm. En fråga är dock om ett sådant paradigm kan bli socialt och politiskt accepterat.

Stabilitet krävs vid starkt kopplade processer, vid behov av spårbarhet, vid låg tolerans av fel och med okvalificerad personal. Flexibilitet krävs då osäkerheten är stor t.ex. på grund av externt eller internt orsakade frekventa förändringar och störningar av arbetsprocesserna. Polis och räddningstjänst behöver mer flexibilitet och mindre stabilitet än t.ex. en kärnkraftsindustri under normal drift. Men även inom en industri kan balansen mellan stabilitet och flexibilitet behöva ändras. I en säkerhetskritisk verksamhet som normalt följer stabilitetsparadigmen kan flexibilitet behövs t.ex. vid underhållsstopp och i situationer där oväntade variationer uppträder. (Grote, 2012)

5.2.4 Resiliens och resilience engineering

Resilience-engineeringskolan har sitt ursprung i ett symposium i Sverige 2004. Begreppet resilience engineering är under utveckling vilket man kan följa till exempel i en serie böcker (Hollnagel et al. (2006); Hollnagel, Nemeth, and Dekker (2008); Hollnagel, Pariès, Woods, and Wreathall (2011) och Nemeth and Hollnagel (2014)).

Det finns olika definitioner eller beskrivningar av vad resiliens är inom skolan. T.ex. skriver Woods att resiliens handlar om förmågan att upptäcka, anpassa sig till och klara av det oväntade (David D. Woods, 2006). Han skriver också att resilience engineering är ett tillvägagångssätt att hantera risk på ett proaktivt sätt. Det handlar om att utforma resiliens i organisationer och i säkerhetsledning som klarar av komplexitet i pressade situationer (Hollnagel & Woods, 2006).

Hollnagel menar att det krävs fyra väsentliga förmågor för resiliens, nämligen

1. Förmåga att hantera det nuvarande, d.v.s. förmåga att hantera förväntade och oförväntade situationer, d.v.s. att åtgärda.
2. Förmåga att fokusera på vad som är kritiskt, det vill säga förmåga att övervaka sådant som kan bli ett hot i en nära framtid, både i systemet och i dess omgivning.
3. Förmåga att förutse vad som kan utvecklas till ett hot.
4. Förmåga att lära från erfarenheter av både sådant som gått fel och sådant som gått rätt.

Hollnagel (2011) har tagit fram en metod för att mäta en organisations resiliens – Resilience Analysis Grid (RAG) – som bygger på de fyra hörnstenarna.

Många verksamheter blir alltmer komplexa, vilket innebär att vi får åtminstone relativt sett fler och fler emergenta händelser/incidenter/olyckor, d.v.s. skeenden som vi inte kan förklara eller som inte beror på felfungerande enskilda komponenter.

'Resilience engineering'-skolan anser att det nu och alltmer i framtiden (bl.a. på grund av den tekniska utvecklingen) behövs ett komplement till traditionellt säkerhetsarbete. Det gäller speciellt tätt kopplade svårhanterbara system (se tabell 5.2) som kärnkraft, flyg och flygledning (EUROCONTROL, 2009).

Tabell 5.2. Skillnader mellan ett enkelt och ett svårhanterbart system

	Enkelt system	Svårhanterbart system
Antal detaljer	Beskrivningen är enkel med få detaljer	Beskrivningen är krånglig med många detaljer
Begriplighet	Principerna för hur systemet fungerar är kända	Principerna för hur systemet fungerar är delvis okända
Stabilitet	Systemet ändrar sig långsamt så beskrivningar kan hållas aktuella	Systemet hinner ändra sig innan beskrivningar är klara
Relation till andra system	Oberoende	Beroende
Metafor		Teamarbete

Från (EUROCONTROL, 2009).

Variationer i hur människor agerar och processer fungerar är centralt i resilience engineering. Man menar att vi aldrig kan eliminera variationer helt utan vi måste lära oss att hantera dem, inte bara minimera dem med t.ex. rigida arbetsbeskrivningar. Arbetsbeskrivningar kan inte i detalj beskriva hur människor ska agera i alla situationer för att arbeta säkert. Människorna måste då improvisera. Sådana improvisationer är en förutsättning för säker funktion, men kan också medföra risker.

Hollnagel (2004) har använt begreppet resonans för att beskriva att variationer i olika processer kan samverka så att systemet hamnar utanför säkerhetsmarginalen utan att någon enskild process initialt varit utanför sitt "säkra" område. Hollnagel har också lanserat den s.k. FRAM-modellen (Functional Resonance Accident Model) som tydliggör olika typer av interaktioner mellan processer i ett system och beskriver flöden av material och information vid normal funktion som en bas för förståelse för hur resonanser kan uppstå (EUROCONTROL, 2009; Hollnagel, 2004, 2012). Begreppen säkerhet-I och säkerhet-II i nästa avsnitt kommer också från resilience-engineering-skolan.

Resilience-engineeringsskolan kritiserar starkt av Hopkins (2014) bl.a för att resilience-engineering-begreppet inte innehåller något nytt jämfört med HRO-teorin och för referenser inte görs till HRO. [Det ligger mycket i det, men inom skolan utvecklas intressanta metoder och ett intressant språkbruk som det finns anledning att lära från.]

Eurocontrol har tagit till sig idéer från resilience engineering (se nästa avsnitt) liksom EASA som i ett förslag till CRM-utbildning kräver inslag av resilience engineering (GMA ORO.FC.115 i Notice of Proposed Amendment 2014-17).

Resiliens engineering fungerar inte enbart på emergenta händelser utvecklade i ett komplext system utan även på överraskningar/händelser som borde förutsetts och kanske bottenar i slapp säkerhetshantering. Sådana händelser torde äga rum mer frekvent i svårhanterbara än i enkla system.

5.2.4.1 Från säkerhet I till säkerhet II?

Även om rubrikens formulering ofta förekommer som t.ex. i titeln på en vitbok (white paper) från EUROCONTROL (Hollnagel, Leonhardt, Licu, & Shorrock, 2013) är budskapet att Säkerhet I måste kompletteras med Säkerhet II (Hollnagel, 2014), vilket torde vara ungefär detsamma som att komplettera traditionellt säkerhetsarbete med resilience engineering. En nyare bok har också titeln Safety-I and safety-II (Hollnagel, 2014).

Vad menar man då med Säkerhet I och Säkerhet II? I boken Safety-I and safety-II finns en tabell som visar på skillnader (se tabell 5.3).

Ett grundtema i Säkerhet II är således att saker och ting inte alltid blir bra när man följer procedurer och arbetar som förväntat. Saker går bra för att personer anpassar sitt sätt att arbeta efter de krav som situationen ställer. Det är åtminstone lika viktigt att ta reda på vilka dessa anpassningar är och lära från dem som att finna orsaker till skadligt utfall (Hollnagel, 2014; Hollnagel et al., 2013).

Tabell 5.3. Översikt av begreppen Säkerhet I och Säkerhet II. Översatt från Hollnagel (2014).

	Säkerhet I	Säkerhet II
Definition av säkerhet	Så få saker som möjligt blir fel.	Så många saker som möjligt blir rätt.
Princip för säkerhetsledning	Reaktiv. Reagerar när något hänt eller klassats som en oacceptabel risk.	Proaktiv. Man försöker ständigt att förutse utvecklingen och händelser.
Förklaring av olyckor	Olyckor orsakas av misslyckanden och felfunktion. Målet med en utredning är att identifiera orsaker och bidragande faktorer.	Saker utförs i princip på samma sätt oberoende av om utfallet blir positivt eller negativt. Målet med en utredning är att skapa förståelse för varför det vanligen blir rätt för att ha det som en bas för att kunna förklara varför det ibland blir fel.
Olycksutredning	Människan ses huvudsakligen som en belastning eller fara.	Människan ses som en resurs som är nödvändig för systemets flexibilitet och resiliens
Variationers roll	Harmfull. De bör förhindras så mycket som möjligt.	Oundvikliga. De är också nyttiga. De bör monitoreras och hanteras.

Jag har problem med definitionen av säkerhet-II. Vad är det som skiljer att så lite som möjligt blir fel från att så mycket som möjligt blir rätt om det bara finns dessa två alternativ och antalet tillfällen är desamma? Säkerhet-II kan förbättras genom att öka antalet tillfällen då blir fler saker rätt men vi får också fler fel. Det är inte vad Hollnagel menar. Tillsammans med annan information i resilience-engineering-litteraturen tolkar jag det som att man med ett säkerhet-II-perspektiv ska studera saker som blir rätt eller inte värre trots inre och yttre störningar och lära från det så att fler saker blir rätt. Man bör dock vara eftertänksam när man studerar saker som blir rätt och vill lära från det – slumpen och förutsättningar kan ha spelat en roll så att lärdomarna inte är generaliserbara.

Hur studerar man vad som görs rätt?

I slutet av EUROCONTROLs vitbok om Säkerhet I och Säkerhet II ger EUROCONTROL exempel på hur man kan studera vad som blir rätt. De menar att metoder som används traditionellt kan anpassas eller utökas för att undersöka vad som blir rätt. En utförligare handledning utlovas. Här följer några exempel.

Säkerhetsobservationer.

Inom flygledningssektorn finns metoder utarbetade för att studera det dagliga arbetet. De kan utvidgas så att fokus också läggs på anpassningar som görs – för att bli medveten om hur arbete utförs.

Säkerhetsutredningar.

Händelseutredningar fokuserar på vad som gick fel. Men de kan också fokusera på vad som gick rätt vid incidenter (vad gick rätt under incidenten?), i normalt arbete (hur blir det vanligtvis rätt?) och när något blev exceptionellt bra (varför går det ibland ovanligt bra?).

Säkerhetsbedömningar.

EUROCONTROL skriver att säkerhetsbedömningar kan (och bör) också fokusera på framgång. Några metoder, som EUROCONTROLS ”Safety Assessment Made Easier” har möjligheter till det. Vidare kan den ovan nämnda FRAM-metoden, som bygger på resonans [samverkan, koincidenser] av variationer, användas.

Säkerhetskultur.

Säkerhetskulturundersökningar bör användas för att förstå arbete som det utförs. Ett sådant exempel är EUROCONTROLS säkerhetskulturundersökning som innehåller enkäter, workshops, intervjuer och informella observationer. [Observera att EUROCONTROL inte förlitar sig enbart på enkäter].

EUROCONTROL har också tagit fram kort som kan användas ute i verksamheten som underlag för diskussioner om säkerhetskulturen.

Säkerhetsutveckling.

Flera typer av metoder för organisationsutveckling kan användas med fokus på säkerhet och det som görs rätt. EUROCONTROL nämner aktionsforskning, story-telling och narrativ analys.

Team resource management (TRM).

TRM handlar om strategier för att bäst utnyttja tillgängliga resurser – information, utrustning och människor – för att optimera säkerhet och effektivitet. Någon tid under TRM-utbildning kan användas för att diskutera anpassningar, variationer samt kompromisser mellan effektivitet och grundlighet.

5.2.6 Svarta svanar

Begreppet svarta svanar förekommer ibland i texter om risker i säkerhetskritisk verksamhet. Här följer en kort förklaring av begreppet.

Nassem Nicholas Taleb definierar i sin bästsäljare *The Black Swan* (Taleb, 2007) begreppet ’svart svan’ som en händelse med följande tre karakteristika:

1. Händelsen är en överraskning
2. Händelsen får en stor effekt
3. Efter att händelsen skett och analyserats kan den förklaras.

Egentligen kommer begreppet från att det var en vedertagen ”sanning” att alla svanar är vita tills man i Australien fann svanar som var svarta. Det var en överraskning. En vetenskaplig sanning var plötsligt inte en sanning.

Ett exempel på användning: Utifrån sin analys av tidigare olyckor föreslår Sutton två förbättringar (Sutton, 2012b):

1. Ledare bör uppmuntras till att faktiskt vara ledare, inte bara managere. De måste förstå att de ibland måste ta risker för säkerhet – ekonomiska risker.
2. Regler ska följas och antalet svarta svanar ska minskas. Här har myndigheterna en viktig roll.

5.3 Riskmanagement 1: Probabilistisk säkerhetsanalys

Jag använder begreppen probabilistisk säkerhetsbedömning (PSA, Probabilistic Safety Assessment), probabilistisk riskanalys (PRA, Probabilistic Risk Analysis) och kvantitativ riskbedömning (QRA, Quantitative Risk Assessment) som synonyma.

5.3.1 Utveckling av probabilistisk säkerhetsanalys

ESREL 2012/PSAM 11-konferensen i Helsingfors 2012 hade ett speciellt fokus på probabilistisk riskbedömning. De sessioner som handlade om PRA för kärnkraftssektorn samlade 166 bidrag (från proceedings). Detta kan ses som tecken på att området är under utveckling, att området är viktigt för säkerhet vid kärnkraftverk och/-eller att det finns en utvecklingspotential som är viktig för säkerheten. Det finns därför anledning att bevaka området. Jag går inte igenom alla dessa dokument – det skulle kräva ett eget projekt kring PRA.

I denna version av rapporten identifierar jag några områden som bidragen fokuserar på. Nästan en fjärdedel av bidragen (37) fanns i HRA-sessioner (Human Reliability Analysis – det vill säga analys av inverkan av mänskliga och organisatoriska faktorer i PRA/PSA-analyser). Bidrag med Fukushimaanknytning (19) och brand (13) var också vanliga. Det fanns även arbeten som handlade om hur tillsynsmyndigheter kan använda PRA.

Några bidrag tog upp hantering av oförutsedda och atypiska händelser vid PRA-analyser. Även begreppen 'komplexa system' och 'resiliens' fanns med i något arbete.

5.3.2 HRA – Human Reliability Analysis

Omkring 60-90 % av olyckor tillskrivs ofta människans felhandlingar oberoende av domän; för kärnkraftssektorn ligger skattningarna i den högre delen av intervallet (Hollnagel, 1998). Uppskattningar av detta slag är osäkra bl.a. på grund av klassning och på grund av att det rör sig om komplexa system, men de visar att det är viktigt att beakta human factors och HRA både vid uppskattningar av risker och vid åtgärder för att minska risker.

De första HRA-metoderna fokuserade på uppgifterna i den skarpa änden (i direkt kontakt med tekniken) och sannolikheten för mänskliga fel då de utförs. De var influerade av PSA-metoden, och människan behandlades i analogi med hur ett mekaniskt element behandlas vid analyser. Sannolikheten för mänskliga fel (HEP = human error probability) togs fram för olika uppgifter. Sannolikheten modifierades sedan med "performance shaping factors", PSFs, som speglar omgivningens påverkan på det mänskliga handlandet. Sådana metoder kallas för första generationens HRA-metoder. Senare kom andra generationens HRA-metoder där hänsyn tas till kontexten – scenariet i vilket uppgiften utförs. Kognitiva modeller av mänskligt handlande är centrala i andra generationens metoder. Kim and Jung (2003) har samlat PSFs, eller "performance influencing factors" som de använder som begrepp, från båda generationernas HRA-metoder och sorterat in dem i de fyra huvudgrupperna

1. Människa: Personliga egenskaper
2. System: människa-maskingränssnittet, det tekniska systemet, karaktistika hos anläggningens process
3. Uppgift: krav på operatören från uppgiften och procedurer
4. Miljö: team- och organisationsfaktorer, den fysiska arbetsmiljön

med flera undergrupper.

Bell and Holroyd (2009) har gjort en litteraturstudie åt Health and Safety Executive i Storbritannien över HRA-metoder som är intressanta för HSEs direktorat för stora olyckor. De fann 72 HRA-metoder. Sjutton av dessa bedömdes som potentiellt användbara för direktoratet, varav 9 är fritt tillgängliga – se tabellerna 5.4 och 5.5.

Bell and Holroyd (2009) ger korta sammanfattningar av metoderna. Mitt intryck är att mycket utvecklingsarbete pågår och att kärnkraftssektorn är ledande. Validiteten är ett genomgående problem.

Sträter, Arenius, and Jenerich (2014) ger en lista på förhållanden som talar för att andra ordningens HRA-metoder bör användas framför första ordningens. Exempel på sådana förhållanden är

- Plötsligt uppkommande kritiska uppgifter
- Positiv erfarenhet av systemet (övertro på tillförlitligheten)
- Uppgift ska göras strax innan arbetstiden är slut
- Flera fel eller problem kommer samtidigt
- Symptom som kan tolkas på olika sätt

Griffith and Mahadevan (2011) skriver att det finns fyra huvudorsaker till brister i existerande HRA-metoder, nämligen

1. Brist på empiriska data för utveckling av modeller och validering
2. Inkluderingen av kognitiva aspekter är bristfällig. Det behövs bättre modeller.
3. Det är stora skillnader mellan hur olika HRA-parametrar implementeras i de olika HRA-modellerna
4. Val av PSFs (performance shaping factors) och hur de används för att få fram HEP (human error probability) är mycket beroende av expertbedömningar.

Tabell 5.4. Fritt tillgängliga HRA-metoder för industri med risk för stora olyckor. Efter Bell and Holroyd (2009) som också har referenser till respektive metod.

	Metod	Kommentarer	Användningsområde
Första generationen	THERP	En omfattande metod utvecklad för USNRC ¹	Kärnkraft m.m.
	ASEP	En förkortad version av THERP utvecklad för USNRC ¹	Kärnkraft
	HEART	Relativt enkel att förstå och använda för ingenjörer och human factorsspecialister. En manual är tillgänglig via British Energy.	Generell
	SPAR-H	Användbar för situationer där det inte är nödvändigt med en detaljerad bedömning. Utvecklad för USNRC. Baserad på HEART.	Kärnkraft m.m.
Andra generationen	ATHENA	Resursintensiv och behöver vidareutvecklas. Utvecklad för USNRC	Kärnkraft m.m.
	CREAM	Behöver vidareutvecklas.	Kärnkraft m.m.
Expertbedömningar	APJ	Kräver täta kontroller för att minimera 'bias' annars kan validiteten ifrågasättas. Bedöms av några som mer valid än PC och SLIM	Generell
	PC	Kräver täta kontroller för att minimera 'bias' annars kan validiteten ifrågasättas.	Generell
	SLIM-MAUD	Kräver täta kontroller för att minimera 'bias' annars kan validiteten ifrågasättas.	Kärnkraft m.m.

¹US Nuclear Regulatory Commission

För att råda bot på bristen av empiriska data byggs databaser upp, t.ex. ”Human Event Repository and Analysis (HERA)” (Hallbert et al., 2006) och ”Human Factors Information System (HFIS)” (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2013). Groth and Mosleh (2012) föreslår ett hierarkiskt system av väldefinierade PSFs som kan användas vid HRA-analyser. Ett sådant system skulle göra databaserna mera användbara.

Tabell 5.5. Inte fritt tillgängliga HRA-metoder för industri med risk för stora olyckor. Efter Bell and Holroyd (2009) som också har referenser till respektive metod.

	Metod	Kommentarer	Användningsområde
Första generationen	HRMS	En omfattande datoriserad metod	Kärnkraft
	JHEDI	En screeningmetod som är snabbare än HRMS som den utgått från.	Kärnkraft
	INTENT	Snävt fokus på intentionsmisslag. Tillgänglig efter kontakt med författaren.	Kärnkraft
Andra generationen	CHAR	Metoden bygger på en databas. Potentiellt användbar. Tillgänglig efter kontakt med författaren.	Generell
	CESA	Potentiellt användbar. Tillgänglig efter kontakt med författaren.	Kärnkraft
	CODA	Behöver utvecklas vidare. CAHR och CESA kan vara mer användbara. Tillgänglig efter kontakt med författaren.	Kärnkraft
	MERMOS	Utvecklad och använd av Electricité de France. Utveckling pågår.	Kärnkraft
Tredje generationen	NARA	En version av HEART speciell för kärnkraftverk.	Kärnkraft

5.3.3 MO-faktorer

Många försök har gjorts att inlemma organisatoriska faktorer och managementfaktorer i PSA. Här redovisas några intressanta exempel från 2000-talet.

Öien (2001) presenterar en modell (ORIM = organizational risk influence model) för bedömning av organisatoriska faktorer inverkan på risk. Modellen är utvecklad för ett oljebolags sex off-shore-anläggningar och har bara ”läckage” som utfall. Öien har med

1. Träning/kompetens
2. Procedurer, säkerhetsanalyser, guidelines och instruktioner
3. Planering, koordinering, organisation och styrning
4. Design och
5. Program för förebyggande underhåll/inspektioner

som viktiga bidragande faktorer för läckor. Faktorerna kvantifieras med enkelt kvantifierbara nyckeltal. Frekventa riskbedömningar (i exemplet en gång per kvartal) kan göras i perioderna mellan uppdateringar av QRA-analyser. Metoden har testats på sex anläggningar av oljebolaget som var ägare av anläggningarna och av tillsynsmyndigheten. De fann metoden enkel att använda och lämplig för att bestämma orsaker till läckor även om det i några fall var svårt att skilja på faktorerna 2 och 3

ovan. Orsaken till denna svårighet är att dessa faktorer i viss utsträckning kan betraktas som redundanta skriver författaren. Öien skriver också att metoden behöver vidareutvecklas bl.a. för ”face”-validitet och validering.

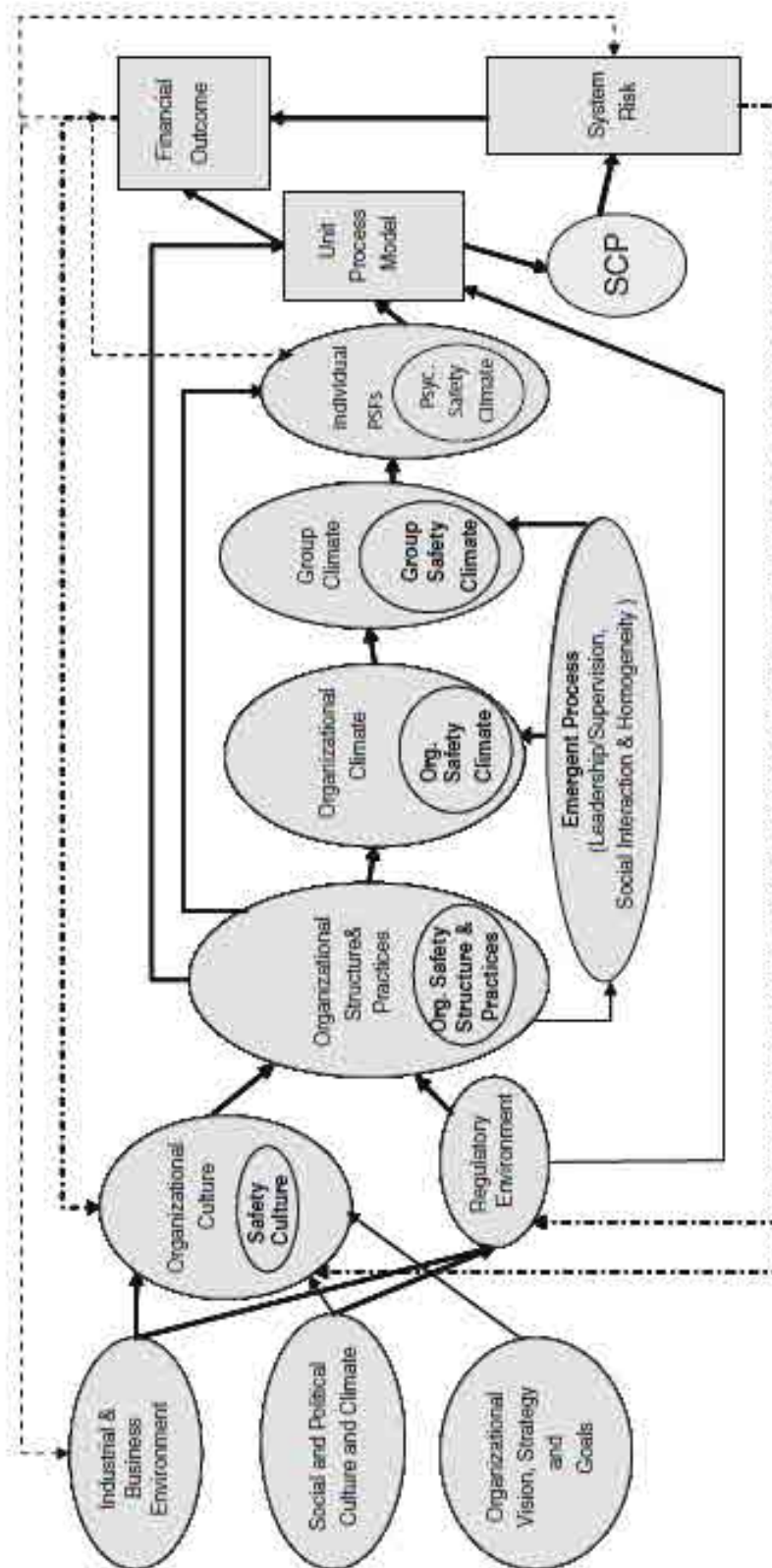
Yu, Ahn, and Jae (2004) har utvecklat en system-dynamisk modell för att bedöma organisatoriska och ergonomiska faktorerers inverkan på säkerhet i kärnkraftsanläggningar. Fördelen med detta tillvägagångssätt är att det inte antar att de olika inverkanfaktorerna är oberoende variabler. Modellen implementerades i ett simuleringsprogram. Användare kan undersöka inverkan av t.ex. grad av ledarskap, antal anställda, och arbetsbelastning i varje avdelning. Författarna presenterar resultat från två fallstudier där utbildningens respektive bemanningens effekt på risken för hårdskada simuleras under ca fem år. Författarna diskuterar inte reliabilitet och validitet. Val av numeriska värden för påverkan och interaktioner torde medföra osäkerheter. Men författarnas slutsatser att modellen kan användas för ökad förståelse av de organisatoriska faktorernas betydelse för säkerhet och för att förbättra kommunikationen mellan ledning och anställda kring dessa faktorerers betydelse är intressanta.

Kvantitativa metoder för riskbedömning som inkluderar organisatoriska förhållanden kräver en modell/ett ramverk för organisatoriska faktorerers inverkan på säkerhet samt teknik för simulering. Mohaghegh med medförfattare (Mohaghegh, Kazemi, & Mosleh, 2009; Mohaghegh & Mosleh, 2009a, 2009b), med referens till Mohagheghs doktorsavhandling, beskriver ett ramverk, SoTeRiA (Socio-Technical Risk Analysis), som sammanfogar modeller för tekniska risker med sociala (säkerhetskultur, säkerhets klimat) och strukturella (handlingar i praktiken) aspekter. SoTeRiA ger också en teoretisk bas för metodiken. Figur 5.1 visar SoTeRiA schematiskt. Mohaghegh et al. (2009) använder systemdynamik, bayesianskt nätverk, händelse-träd och felträd tillsammans med simuleringsprogram för att påvisa metodikens möjligheter. Dynamiska effekter som tidsfördröjning mellan beslut och utfall och återkopplingar modelleras i systemdynamisk modell. Samband mellan organisatoriskt sammanhang och individens agerande beskrivs med bayesianska nätverk. Inverkan av anställdas agerande på systemet och på utvecklingen av riskscenarier beskrivs med PSA-teknik. I ett fiktivt exempel illustreras dynamiska effekter på systemsäkerheten orsakade av variationer av organisatoriska faktorer. Exemplet är hämtat från underhållsverksamhet inom flygsektorn. Författarna skriver att ytterligare forskning behövs, bl.a. för kvantifiering av samband.

Lin, Hale, and van Gulijk (2013) presenterar ett nytt sätt att inkorporera MO-faktorer i en probabilistisk riskmodell, CATS⁶ (Ale et al., 2009), m.h.a. ett kontinuerligt bayesianskt nätverk. Genom att använda expertbedömning med parvisa jämförelser kan de få med många olika managementinterventioner i modellen. Författarna har illustrerat metodiken i en fallstudie där de kvantifierar risk för att piloten förlorar kontrollen av planet vid bra respektive dålig trötthetsmanagement (fatigue management). De ger också en formel som kvantifierar inverkan av 14 olika managementåtgärder för att motverka trötthet. Författarna menar att deras arbete endast är ett första steg i att förstå olika managementåtgärderers effekter på säkerhet. [Expertbedömning med parvisa jämförelser är intressant speciellt för rangordning mellan olika managementåtgärderers betydelse. Den relativa kvantifieringen kan ifrågasättas.] Författarna skriver också att metoden med parvisa jämförelser kan användas för att välja ut de viktigaste managementåtgärdererna som sedan kan kvantifieras med andra metoder.

Dessa exempel på olika metoder för att inkorporera organisatoriska faktorer, inklusive managementfaktorer, i kvantitativa riskbedömningar, pekar på att mer forskning behövs. Problematiken är komplex och det torde vara långt kvar innan man kan få fram tillförlitliga kvantifieringar. Men exemplen ger dock kvalitativa insikter om samband mellan organisatoriska faktorer/managementåtgärder och risk som kan vara vägledande för säkerhetsledning.

⁶ Causal Model for Air Transport Safety



Figur 5.1. En schematisk representation av SoTeRiA. PSF = performance shaping factors. SCP = Safety Critical Performance. (Från Moghagheh et al. (2009))

5.4 Riskmanagement 2

Avsikten med riskmanagementprocessen är att identifiera faror/risker/, uppskatta risk (allvarlighet, sannolikhet), värdera risk och vid behov reducera risk.

Inom olika sektorer med säkerhetskritisk verksamhet används olika tillvägagångssätt för riskmanagement (safety risk management). Inom flyget används ofta följande schema (FAA, 2015)

- Systembeskrivning och systemanalys
- Identifikation av faror
- Uppskattning av risken (allvarlighet och sannolikhet) för oönskade händelser
- Värdering av varje risk med användning av en riskmatris (i FAA:s exempel en 5*5 allvarlighet-sannolikhetsmatris)
- Åtgärder vid behov

I avsnitt 5.3 diskuterades probabilistisk säkerhetsanalys – en metod som används allmänt för kärnkraftsanläggningar. I detta avsnitt presenteras ett intressant och i framtiden kanske möjligt alternativ eller komplement som dock kräver ytterligare utvecklingsarbete - ARAMIS. Vidare refereras till ett förslag till hur säkerhet kan mätas kanske framför allt inom flygsektorn.

5.4.1 ARAMIS

ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology for IndustrieS) var ett projekt inom EUs femte ramprogram som genomfördes under åren 2001-2003. Målsättningen med ARAMIS var att ta fram ett nytt sätt för riskbedömning som kombinerar styrkorna hos deterministiska och probabilistiska metoder (t.ex. Salvi & Debray (2006)). Det var inriktat på kemisk processindustri under SEVESO-överenskommelsen. ARAMIS-metodiken innehåller följande delar (Salvi & Debray, 2006):

- Identifiering av risker för stora olyckor (MIMAH, methodology for identification of major accident hazards)
- Identifiering av säkerhetsbarriärer och bedömning av deras funktion
- Bedömning av ledningens skötsel av barriärernas reliabilitet
- Identifiering av referensolycksscenarier (MIRAS, methodology for identification of reference accident scenarios)
- Bedömning av risken för referensscenarierna
- Bedömning av anläggningsomgivningens sårbarhet

MIMAH och MIRAS beskrivs av t.ex. Delvosalle, Fievez, Pipart, and Debray (2006) samt i ARAMIS-manualen (Hale & Guldenmund, 2004).

MIMAH beaktar 12 olika kritiska händelser. Farliga tekniska komponenter (t.ex. sådana som innehåller explosivt eller toxiskt material i någon fas) identifieras. Vid tillämpning på en specifik komponent sorteras de kritiska händelser ut som är aktuella för den. Sedan konstrueras ”kravatter” (bow-ties, d.v.s. felträd sammankopplade med händelsesträd) för alla relevanta kombinationer av farliga komponenter och kritisk händelse.

Sedan identifieras säkerhetsbarriärer och säkerhetsfunktioner som stoppas in i kravvatten.

När en barriär implementeras har den en viss konfidensnivå (Level of Confidence, LC_{design}), men konfidensnivån kan försämrats t.ex. på grund av åldring och managements skötsel av respektive system. ARAMIS använder ett antal leveranssystem som tillsammans med säkerhetskulturen ”försvarar” barriärerna. Leveranssystemen som använts i fallstudier som ingick i ARAMIS-projektet visas i tabell 5.6.

Tabell 5.6. ARAMIS leveranssystem (i) för barriärmanagement (eller indikatorer för barriärmanagement).

i	Leveranssystem
1	Tillgång på personal och arbetskraftsplanering
2	Kompetens och lämplighet
3	Engagemang, efterlevnad av regler/procedurer, konfliktlösning
4	Kommunikation och koordinering
5	Procedurer, regler och mål
6	Inköp, uppbyggnad, gränssnitt samt installation av hårdvara och mjukvara
7	Inspektion, underhåll och ersättning av hårdvara och mjukvara

Leveranssystemens effektivitet (S_1 - S_7) bestäms m.h.a. en revision och säkerhetskulturen kvantifieras (S_0) m.h.a. en enkätundersökning. S-värdena varierar mellan 0 och 1, där 1 är optimalt. Leveranssystemen inklusive säkerhetskulturen påverkar konfidensnivån för de olika barriärerna olika mycket. Då det är praktiskt ohanterbart att bestämma leveranssystemens inverkan för varje enskild barriär såg projektgruppen möjligheten att sortera in barriärerna i 11 barriärtyper enligt tabell 5.7.

Barriärerna av en viss typ, k, karakteriseras av att de har ungefär samma konfidensnivå, $LC_{design,k}$ och att de olika leveranssystemen (i) påverkar dem ungefär lika. Viktfaktorer, $B_{i,k}$, som anger leveranssystem i:s relativa betydelse för barriärer av typ k, kan uppskattas. Den operativa konfidensnivån för barriärer av typ k kan då beräknas enligt (Duijm & Goossens, 2006)

$$LC_{op,k} = (1 - \sum_{i=0}^7 (1 - S_i) \times B_{i,k}) \times LC_{design,k}$$

i = 0 avser säkerhetskulturen. Se nedan!

Med MIRAS tar man fram ett antal referensscenarier med hjälp av en riskmatris. Sedan beräknas ett allvarlighetsindex (severity index). För alla stegen finns utförliga procedurer i en manual för ARAMIS (Hale & Guldenmund, 2004).

Anförda fördelar med ARAMIS

ARAMIS erbjuder ett alternativ till rent deterministiska och probabilistiska riskbedömningar av processindustriärläggningar (Salvi & Debray, 2006).

M-indexet

$$M_k = 1 - \sum_{i=0}^7 (1 - S_i) \times B_{i,k}$$

kan användas för bedömning av barriärers funktion. Indexet beaktar både managements effektivitet i form av leveranssystemen S_1 - S_7 och säkerhetskulturen S_0 för olika barriärtyper k.

Tabell 5.7. Barriärtyper med exempel (Guldenmund, Hale, Goossens, Betten, & Duijm, 2006)

Typ (k)	Barriärtyp	Exempel
1	Permanent-passiv; MORT ¹ -kontroll	Rör/slangvägg; antikorrosiv färg;
2	Permanent-passiv; MORT ¹ -barriär	Vall; dräneringsbrunn; räcke; åskledare
3	Temporär-passiv; uppsatt och borttagen av person	Stängsel runt reparationsplats; hjälm; handskar; inhibitor i blandning
4	Permanent-aktiv	Kyl/värmesystem; ventilation;
5	Aktiverad-hårdvara	Övertrycksventil; sprinklerinstallation; förregling
6	Aktiverad-automatisk	Programmerbart automatiskt system; styrsystem; automatisk nedstängning
7	Aktiverad-manuell; mänsklig aktion efter aktiv detektering av hårdvara	Manuell nedstängning eller justering som svar på larm eller instrumentavläsning; stängning/öppning av ventil
8	Aktiverad-varnad; mänsklig aktion efter passiv varning	Påtagning av personlig skyddsutrustning; låta bli att röka; respektera säkerhetszoner;
9	Aktiverad-assisterad; mjukvara ger diagnos till operatör	Användning av expertsystem
10	Aktiverad-användning av procedur; observationer utan instrument	Användning av procedurer för uppstart/nedstängning/mm; varna andra
11	Aktiverad-nödläge; ad hoc-observation av avvikelser + improviserad åtgärd	Åtgärder vid oväntade kritiska situationer; brandsläckning

¹ MORT = The Management Oversight and Risk Tree. Det är en systematisk metod för olycksutredningar som utvecklades på 1960-talet för Energidepartementet i USA

ARAMIS-konceptet innebär ett sätt att karakterisera risknivån med ett index sammansatt av parametrar som speglar scenarioutfalls allvarlighetsgrad, managements effektivitet att förebygga olyckor och omgivningens sårbarhet. (Salvi, Merad, & Rodrigues, 2005)

Revisorerna tvingas att först göra detaljerade bedömningar och sedan aggregera dem till mätetal för leveranssystemen. Resultaten återkopplas till företaget vilket ofta resulterar i användbara kommentarer. Vidare frestas inte revisionsteamet till förhastade slutsatser utan någon som helst validitet (Guldenmund et al., 2006).

Genom att ARAMIS har fokus på barriärer hjälper den industrin att formulera säkerhetskrav och därmed underlätta för tillsynsmyndigheter att verifiera säker hantering. Identifieringen av referensolycksscenarier underlättar kommunikationen med intressenter (Salvi & Debray, 2006).

ARAMIS har utvecklat en metod, MIRAS, att härleda referensolycksscenarier vilka är mer realistiska än scenarier som bygger på faror (hazards) för stora olyckor, eftersom de tar hänsyn till befintliga barriärer inklusive säkerhetsfunktioner (Delvosalle et al., 2006).

Nackdelar med ARAMIS

Metoden är krävande för inspektören/auditteamet.

Behov av utveckling/forskning

Metodikerna för kvantifieringen av revisionsresultaten behöver utvecklas (Guldenmund et al., 2006).

Det är svårt att få bra data för beräkning av olycksrisk. Även om ARAMIS-metodiken minskar konsekvenserna av denna brist så finns ett stort behov att bygga tillgängliga databaser med användbar information som kompletterar traditionella reliabilitetsdatabaser. Vidare behövs bättre kunskap om managements betydelse för sannolikheten för olyckor. ARAMIS erbjuder en metod för beräkning av sårbarheten för en anläggnings omgivning, men det behövs metoder för att identifiera hur man kan minska sårbarheten. (Salvi & Debray, 2006)

Underlaget för kvantifieringar som behövs i ARAMIS-processen behöver förbättras.

5.4.2 Ett sätt att mäta säkerheten i ultrasäkra system

Lofquist (2010) studerade inverkan av en stor organisationsförändring inom Luftfartsverket/AVINOR i Norge. Det traditionella sättet att mäta säkerhet genom att se på incidensen av olyckor och allvarliga incidenter kunde inte statistiskt säkerställa en försämring medan en undersökning med enkäter och intervjuer klart visade att de anställda (piloter, flygledare, m.fl.) upplevde det som att säkerheten var märkbart försämrade under förändringsprocessen. Lofquist menar att mätning av antal olyckor och allvarliga incidenter är ett alltför trubbigt verktyg för att kunna spegla säkerheten i ultrasäkra branscher. Hans slutsats är att det är bättre att använda sig av predikterande indikatorer och identifiera latenta förhållanden för att få en bättre förståelse och få underlag för åtgärder som förhindrar systemet från att bli instabilt.

Med detta och en litteraturstudie bakom sig argumenterar Lofquist (2010) för ett annat sätt att bedöma säkerhet i komplexa system. Han anser att ledningssystemet (som ska vara integrerat) ska ha en process för övervakning av säkerheten indelat i tre faser [angreppssätt] som använder proaktiva, interaktiva och reaktiva mått.

Det proaktiva angreppssättet fokuserar på utformning och ändringar av systemet – på vad som ska göras. Här är det viktigt att förstå hur systemet kommer att fungera när det kommer i drift. Men många människor är då involverade så ingenjören kan inte förutse det själv. För att förstå gapet mellan önskad funktion och verklig funktion behövs en aktiv kontaktyta mellan systemkonstruktörer, systemoperatörer och systemmanagers. Lofquist (2010) menar att denna aktiva kontaktyta saknas i de flesta ledningssystem idag.

Det interaktiva angreppssättet är det mest kritiska i säkerhetskritiska organisationer och den fas där förbättringspotentialen är störst särskilt under planerade förändringsprocesser. Det fokuserar på vad som görs nu – normal drift, underhåll, förändringar, m.m. Det är den fas då ledarskapet har minst direkt inverkan på utfall i realtid, men där organisationsstrukturen, ledningens engagemang för säkerhet, och organisationskulturen bidrar till flexibelt beslutsfattande i oväntade situationer. Här har utbildning, förståelse och erfarenheter stor betydelse. Ledare kan initiera proaktiva åtgärder för att minimera eller eliminera latenta förhållanden innan de bidrar till händelser. HRO-skolan och begreppet ”mindfulness” (Weick & Sutcliffe, 2007) bidrar med viktig kunskap i denna fas.

Med det reaktiva angreppssättet sker lärande från oönskade händelser – organisatoriskt lärande. Fokus är på vad som gjorts och hänt.

Lofquist klassificerar flygsektorn som ett komplext system med lös koppling, vilket man bör beakta om man vill använda lärdomarna härifrån i andra sektorer.

5.5 Indikatorer

5.5.1 Inledning

Sandén (2006) beskriver kort historik och status år 2006 för indikatorer och metoden att ta fram indikatorer inom kärnkraftssektorn. Beskrivningen har fortfarande aktualitet även om området tilldragit sig stort intresse och utvecklats under senare år. Sandén påpekar t.ex. att det är en utmaning att hitta indikatorer som ger tidiga varningssignaler om en anläggnings säkerhet minskar.

ICAO (2013) definierar en indikator som en ”databaserad säkerhetsparameter som används för att övervaka och bedöma säkerhetsprestationer”. Indikatorer används enligt samma källa för att bestämma om ett system fungerar enligt förväntningar och inte bara möter tillsynsmyndigheters krav. Indikatorerna används för att övervaka kända risker, detektera uppkommande risker och för att bestämma nödvändiga åtgärder. Indikatorerna ska också förse tillsynsmyndighet med ett objektivet underlag för bedömning av tillståndshavarens säkerhetsledningssystem och av huruvida tillståndshavaren uppnår sina säkerhetsrelaterade mål.

Wreathall (2009) definierar indikatorer som ”mått på förhållanden som identifierats som viktiga i en eller flera säkerhetsmodeller” (proxy measures for items identified as important in underlying model(s) of safety). Denna senare definition är intressant för den fäster uppmärksamhet på att indikatorerna bygger på vår förståelse av säkerhet, de säkerhetsmodeller vi har. Eftersom modeller är just modeller täcker de inte verkligheten fullständigt, vilket innebär att indikatorer som bygger på en modell inte är heltäckande. Genom att utgå från flera modeller vid val av indikatorer får man en fullständigare täckning.

Som tydliggörs i avsnitt 5.5.2 nedan, finns det i litteraturen flera mer eller mindre olika indelningar av indikatorer vilket kan vara förvirrande. Det kan dock vara lärorikt för praktikern att känna till dem eftersom olika indelningar sätter fokus på olika, men viktiga, aspekter som bör övervakas och därför förses med indikatorer.

I denna rapport delas indikatorer upp i utfallsbaserade och predikerande indikatorer, när inget annat sägs. Tabell 5.8 visar exempel på motsvarande engelska begrepp. Begreppen som de används av respektive författare är inte helt synonyma, men tillräckligt så för denna framställning. Uppdelningen av predikerande indikatorer som görs av Reiman and Pietikäinen (2010) och Herrera (2012) är mycket intressant. De skiljer på indikatorer som speglar 1) vad som händer nu eller systemets status och 2) vad som ser ut att kunna hända framöver eller möjlig status för systemet framöver Herrera (2012). Vi återkommer till denna uppdelning och då benämner vi grupp 2) för resiliensindikatorer.

Tabell 5.8. Indelning av indikatorer med sina engelska benämningar. Benämningarna i samma kolumn är ganska synonyma.

Utfallsbaserade	Predikterande	← Används i denna rapport
Lagging	Leading	Vanligast uppdelning, t.ex. (ICAO, 2013)
Outcome based	Activity based	(Kjellén, 2009)
Feedback	Monitor + drive	(Reiman & Pietikäinen, 2010)
Lagging	Current+leading	(Herrera, 2012)

Det finns även andra uppdelningar. Hopkins (2011), t.ex., poängterar vikten av att skilja på indikatorer för processsäkerhet och indikatorer för personsäkerhet.

Indikatorer används i dag i stor utsträckning inom säkerhetskritisk verksamhet. De används för olika ändamål

- Som verktyg för att följa upp hur politiska mål för säkerhet uppfylls på nationell och internationell nivå
- Som verktyg för tillsynsmyndigheter för ställande av krav och för uppföljning
- Som verktyg för management, t.ex. i säkerhetskritiska verksamheter, för att få information om aktuell säkerhetsnivå och för att bedöma effektiviteten på insatser för ökad säkerhet.

Särskilt inom den vetenskapliga världen har definitionen på indikatorer och speciellt skillnaden mellan utfallsbaserade och predikterande indikatorer diskuterats mycket. Ett helt nummer av tidskriften *Safety Science* (*Safety Science* 47:4, 2009) ägnades åt att diskutera indikatorer för säkerhet. Följande delavsnitt (5.5.2) handlar om forskares och praktikers tankar kring indikatorer såsom det framkom i specialnumret. I delavsnitt 5.5.3 refererar jag kort till en för kärnkraftsbranschen viktig slutrapport för ett EU-projekt om indikatorer.

Delavsnitt 5.5.4 beskriver några huvuddrag i en intressant rapport med titeln "Indicators of Safety Culture – Selection and Utilization of Leading Safety Performance Indicators" som beställts av Strålsäkerhetsmyndigheten.

I delavsnitt 5.5.5 summerar jag några vetenskapliga artiklar och en handbok för framtagning av indikatorer.

Avsnittet avslutas med ett delavsnitt (5.5.6) om resiliensindikatorer.

5.5.2 Tankar om indikatorer. Från ett specialnummer av *Safety Science*

År 2007 skickade Andrew Hopkins in ett manuskript till *Safety Science* med titeln "Thinking about process safety indicators". *Safety Science* erbjöd ett antal forskare och praktiker att kommentera och ge synpunkter på indikatorer, vilket resulterade i ett specialnummer av tidskriften (*Safety Science* 47:4, 2009) (Hale, 2009a) med Hopkins artikel, 19 kortare eller längre bidrag från olika författare samt Hopkins svar.

Hale (2009b) presenterar en lista på egenskaper hos en effektiv indikator:

- Indikatorn är valid, d.v.s. den mäter vad man vill ha mått på
- Indikatorn är tillförlitlig
- Indikatorn har god känslighet – den speglar tillräckligt små förändringar
- Indikatorn är inte känslig för påverkan (bias) och manipulation
- Indikatorn är kostnadseffektiv
- Indikatorn tolkas på samma sätt av olika grupper
- Indikatorn kan tillämpas på hela företagens verksamhet
- Indikatorn är lätt att kommunicera på ett entydigt sätt

Hopkins (2009b) utgår i sin analys från hur begreppen utfallsbaserade (lagging) och predikerande (leading) indikatorer används dels i Baker-rapporten om "Texas City"-olyckan 2005 (Baker III et al., 2007), dels i en handbok utgiven av UK Health and Safety Executives (HSE, 2006). Han berömmar rapporterna, men påpekar att även i dem finns brister i definitionerna av begreppen samt i hur begreppen används.

Hopkins trycker, som nämnts, på vikten av att skilja på risk för arbetsolyckor och risk för processolyckor vid framtagning och tolkning av indikatorer.

Han analyserar sedan hur indikatorer används och finner att det skiftar i litteraturen. Han påpekar att inom industrin använder man ofta indikatorer utan att dela in dem i utfallsbaserade och predikerande indikatorer. Han menar också att en sådan indelning inte är så viktig.

Hopkins varnar också för management som fokuserar på att förbättra indikatorvärden utan att förbättra säkerheten. Exempelvis kan man utan ökad ekonomisk insats förbättra värdet på indikatorn "antalet tester" genom att minska på testernas kvalitet och öka antalet för samma kostnad. Det kan vara helt förkastligt om man vill förbättra säkerheten. Han diskuterar även fördelar och faror med att koppla indikatorer till bonussystem. Vidare framhåller han att för att bonussystemet ska fungera som motiverande till att arbeta säkert, och för säkerhet måste indikatorerna mäta något som ledaren/den anställda kan påverka.

I övriga artiklar i specialnumret av Safety Science kommer flera intressanta aspekter upp. Här följer några exempel. Ale (2009) poängterar vikten av att använda indikatorer som är mått på vad man vill mäta – frekvens av skador som ger förlorad arbetstid är kanske inte en bra indikator för processsäkerhet. Han påpekar också att en stor olycka inte behöver säga något om hur personal och management hanterar säkerhet.

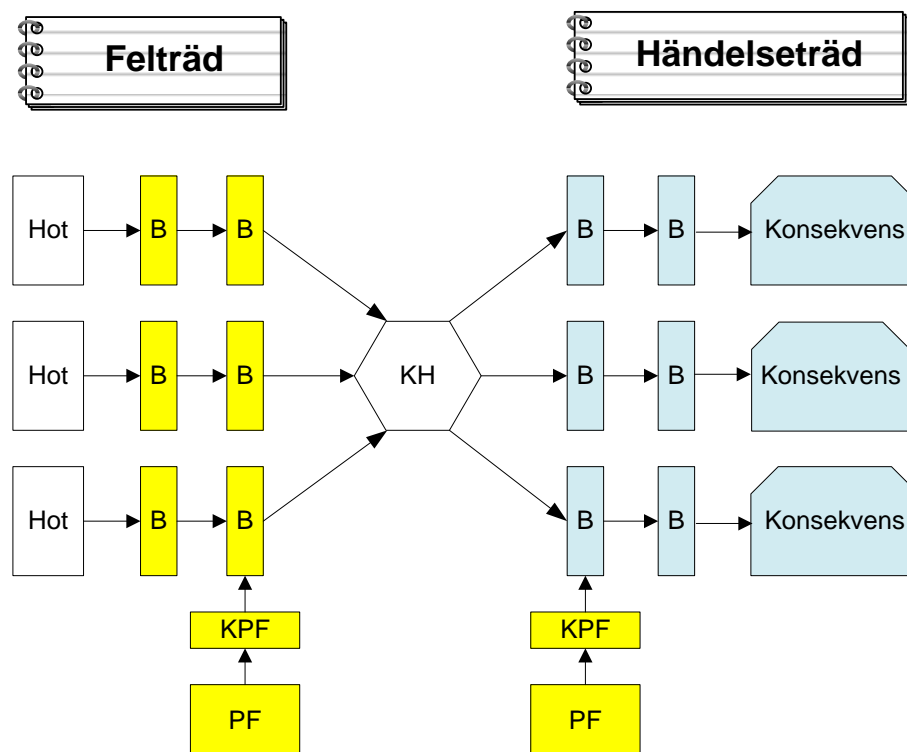
Harms-Ringdahl (2009) framhåller vikten av att göra klart för sig vad indikatorerna ska användas till och ger exempel på olika syften med dem. Han beskriver indikatorer som observerbara mått som ger information om något – här säkerhet – som är svårt att mäta direkt. Han refererar även till en rapport av Flodin och Lönnblad (2004) där 36 indikatorer som används inom svensk kärnkraftsindustri presenteras.

Grote (2009b) håller inte med Hopkins när han förordar att säkerhetsindikatorer bör, när så är möjligt, vara baserade på önskade händelser hellre än på deras prekursorer [som relevanta brister i barriärer och barriärkontroll]. Hon menar att om man prioriterar förbättringsarbete är indikatorer som bygger på prekursorer viktiga. Liksom flera andra trycker hon på att det är viktigt att känna till orsak-verkansamband vid val av indikatorer.

P. T. W. Hudson (2009) refererar till en rapport han medverkat till som indikerar att det finns en relation mellan arbetsolyckor och processolyckor.

Hudson menar att det kan vara svårt i praktiken att uppfatta teoretiskt underbyggda predikterande indikatorer som indikationer på risk för processolyckor. Det kan förklara varför mindre läckor och icke-fungerande larmsystem ofta accepteras som normalt inom processindustrin. Han betonar också vikten av engagemang hos högsta ledningen – det är kanske den viktigaste faktorn för säkerhet. Det blir lätt så att management prioriterar (kortsiktig) ekonomi före säkerhet. Det ekonomiska resultatet visar sig i nästa kvartalsrapport eller motsvarande. Mindre fokus på säkerhet ger ökad sannolikhet för olycka, men sannolikheten är oftast fortfarande mycket liten för att en olycka sker i just den organisationen. Indikatorer som indikerar hur risken för processolyckor varierar från kvartal till kvartal eller från år till år kan fungera som incitament för management att lägga större vikt på säkerhet. Men indikatorerna måste uppfattas som bra.

Hudson presenterar en intressant modell (figur 5.2), som visar hur indikatorer kan användas för övervakning av barriärer och säkerhetsfunktioner. Han utgår från ett kravattdiagram (bow-tie) med barriärer insatta på vänstersidan (felträdet) och högersidan (händelseträdet). Till barriärerna (ostskivor i Reasons modell) finns påverkansfaktorer (PF) som underhåller barriärernas funktion. Om de inte fungerar, kan det bli hål i aktuell ostskiva. Utfallsbaserade indikatorer är mått på konsekvenser och på fel hos barriärfunktioner på högra sidan. Predikterande indikatorer är mått på brister i barriärfunktionerna på vänstra sidan. De kan identifieras utan att den kritiska händelsen ägt rum. Påverkansfaktorerna är också potentiella predikterande faktorer. Exempelvis för barriären ”adekvat kunskap hos operatörerna om processdynamiken” kan adekvat/icke-adekvat utbildning vara en påverkansfaktor och indikator. En fördel med den senare typen av indikatorer är att de kan kopplas till personer med ansvar och resurser att påverka.



Figur 5.2. Ett enkelt kravattdiagram med barriärer (B) och påverkansfaktorer (PF), som kan försvaga barriärer, samt kontroll av påverkansfaktorer (KPF), barriärer för PF, utritade för ett par barriärer. Mätetal för funktion av blå och gula boxar är potentiella utfallsbaserade respektive predikterande indikatorer. (Efter Hudson, 2009)

Kjellén (2009) definierar en indikator som ett mått som mäter en organisations förmåga att hantera olycksrisker varav följer att en predikterande indikator är en indikator som ändras innan risknivån ändras vilket stämmer med den definition som används inom ekonomiområdet, men avviker mycket från de definitioner Hopkins diskuterade.

Wreathall (2009) diskuterar dels relationen mellan en organisations ledningssystem för säkerhet och bakomliggande modell(er), dels hur indikatorer används.

I en modell, som Reasons ostmodell, har mänskliga fel huvudsakligen sin grund i brister i procedurer, utbildning, tillgång på lämpliga verktyg, dåliga gränssnitt o.s.v. Predikterande indikatorer kan då t.ex. vara mått på frekvensen av tillämpning av olämpliga procedurer, eller på hur ofta arbetare måste utföra uppgifter som de inte är utbildade för. I en modell som bygger på adaptivt beteende – en sådan beskrivs av Woods (2006) – uppträder mänskliga fel p.g.a. att människor tvingas anpassa sig till arbetsförhållanden som de inte har kompetens för. Bland orsakerna till detta ser man ofta kommersiella krav och produktionskrav. Det ska produceras snabbare, bättre och billigare. Predikterande indikatorer kan då konstrueras så att de visar ökat tempo, sparande m.m., d.v.s. sådant som sannolikt förändrar arbetsbetingelserna så att människor gör fler misstag. Wreathall (2009) betonar att det är viktigt att val av predikterande indikatorer bygger på en sund olycksmodell och fokuserar på krafter som ökar sannolikheten för misstag. Wreathall menar att liknande resonemang kan föras inte bara för mänskliga fel utan även för systemfel. Men lineära modeller ifrågasätts idag. Wreathall refererar till Hollnagels icke-lineära modell (Hollnagel, 2004) (se avsnitt 5.2.4). I den kan olyckor uppkomma p.g.a. samverkan mellan olika processer som var för sig ligger inom sina arbetsområden, men som tillsammans för systemet utanför sin säkerhetsgräns. Hollnagel kallar det funktionella resonanser. Wreathall menar att predikterande indikatorer som bygger på en sådan modell kan vara mätetal på variationer på sådana ställen i systemet där variationer kan observeras.

Wreathall poängterar att indikatorer är just indikatorer. Larminivåer kan definieras så att om de nås ska undersökningar initieras för att ta reda på om det finns substans för åtgärder. Vidare påpekar han att det krävs motivation och förståelse för att organisationen ska söka möjligheter till förbättringar av säkerheten. För att indikatorer ska vara användbara krävs attityder som i ”High Reliability”-organisationer [t.ex. (Weick & Sutcliffe, 2007)] eller i resilienta organisationer. (Wreathall, 2009)

Mearns (2009) refererar i sin kommentar till hur predikterande och utfallsbaserade indikatorer definieras i en handbok om predikterande indikatorer för hälsa och säkerhet i den brittiska olje- och gasindustrin (Step-Change in Safety, 2003). Hon definierar en predikterande indikator som något som ger information som hjälper användaren att reagera på ändrade förutsättningar och att styra så att önskade mål uppfylls eller så att oönskade resultat undviks. Utfallsbaserade indikatorer speglar utfall/resultat av agerande. Mearns nämner med referens (Mearns, Whitaker, & Flin, 2003) att det finns stöd för att processincidenter kan förutses m.h.a. av predikterande indikatorer som inte är specifika för arbetsolyckor. Mearns tar med säkerhetsklimat som en predikterande indikator, vilket inte passar ihop med Hopkins definition. Hon refererar också till resiliensskolan som fokuserar på hur komplexitet hanteras [se t.ex. (Hollnagel et al., 2011)].

Woods (2009) skriver att parametern resiliens/sprödhet hos ett system fångar ett systems förmåga att anpassa sig för hantering av händelser som utmanar gränserna för systemets säkerhet.

I sin slutreplik konstaterar Hopkins (2009a) att säkerhetsforskare uppfattar skillnaden mellan utfallsbaserade och prediktiva indikatorer olika och menar att om be-

greppen ska användas bör man vara noga med att klargöra vad man menar med begreppen. Även indikatorbegreppet används olika.

Någon enighet kring skillnad mellan utfallsbaserad och predikterande indikatorer har inte uppnåtts. En del menar också, som nämnts, att för praktikern är det inte så viktigt att skilja på dem.

5.5.3 EU-projektet "Nuclear Safety Performance Indicators"

En av avsikterna med rubricerat projekt var att analysera och värdera användningen av indikatorer (safety performance indicators) hos operatörer av och tillsynsmyndigheter för kärnkraftsanläggningar i EUs medlemsländer. I volym 1 (Tomic, Kulig, Yliknuusi, & Hilden, 2009) av slutrapportens sex volymer ges en översikt av

Tabell 5.9. Ramverk för klassificering av indikatorer. Från Tomic et al. (2009).

Operational safety attribute	Overall indicator	Strategic indicator
Smooth operation	A. Operating performance	a. Plant capability
		b. Forced power reduction
	B. Status of systems, structures and components	a. Functionality
		b. Material conditions and ageing
		c. State of barriers
	C. Events	a. Reportable events
b. Incidents		
Operation with low risk	D. Challenges to safety systems	a. Actual challenges
		b. Potential challenges
	E. Ability to respond to a challenge	a. Safety system performance
		b. Operator preparedness
		c. Emergency preparedness
		d. Fire protection programme effectiveness
	F. Plant configuration risk	a. Risk during operation
		b. Risk during shutdown
	G. Radiation safety	a. Radiation protection effectiveness
		b. Radioactive waste management
H. Industrial safety	a. Work accident rate	
	b. Accident severity	
I. Physical protection	a. Plant security	
Positive safety attitude	J. Attitude towards safety	a. Attitudes towards procedures, policies, rules
		b. Human performance
		c. Backlog of safety related issues
		d. Safety awareness
	K. Striving for improvement	a. Self-assessment
		b. Operating experience feedback
		c. Plant modifications
		d. Investments

projektets resultat. Med stöd av en litteraturstudie togs ett ramverk fram för utveckling och värdering av indikatorsystem, se tabell 5.9.

Projektet konstaterade att användning av indikatorsystem är relativt nytt (projektet utfördes 2006-2009). Mer än hälften hade mindre än fem års erfarenhet av indikatorsystem och utveckling pågick i många fall. Författarna menar dock att de mest använda indikatorerna är goda kandidater för en bredare användning inom EU. De motiverar det med att många organisationer lagt ner mycket arbete på att få fram dem. Antalet indikatorer vid anläggningar varierade mellan 16 och nästan 100. Bland de strategiska områden som indikatorerna täckte dominerade systemsäkerhet, effektivitet hos strålskyddet, funktionalitet, barriärernas tillstånd samt attityder till procedurer, policy och regler följt av rapporterbara händelser, lista på inte genomförda säkerhetsåtgärder och snabbstopp.

I Appendix II till volym I av slutrapporten presenteras en lista med de mest använda specifika indikatorerna (69 stycken) fördelade på de strategiska indikatorerna.

5.5.4 SSM-rapporten 2010 om säkerhetsindikatorer

Reiman and Pietikäinen (2010) har på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten skrivit en mycket intressant och lärorik rapport om säkerhetsindikatorer med fokus på tillämpning inom kärnenergisektorn. Här återges kort några huvuddrag. Den intresserade läsaren rekommenderas att läsa rapporten.

Författarna definierar tre typer av indikatorer

1. Feedbackindikatorer (feedback indicators)
2. Övervakningsindikatorer (monitoring indicators)
3. Drivande indikatorer (drive indicators)

Feedbackindikatorer är indikatorer som beskriver utfall (utfallsindikatorer, lagging indicators).

Övervakningsindikatorerna ger information om pågående aktiviteter; förmåga, skicklighet och motivation hos personalen; rutiner och praxis, d.v.s. organisationens potential för att upprätthålla säkerhet. De informerar också om effektiviteten på styråtgärder som används för att hantera det sociotekniska systemet.

De drivande indikatorerna speglar aspekter som management bedömt som särskilt viktiga för organisationens säkerhet och därför satsar på.

De olika typerna av indikatorer väljs ut med olika strategier. Valet av övervakningsindikatorer ska baseras på en analys av hur det sociotekniska systemet fungerar och på identifierade framgångsfaktorer. Valet av feedbackindikatorer ska baseras på identifierade signaler för ökad risk och andra oönskade negativa händelser. De drivande indikatorerna ska spegla för säkerheten kritiska förhållanden samt områden som organisationen prioriterar för säkerhet. De drivande indikatorerna kan ändras årligen.

Reiman and Pietikäinen (2010) menar att det är viktigt att utgå från en systemmodell som omfattar människan, tekniken och organisationen vid framtagning av indikatorer för en organisations processsäkerhet. De utgår också ifrån att det finns tre ändamål med indikatorer för säkerhet i en organisation, nämligen

- Övervaka organisationens säkerhetsnivå
- Utveckla och förbättra sätten att hantera säkerheten i en organisation och
- Motivera management och personalen att medverka till säkerhet.

Man bör använda en mix av utfalls- och övervakningsindikatorer samt drivande indikatorer.

Tabell 5.10. Exempel på indikatorer med tillhörande mått/aspekter för bedömning. Urval från mycket mera omfattande listor sammanställda av Reiman and Pietikäinen (2010).

Indikator	Mått/aspekt att bedöma
Oönskade händelser (<i>Feedback-indikator, utfalls-indikator</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Antal INES1-händelser • Antal säkerhetskritiska utrustningar som inte fungerat som avsett • Antal oplanerade automatiska avställningar
Ledningssystemet (<i>Övervaknings-indikator</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Kvalitet och tydlighet hos säkerhetspolicy och säkerhetsmålen • Tydlighet av beskrivningen av hur arbete ska förberedas, förhandsgranskas, utföras, dokumenteras, bedömas och förbättras
Process för identifiering av faror och riskhantering (<i>Drivande indikator</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Organisationen använder proaktiva metoder för att identifiera nya faror och för att förbättra existerande mått på säkerhet • PRA-beräkningar används som underlag till beslutsfattande • Identifiering av faror och riskbedömningar används för utveckling av policy, procedurer och praxis.

¹The International Nuclear Event Scale

Reiman and Pietikäinen (2010) gör många viktiga påpekanden gällande indikatorer. De beskriver ett tillvägagångssätt för att välja och använda indikatorer:

Steg 1. Identifiera för säkerheten kritiska områden att fokusera på. Här spelar den bakomliggande modellen för säkerhet/olyckor stor roll. Faror som inte finns med i modellen kommer inte med.

Steg 2. Definiera aktiviteter som krävs för att hantera de säkerhetskritiska områdena.

Steg 3. Välj indikatorer.

1. Definiera drivande indikatorer för områden organisationen bör fokusera på för säkerhet
2. Definiera övervakningsindikatorer som visar att nödvändiga system, strukturer och processer är på plats.
3. Definiera feedbackindikatorer som speglar förändringar i utfall

Steg 4. Kontinuerlig insamling och analys av indikatordata.

Steg 5. Åtgärder.

I appendix ger de potentiella indikatorer av de tre kategorierna. Tabell 5.10 ger exempel på de olika typerna samt möjliga mått eller aspekter för bedömning.

Reiman and Pietikäinen (2010) refererar också till en rapport från STUK (Finlands tillsynsmyndighet för kärnenergiaktivitet). I den används 14 indikatorer uppdelade i tre kategorier: 1) kultur för säkerhet och kvalitet, 2) oönskade händelser (operational events) och 3) strukturell integritet. En av indikatorerna i kategori 2 är risk för processolycka som bygger på PRA-analyser.

5.5.5 Ytterligare några publikationer om traditionella indikatorer

T. Kongsvik, Almklov, and Fenstad (2010) argumenterar för att indikatorer för organisatorisk säkerhet, som de vanligen används, har en del begränsningar särskilt för mer komplexa orsakskedjor. De presenterar en metod OSC (Operational Safety Condition) (Sklet et al., 2010), som kompletterar användningen av indikatorer som utvecklats för olje- och gasindustrin. Det är en proaktiv metod för säkerhetsäkring och för identifiering av förbättringspotential. Metoden resulterar framför allt i en kvalitativ beskrivning av organisatoriska säkerhetsbarriärer. Metoden har mycket gemensamt med traditionella säkerhetsrevisioner. Fördelar är enligt författarna bl.a. att

1. OSC stöder organisatoriskt lärande
2. Anställda, entreprenörer och managers får tillfälle att diskutera kring säkerhet
3. Reflektioner i grupp kan generera effektiva åtgärder för ökad säkerhet
4. Åtgärder förankras och motivationen stärks vilket kan bidra till ett kliv till en högre nivå på Hudsons säkerhetskultursteg (P. T. W. Hudson, 2001). Se också avsnitt 5.9.2.

Metoden utvecklades initialt för kolväteläckor inom kemisk processindustri (off-shore och onshore).

Valet av indikatorer är viktigt eftersom de medför att management fokuserar på dem. Andra områden kan då försummas. Ett exempel som ofta ges, och som nämnts tidigare (se avsnitt 3.6), är fokusering på LTI (Lost time incidents), d.v.s. olyckor som medfört förlust av arbetstid. Sådana olyckor pekar på förhållanden bakom arbetsolyckor, men i mindre grad på förhållanden bakom organisatoriska olyckor.

Baker III et al. (2007) anser att BPs fokus på utfallsindikatorer och brist på predikterande indikatorer bidrog till att man inte uppmärksammade brister som bidrog till den stora olyckan i Texas City (se avsnitt 3.4).

Reiman et al. (2012) intervjuade 30 personer från 13 organisationer verksamma i kärnkraftssektorn i Sverige och Finland – de var från tillsynsmyndigheter, kärnkraftsföretag, expertorganisationer och kärnavfallshanterare. De flesta hade erfarenhet av chefsposition och hade arbetat i kärnindustrin i över 10 år. En fråga gällde vad den intervjuade skulle använda för indikatorer för att utvärdera säkerheten på ett kärnkraftverk. Ytterligare 10 intervjuer från ett annat projekt användes också i deras analys. En majoritet av de svarande poängterade att de skulle välja organisatoriska processer och praxis som organisationen måste ha för att nå en bra säkerhetsnivå. Exempel på indikatorer [områden att bedöma] som flera intervjuade gav är

- Säkerhetspolicyn och ledningens prioritering av säkerhet
- Antal negativa händelser
- Kvalitet på instruktioner
- Kompetens, attityder
- Anläggningens utformning
- Resurser
- Kvaliteten på PRA-analyser
- Ledningssystemet

Undersökningen var liten, men författarna menar att med fler intervjupersoner skulle man kunna få fram ett antal indikatorer som man skulle kunna enas om inom kärnenergiindustrin.

Chakraborty et al. (2003) påpekar i en rapport att en av de viktigaste och mest utmanande uppgifterna för kärnkraftsoperatörer och tillsynsmyndigheter är att känna igen tidiga signaler på att säkerheten urholkas p.g.a. inverkan från management, organisationen och säkerhetskulturen, innan olycka sker. Indikatorer kan användas för detta av både operatörer och tillsynsmyndigheter.

Användning av probabilistiska säkerhetsbedömningar, PSA, är enligt Chakraborty et al. det mest logiska sättet att kvantifiera effekten av förändringar på säkerheten och bör därför utgöra utgångspunkten vid val av indikatorer. Ett stort problem är att PSA-analyser inte tar hänsyn till inverkan från management, organisationen och säkerhetskulturen [skrevs 2003, utveckling pågår].

Vad som är orsaken till organisatoriska olyckor är en komplex fråga. Det är ofta flera organisatoriska faktorer – faktorer som också interagerar med varandra. Att fånga detta med indikatorer är svårt. Man kan därför inte enbart lita på indikatorerna. UK Health and Safety Executive (HSE) har publicerat en handledning för framtagning av processsäkerhetsindikatorer (HSE, 2006).

Goliat är ett norskt olje- och gasfält i Barents hav med produktionsstart planerad till sommaren 2014. Området är mycket känsligt ur ett miljöperspektiv. För politisk acceptans är det därför mycket viktigt att inga olyckor eller allvarigare incidenter sker. Ett forskningsprojekt "Building Safety" hade som en huvudmålsättning att ta fram tidiga varningssignaler för stora olyckor i Goliatområdet. I detta avsnitt nämns två artiklar som kommit ut från detta projekt.

Öien, Utne, and Herrera (2011) inleder med en översikt av utvecklingen av indikatorer sedan US NRC (Nuclear Regulatory Commission) initierade insatser på området. De tar sedan fram en teoretisk bas för utveckling av indikatorer för tidig varning för stora olyckor. Budskap från artikeln är

1. Mycket arbete har lagts ner på att utveckla indikatorer. Det borde ha utnyttjats mer av industrin. T.ex. borde mer fokus läggas på indikatorer för processindikatorer och mindre på indikatorer för personsäkerhet.
2. Mycket fokus har under senare tid varit på skillnad mellan utfallsbaserade och predikterande indikatorer. Detta får inte motverka utvecklingen av goda indikatorer som ger tidig varning för potentiella stora olyckor.
3. Resilience Engineering skulle kanske kunna bidra med indikatorer.

I en följande artikel presenterar Öien, Utne, Tinmannsvik, and Massaiu (2011) en översikt av indikatorer för tidig varning inom andra säkerhetskritiska områden

(kärnkraft, kemisk processindustri och flyg). De beskriver sedan sitt tillvägagångssätt för utveckling av indikatorer för tidig varning.

5.5.6 Resiliensindikatorer

Som nämnts tidigare handlar resiliens hos ett system om systemets förmåga till anpassning vid störningar eller förändrade förutsättningar, så att systemet kan fortsätta att fungera, och dess förmåga att snabbt komma tillbaka till säker drift om det ändå skulle överskrida gränsen för säker drift.

Herrera skriver i sin avhandling (Herrera, 2012), med referenser till Dekker (2005); Reason (2008); Reiman and Oedewald (2009); Weick (2001, 2009), att ett säkerhetsledningssystem, för att vara effektivt och proaktivt, måste

- se säkerhet som en dynamisk process och ett emergent fenomen
- hjälpa organisationen att balansera produktionskrav och behov av skydd
- förstå samverkan för säkerhet mellan det tekniska systemet, människan och organisationen
- vara uppmärksam på uppkommande möjligheter och inte bara på närvarande svagheter
- fokusera på organisatoriska processer, inverkan av kontexten och interorganisatoriska aspekter

Hon skriver också att indikatorer kan ses som ett navigationshjälpmedel för säkerhetsledning. Resiliensindikatorer bör således spegla dessa fem punkter.

Tabell 5.11. Hypotetiska CSFs för prevention av allvarliga avvikelser och för återföring till normaltillstånd om avvikelser ändå skulle hända (översättning från Störseth, Albrechtsen, and Rö Eitrheim (2010)).

<p>CSF1 Riskmedvetenhet</p> <p>CSF 1.1 Riskförståelse. Kunskaper och kompetens för att identifiera något som en fara</p> <p>CSF 1.2 Anticipation. Kunskap om vad som kan förväntas.</p> <p>CSF 1.3 Uppmärksamhet. Kunskap om vad man ska vara uppmärksam på. Monitora vad som är eller kan bli ett hot eller en möjlighet i en nära framtid.</p> <p>CSF2 Kapacitet att agera</p> <p>CSF 2.1 Respons. Kunskap om vad som ska göras vid vanliga eller ovanliga störningar antingen efter uppgjorda planer eller genom att anpassa normala rutiner till situationen</p> <p>CSF 2.2 Robusthet. Förmåga att motstå stress och klara krav</p> <p>CSF 2.3 Tillgång på resurser. Kapacitet att identifiera problem, prioritera, mobilisera resurser i tid</p> <p>CSF3 Support</p> <p>CSF 3.1 Beslutsstöd. För att en organisation ska vara resiliert behövs beslutsstöd, t.ex. för beslut som innebär produktion/säkerhetsavvägningar som t.ex. beslut om när produktionen ska minskas eller stoppas för att minska risk.</p> <p>CSF 3.2 Redundans. Det måste finnas redundans vad gäller såväl tekniska som personella resurser.</p>
--

Faktorerna ska tillämpas på individ, grupp och organisatorisk nivå.

Störseth, Tinmannsvik, and Öien (2009) presenterar resultat från det tidigare omnämnda projektet "Building Safety" (avsnitt 5.5.5) och beskriver ett tillvägagångssätt för operationalisering av resiliens i form av indikatorer. Från en litteraturstudie

och teoretiska studier av resiliens identifierades tre dimensioner med totalt åtta underdimensioner som är viktiga för att förhindra förlust av kontroll eller för att återvinna kontroll. De kallar dimensionerna för CSFs (Contributing Success Factors). Tabell 5.11 visar de tre bidragande succéfaktorerna (CSFs) med underdimensioner.

Störseth et al. (2010) rapporterar om en studie av CSF-faktorernas bidrag till lyckosam utgång av kritiska händelser. Nyckelpersoner från offshoreindustrin, som varit med vid tre kritiska högrisksituationer som man lyckats stoppa innan de utvecklade sig till olyckor intervjuades. Undersökningen visade att mycket få av delfaktorerna var tillgängliga vid de tre fallen. Författarna påpekar att deras studie bara är en förstudie med begränsad empiri. De diskuterade emellertid sig fram till att återföringen till normalläge skulle gått snabbare eller att de kritiska situationerna inte skulle ha uppkommit alls om CSF-faktorerna förekommit i de tre fallen.

Detta pekar på att brister i samspelet mellan olika organisatoriska nivåer bidragit till högrisksituationer. Författarna menar att deras CSFs och som de operationaliserats utgör en bra grund för analys av det viktiga samspelet.

Studien indikerar att CSFs färgade av resiliens är lovande verktyg för att indikera vad som behövs för att bygga upp kapacitet såväl för tidig identifiering av risk som för att hindra att kritiska situationer utvecklas vidare mot olyckor.

Ett resiliensbaserat angreppssätt börjar således med att identifiera attribut som karakteriserar en resilient organisation, om man följer metodiken från Building safety-projektet. Sedan bestäms indikatorer för vart och ett av attributen.

Som en fortsättning på dessa arbeten beskriver Öien, Massaiu, Tinmannsvik, and Störseth (2010) en metod för utveckling av indikatorer för tidig varning som baseras på "resilience engineering". Metoden benämns REWI-metoden (efter Resilience-based Early Warning Indicators). En förebild var LIOH-metoden (Leading Indicators of Organizational Health) utvecklad av EPRI (US Electric Power Research Institute).

De så kallade LIOH-indikatorerna (Leading Indicators of Organizational Health) (EPRI, 2000) utvecklades för att ge högsta ledningen information om hur säkerhetsledningssystemet fungerar. Sju viktiga teman (themes) identifierades

- Ledningens engagemang för säkerhet
- Uppmärksamhet på människors agerande
- Beredskap för problem
- Inbyggd flexibilitet för problemlösning
- Rättvis kultur
- En lärande kultur
- Transparens vad gäller säkerhet

LIOH-metoden bygger på ett samspel med användarna. De deltar i workshops för framtagning av karakteristika (issues) för varje tema och indikatorer för varje karakteristika.

I REWI-metoden ersattes LIOH-metodens sju teman med åtta attribut för resiliens vilka var undergrupperna CSF i,j i tabell 5.11. För varje attribut togs ett antal karakteristika (faktorer viktiga för attributet) fram. Sedan togs indikatorer fram för varje karakteristika.

Karakteristika och förslag till indikatorer togs fram i en serie av workshops med forskare med olika bakgrund och sedan med domänexperter. För REWI-metoden, till skillnad från för LIOH-metoden, har man tagit fram ett antal fördefinierade ka-

rakteristika och kandidatindikatorer till varje CSF. En avsikt med workshopen är att få fram bättre indikatorer. På detta sätt erhålls många indikatorer som enligt författarna måste reduceras till en hanterbar mängd – 10-15 st. Indikatorerna ska enligt metoden ses över och uppdateras regelbundet. (Störseth et al., 2009)

Tabell 5.12 visar karakteristika för CSF 1.1, och tabell 5.13 visar kandidatindikatorer för karakteristika 1.1.1.

Tabell 5.12. Karakteristika för CSF nivå 2 elementet ”Riskförståelse”. Översättning från Öien et al. (2010).

Nr	CSF nivå 2	Karakteristika
1.1	Riskförståelse	
1.1.1		Systemkunskap
1.1.2		Information om risker genom t.ex. kurser och dokument
1.1.3		Rapportering av incidenter, nära händelser och olyckor
1.1.4		Information om barriärers kvalitet
1.1.5		Information om barriärers supporterande funktioner
1.1.6		Diskussioner om SHM i reguljära möten
1.1.7		Uppgifter om säkerhetsprestationer efterfrågade av högsta ledningen
1.1.8		Kommunikation kring risk/resiliens på alla nivåer i organisationen

Tabell 5.13. Kandidatindikatorer för karakteristika ”systemkunskap”. Översättning från Öien et al. (2010)

Nr	Karakteristika	Kandidatindikatorer
1.1.1	Systemkunskap	
1.1.1.1		Medelvärdet av antal års erfarenhet med ett sådant system
1.1.1.2		Medelvärdet av antal års erfarenhet med detta specifika system
1.1.1.3		Andel av den operativa personalen som är involverad vid design och byggnation
1.1.1.4		Medelvärdet av antal utbildningstimmar under de senaste tre månaderna
1.1.1.5		Andel av den operativa personalen som fått utbildning om systemet de senaste tre månaderna
1.1.1.6		Antal gånger det skett brott mot regler för tillträde till systemet
1.1.1.7		Andel av den operativa personalen som känner till förutsättningarna för systemets utformning
1.1.1.8		Personalomsättning de senaste sex månaderna

Shirali, Mohammadfam, and Ebrahimipour (2013) har utifrån en litteraturgenomgång tagit fram sex principer eller indikatorer för att kvantifiera hur resiliens en organisation är. De sex indikatorerna är

- Engagemang från högsta ledningen: det innebär att säkerhet är ett huvudmål och prioriteras högre eller lika högt som andra mål organisationen har (Costella, Saurin, & de Macedo Guimarães, 2009)
- Rättvis kultur: Reason (1997) beskriver rättvis kultur som en atmosfär med förtroende, där anställda uppmuntras att rapportera väsentliga säkerhetsrelaterade iakttagelser

- Lärande kultur: Det innebär inte bara lärande från incidenter utan också från normalt arbete (Saurin & Carim Júnior, 2011)
- Medvetenhet och genomskinlighet: anställda ska vara medvetna om både den situation de är i och status på anläggningens försvar. De ska också vara medvetna om systemets säkerhetsgräns och hur nära gränsen systemet är (Hollnagel et al., 2006; Saurin & Carim Júnior, 2011)
- Beredskap: det innebär att systemet aktivt arbetar med att förutse olika hot och förbereder sig för att ta itu med dem (Hollnagel et al., 2006)
- Flexibilitet: det är systemets förmåga att omforma sig som svar på olika förändringar och variationer (Hollnagel et al., 2006)

5.6 Trötthet

I en artikel om stress och trötthet vid offshoreborrning redovisar Sneddon, Mearns, and Flin (2013) resultat av litteraturstudier. Trötthet medför minskad uppmärksamhet, och därmed ökad olycksrisk, eftersom de kognitiva resurserna utarmas p.g.a. fysisk ansträngning eller otillräcklig sömn (Rosenkind et al., 1994). Dawson and Reid (1997) fann att brister i kognitiv förmåga hos individer med bara måttfull sömnbrist var liknande dem som uppträder hos individer med alkoholvåer i blodet som överstiger den lagliga gränsen för att få köra bil. Effekter av trötthet är ökad tidsåtgång för kognitiva processer vilket innebär ökade reaktionstider, tunnelseende, uppmärksamhet samt minskad vakenhetsgrad och försämrad koncentrationsförmåga (Helmreich et al., 2004).

5.6.1 Organisatoriska faktorer som påverkar förekomst av trötthetsrelaterad risk

Organisatoriska faktorerens betydelse för hantering av risker med trötthet har uppmärksammats alltmer under senare år. Med referenser till Arnold (1999) och Arnold and Hartley (2001) räknar Gander et al. (2011) upp ett antal organisatoriska faktorer som påverkar förekomst av trötthetsrelaterad risk inom transportområdet:

- Den kulturella, reglerande och upprätthållande miljön
- Organisationens storlek
- Verksamhetens art
- Organisationens engagemang för säkerhet och hälsa (säkerhetskultur)
- Förekomst av säkerhetsledningssystem, inkluderande system för icke-straffande rapportering med säkerhetsrelevans
- Art och omfattning av arbetsledning
- Lönesystem (ackord, timlön, osv)
- Kunskap på alla nivåer om trötthet
- Individens upplevda kvalitet på arbetslivet och privatlivet

5.6.2 Ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker (FRMS)

Enkla, vanligt förekommande föreskrifter för arbetstider tar inte hänsyn till människans cirkadiska rytmer ("biologiska klockor"), ackumulerad trötthet och tid för återhämtning, tid för resa till och från jobbet samt verksamheter utanför jobbet. De ger bara en försvarslinje. Under senare år har det inom transportsektorn blivit alltmer vanligt att organisationer kan välja mellan att följa traditionella arbetstidsföreskrifter eller att ha ett ledningssystem för trötthetshantering (FRMS, Fatigue risk management system – ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker) med djupförsvar. Inom civilflyg används FRMS i stor utsträckning.

Flight Safety Foundation (2005) har tagit fram en modell för FRMS. Modellen föreslår att ett FRMS ska innehålla följande komponenter:

1. En policy för hantering av trötthetsrisker som är i samklang med myndighetskrav och avtal
2. Utbildning och ett träningsprogram för situationsmedvetenhet
3. En process för rapportering av trötthet med återkoppling
4. Procedurer och sätt att monitera trötthetsnivå
5. Procedurer för rapportering, utredning och dokumentering av incidenter som helt eller delvis kan hänföras till trötthet
6. Processer för värdering av information om trötthetsnivåer och trötthetsrelaterade incidenter, interventioner och värdering av effekterna av interventionerna

Gander et al. (2011) diskuterar och utvecklar nämnda komponenter.

ICAO har gett ut en manual för hantering av trötthetsrelaterade risker för tillsynsmyndigheter (ICAO, 2011) och tillsammans med IFALPA och IATA en 150-sidig manual för operatörer (IFALPA et al., 2011). Här ges bara en tabell som jämför komponenterna i ICAOs säkerhetsledningssystem med komponenterna i ledningssystemet för hantering av trötthetsrelaterade risker, FRMS (tabell 5.14).

Tabell 5.14. Jämförelse mellan komponenter i ICAOs säkerhetsledningssystem och IFALPAs, ICAOs och IATAs ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker (FRMS).

SMS – ramverk för ett säkerhetsledningssystem (ICAO – jmf tabell 2.1)	FRMS – ramverk för ett ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker
1. Säkerhetspolicy och säkerhetsmål	1. Policy och mål för FRMS
2. Riskmanagement	2. FRM processer <ul style="list-style-type: none"> • Identifiering av faror • Riskbedömning • Åtgärdande
3. Säkerhetsåkring (assurance)	3. Säkerhetsåkringsprocesser för trötthetsrisker <ul style="list-style-type: none"> • Monitering av FRMS prestationer • Förändringsledning • Ständiga förbättringar av ledningssystemet för hantering av trötthetsrelaterade risker
4. Säkerhetsfrämjande (safety promotion)	4. Säkerhetsfrämjande processer för trötthetsrelaterade risker <ul style="list-style-type: none"> • Utbildningsprogram • Kommunikationsplan för trötthetsrelaterade risker

5.7 Human Factors. MTO

5.7.1 Human factors/ ergonomi – vad är det?

Här tillämpas den definition på ergonomi som fastlagts av International Ergonomics Association (IEA) i en tolkning som gjorts av Ergonomi & Human Factors Sällskapet Sverige:

Ergonomi är ett tvärvetenskapligt forsknings- och tillämpningsområde som i ett helhetsperspektiv behandlar samspelet människa-teknik-organisation i syfte att optimera hälsa och välbefinnande samt prestanda vid utformning av produkter och arbetssystem.

http://www.ergonomisallskapet.se/foreningsdok/Vad_ar_ergonomi.html

I IEAs definition står ”ergonomics (human factors)” som visar att de ser begreppen som synonyma. Åtminstone i denna skrift ser vi MTO som ytterligare en synonym till ergonomi och human factors.

5.7.2 Human factors har en viktig roll

År 2000 publicerades en slutrapport till ett EU-projekt – ”Organisational factors. Their definition and influences on nuclear safety” (Baumont et al., 2000). Författarna börjar med att konstatera att ca två tredjedelar av alla incidenter som rapporteras från kärnkraftsanläggningar har mänskliga felhandlingar som direkt orsak eller som starkt bidragande orsak. De konstaterar också att en stor del av dem hade undvikits om organisationen hade vidtagit lämpliga åtgärder i förväg.

Som framkommer även i andra avsnitt har MTO/Human Factors en viktig roll när det gäller säkerhet. Exempelvis har mänskliga och organisatoriska faktorer mycket stor betydelse för resultatet av PSA-analyser om faktorerna tas med. Jag tar med några referenser som stärker och specificerar betydelsen.

Fernández-Muñiz et al. (2007) skriver i min översättning

att forskning visar att human factors spelar en stor roll vad gäller en organisations säkerhet (Attwood, Khan, & Veitch, 2006; Donald & Young, 1996; Hughes & Kornowa-Weichel, 2004; Jo & Park, 2003; Nivolianitou, Leopoulos, & Konstantinidou, 2004). Man brukar ange att human factors bidrar i över 80 % av alla olyckor – att andelen blir så stor beror på hög reliabilitet hos elektronik och mekaniska komponenter (Nivolianitou et al., 2004). Operatörerna utgör den sista barriären (Hofmann & Stetzer, 1996). Men operatörernas osäkra handlingar beror ofta på latent förhållanden i organisationen och i ledningssystemen (Hughes & Kornowa-Weichel, 2004; Kawka & Kirchsteiger, 1999; Reason, 1997; Sonnemans & Körvers, 2006). Dessa brister inkluderar speciellt bristande *instruktioner* eller brist på ändamålsenlig *utbildning* (Attwood et al., 2006; Hughes & Kornowa-Weichel, 2004; Kwon, 2006), bristande *motivation* (Kletz, 1993), brist på procedurer, dålig *uppgifts-utformning*, brist på *individens handlingsfrihet*, lågt *engagemang för säkerhet hos ledningen* (Rundmo, 1996), samt *inadekvata åtgärder vid brister* och *inadekvata ledningssystem* (Hofmann, Jacobs, & Landy, 1995; Kwon, 2006). Man har också uppmärksammat att säkerhetshantering spelar en stor roll för att åstadkomma och upprätthålla en hög säkerhetsnivå (Mitchison & Papadakis, 1999) och för att minska förluster.

Fernández-Muñiz et al. (2007) skriver också

Litteraturstudier visar på betydelsen av *management-, organisations- och kulturfaktorer* i processen som genererar olyckor (Brown, Willis, & Prussia, 2000; Demichela & Piccinini, 2006; Hofmann & Stetzer, 1996; Mearns et al., 2003; Zohar, 1980). Chernobylkatastrofen 1986 visade vikten av dessa faktorer, vilket resulterade i termen "säkerhetskultur" (Pidgeon & O'Leary, 2000).

Situationsmedvetenhet kan definieras som uppfattningen om ting och företeelser i omgivningen, förståelse av deras mening och uppfattningen om hur det ser ut om en stund. Sneddon et al. (2006) skriver med referenser

att analys av Deepwater Horizonolyckan visar att bristande *situationsmedvetenhet* (och bristande riskbedömningar) varit bidragande orsaker och fortsätter med att analys av tidigare olyckor inom offshorebranschen (borrning) också identifierat brister när det gäller att ta till sig relevant information från omgivningen som en gemensam bidragande faktor.

Sneddon et al. (2013) utförde en enkätundersökning på 185 arbetare inom gas- och oljeborrningssektorn utanför Englands kust. De fann

- att stress, sömnbrist och trötthet var relaterade till minskad situationsmedvetenhet.
- att den minskade situationsmedvetenheten var positivt relaterad till osäkra handlingar, incidenter och olyckor.

De skriver också:

Ökad *stressnivå* kan medföra minskad kapacitet hos arbetsminnet och minskad uppmärksamhet (Hockey, 1986; Hancock och Szalma, 2008).

samt att

Samband mellan *stress* och olyckor har redovisats inom offshore-industrin (Sutherland & Cooper, 1986, 1996).

Jo and Park (2003) fann

att olycksfrekvensen minskade då *osäkert beteende* minskade vilket minskade förlust av liv och material.

Det är mina kursiveringar ovan. De markerar faktorer som jag ser som helt eller delvis ingår i human factors/ergonomi/MTO och som är viktiga för säkerheten. De är samlade i tabell 5.15.

Tabell 5.15. MTO-faktorer viktiga för säkerheten (kursiverade). Från i avsnitt 5.7.2 refererade artiklar/rapporter.

bristande <i>instruktioner</i>	<i>inadekvata åtgärder vid brister</i>
icke ändamålsenlig <i>utbildning</i>	<i>management-, organisations- och kulturfaktorer</i>
bristande <i>motivation</i>	<i>situationsmedvetenhet</i>
dålig <i>uppgiftsutförande</i>	<i>stress, sömnbrist och trötthet</i>
brist på <i>individens handlingsfrihet</i>	<i>osäkert beteende</i>
lågt <i>engagemang för säkerhet hos ledningen</i>	

5.8 Ledning, ledarskap

Ledningens agerande i säkerhetsfrågor har stor betydelse. Vinodkumar and Bhasi (2010) studerade inverkan av management på säkert beteende och beteenden för säkerhet. Deras empiri kom från åtta säkerhetskritiska processindustrier i Indien. De använde sex managementkomponenter (se tabell 5.16) och studerade hur de påverkar kunskap som behövs för säkerhet, de anställdas motivation att bidra till säkerhet, de anställdas efterlevnad av säkerhetsregler samt de anställdas deltagande i säkerhetsarbete. De fann klara positiva samband.

Tabell 5.16. Sex managementkomponenter som Vinodkumar och Bhasi (2010) fann hade samband med säkert beteende och beteenden för säkerhet.

managements engagemang för säkerhet
utbud av säkerhetsutbildning
managements inställning till anställdas deltagande i säkerhetsarbete (management tillfrågas, lyssnas på, deltar i möten där säkerhetsfrågor diskuteras och löses)
managements agerande för kommunikation kring säkerhet
förekomst av regler och procedurer
managements uppskattning av säkert arbete

5.8.1 Säkerhetsintelligens

Hela avsnittet är hämtat från en vitbok utgiven av EUROCONTROL (2013). Vitboken har titeln ”Safety Intelligence for ATM CEOs – a White Paper”⁷ och riktar sig främst till verkställande direktörer verksamma i flygledningsorganisationer, men även till styrelser och högre chefer inom samma område.

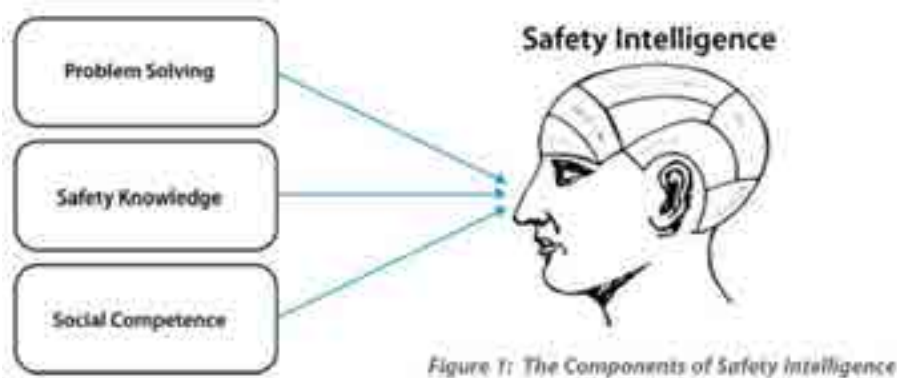
EUROCONTROL har intresserat sig för de högsta chefernas roll inom flygledningsområdet. Cheferna har en svår roll när det gäller att balansera säkerhet mot andra viktiga områden som kostnader, miljö, kapacitet och effektivitet. Flygledning är också ett område som kontinuerligt förändras, i Europa inte minst p.g.a. en pågående övergång till ”a Single European Sky”. Teknikutveckling, en snabb ökning av antalet flygrörelser/år, ökande trängsel i luftrummet och en hårdnande konkurrens bidrar också. Eurocontrol har konstaterat att branschen skött sig bra med ingen flygledningsinducerad olycka med dödsfall under de senaste 10 åren.

Vitboken är baserad på en undersökning med över 60 exekutiva chefer från ett dusin flygledningsleverantörer i Europa och Nordamerika. Cheferna har tillfrågats om hur de hanterar säkerhet, vad de fokuserar på och hur de leder säkerhetsarbetet inom sina organisationer. Lärdomarna har samlats under begreppet säkerhetsintelligens (safety intelligence).

Säkerhetsintelligens består av tre komponenter (se figur 5.3)

- Kunskap inom säkerhetsområdet
- Problemlösningsförmåga och
- Social kompetens

⁷ ATM – Air Traffic Management; CEO – Chief Executive Officer



Figur 5.3. Komponenter i säkerhetsintelligens. Från EUROCONTROL (2013).

Komponenterna beskrivs nedan.

Kunskap

Verkställande direktören måste inte ha en djup förståelse av säkerhet – det ska säkerhetsdirektören ha. Men VD måste veta hur säkerhetsorganisationen fungerar och kan falla och vilka som är organisationens starka och svaga sidor avseende säkerhet. EUROCONTROL ger en frågelista som VD kan använda för eget bruk eller tillsammans med säkerhetschefen eller hela styrelsen:

1. Vilka är de fem största säkerhetsriskerna i din organisation?
2. Vad görs mot var och en av dem?
3. Har du en internt publicerad policy för rättvis kultur i din organisation?
4. Hur ofta ger du ett budskap om säkerhet till din personal?
5. Är säkerhet en stående punkt i styrelsens dagordning?
6. Kan du räkna upp tre styrkor och tre svagheter i organisationens säkerhetskultur?
7. Vad är för närvarande det allvarligaste operationella säkerhetshotet mot din organisation?
8. Vilka är de tre viktigaste human factorsområdena som din organisation bör fokusera på för att säkerställa säker verksamhet i din organisation?
9. Vilka är dina två bästa enheter (t.ex. flygledartorn eller kontrollrumscentral) beträffande säkerhet? Och vilka två är mest sårbara?
10. Nämn två lärdomar från incidenter eller säkerhetsstudier som har omsatts till praktik i din organisation?
11. Är säkerhet representerad på direktörsnivå?
12. Diskuterar du säkerhetsfrågor med kolleger i systerorganisationer?

Problemlösning

För VD är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv. Själva problemlösningen görs bäst i team. Vitboken beskriver 10 råd för problemlösning och pekar på hur Human factors kan utnyttjas. Se tabell 5.17.

Tabell 5.17. Tio råd för problemlösning (EUROCONTROL, 2013).

1. Utilise face-to-face meetings with those affected/involved (ATCOs, pilots, airlines, etc.), whether with individuals, or groups, or chiefs, or other group leaders. Let the controllers know they are not being blamed for anything.
2. Weigh up all the evidence, including comments and complaints as well as the more objective data. See behind the symptoms and the statistics to the underlying causes.
3. Internal relations: let the controllers know that it is being taken seriously, that their issues are being considered.
4. Throughout discussions, maintain safe performance as the business imperative, before capacity and demands from external stakeholders, because without safety there will be no business. Make this clear to everyone.
5. Customer relations: keep the peace with external stakeholders, without ‘folding’ to external pressure – let them know that the issue is being investigated and addressed. This can prevent an increase in external pressure and a subsequent degradation of performance.
6. Transparency: explain the questions you are going to ask, and the questions you are going to answer once you have the evidence.
7. Set up a task force to look at the issue(s), or ask an existing panel to investigate, involving some of those affected. Let people know it is happening and that the panel will report to the Board as well as back to staff.
8. Consider short-term actions to relax the situation (e.g. ‘flash’ notices to controllers on the issue, what is known about it and what is being done; additional staff; turn the traffic down; etc.). These of course have to be followed by longer term solutions.
9. Use Human Factors expertise and/or organisational psychologists to explore what is really going on.
10. Communicate with frequent, regular updates. Communication can take the ‘heat’ out of situations.

Social kompetens

Viktigt för VD är att kunna uttrycka sitt engagemang för säkerhet genom sitt sätt att leda. Engagemanget måste vara äkta och inte bara läpparnas bekännelse. Men i styrelsemöten måste varje säkerhetsåtgärd vara väl motiverad så att alla i styrelsen (eller tillräckligt många) blir övertygade om att åtgärden är befogad – det krävs social kompetens. EUROCONTROL ger en lista på 20 olika sätt för VD att visa sitt engagemang för säkerhet och ge prov på bra ledarskap för säkerhet. Se tabell 5.18.

Tabell 5.18. EUROCONTROLS lista på 20 olika sätt för VD att visa sitt engagemang för säkerhet och ge prov på bra ledarskap för säkerhet (EUROCONTROL, 2013).

1. Have an active Safety Strategy to drive your ANSP's* vision of safety, and an annual summary that reviews safety progress against specified targets for safety improvement and investment. Enlist people in this vision.
2. Have a twice-yearly or yearly 'Safety Day', where managers and staff can gather to discuss safety issues. As CEO*, you will be present, as will your directors.
3. Send out a monthly safety message – either a status of your ANSP's* safety performance (safety statistics, recent incidents, etc.), or a motivational message about safety. Use whatever media suits your style (from formal memo to 'blog')
4. Visit an ACC or tower once a quarter.
5. Have safety as the first item on the regular Board Agenda. [At any rate, have it as a standing item, and definitely not last on the Agenda, as that sends a poor message.]
6. Have your Safety Director/Manager present (concisely) the quarterly incident rates, how your ANSP* is doing, any potential threats or trends or safety issues, progress on safety surveys and safety culture, etc. [your ANSP's* 'safety health']
7. Meet regularly with your Safety Director/Manager (e.g. weekly). Treat the Safety Director as you would Dir. Ops, Dir. Finance, etc.
8. Ensure your Safety Director / Manager works well with all the other Directors and keeps them up to date – it is not good for anyone to have 'surprises' at Board meetings.
9. Occasionally ask other Directors about safety – how they are doing on relevant aspects of the SMS, or simply if they have any concerns or ideas on safety.
10. Have an independent safety culture survey of your ANSP*, support it and encourage all staff to participate, endorse its findings, and enact some or all of the recommendations.
11. Consider safety at the start of projects, rather than at the end, so that safety is 'built in' during the design and development stages rather than 'rubber-stamped' at the final approval stage.
12. Set up feedback channels (safety groups) so you get relatively unfiltered bottom-up feedback.
13. Challenge your Directors, ask them "How do we know we are safe? Where is the evidence? If I go down to the Ops room or into Engineering will they agree we are safe?"
14. Ensure your Safety Director is up to date with safety approaches and standards in other ANSPs. Meetings such as the EUROCONTROL Safety Team, and CANSO* Safety meetings, are useful networking opportunities to see what other ANSPs* are doing, and also what is working and what is not.
15. Talk to the unions about safety. Tell them it is something you should work together on with a common vision, rather than it being used as a bargaining chip by either side.
16. Bring up safety issues or questions with external partners, including other ANSPs*, airports and the airlines. Ask them what they are doing on safety.
17. Pick a safety case and ask your Safety Director to lead you through it. Make sure (s)he explains it until you understand and are confident in its results.
18. Have at least one 'safety investment project' where new equipment/procedures or training are being implemented to improve safety. Have some current controllers involved in this project from the start. Ensure they feed back to their colleagues.
19. [Advanced] Develop a 'safety dashboard' based on safety performance indicators and progress on the top 3 or 5 risks that is reviewed at each Board meeting. Ensure that some of the indicators include the more 'qualitative' issues related to safety maturity, safety culture and Human Factors.
20. [Advanced] Run an 'accident' simulation exercise, wherein the Board spends a day led by specialized consultants experiencing what would happen if your ANSP had an ATM-induced accident (i.e. the ensuing interactions with lawyers, police, media, ministries, etc.), and how to manage it. EUROCONTROL can advise on how to do this.

* ANSP = Air Navigation Service Provider; CEO = Chief Executive Officer; CANSO = Civil Air Navigation Service Organisation, internationell organisation för flygtrafikledningsföretag

5.9 Säkerhetskultur

Säkerhetskultur behandlas i en samtidig systerrapport till Strålsäkerhetsmyndigheten (Ek, 2014). Jag hänvisar till den. Här följer några kortfattade kompletteringar som behövs för denna rapport.

5.9.1 Två sätt att betrakta säkerhetskultur

Glendon och Stanton skiljer på ett funktionalistiskt perspektiv och ett ”interpretativt” perspektiv på säkerhetskultur. Enligt det funktionalistiska perspektivet betraktas kultur som ett managementverktyg. Enligt det interpretativa perspektivet är kultur en kollektiv egenskap hos alla medlemmarna i organisationen som är svår att styra.

Det interpretativa perspektivet är dominerande inom forskningsvärlden. Likväl nämner jag i nästa avsnitt (5.9.2) ett exempel, som T. Ö. Kongsvik et al. (2014) klassar som huvudsakligen funktionalistiskt. Jag nämner det eftersom det kommit upp som ett intressant exempel vid en intervju med en säkerhetschef inom Shellkoncernen.

5.9.2 Hudsons fem nivåer av säkerhetskultur

Westrum (1993, 2004) klassificerar säkerhetskultur utifrån hur information, relevant för säkerheten, hanteras i tre nivåer: Patologisk, byråkratisk och generativ. Hudson (2007) expanderade Westrums klassificering till fem nivåer – patologisk, reaktiv, beräknande (calculative), proaktiv och generativ och introducerade ”HSE⁸ Culture Ladder” och verktyg för att klättra upp i stegen. Dimensioner av säkerhetskultur som kommit fram som viktiga vid många studier har sedan försetts med frågor så att varje dimension kan klassificeras som patologisk, reaktiv, beräknande (calculative), proaktiv eller generativ (Parker, Lawrie, & Hudson, 2006). Shell använder detta – se kapitel 6 och tabell 6.4.

5.9.3 Resilient säkerhetskultur

Detta begrepp som myntats av Akselsson, Ek, Jagtman, Koornneef, and Stewart (2013) är nytt, under utveckling och har ingen större spridning. Och avsikten med detta avsnitt är inte att sprida det vidare utan att få fram en par tänkvärda aspekter från konceptet. En aspekt är att säkerhetskulturen i en stor organisation inte kan förutsättas vara homogen. Ett bevis har presenterats av Zohar som studerade 53 arbetsgrupper i ett tillverkningsföretag där han noterade variationer mellan grupperna när det gällde säkerhetsrelaterade uppfattningar. Akselsson et al. talar om att det kan vara hål i kulturen av tre slag. Det kan finnas personer eller grupper med mycket låga poäng i säkerhetskulturundersökningar vilket inte behöver vara framträdande från medelvärdet över hela organisationen. Likaså kan det finnas aspekter (dimensioner som inte behöver vara oberoende) med låga poäng. Den tredje typen är ”hål i tiden”, d.v.s. perioder då säkerhetskulturen, eller teoretiskt riktigare, säkerhetsklimatet är dåligt av skäl som arbetsmarknadskonflikt, friställningshot, många sjuka, underbemanning. Denna tredje typ är relaterad till resilienskomponenten antecipation – dessa hål kan ofta förutses och motverkas i en resilient organisation.

Den andra aspekten, som också kommit fram under detta projekts intervjudel, gäller rättvis kultur. Det är vanligt att management anser och säger att kulturen är rättvis, men att de anställda inte vågar lita på det och därför inte rapporterar, speciellt inte egna misstag. Detta utgör en hämsko för ständiga förbättringar av ledningssystemet.

⁸ HSE = Health, Safety and Environment

Det finns mycket litteratur om vikten av en rättvis kultur – eller till och med en kultur där ingen straffas för felhandlingar – för god rapportering. Men vanligast är att en rättvis kultur förespråkas (Reason, 1997). Reason (1997) redovisar också ett beslutsträd för att stödja bedömningen om en osäker handling ska bedömas som straffbar i någon mening. Ett substitutionstest utgör en viktig del i beslutsträdet. Vid ett substitutionstest frågar man sig om det är troligt att en annan person i samma situation och med samma förkunskaper och erfarenheter skulle ha handlat annorlunda än den som gjort en ”felhandling”. Är svaret ”troligtvis inte” eller ”nej” så har skuldbeläggning ingen annan funktion än att dölja systemsvagheter och skylla på ett av offren (Johnston, 1995). Det finns liknande varianter av beslutsträdet, bl.a. har Akselsson (2014) lagt till en modul för att undvika den ”stokastiska fällan”. Med enkla Monte Carlo-beräkningar visas att personer med identiska egenskaper kan drabbas av mycket olika många incidenter även vid lika arbete och omständigheter. Det räcker inte med en från ledningen uttalad rättvis kultur – kulturen måste också uppfattas som rättvis av potentiella rapportörer. Ledningen måste då förstå att det är mänskligt att fela och förstå att den som varit med om flera incidenter kan vara en som arbetar säkrare än en som inte drabbats av någon incident.

Det kan finnas gränsfall vid användning av substitutionstestet och beslutsträdet som avgör åtgärd vid felhandling. Sådana gränsfall kan vara svåra att hantera. Det är viktigt att potentiella rapportörer, d.v.s. alla i organisationen, har förtroende för dem som bestämmer skiljelinjen (Dekker, 2007). Grote (2012) ger ett exempel på hur rapporter kan tas om hand hämtat från Swiss Air. Där finns en överenskommelse mellan högsta ledningen och piloternas fackförening att intervjuer om händelser hanteras konfidentiellt i en liten grupp såvida inte grov oaksamhet upptäcks. Stewart, Akselsson, and Koornneef (2009) har rapporterat om ett liknande arrangemang vid flygbolaget easyJet.

5.10 Några erfarenheter från flygsektorn

5.10.1 Inledning

Från boken ”Implementing Safety Management Systems in Aviation” (Stolzer et al., 2011) tar jag bara upp några punkter från kapitel 6 (Yantiss, 2011). Yantiss har som gruppleddare medverkat i över 65 revisioner av internationella flygbolag och rekommenderat dem för IOSA⁹-registrering (Stolzer et al., 2011). Jag tar med en del som kompletterar eller förstärker övrigt innehåll i denna rapport.

Yantiss menar att införandet av SMS-konceptet representerar en övergång från en reaktiv kultur som syftar till att täppa till de senast upptäckta hålen till en proaktiv kultur där fokus är på att identifiera, förutse och motverka faror, som hänger ihop med förändringar innan de är implementerade.

Yantiss erfarenhet är också att införande av SMS-element kan minska kostnader. Ett exempel på det är att införandet av SMS för en större operatörs marktjänst minskade kostnaderna för förlorad arbetstid (LTI) med 13 % och kostnaden för skador med 41 % (vilket var nästan 10 US M\$). Källor för information om existerande faror var incidentanalyser, interna utvärderingar på koncern-/bolagsnivå, revisionsrapporter på processnivå, flygdata (svarta lådan) och externa källor som tillsynsmyndigheter. Analys av data från de olika källorna gav ett holistiskt perspektiv på risker i verksamheten. Farorna prioriterades efter frekvens och allvarlighet. Yantiss menar att det

⁹ IOSA = IATA Operational Safety Audit; IATA = International Air Transport Association

goda resultatet berodde på att ansvarig chef, de anställdas fackförening och linjeledningen deltog genom hela processen. *Vi har alltså här ett exempel på att engagemang från högre chefer, mellanchefer och de anställda ansetts som viktigt för ett gott resultat av SMS både vad gäller ekonomi och säkerhet.*

Det finns en strävan inom ICAO att ta fram krav och standarder som alla länder kan acceptera. Yantiss menar att gemensamma krav på regler främst gäller flyg och sjöfart.

Yantiss presenterar kärnan i ICAOs 12 element (se tabell 2.1) och arbetsätt som varit framgångsrika för många operatörer.

Yantiss refererar till en artikel av Taleb, Goldstein, and Spitznagel (2009) som handlar om de sex vanligaste misstagen som ledningsgrupper gör gällande riskhantering. Han menar att dessa misstag också görs inom flygsektorn och bör undvikas. De är

- Misstag 1. Vi tror att vi kan hantera risker genom att förutse extrema händelser.
Vi måste i stället minska sårbarheten, vara proaktiva och ta fram bra beredskapsplaner.
- Misstag 2. Vi är övertygade om att studier av det förgångna hjälper oss att hantera risker.
Vi måste ändra strategi från att lappa och laga till att använda förutseende indikatorer för att minska risker.
- Misstag 3. Vi lyssnar inte på råd om vad vi inte bör göra.
SOPs (Standard Operating Procedures) innehåller många råd om vad man ska göra och hur och många råd om vad man inte ska göra. Det går 15 000 avvikelser på en olycka vilket gör att vi inte har respekt för "gör-inte"-regler. Kulturen måste vara sådan att säkerhetsregler följs.
- Misstag 4. Vi antar att standardavvikelsen är ett mått på risk.
Om vi är sju standardavvikelser ifrån gränsen till olycka så är vi praktiskt taget säkra om variationerna vore normalfördelade. Men i verkliga livet kan variationerna överstiga 10, 20 och ibland även 30 standardavvikelser, skriver Taleb et al.
- Misstag 5. Vi fattar inte att det som är matematiskt lika inte behöver uppfattas som lika av människor
Yantiss skriver att det är viktigt att man använder samma procedurer och uttrycker sig likadant i hela organisationen inom riskområdet.
- Misstag 6. Vi har lärt oss att effektivitet och maximering av värde för ägare inte tolererar redundans.

5.10.2 Några nedslag i vad Yantiss tar upp om komponent 1 – säkerhetspolicy och mål

Ledningens policy kring rapportering är viktig. Policydokumentet brukar tala om att företaget har en icke straffande rapporteringsprocess. Många har konfidentiell rapportering där den rapporterade blir anonym för tillsynsmyndighet och företagsledning.

FAA (Federal Aviation Administration i USA) har infört ett intressant program ASAP (Aviation Safety Action Program) för att öka rapportering av fel, allvarliga risker, och oavsiktliga överträdelse av säkerhetsföreskrifter. Rapporterna granskas

av en kommitté bestående av en person från vardera av företagets ledning, FAA och den anställdes fackförening. Kommittén har hjälp av företagets säkerhetsavdelning för analysen. Hur denna process fungerar varierar stort från operatör till operatör. Stora operatörer kan få så många som 10 000 rapporter per år. Antalet rapporter minskar om de anställda tappar förtroendet för systemet.

I komponent 1 ingår ansvarsfördelning. ICAO skiljer på två typer av ansvar nämligen

- accountability – ansvar för att något blir gjort (eventuellt av någon annan) – den som har det ansvaret står också till svars för att detta något blir gjort, och
- responsibility – ansvar att agera.

Yantiss har funnit att begreppen ofta missförstås. [i svenskan använder vi samma ord ”ansvar” för båda begreppen].

ICAO har introducerat begreppet ’safety services’, vilket står för att säkerhetsavdelningen ger service till organisationen men är inte ansvarig (accountable) för resultatet. Organisatoriskt ska dessa serviceavdelningar vara oberoende från de operativa avdelningarna och rapportera direkt till ansvarig chef.

För element 1.4 (i tabell 2.1: Koordination av planering för krissituation) poängterar Yantiss att nycklar till framgång är att

- högsta ledningen deltar och ger stöd vid beredskapsövningar
- ledning vid olyckor måste tränas ofta
- man inte missar att ge nyckelpersoner praktisk utbildning för att den interfererar med den dagliga verksamheten

Övning fyra gånger per år kan vara bra. Det gäller att många är övade så att de som är i tjänst vid en eventuell olycka är övade speciellt som de första timmarna efter en olycka är viktiga. Yantiss understryker att det är viktigt att öva kommunikation.

5.10.3 Några nedslag i vad Yantiss tar upp om komponent 2 – riskhantering

Yantiss anger fyra typer av primära källor för riskidentifiering: externa, företagsinterna, funktionella, individuella.

Externa källor är olika tillsynsmyndigheter som gör revisioner och inspektioner. Tillsynsmyndigheter övergår alltmer till predikterande indikatorer. Återkopplingen från externa revisioner och extern tillsyn är en viktig källa för riskidentifiering.

Säkerhetsavdelningen är en företagsintern källa. Den gör undersökningar på uppdrag av ansvarig chef.

Processägarna är en viktig funktionell källa eftersom de har kontinuerlig kontakt med processerna och därför har de bästa möjligheterna att direkt kunna identifiera uppkomna faror.

Beträffande de individuella källorna så föredrar Yantiss att varje anställd tänker i hot- och avvikelshanteringstermer (TEM = Threat and Error Management) medan ledningsteam tänker i termer av identifikation av risker och åtgärder mot dem. Yantiss anger tre sätt att förlora en rapportrande kultur:

1. straffa rapportören,
2. gör ingenting med anledning av rapporter och
3. ge ingen återkoppling.

Han menar också att det är viktigt att ha en skriftlig överenskommelse mellan säkerhetsavdelningen och respektive fackförening som beskriver hur händelseanalyser ska genomföras. [Jag tror att överenskommelsen får bäst effekt om den är mellan högsta ledningen och fackföreningarna]

5.10.4 Ett verktyg för säkerhetssäkringen

Många operatörer inom flygsektorn har valt att lägga säkerhetssäkringen (safety assurance) på kvalitetsavdelningen.

Yantiss menar att säkerhetssäkring, d.v.s. övervakning och mätning av säkerhetsfunktioners prestanda, kan göras genom att bedöma organisatoriska processer utifrån följande perspektiv:

- Ansvar: Vem har ansvar för de operativa aktiviteterna (planera, organisera, leda och kontrollera) och för genomförandet?
- Befogenheter: Vem har befogenheter att leda, kontrollera eller ändra procedurer och vem kan fatta beslut t.ex. om acceptans av säkerhetsrisker?
- Procedurer: Specificerade sätt att utföra aktiviteter som översätter målsättningar till praktiska aktiviteter
- Styrning: Element i systemet som hårdvara, mjukvara och procedurer utformade för att hålla operativa aktiviteter på rätt spår
- Gränssnitt: analys av ansvarsfördelning mellan avdelningar, kommunikationskanaler i hela organisationen; och harmonisering av procedurer mellan olika grupper.
- Processmått: Sätt att ge återkoppling till ansvariga chefer om att processers utfall är som förväntat eller ej

Detta verktyg är användbart för tillsynsmyndigheter, kvalitets- och säkerhetsavdelningarna samt avdelningschefer.

Yantiss menar dock att verktyget kan vara svårt att hantera utan praktisk utbildning i kvalitetssystem eller sex sigma.

5.11 Övrigt

5.11.1 Entreprenörhantering

Sutton (2012a), p 29, menar att det nog inte är en överdrift att påstå att av alla utmaningar som offshoreledare möter gällande säkerhet, så är det relationerna med entreprenörerna som ger de största problemen.

Från Schaltegger and Herzig (2011) har jag hämtat följande:

Ledningssystem för Säkerhet, Hälsa och Miljö (SHM) har blivit vanligt för ledning och revision av leverantörskedjor. Stora företag försöker få leverantörer att leva upp till sina egna SHM-mål. Schaltegger & Herzig beskriver en fallstudie där ett stort oljebolag A, använder sig av ett utvärderingssystem för att utvärdera en leverantör Bs SHM-ledningssystem. A ställer krav på utvärderingsresultatet för att B ska få leverera till A.

Utvärderingssystemet framgår av tabell 5.19.

Tabell 5.19. Utvärderingssystem för SHM-ledningssystem.

Primära faktorer	max p	Sekundära faktorer	max p
1. Policy	10	11. Professionellt stöd för SHM	15
2. Beredskapsplan	10	12. Yrkeshygien	20
3. Säkerhetsregler - säkerhetsmanual	10	13. Miljö	20
4. Introduktionsprogram för nyanställda	10	14. Statistik över skador och sjukdomar	10
5. Program för SHM-möten	10	15. Incidentundersökningar	15
6. Program för SHM-utbildning	10	16. Underleverantörer	20
7. Hantering av material och utrustning	10		
8. Personlig skyddsutrustning	10		
9. Inspektionsprogram för SHM	10		
10. Procedur för rapportering av olyckor	10		
Viktfaktor för gruppen: 70 %		Viktfaktor för gruppen: 30 %	

Innehållet i de olika faktorerna beskrivs kort i artikeln. Exempelvis bedöms för faktor 13 ”Miljö” om leverantören har ett miljöledningssystem som bygger på eller som är certifierat med avseende på ISO 14001.

A utförde en revision och poängsatte de 16 faktorerna. Med hjälp av viktfaktorerna enligt tabell 5.19 beräknades ett värde för Bs SHM-hantering i skalan 1-100. Värdet blev 46 vilket var strax under As minimikrav 50 poäng. Före revision gjordes ett avtal mellan A och B som innebar att B skulle ta tillbaka sin offert och jobba med att förbättra sitt SHM-ledningssystem om erhållna poäng understeg 50. Efter sex månader skulle B få lämna in en offert igen. Det fanns också en klausul som innebar att om en olycka/incident skulle inträffa i Bs verksamhet innan den nya offerten inlämnades så skulle sex månader räknas från incidents-/olycksdagen. Detta gav leverantören B ett starkt incitament att arbeta med SHM eftersom en förlust av sin största kund vore ödesdigert för B.

För var och en av de 16 faktorerna gjorde B en uppskattning av vad kostnaderna var för att höja SHM-resultatet med 1 poäng. Detta kunde sedan användas för att avgöra var B skulle satsa medel för att med marginal komma över minimivärdet 50 poäng, samt långsiktigt för ytterligare förbättringar. Fallet är ganska utförligt beskrivet.

Det är intressant att lära hur ett företag i säkerhetskritisk verksamhet kan arbeta med sina leverantörer (och entreprenörer) och hur de olika faktorerna värderas.

5.11.2 Utbildning och kompetens

5.11.2.1 Teamträning

På senare år har många säkerhetskritiska industrier börjat med teamträning speciellt för koordinerat samarbete i kritiska situationer. Detta är en följd av olycksanalyser som visat att bristande koordination signifikant bidragit till olyckor (Sales, Wilson, Burke, & Wightman, 2006). Flyget var först med träningsprogram som fokuserar på ledarskap, beslutsfattande och kommunikation (Crew Resource Management – CRM). Liknande utbildningar finns nu inom andra sektorer. De ges ibland med

andra benämningar som t.ex. Team Resource Management, TRM, eller Bridge Resource Management, BRM.

Det är viktigt att ha målsättningen klar för sig vid utformning av utbildning. Vill man minska osäkerheten (uppnå stabilitet), eller eftersträvar man flexibilitet så människorna i systemet ska kunna hantera variationer? I det förra fallet fokuseras utbildning på drillning i korrekt agerande enligt föreskrivna rutiner. Simulatorträning inom flyg- och kärnkraftssektorerna har varit inriktade på sådan drillning då det ökar sannolikheten för korrekt agerande även i stressande situationer. På senare år har utbildning i adaptivt beslutsfattande och problemlösning också införts, vilket är i linje med flexibilitetsparadigmet (Sales, Nichols, & Driskell, 2007). Avvägningen mellan stabilitet och flexibilitet diskuterades i avsnitt 5.2.3.

Grote (2012) påpekar skillnaden mellan målsättningen med teamutbildning för ett homogent team och för ett heterogent team. I det förra fallet är avsikten att motverka självbelåtenhet och övertro på gemensamma uppfattningar och antaganden. För heterogena team är utbildningen först och främst viktig för att skapa en gemensam förståelse och förmåga att hantera skillnader mellan individernas bakgrund, värderingar och perspektiv.

I en rapport till Luftfartsstyrelsen presenterar Dahlström, Laursen, and Bergström (2008) grunderna i CRM och hur man bedömer CRM-färdigheter.

5.11.2.2 Cave förlust av kompetens

Sutton (2012e) tar i sin bok upp problemet med förlust av organisatoriskt minne i samband med pensionsavgångar och förlust av kunnig och erfaren personal av andra skäl. Suttons råd är att organisationer ska vara rädda om sin erfarna personal och ge yngre gott om tid att absorbera kunskap från sina seniora medarbetare.

[Detta ligger i linje med en hörnsten i resilience engineering (se 8.2.3), nämligen att ett företag ska vara förutseende – pensionsavgångar kan förutses i god tid så att upplärning av yngre kan påbörjas. Ännu mer förutseende är att bygga upp redundans av kunskaper och erfarenheter inom organisationen.]

5.11.3 Viktiga element i ledningssystem för intervention för ökad säkerhet

Här beskrivs en studie Hale, Guldenmund, van Loenhout, and Oh (2010) som utvärderade ett antal projekt som använde olika interventioner för ökad säkerhet. Avsikten var att vinna insikt i viktiga element för säkerhet i ett ledningssystem.

Under åren 2004-2008 genomfördes med statligt stöd ett antal projekt i Nederländerna för att reducera antalet arbetsolyckor genom att förändra säkerhetskultur och arbeta med element i säkerhetsledningen. Ett forskningsprojekt (Hale et al., 2010) kopplades till den statliga satsningen för att identifiera typer av interventioner som är relevanta för framgång, d.v.s. bidrar till färre olyckor. 29 företag studerades i vilka 298 interventioner gjordes. Företagen tillhörde vitt skilda branscher. Men företagen var inte slumpvis utvalda utan bestod av företag som ville arbeta med förbättringar av säkerheten och kanske redan hade gjort så en tid. Författarna varnade för användning av resultaten på företag i andra skeden i sin utveckling mot säkerhet. För att mäta säkerheten hos företagen använde forskarna kvantitativa mått som företagen använde som t.ex. antalet olyckor med frånvaro dagen efter, förlorade arbetsdagar, antal ”första hjälpen”-insatser, samt där så var möjligt mått på säkerhetsaktiviteter, som frekvens av rapporter om farliga situationer (positivt med många), frekvens av rapporter om osäkert beteende och säkerhetsklimatpoäng från enkätunder-

sökningar. Mätningar gjordes om möjligt under en 7-årsperiod – 3 år före projektstart och 4 år efter projektstart.

Forskargruppen tog fram ett kriterium för när ett företag ska anses som framgångsrikt med sitt projekt. Med kriteriet delades företagen upp i framgångsrika och icke framgångsrika företag.

Forskarna tog också fram ett kriterium för när en typ av intervention ska anses vara visad att vara en framgångsfaktor nämligen att den ska ha använts dubbelt så frekvent (i procent) av de framgångsrika företagen. [Min kommentar: Måttet är tveksamt speciellt när det är få, kanske enstaka företag i båda företagsgrupperna som använt interventionstypen. Ett företag mer eller mindre som använt interventionen får stor betydelse. Kriteriet fungerar inte om man vill dra slutsatsen att de interventioner som inte uppfyller kriteriet är dåliga. Det inses lätt om frekvensen av en interventionstyp är större än 50 % i de icke framgångsrika företagen. Då måste frekvensen vara över 100 % i de framgångsrika för att interventionstypen inte ska klassas som dålig. Och det kan vara för en interventionstyp som är nödvändig men inte tillräcklig för framgång. Den kan vara väl så viktig som en interventionstyp som klassats som framgångsrik! Jag har konstaterat att korrelationen mellan vad författarna klassar som framgångsrika interventionstyper och hur mycket typerna används i icke framgångsrika företag är god (och naturligtvis negativ).]

Jag återger inte de resultat som bygger på felslut enligt min mening. Men det som skiljer framgångsrika och icke framgångsrika företag är mycket intressant. Jag samlat resultaten under tre rubriker (nära författarnas rubriker).

1. Energi och stöd

I de framgångsrika företagen utfördes i genomsnitt nästan dubbelt så många interventioner som i de icke framgångsrika. Hale et al. menar att det visar att det behöver pumpas in en ”kritisk massa” av energi i organisationen för att övervinna motståndet mot förändringar. De menar att det också kan indikera att organisations- och kulturförändringar kräver mobilisering av många olika grupper inom organisationen vilket kan göras med väl valda interventioner.

Två faktorer som skilde sig mellan framgångsrika och icke framgångsrika företag var engagemang av förändringskoordinatören och stöd från högsta ledningen.

Vikten av stöd från högsta ledningen för framgångsrikt säkerhetsarbete och förändringsarbete har visats av många – se t.ex. översiktsartiklar av Hale and Hovden (1998) och Shannon et al. (1997). Enligt författarna finns färre resultat som stöder koordinatörernas viktiga roll, men hänvisar till ett pionjärbete av Cohen (1977).

2 Engagera och utbilda de anställda och stärk deras ställning

Undersökningen visade att interventioner med syfte att åstadkomma

- dialog mellan anställda och linjechefer,
- god rapportering av farliga situationer, samt
- observationer av säkerhetsbeteenden utförda av förmän, med direkt återkoppling

var vanligare i framgångsrika företag.

Dessa resultat ligger i linje med den stora vikt som läggs på

- utbildning och stärkande av de anställdas ställning i säkerhetsfrågor
- delegering av beslut som gäller säkerhet till verkstadsgolvet (till förmän)

- vikten av att monitera och att återkoppla information för att stimulera till handling

i översiktsartiklar av Shannon et al. (1997), Hale and Hovden (1998) och Cox et al. (2008).

3 Utbilda och motivera chefer

Olika åtgärder för att förbättra högsta ledningens riskmedvetenhet, attityder, och motivation samt deras skicklighet var framgångsrika. Likaså var användning av säkerhetsrelaterade verksamhetsindikatorer för bedömning av chefers skicklighet en diskriminerande faktor. Detta tyder på, i enlighet med författarnas mening, att de högsta cheferna, trots vad de själva kan anse, ofta inte har en tydlig vision, motivation och kunskap om vad de ska åstadkomma och hur det ska ske, om de inte utbildas.

Vad säger detta om viktiga komponenter i ett ledningssystem?

Hale et al:s studie tillsammans med deras referenser pekar på att ett ledningssystem bör innehålla element som

- I. säkrar
 - a. ledningens fulla stöd vid förändringsprojekt,
 - b. att det finns en engagerad förändringskoordinator och
 - c. att tillräckligt med "energi" pumpas in i organisationen så att projektet blir framgångsrikt,
- II. säkrar
 - a. utbildning och stärkande av de anställdas ställning i säkerhetsfrågor
 - b. delegering av beslut som gäller säkerhet till verkstadsgolvet (till förmän)
 - c. monitering av säkert och osäkert arbete samt återkoppling av information för att stimulera till handling, och
- III. säkerställer adekvat utbildning av högsta ledningen

Projektet gällde arbetsolyckor. När det gäller processolyckor i säkerhetskritisk verksamhet får man vara försiktig med översättningen. Jämför diskussion om flexibilitet kontra stabilitet i avsnitt 5.2.3.

5.11.4 Säkerhetskommunikation och läsbarhet

Här lägger jag in en referens som handlar om kommunikation och en som handlar om läsbarhet. Att dessa rubriker bara fått var sin referens får inte tolkas som att de är oviktiga. Kommunikation finns med i många referenser som citerats under andra rubriker och betraktas som ett av de viktigare elementen i ett ledningssystem.

5.11.4.1 Säkerhetskommunikation

Einarsson and Brynjarsson (2008) har i ett par fallstudier samt från litteraturen identifierat att kommunikationsproblem ofta bidrar till incidenter och olyckor. För interpersonella kommunikationsproblem skiljer de på problem vid horisontell (mellan likar) och vertikal (mellan personer på olika hierarkisk nivå) kommunikation. De diskuterar de vanligaste problemen: förnekelse av fara, repressalier och dålig personkemi. Författarna skriver med hänvisning till en doktorsavhandling (Vettenranta, 1998) att kommunikationsproblem kan öka risken för misstag t.ex. där interpersonella barriärer är särskilt dominerande.

De föreslår en scenariobaserad process för riskanalys inkluderande en analys av emotionella risker t.ex. på grund av individuell stress eller av stressad grupp.

5.11.4.2 Indikator för läsbarhet

Lindhout and Ale (2009) visar med olika metoder applicerade på SEVESO II-industrier att språkrelaterade risker är underskattade. De föreslår ett antal åtgärder bl.a. framtagning av en indikator för läsbarhet (readability key performance indicator). Lindhout, Kingston-Howlett, and Ale (2010) använder en läsbarhetsskala för att utvärdera säkerhetsanknuten skriftlig information i ett antal SEVESO II-företag och fann att läsbarheten i många fall var låg och då speciellt i dokument som presenterade organisationens säkerhetspolicy. Författarna presenterar sedan ett sätt att övervaka läsbarheten hos alla säkerhetsrelaterade dokument. De tar också fram och presenterar en läsbarhetsindikator bestående av fem predikterande, tre styrande indikatorer och en utfallsbaserad indikator.

5.12 Sammanfattning – ben 3b: vetenskaplig litteratur 2

Kapitlet inleddes med en kort repetition av begreppen normala olyckor och ”mindfulness”, en kort diskussion om balansen mellan stabilitet och flexibilitet, en mycket kort beskrivning av resiliens och resilience engineering och en introduktion av begreppet ”svarta svanar”. Denna introduktion motiveras av att det allt oftare framförs att vi måste bli bättre på att hantera komplexa eller mycket komplicerade system där oväntade t.o.m. oförutsebara olyckor kan ske. Vi måste vara bättre förberedda på det oförutsedda.

5.12.1 Organisation (för normal drift och kris-situationer)

Ledningen

En undersökning i åtta säkerhetskritiska processindustrier i Indien visade klara positiva samband mellan å ena sidan ledningens agerande i säkerhetsfrågor och å andra sidan säkert beteende och beteenden för säkerhet (Vinodkumar & Bhasi, 2010). Men vad krävs av ledningen och ledarskapet? EUROCONTROL har tagit fram en vitbok baserad på en undersökning med över 60 exekutiva chefer från flygledningsleverantörer i Europa och Nordamerika. I vitboken används begreppet säkerhetintelligens som består av de tre komponenterna

- Kunskap inom säkerhetsområdet
- Problemlösningsförmåga och
- Social kompetens

hos ledarna. I vitboken utvecklas också vad komponenterna innebär i praktiken. Här nämns några punkter. Vd:n bör

- ha en dokumenterad policy för en rättvis kultur.
- ha säkerhet som en stående punkt först på styrelsens dagordning
- ha kännedom om vilka human factorsområden som organisationen bör fokusera på för att säkerställa säker verksamhet
- besöka anläggningar regelbundet
- ofta diskutera säkerhet med kolleger, underställda chefer, säkerhetschefen och fackliga företrädare.
- arrangera och delta i säkerhetsdagar två gånger om året för alla i organisationen. Alla chefer ska delta i dem.

Yantiss (2011) understryker att ledningens policy kring rapportering är viktig. Det ska finnas en icke straffande process. Han redogör också för ett program som införts av Federal Aviation Association i USA för att öka rapporteringen.

Indikatorer

Indikatorer för att övervaka säkerhetsprestationer har fått stort utrymme i den vetenskapliga litteraturen (avsnitt 5.5). Indikatorer används i dag i stor utsträckning inom säkerhetskritisk verksamhet. De används för olika ändamål

- Som verktyg för att följa upp hur politiska mål för säkerhet uppfylls på nationell och internationell nivå
- Som verktyg för tillsynsmyndigheters kravställande och uppföljning
- Som verktyg för management för att få information om aktuell säkerhetsnivå och om effektiviteten på insatser för ökad säkerhet.

Indikatorer indelas på olika sätt av olika författare. En vanlig indelning är i utfallsbaserade och predikterande indikatorer. Senare har en del författare lagt till resiliensindikatorer. I en rapport till Strålsäkerhetsmyndigheten har Reiman and Pietikäinen (2010) indelat indikatorer i feedbackindikatorer, övervakningsindikatorer och drivande indikatorer. Drivande indikatorer speglar aspekter som management bedömt som särskilt viktiga för säkerheten och därför vill satsa på.

Hale (2009b) presenterar en lista på egenskaper hos en effektiv indikator:

- Indikatorn är valid, d.v.s. den mäter vad man vill ha mått på
- Indikatorn är tillförlitlig
- Indikatorn har god känslighet – den speglar tillräckligt små förändringar
- Indikatorn är inte känslig för påverkan (bias) och manipulation
- Indikatorn är kostnadseffektiv
- Indikatorn tolkas på samma sätt av olika grupper
- Indikatorn kan tillämpas på hela företagets verksamhet
- Indikatorn är lätt att kommunicera på ett entydigt sätt

Bland annat Wreathall (2009) och Hopkins (2009b) varnar för felaktig användning av indikatorer:

1. Indikatorer är indikatorer – de täcker inte allt
2. Var försiktig med att tolka indikatorer som bygger på arbetsolyckor som indikatorer för processsäkerhet.
3. Fokusera inte på indikatorvärdet isolerat. Man kan t.ex. öka värdet på en indikator som anger antal riskanalyser per år utan kostnader genom att minska på kvaliteten.

Flera författare förespråkar användning och utveckling av resiliensindikatorer och visar på lovande ansatser.

Metoder för utveckling av indikatorer redovisas också.

Krishantering

Yantiss (2011) skriver i ett bokkapitel att nycklar till framgång vid planering för krissituation är att

- högsta ledningen deltar och ger stöd vid beredskapsövningar
- ledning vid olyckor tränas ofta
- man inte missar att ge nyckelpersoner praktisk utbildning för att den interfererar med den dagliga verksamheten

Entreprenörhantering

Sutton (2012a), p 29, menar att det nog inte är en överdrift att påstå att av alla utmaningar som offshoreledare möter gällande säkerhet, så är det relationerna med entreprenörerna som ger de största problemen.

5.12.2 Riskmanagement

Det finns mycket publicerat kring riskanalyser under 2000-talet. ESREL 2012/ PSAM 11-konferensen 2012 hade ett speciellt fokus på probabilistisk riskbedömning (PRA) med över 150 bidrag som handlade om PRA för kärnkraftssektorn. Nästan en fjärdedel av dem handlade om HRA (Human Reliability Analysis). Mänskliga handlingar, ofta med bakomliggande organisatoriska förhållanden, spelar en stor roll i de flesta stora olyckor. Det är därför av stor betydelse att få bra skattningar av mänskliga handlingars inverkan på risk. Men tyvärr är sådana skattningar mycket osäkra. Detta förklarar det stora forskningsintresset för området.

Andra ordningens HRA-metoder bör användas (Sträter et al., 2014) i PRA-analyser, d.v.s. metoder för ”Human Reliability Analysis” som tar hänsyn till scenariot i vilket aktiviteten under bedömning sker. Men det finns brister i existerande HRA-metoder (Griffith & Mahadevan, 2011). I avsnitt 5.3.3 nämns några intressanta ansatser att få med managementfaktorer och organisatoriska faktorer i PRA.

ARAMIS (avsnitt 5.4.1) skulle kunna vara ett intressant komplement till rent deterministiska och probabilistiska riskbedömningar (Salvi & Debray, 2006). Bland fördelarna med den metoden är att den beaktar managements effektivitet och säkerhetskulturen. Metoden är inte färdigutvecklad. Den är också ganska omständlig för tillsynsmyndigheter.

Yantiss (2011) påpekar vikten att använda sig av flera källor för riskidentifiering – såväl externa som företagsinterna, funktionella och individuella. Externa källor är extern tillsyn och externa revisioner. Säkerhetsavdelningen står för de interna källorna och processägarna för de funktionella.

5.12.3 Säkerhetssäkring

Säkerhetssäkring innehåller processer som ska informera ledningen om att säkerhetsprocesser fungerar och att det finns rutiner för förändringsprocesser som säkerställer att systemet har förmåga att anpassa sig till nya förutsättningar. Bra indikatorer är en viktig del i säkerhetssäkring. Indikatorer behandlades under 5.12.1 ovan.

Yantiss (2011) menar med sitt flygsäkerhetsperspektiv att säkerhetssäkring, d.v.s. övervakning och mätning av säkerhetsfunktioners prestanda, kan göras genom att bedöma organisatoriska processer utifrån följande perspektiv:

- Ansvar: Vem har ansvar för de operativa aktiviteterna (planera, organisera, leda och kontrollera) och för genomförandet?
- Befogenheter: Vem har befogenheter att leda, kontrollera eller ändra procedurer och vem kan fatta beslut t.ex. om acceptans av säkerhetsrisker?
- Procedurer: Specificerade sätt att utföra aktiviteter som översätter målsättningar till praktiska resultat
- Styrning: Element i systemet som hårdvara, mjukvara och procedurer utformade för att hålla operativa aktiviteter på rätt spår
- Gränssnitt: analys av ansvarsfördelning mellan avdelningar; kommunikationskanaler i hela organisationen; och harmonisering av procedurer mellan olika grupper.
- Processmått: Sätt att ge återkoppling till ansvariga chefer om ifall processers utfall är som förväntat eller ej

Hale et al:s studie (Hale et al., 2010) kring interventioner för ökad säkerhet tillsammans med sina referenser pekar på att ett ledningssystem bör innehålla element som

- I. säkrar
 - a. ledningens fulla stöd vid förändringsprojekt,
 - b. att det finns en engagerad förändringskoordinator och
 - c. att tillräckligt med "energi" pumpas in i organisationen så att projektet blir framgångsrikt,
- II. säkrar
 - a. utbildning och stärkande av de anställdas engagemang i säkerhetsfrågor
 - b. delegering av beslut som gäller säkerhet till verkstadsgolvet (till förmän)
 - c. monitorering av säkert och osäkert arbete samt återkoppling av information för att stimulera till handling, och
- III. säkerställer adekvat utbildning av högsta ledningen

Projektet gällde arbetsolyckor.

5.12.4 Trötthetshantering

Sneddon et al. (2013) redovisar resultat av litteraturstudier om effekter av trötthet. Bland resultaten märks att trötthet medför minskad uppmärksamhet, och därmed ökad olycksrisk, eftersom de kognitiva resurserna utarmas. Ett bra ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet bör således hantera trötthet.

Inom flygsektorn används ledningssystem för hantering av trötthetsrelaterade risker (FRMS = Fatigue Risk Management System). För manual se ICAO (2011).

5.12.5 Human factors – MTO

I en rapport ”Organisational factors. Their definition and influences on nuclear safety” (Baumont et al., 2000) konstaterar författarna att ca två tredjedelar av alla incidenter som rapporteras från kärnkraftsanläggningar har mänskliga felhandlingar som direkt orsak eller som starkt bidragande orsak. De konstaterar också att en stor del av incidenterna hade undvikits om organisationen hade vidtagit lämpliga åtgärder i förväg.

I den här genomgångna litteraturen identifierades flera exempel på MTO-relaterade faktorer som är viktiga för säkerheten (faktorerna är kursiverade):

- *bristande instruktioner*
- *icke ändamålsenlig utbildning*
- *bristande motivation*
- *dålig uppgiftsutförande*
- *brist på individers handlingsfrihet*
- *lågt engagemang för säkerhet hos ledningen*
- *inadekvata åtgärder vid brister*
- *management-, organisations- och kulturfaktorer*
- *situationsmedvetenhet*
- *stress, sömnbrist och trötthet*
- *osäkert beteende*

Ett kännetecken på ett framgångsrikt ledningssystem är således att ledningssystemet tar hand om MTO-aspekter på ett adekvat sätt. ”MTO-hantering” skulle kunna infogas som ett element i ett ledningssystem men ett kanske bättre alternativ är att MTO finns med i alla andra relevanta element.

6. En intervjuundersökning

6.1 Målsättning

Målsättningen med intervjuundersökningen var att få synpunkter från ansvariga för utveckling och upprätthållande av ledningssystem och dess komponenter på vad som kännetecknar bra ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet och hur man jobbar med det framför allt inom kärnkraft.

Vilka som är ansvariga för utveckling och upprätthållande av ledningssystem har jag tolkat brett och har med intervjupersoner från IAEA, ägare av kärnkraftsanläggningar (Vattenfall), högsta ledningen för kärnkraftverk, säkerhetschefer (eller motsvarande) samt chefer och experter med ansvar för utveckling av komponenter och element i ledningssystemet.

6.2 Metod

Inledande intervjuer och diskussioner genomfördes med ledande företrädare för Nuclear Power Engineering Section, IAEA samt experter på ledningssystem inom svensk kärnkraftsindustri. Syftet var att få en orientering av vad som pågår kring ledningssystemutveckling inom kärnkraftssektorn utöver att få svar på frågor under huvudrubrikerna

1. Vad kännetecknar ett bra ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet?
2. Vilka är de viktigaste och viktiga beståndsdelarna i ett ledningssystem?
3. Vad kännetecknar enskilda viktiga beståndsdelar?
4. Vad finns det för framgångsfaktorer för att upprätthålla och utveckla ett ledningssystem?

Sedan genomfördes 22 halvstrukturerade intervjuer med 30 personer vid kärnkraftsanläggningarna i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. I en del fall deltog två eller tre personer vid en intervju. Frågorna, med huvudrubriker enligt ovan, anpassades efter de intervjuades erfarenheter, ansvar, kompetens och intresseområde.

De intervjuades funktion och expert- eller arbetsområde var:

Vid Forsmark:

Chef för avdelningen för säkerhet och miljö; Bitr chef för avdelningen för säkerhet och miljö; Chef för avdelningen för säkerhet och miljö; Kvalitetschef på avdelningen för säkerhet och miljö; Handläggare, avdelningen för säkerhet och miljö – probabilistisk säkerhetsanalys; Chef för erfarenhetsåterföring och MTO, Teknikavdelningen; Ingenjör MTO – erfarenhetsåterföring och Gruppchef inköp materialhantering, bitr inköpschef.

Vid Oskarshamn

VD; Säkerhetschef; Enhetschef säkerhetsgranskning; Enhetschef säkerhet och kvalitet (cSK); Produktionschef; Kvalitetsingenjör – verksamhetssystem; Kvalitetsingenjör – verksamhetssystem; Kvalitetsingenjör – kravhantering; Kvalitetsingenjör – internrevisioner; Enhetschef Organisationsutveckling (HO) – MTO-frågor; MTO-frågor (HO); MTO-frågor(HO); Enhetschef HB (Bemanning och kompetenssäkring) – kompetenssäkring inhyrd personal; Kompetensutvecklare HB – kompetenssäkring inhyrd personal; Inköp; Inköp av tjänster och projekt; Expert – analyser; indikatorer (SK).

Vid Ringhals

Enhetschef RQA (internrevisioner, utveckling av ledningssystem, nyckelmått, mm) – ledningssystem; Kvalitetsingenjör – ledningssystem, revision; Enhetschef inköp och logistik – Inköp; Kvalitetsingenjör – ledningssystem; Gruppchef reaktorsäkerhetsanalyser och anläggningskonstruktion – probabilistisk säkerhetsanalys: brand, svåra haverier

Sedan genomfördes intervjuer med

Expert vid kärnkraftsanläggningen i Borsele, NL, där man är på väg att införa ett processbaserat ledningssystem,
Expert vid kärnkraftsanläggningen i Beznau, CH, där man har infört ett processbaserat ledningssystem med intressant IT-stöd och
Chefen för SHM (säkerhet, hälsa och miljö) vid Shell i Nederländerna; Shell har flera processindustri-anläggningar i Nederländerna

De sistnämnda intervjuerna fokuserade på styrkor i ”deras” ledningssystem.

Vidare genomfördes en intervju med Safety manager vid Swedavia som driver de flesta flygplatserna i Sverige.

Slutligen intervjuades en expert från Kanada kring PSA, med 30 års erfarenhet av drift och säkerhetsanalyser av kärntekniska anläggningar. Han har dessutom ett antal års erfarenhet som säkerhetskonsult för andra typer av anläggningar. Han är kritisk mot hur PSA-analyser används för bestämning av frekvensen för härdsmälta. Intervjuerna skedde genom en diskussion i samband med en konferens i Amsterdam och genom efterföljande mailväxling.

För att få mer djup i intervjuerna spelades de inte in. Avsikten har inte varit att jämföra säkerhetsarbetet vid de olika kärnkraftverken eller mellan branscher. Resultaten presenteras utan att källa uppges när det gäller intervjuerna vid svenska kärnkraftverk, IAEA, Vattenfall och Swedavia.

Resultat från intervjuer av det slag som används här ska som regel inte kvantifieras på så sätt att de förhållanden som påpekats flest gånger är de viktigaste för säkerheten. I stället ska man vara vaksam (mindful) och bedöma alla svar. Det är kanske bara en specialist på ett område som har möjlighet att se en fara eller en möjlighet som kan ha stor betydelse för säkerheten.

I avsnitt 6.3 presenteras aggregerade resultat från intervjuer med personer för kärnkraftsanläggningarna Forsmark, OKG och Ringhals, samt från IAEA, Vattenfall och Swedavia. I avsnitt 6.4 presenteras övriga intervjuer var för sig.

Intervjuerna gjordes huvudsakligen under våren 2013, vilket ska beaktas vid relativa tidsangivelser som t.ex. ”om två år” vilket således betyder 2015.

6.3 Resultat av intervjuer på kärnkraftverk, IAEA och Vattenfall

6.3.1 Vad kännetecknar bra ledningssystem?

Nedan följer svar på och kommentarer till frågan ”Vad kännetecknar bra ledningssystem” samlade under rubriker i form av kännetecken för väl fungerande ledningssystem. Siffror inom parentes anger hur många som angett respektive kännetecken utan att ha fått välja från en lista med alternativ. Siffrorna ska därför inte användas för rangordning. En annan anledning till det är att val av intervjupersoner inte gjordes för att få reda på vad flest tyckte utan för att få uppslag från personer med olika befattningar.

STRUKTUREN SKA VARA BRA OCH SYSTEMET ANVÄNDARVÄNLIGHET (14)

Bra struktur (4)

Får inte vara för detaljrikt. Ständiga förbättringar leder lätt till ökad detaljeringsgrad. (2)

Tillgänglighet och användarvänlighet. (2)

Ett kännetecken på ett bra ledningssystem är att det är tydligt. (2)

Det ska finnas en röd tråd.

Välbeskrivet

Ändamålsenliga mål ska vara satta och vägen dit ska vara angiven

Tydliga krav och riktlinjer

DET SKA VARA LÄTT ATT NAVIGERA I LEDNINGSSYSTEMET (5)

Kommentar från två respondenter:

Vi borde jobba mer med dator mot ledningssystemet. Det är en generationsfråga, men vi behöver utbilda mera.

Gogglestruktur vore bra, men ett kärnkraftverk kan inte ha ett öppet system och måste då ha system som inte är så bra som de stora öppna systemen

LEDNINGSSYSTEMET SKA VARA LEVANDE (STÄNDIGA FÖRBÄTT- RINGAR) (6)

Det ska finnas rutiner för uppdatering.

Ledningssystemet ska vara levande

Ägarskap ska uppdateras

Ledningssystemet ska vara effektivt när det gäller ständiga förbättringar

Ledningssystemet ska vara dynamiskt, adapterande och ge god överlevnadsförmåga

Chefer för de olika områdena ska komma med förslag till förbättringar – det är inte säkerhets-/kvalitetsavdelningen som ska göra det.

ANSVARSFÖRDELNINGEN SKA VARA TYDLIG (4)

KRAVHANTERING SKA VARA TYDLIG (3)

BRA LEDARSKAP (3)

Ledarskap. Chefen ska visa att det är viktigt att följa rutiner. Chefen ska försäkra sig om att den enskilde anställde förstår.

Arbetsplatscoaching viktigt. Men många chefer är rädda för det.

Arbetsplatsobservationer

DET SKA VARA ETT INTEGRERAT LEDNINGSSYSTEM (2)

ENSTAKA SVAR PÅ VAD SOM KÄNNETECKNAR ETT BRA LEDNINGSSYSTEM

Processledning

God uppföljning

Det innehåller granskningsplaner

Det innehåller rutiner för egenkontroll

Att goda resultat nås

Det är tillämpbart

Att det finns en samstämmighet mellan vad VD och de anställda strävar mot

Att det ger förutsättningar för att det blir trivsamt och roligt på jobbet

Att det ger förutsättningar för att alla känner yrkes stolthet

Att rätt kompetens används till rätt fråga

Att implementering prioriteras med kompetens och resurser samt följs upp

6.3.2 Vilka är de viktiga beståndsdelarna i ett ledningssystem och vad kännetecknar dem?

Nedan följer svar på frågan ”Vilka är de viktiga beståndsdelarna i ett ledningssystem” med kommentarer. Kännetecknen för väl fungerande ledningssystem är då god hantering av dem. Indikationer på vad intervjupersonerna menar med ”god” kan i någon mån utläsas av kommentarerna.

ANSVAR

Tydlig ansvarsfördelning är mycket viktig

FÖRÄNDRINGSPROCESSER

Vid förändringsprocesser har man ofta mycket fokus på processsäkerhet och strålningsrisker, men det är lätt att glömma t.ex. miljön.

INDIKATORER

WANO har ett antal indikatorer och kartlägger de flesta kärnkraftverk. Det är ”lagging indicators” som berättar om vad som varit. Kartläggningen sporrar till förbättringar. Man vill vara bland de bästa.

Det är svårt att välja indikatorer. Det ska inte vara 100-tals hela vägen upp.

Men alla mår bra av indikatorer.

OSART och WANO är källor vid val av indikatorer

Indikatorer kan användas för ”benchmarking”.

Indikatorer används vid ledningens genomgång och vid ledningsmöten.

Vi är inte övertygade om att ”leading indicators” ger en förbättring.

Indikatorvärden läggs på interna hemsidan

Mycket intressant arbete pågår med utveckling av indikatorer och hur man arbetar med dem.

Man får inte ha ett presentationssystem av indikatorer sådant att något som är mycket bra kan dölja något som är mycket dåligt.

INKÖP

Inköp viktigt – det är porten ut mot världen.

INTERNREVISION

Det finns olika filosofi för hur internrevisionsgrupper sätts ihop.

Ringhals hämtar granskare ute från linjen och får på så sätt kunskaper och engagemang ut i verksamheten.

Forsmark har få granskare. Det medför att de ser mycket och kan använda vana experter. Men det är en nackdel att gruppen är sårbar om någon slutar.

Hos OKG reviderar ett revisionsteam samma (OSART-)område under minst 3 år.

För att alla i teamet ska ha möjlighet att delta så görs en 6-årsplan upp så med-

lem och arbetsledning i god tid kan planera. Revisionen görs vid samma tidpunkt varje år.

KOMPETENS

Det är viktigt med kompetens och erfarenhet hos medarbetarna.

LEDARBETEENDE, LEDNINGENS BETYDELSE

Högsta ledningen ska vara engagerade för säkerhet. Det är A och O.

Ledarnas beteenden är mycket viktiga. Ledare måste ge klara och bra direktiv och sedan kontrollera att de följs (genomförs, efterlevs). Här finns brister (I svensk kultur är det lite pinsamt att kolla andra).

Ett kärnkraftverk i Bayern fick många dåliga omdömen vid en audit. Då bestämdes det att chefer skulle gå ronder regelbundet och rapportera skriftligt. Det gav ett mycket bra resultat.

Högsta ledningen ska vara tillgänglig för kvalitetschefen/motsvarande.

Arbetsplatsronder, d.v.s. att chefer går runt i verksamheten och kommunicerar, är viktiga. Men många chefer är rädda för det..

Det ska vara ett ledarskap så att medarbetarna motiveras att göra ett bra och säkert jobb.

Mer styrning och ledning, så att mål uppfylls, efterlyses.

Det är viktigt med ledning för säkerhet.

LÄRANDE

Generellt är det nog så att rapporteringen av incidenter är god. Det gäller även för egna fel när det gäller fel som orsakar arbetsmiljörisker. När det gäller processrisker så är rapporteringen nog inte så god.

MTO

Som första kommentaren nedan från intervjuade framhåller är förståelsen för MTO-begreppet dålig och olika mellan olika organisationer. Det blir inte bättre av att jag ser MTO som synonymt med Human factors som det definieras av internationella och nordiska ergonomisällskapet, d.v.s. innefattande organisatoriska faktorer.

Förståelsen för MTO-begreppet är dålig.

MTO borde ha en större roll.

MTO-arbete är till stor del reaktivt.

Samverkan mellan MTO och Teknik behöver förbättras.

MTO vill vara ett analysstöd och det går åt det hållet.

MTO gör utredningar och lämnar förslag men får ingen återkoppling.

MTO är ett nätverk över hela verket.

Produktionssidan bestämmer vad som ska bli föremål för grundorsaksanalys utan kontakt med MTO-experten. På senare tid har ändring skett.

Rapporteringssystemet är helt öppet. Det finns nästan inga rapporter från någon som själv gjort fel. Men ledningen uppmanar till det och säger att de har en rättvis kultur.

Jag [respondenten] är ambivalent när det gäller indikatorer på säkerhetskultur.

NAVIGERING I LS-MANUALEN OCH LS-MANUALEN

Navigatoringsystemen i ledningssystemmanualerna behöver förbättras. Expertsystem bör utvecklas så att de tar fram de sidor som behövs – inte hela dokument. Instruktionerna är inte användarvänliga. Det skrivs för mycket. Ingenjörer skriver för mycket. Allt behöver inte skrivas. För långa instruktioner kan bidra till att de inte följs.

PRIORITERING

Prioritering (grading) görs men det finns aktiviteter som är onödiga och stjälar resurser från annan för säkerheten viktigare verksamhet. T.ex. driftsättning av vattenberedare föranleder stor aktivitet för säkerhet – men berör inte säkerheten. Det är brister i prioriteringar (grading) idag. Differentieringen är för liten.

*Regler är trubbiga. Ibland överarbetar man säkerhet t.ex. vid restaurangbygge precis innanför staketet jämfört med bygge vägg-i-vägg men utanför staketet. Det kostar.
Resurser skulle kunna användas mycket effektivare om man hade ett både-och-tänk. Man bör jobba med både artefakter och beteenden, med både struktur och processer, med teknik och människa.
Tid och pengar är lätta att mäta och satsning på produktion har påtagligt utfall och ger därför stor signaleffekt jämfört med satsning på säkerhet. Det blir lätt att satsning på produktivitet prioriteras.*

PROCESSER

*Processer ska vara tydligt beskrivna.
Det måste finnas processägare utsedda för alla processer.
Det finns en önskan från ledningen att få mer av processtyrning.
Idén med processorganisation fungerade inte. Det blev problem med tydligheten kring vem som har ansvaret. Däremot är processbeskrivningar bra och en utveckling sker i små steg mot det hållet.*

PSA – PROBABILITY SAFETY ANALYSIS/ASSESSMENT

*HRA (Human Reliability Analysis) är under utveckling så att risker vid mänskliga ingrepp kan tas med vid PSA.
Modellerna för PSA-analyser blir alltmer detaljerade (då ökar den framräknade risken)
[men kända farors okända risker blir mindre].
Det kommer in mer digitala system i systemet vilket ger nya risker/osäkerheter.
PSA är bra för att identifiera svaga punkter, farliga interaktioner och för att jämföra olika lösningar. Slutsiffran på hur osannolikt något är innehåller en osäkerhet som man måste ha i minnet.
Vid anläggningsändring sker en fördröjning innan PSA är klar. Före ändring görs ritning, men det sker alltid en del avvikelser. Efter ändringen kan det ta upp till sex månader innan slutgiltig ritning är klar och godkänd. Först därefter kan PSA göras.*

RATIONALISERING (JMF ”PRIORITERING” OVAN)

*Kärnkraftverk är dåliga på att rationalisera.
Det förekommer att enkla, inte säkerhetskritiska ändringar omgärdas med dyra helt onödiga procedurer.
Det finns inte intresse hos extern projektledare att påskynda arbete (t.ex. målning) – jobbet varar längre om man låter bli att påskynda.*

STÄNDIGA FÖRBÄTTRINGAR

Det är viktigt med ständiga förbättringar.

SÄKERHETSKULTUR

Säkerhetskultur hanteras i ett parallellprojekt (Ek, 2014). Här tar jag bara med några kommentarer som bidrar till mina slutsatser.

*Det är svårt att hålla säkerhetsbeteenden vid liv. [Sannolikheter för incidenter är så små.]
Vi har haft ett bakslag vad gäller säkerhetskultur. Det avspeglades inte i enkäten.
Övergripande utvärderingar av säkerhetskulturen görs regelbundet som utgår från WANO:s principer för säkerhetskultur.
Fritexten i enkäten var bättre.
Organisationsförändringar medför risk.
Säkerhetskulturkoordinatorer på alla avdelningar fungerar bra.
Säkerhetskultur ska vara en del av vardagen.
Det har funnits klagomål på att ledningen har brister i sin säkerhetskultur.*

Konsulter bör involveras mera i säkerhetskulturen. De ska ha tillgång till samma information och ska leverera lika säkert som de anställda.

När det gäller processrisker så är rapporteringen av egna fel nog inte så god.

Det finns bra och intressanta aktiviteter av olika art vid alla tre anläggningarna för att förbättra säkerhetskulturen (Ek, 2014).

UTVÄRDERING

Utvärderingar ska göras regelbundet.

ÖVRIGT

Kopplingen mellan säkerhet och "security" är intressant. Det finns en rationaliseringspotential med integrerade lösningar – suboptimeringar kan undvikas.

Men hur ska man undvika att röja information som inte bör komma potentiella terrorister tillhanda?

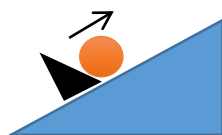
Hur anamma industriprocesser? En tillämpning av offshorestandard skulle i en del fall bli säkrare och billigare? Offshoreleverantörerna har större erfarenhet genom att de har ett diversifierat produktutbud och stora serier.

6.3.3 Framgångsfaktorer för att upprätthålla och utveckla ledningssystemet

Se även Ledningssystemet ska vara levande (Ständiga förbättringar) under 6.3.1 ovan.

Viktigt för utvärdering och utveckling av ledningssystem är

1. *Chefen måste hela tiden skjuta på. De statiska kraven säkrar bara att man ligger över en miniminivå. Detta illustreras i figur 6.1.*



Figur 6.1. Standarden (triangeln) sätter miniminivån. Chefen skjuter på (pilen) för ständiga förbättringar.

2. *Chefers egenkontroll – kräver att de är ute i verksamheten.*
3. *Internrevision.*
4. *Varje chef ställer krav på underchef att rapportera hur man förbättrat.*
5. *Chefer för de olika områdena ska komma med förslag till förbättringar – det är inte säkerhets-/kvalitetsavdelningen som ska göra det.*
6. *Ge implementering tid. I 80 % av implementeringarna så är allokerad tid otillräcklig.*
7. *Delaktighet vid skrivning för ledningssystemet. När Barsebäck och Ringhals slogs ihop gjordes funktionsbeskrivningar för varje avdelning top-down. Det blev inte bra.*
8. *Information kring en uppgift ska bara finnas på ett ställe.*
9. *Det finns olika syn på vad som ska utvecklas, vilket försvårar och fördröjer.*
10. *Process för X bör vara lika vid de olika blocken. Det förenklar och dubbelarbete minimeras.*

6.3.4 Synpunkter på GS-R-3¹⁰ – The Management System for Facilities and Activities

GS-R-3 ska ersättas av ”GSR Part 2” ”Leadership and Management for Safety”.

Under intervjuerna framkom positiva omdömen om GS-R-3:

GS-R-3 är ett bra dokument som underlag för implementering av ett integrerat ledningssystem och för att auditera det.

GS-R-3 är bra.

GS-R-3 är bra. Det förde in processbegreppet och trycker på ett integrerat system. Den nya skriften som troligen ersätter GS-R-3 gör linjens ansvar mera tydligt.

Men det framkom också kritik

På grund av misstolkning klarade inte branschen processbegreppet.

GS-R-3 baseras inte på SF-1 [se fotnot till rubriken ovan].

Medlemsländerna uppfattar GS-R-3 som alltför föreskrivande och alltför detaljerad.

Säkerheten måste vara i centrum. Säkerhet nämns på några ställen i början av GS-R-3 men inte ofta längre fram i skriften.

Säkerhet får inte missförstås som en produkt.

ENISS (European Nuclear Industry Safety Standards (initiative)) föreslår att

- 1. Implementering av processer ska tas bort som nyckelkoncept*
- 2. Linjechefernas ansvar ska betonas*
- 3. Guidelines om processimplementering ska bli mindre föreskrivande*
- 4. Guidelines kring hur konflikter mellan process- och linjeledning ska undvikas bör förbättras*
- 5. Paragraf 2.6 (1.6) måste omformuleras för att undvika den möjliga missuppfattningen att säkerhet kan ses som en produkt.*

Bland de många som tycker att GS-R-3 är bra finns en oro över att ”Leadership and Management for Safety” kommer att medföra en försämring men det finns också en förhoppning om att så inte blir fallet.

6.4 Övriga intervjuer

6.4.1 Intervju med Business Risk Manager vid kärnkraftsanläggningen i Borsele, NL









Electricity Production Company South-Netherlands i Borsele har ett koleldat kraftverk och ett kärnkraftverk. Kolanläggningen ska läggas ner om 1,5 år.

Borsele har kommit ganska långt i sin övergång från ett kvalitetssystem som bygger på en funktionell organisation till ett integrerat ledningssystem som bygger på en processorganisation.

Intervjupersonen (IP) arbetar dels med införande av ett integrerat riskmanagementsystem, dels med ett integrerat ledningssystem.

Det ledningssystem som är under införande bygger på processtyrning.

¹⁰ IAEA har gett ut IAEA Safety Standards. Grundläggande är SF-1 Safety Fundamentals. GS-R-3 The Management System for Facilities and Activities är på väg att bytas ut, eller har bytts ut när detta läses, av GSR Part 2.

	Funktion 1	Funktion 2	Funktion 3	Funktion 4	Funktion 5	Funktion i
Process 1						
Process 2						
Process 3						
Process 4						
Process j						

Figur 6.2. En funktions/processmatris. Här ser man att processer kan vara tvärfunktionella. En strategi för val av processansvarig är att i möjligaste mån hämta honom eller henne från den funktion som är dominerande i processen. Exempelvis för process 2 i figuren skulle det vara från funktion 2.

Det är naturligt med ett visst motstånd mot förändringar. För att minimera det är det viktigt att inblandade blir medvetna om att de har ett problem. Förutsättningar (tekniken, krav från omgivningen) ändrar sig, vilket medför att även sådant som fungerat bra länge måste förändras. Alla måste förstå det för att minska motståndet. Det är också viktigt att skapa förtroende i organisationen.

En funktions/processmatris kan vara ett bra underlag för att placera in processer i organisationsplanen, se figur 6.2.

Det underlättar om chefen för den funktion där huvuddelen av processen hamnar blir processansvarig. Som exempel skulle chefen för funktion 5 bli ansvarig för process 4 (den röda i figur 6.2). Processägaren skulle normalt bli en underchef till den processansvarige.

I Borsele har man börjat med de processer där det finns engagerade potentiella processledare. Principen för en process är gemensam för alla processer och framgår av figur 6.3.

Processerna är i stort sett klara på papper. IP trodde att processerna är implementerade inom 1-2 år.

Processerna har de delat in i 5 grupper:

- Integrerande processer
- Policy och strategi
- Kravuppfyllelse
- Risk management
- Kommunikation

För implementeringen är det viktigt att högsta ledningen är med. I Borsele underlättas processen av att en organisationsändring ändå ska göras.

IP har inspirerats bl.a. av Kotters och Rathgebers bok "Our Iceberg is Melting", (Kotter & Rathgeber, 2005). Den finns på nätet.

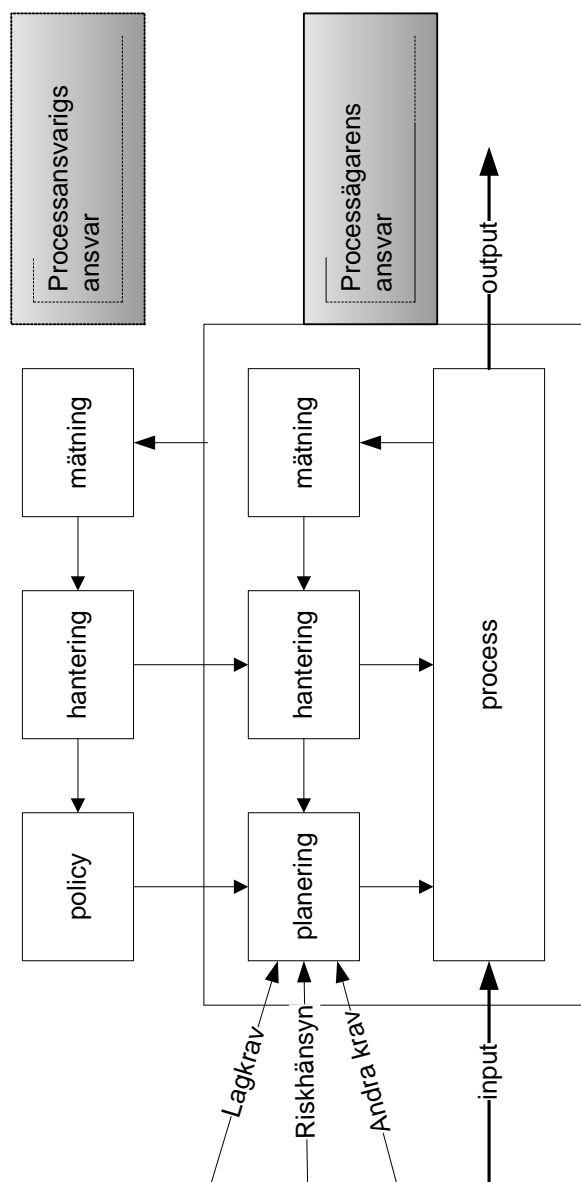
På frågan om vilka som är de viktigaste komponenterna i ett ledningssystem blev svaret:

Viktigaste komponenter i ett ledningssystem är människorna, processerna och tekniken och alla tre måste finnas med. Det är systemkomponenter som ska vara sammanlänkade.

På frågan hur de arbetar med/ska arbeta med ständiga förbättringar av ledningssystemet blev svaret:

Arbete pågår i Borsele för att förbättra arbetet med kontinuerliga förbättringar.

- *Ständiga förbättringar ska ske på alla nivåer i organisationen. Först måste sättet att tänka komma in i huvudet på alla.*
- *Processägare ska varje år redovisa förbättringar och förbättringsförslag.*
- *Lärandet från incidenter ska fungera.*



Figur 6.3. Typmodell för en process.

6.4.2 Intervju med chefen för ledningssystemet vid kärnkraftsanläggningen i Beznau, CH

Intervjun blev kort och innehöll en on-line demonstration av delar av ledningssystemet. Intervjun kompletterades sedan med frågor och generösa svar via email.

Vid anläggningen finns erfarenheter av två mycket intressanta system, dels en processbaserad organisation, dels ett IT-stött ledningssystem för denna. Arbetet med dessa system började för 13 år sedan. Under åren 2001-2008 hade Beznau en manual på papper. 2008-2009 använde man den första digitaliserade versionen av ledningssystemdokumentationen. 2009 startade projektet PROVIS (PROcess VISualisation) vilket medförde en uppgradering av det integrerade ledningssystemet till hur det ser ut idag. Se figurerna 6.4-6.6.

Vid anläggningen i Beznau har man flera års erfarenhet av det processbaserade systemet så det finns all anledning att studera det närmare för intresserade av en övergång till ett processbaserat system eller som arbetar med ständiga förbättringar av ett sådant.

Jag fick en kort on-line demonstration av anläggningens helt datoriserade ”ledningssystemmanual”.

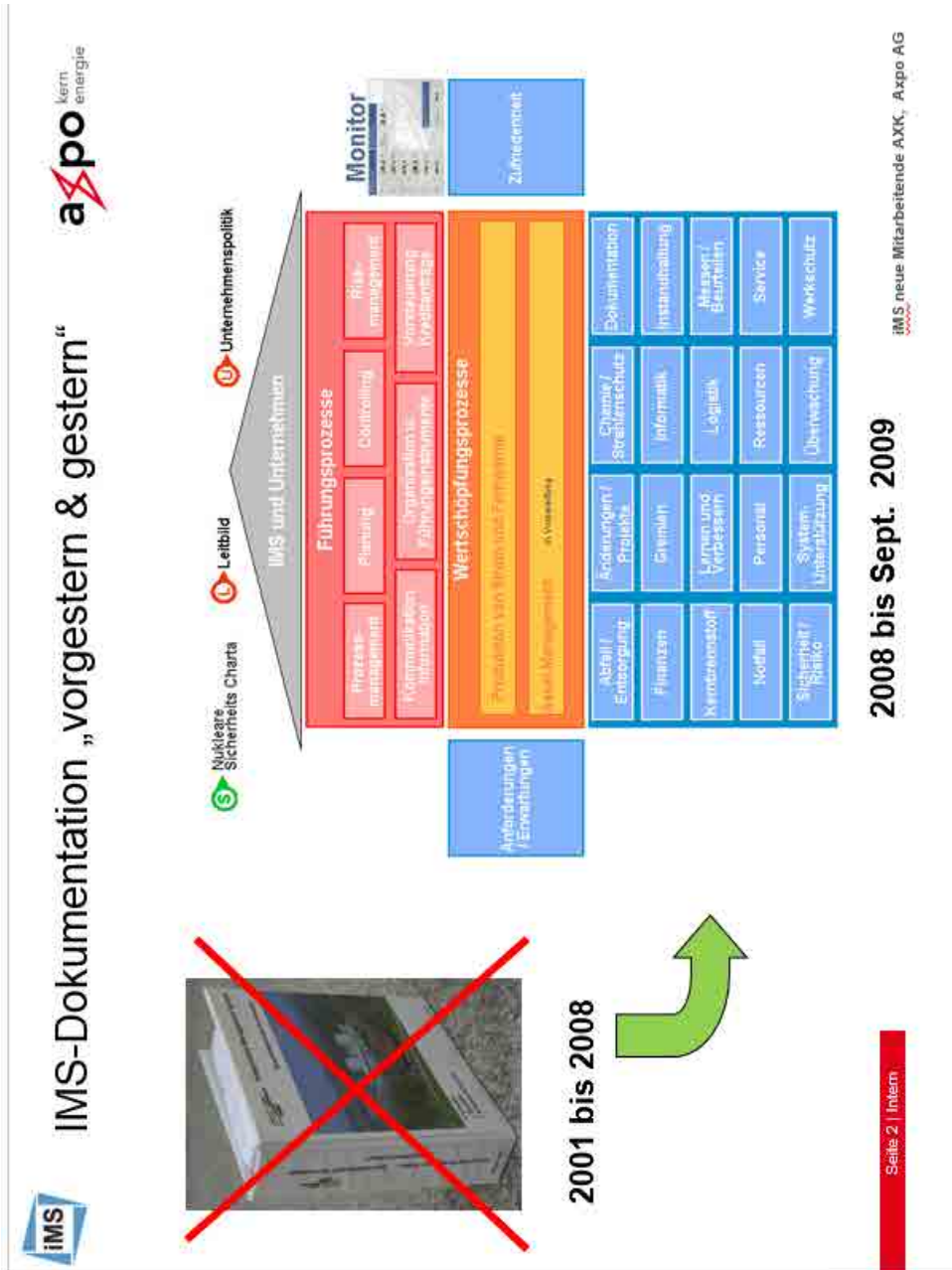
IT-stödet innehåller ca 150 000 dokument. Söksystemet verkade mycket användarvänligt. Vem som helst på anläggningen kan nå all information för att få ett urval av dokument för en viss uppgift eller för att orientera sig om läget.

Systemet innehåller 172 processer. Alla 70 processägare ska se över sina respektive processer enligt särskilda rutiner en gång per år.

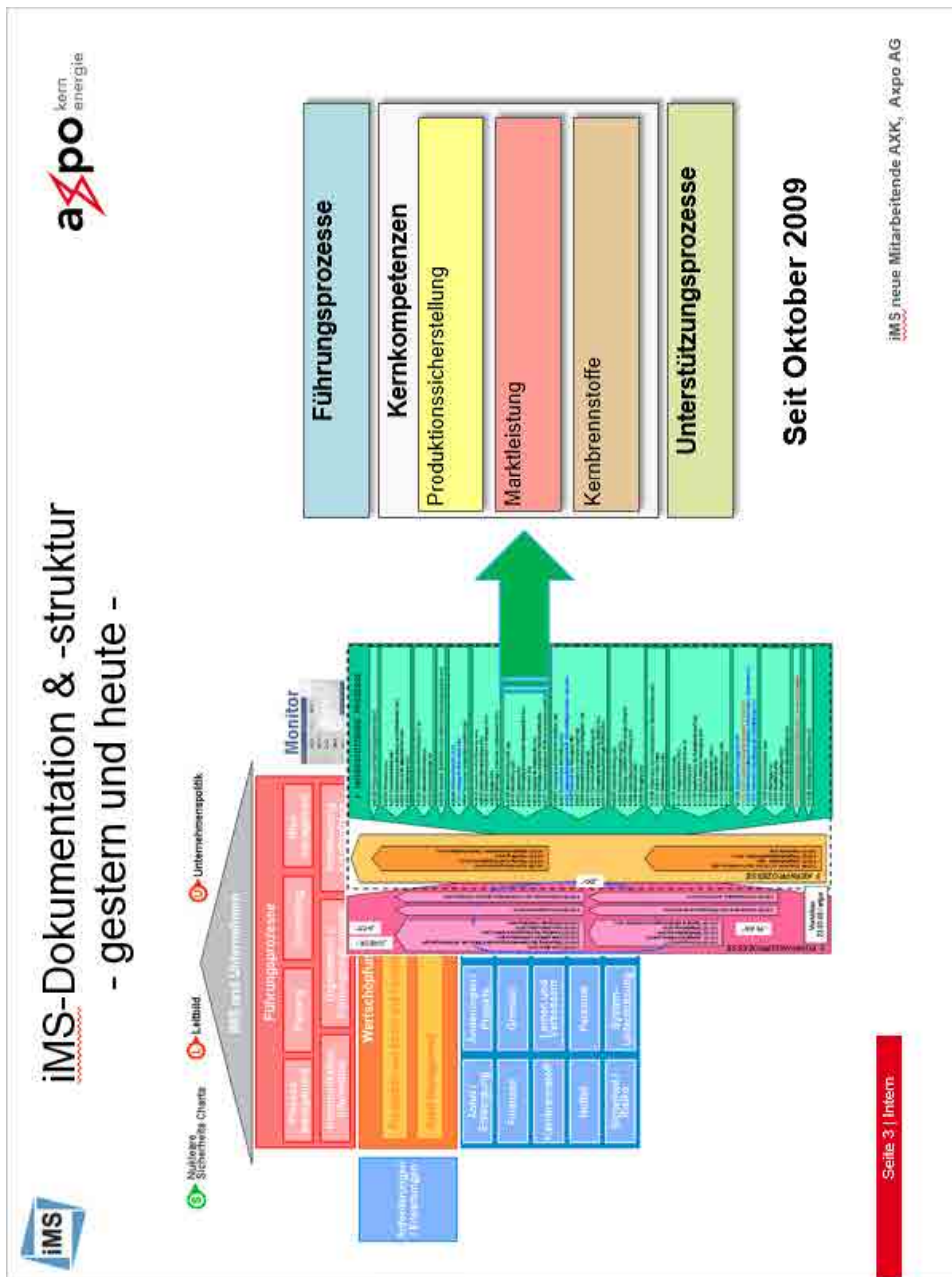
Navigationen i systemet kan ske på två sätt. På det ena sättet drar man ut virtuella lådor och finner där nya lådor o.s.v. till man kommer ner till det sökta dokumentet – se figur 6.5 och 6.6. På det andra sättet letar man som i en innehållsförteckning med underrubriker och underunderrubriker osv.

Processmappen delar in processerna i fem nivåer

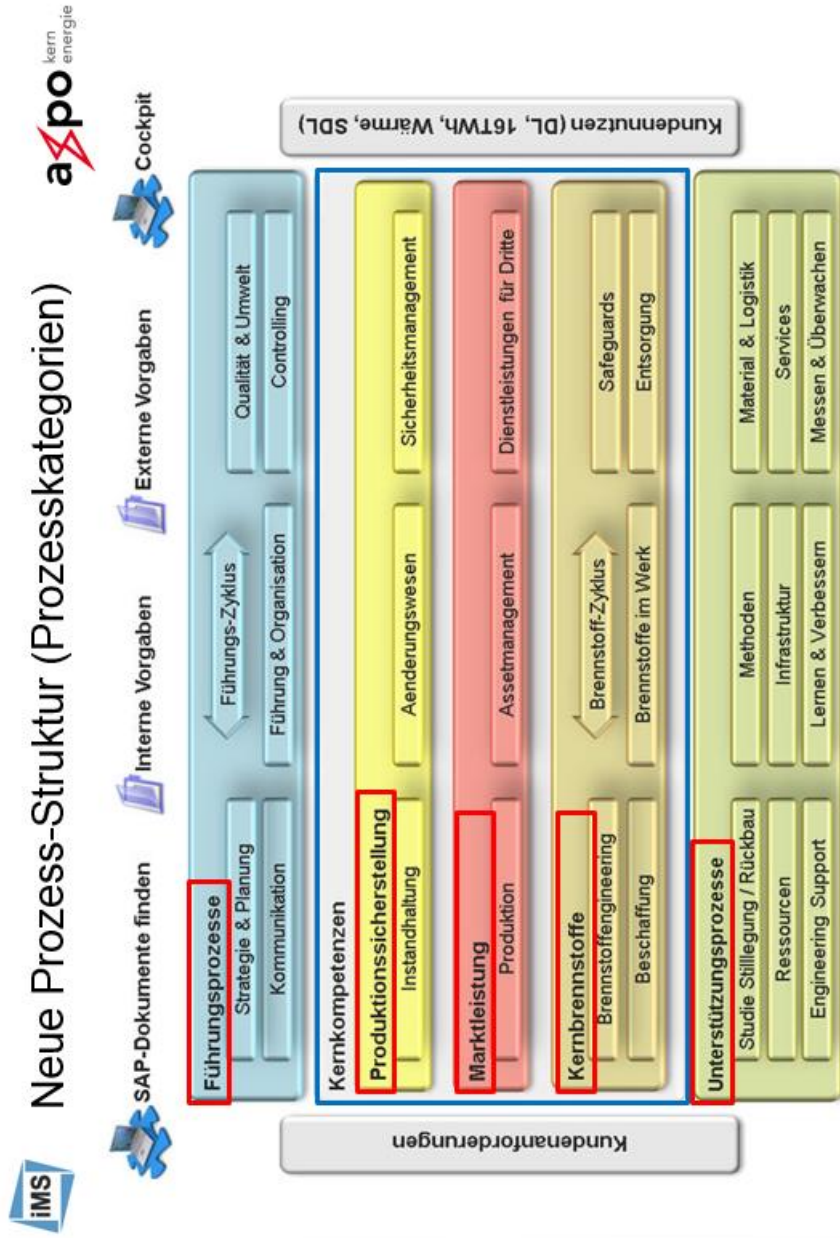
1. Managementprocesser
2. Kärnprocesser (underhåll, förändringsledning, säkerhetsledning (process- och personsäkerhet), långtidsplanering, avbrottsplanering, driftplanering)
3. Prestationssäkringsprocesser, tillgångshantering, tjänster till tredje part
4. Bränslehanteringsprocesser inklusive skydd
5. Stödprocesser: resurser, ständiga förbättringar, logistik, mätningar, strålskydd, metoder, teknisksupport, avvecklingsplan (inte som projekt), service, dokumentationskontroll, kravefterlevnad, etc.



Figur 6.4. Axpo Kernenergies IMS-dokumentation från ”i förrgår” (2001-2008) och ”i går” (2008-september 2009). (Bild från Markus Hintermann, Axpo Nuclear Power Plant, Beznau).



Figur 6.5. Axpo Kernenergies IMS-dokumentation från ”i går” (2008-september 2009) och ”idag” (sedan september 2009). (Bild från Markus Hintermann, Axpo Nuclear Power Plant, Beznau).



Figur 6.6. Skärmbild från Beznau integrerade ledningssystem. Navigering kan göras i en dynamisk innehållsförteckning till vänster (visas inte här) eller genom att dra ut de namngivna låderna. (Bild från Markus Hintermann, Axpo Nuclear Power Plant, Beznau).



Figur 6.7. Skärmbild från Beznau integrerade ledningssystem. Den övre indikatorn visar hårda indikatorvärden (processkvalitet). Den nedre visar hur god processbeskrivningen är. (Bild från föredrag av Markus Hintermann, Axpo Nuclear Power Plant, Beznau och Hugo Olsen, konsult, St Gallen, Schweiz, vid IAEA:s/FORATOM:s workshop om ledningssystem i Stockholm, 2012.)

Det finns en kvalitetsprocess med bl.a. ett diagram som visar processernas status i 5 klasser (enligt IAEA TECDOC-1141). Kvalitetsprocessen tar kontakt med ägare till processer som inte ligger på acceptabel nivå eller högre.

Processernas måluppfyllnad mäts med indikatorer och med hjälp av benchmarking. Resultaten kan visas på en datorskärm (se figur 6.7).

Det datoriserade systemet ger inte bara detaljerade uppgifter om processerna. Som framgår ovan innehåller det också information och verktyg som är relevanta för drift av processerna som t.ex. lagstadgade krav och krav från landets tillsynsmyndighet (ENSI – Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate), olika checklistor, formulär och data som behövs i olika sammanhang.

Eftersom alla anställda på alla nivåer är användare av systemet uppdateras och förbättras systemet kontinuerligt.

Svar på ytterligare några frågor:

- Vilka svårigheter stötte ni på under utveckling och implementering av processledningssystemet?

I början hade vi alla klassiska problem eftersom så många intressenter var berörda. Efter ca 7 år, 2008/2009, organiserade styrgruppen för ledningssystem flera workshops med alla processägare och andra nyckelspelare (inklusive divisionschefen) för att ta reda på vilka aspekter i det tidigare integrerade ledningssystemet som var användbart och konstruktivt och vilka aspekter som var negativa, felaktiga, saknades osv. Resultaten från dessa workshops och en aktionsplan presenterades för högsta ledningen. Det medförde ett starkt engagemang från anläggningschefen och från divisionschefen. Sedan dess har vi haft relativt lite substantiella problem med utveckling, genomförande och övervakning av det integrerade ledningssystemet och processledningssystemet.

Ett bevis för högsta ledningens engagemang var att anläggningschefen var med på IAEA:s och FORATOM:s workshop om ledningssystem 2012 i Stockholm där han höll ett föredrag "Mission, Vision and Defense in Depth Concept: Essential Requirements for an Efficacious Management System".

I föredraget presenterade anläggningschefen kort bl.a. Beznaus uppdrag, vision och strategi samt ledningens ansvar.

- Vad karakteriserar ett bra ledningssystem för säkerhet enligt din mening? Vilka är de viktigaste komponenterna i ett ledningssystem för säkerhet? IP valde att ge samma svar till dessa båda frågor.

Men först poängterade han att ett starkt engagemang från högsta ledningen, inklusive styrelsen, är viktigt för implementeringen.

Ett kvalitetsledningssystem med en holistisk utformning. Det är detsamma som ett säkerhetsledningssystem. Båda har fokus på kärnkraftssäkerhet.

I en affärsverksamhet måste berörda personer vara med i beslut enligt en speciell process. Det gäller såväl tekniska som organisatoriska aspekter.

Alla aktiviteter måste ingå i ledningssystemet och i dess dokumentation (som processbeskrivningar eller i andra former som beskrivningar av procedurer).

6.4.3 Intervju med chefen för Health, Safety and Environmental Affairs for Shell Nederland B V i Nederländerna, NL.

I Nederländerna har Shell flera operativa anläggningar och två laboratorier, var och en har sin egen säkerhetschef. IP är koordinerande och har årligen bl.a. sex möten med säkerhetscheferna. Alla Shell-företag i världen har samma säkerhetsledningssystem.

Om ledningssystemet

Shells ledningssystem består av 8 element och 33 subelement (se tabell 6.1). Shell har en intressant rutin för självvärdering ute på anläggningarna. För varje subelement har de beskrivit fyra nivåer enligt tabell 6.2. Tabell 6.3 beskriver nivåerna för subelementen i element 1 (Leadership and Commitment) som ett exempel. Exempelvis en gång per år sätter de ihop två grupper med individer från högsta ledningen ner till arbetare ”på golvet”. Grupperna bedömer varje subelement genom att kryssa för uppnådd nivå i tabell 6.3. Det subelement inom varje element som har lägst okryssad ruta måste förbättras. Men även andra förbättringar görs. Resultaten från de båda grupperna jämförs och skillnader diskuteras. Deltagarna uppskattar dessa diskussioner och resultaten är värdefulla enligt IP. Vart tredje år görs en extern audit. Skillnader mellan bedömningar vid auditen och vid självvärderingarna utreds.

Tabell 6.1 Shells resultatmall för självvärdering av sitt ledningssystem. Det visar också ledningssystemets 8 element och 33 subelement. I kolumn L anges uppnådd nivå enligt tabell 6.2. (avskrift från Shell-dokument med tillåtelse)

RESULTS (levels achieved)			L
1	Leadership and Commitment		
1.1	Visibility	1	
1.2	Proactive in Target Setting	2	
1.3	Informed Involvement	3	
2	Policy and Strategic Objectives		
2.1	Content	4	
2.2	Dissemination	5	
2.3	Strategic Objectives	6	
3	Organisation, Responsibilities, Resources, Standards and Doc.		
3.1	Roles & Responsibilities	7	
3.2	HSE Advisors & Management Representatives (HSE Advisors)	8	
3.3	Resources	9	
3.4	Competence	10	
3.5	Contractors	11	
3.6	Communication	12	
3.7	Documentation & Control – HSE MS (Documentation – HSE MS Manual)	13	
3.8	Documentation & Control – HSE Cases (Documentation – HSE Cases)	14	
4	Hazards and Effects Management		
4.1	Identification of Hazards & Effects (Identification)	15	
4.2	Assessment	16	
4.3	Recording of Hazards & Effects (Recording)	17	
4.4	Performance Criteria for Maintaining Controls	18	
4.5	Risk Reduction Measures – Controls & Ownership	19	
4.6	Risk Reduction Measures – Recovery	20	
5	Planning and Procedures		
5.1	HSE Plan	21	
5.2	Asset Integrity	22	
5.3	Procedure & Work Instructions	23	
5.4	Management of Change (Change Control)	24	
5.5	Contingency & Emergency Planning (Contingency & External Planning)	25	
6	Implementation and Monitoring		
6.1	Performance Monitoring	26	
6.2	Records	27	
6.3	Non Compliance & Corrective Action	28	
6.4	Incident Reporting & Follow up	29	
7	Audit		
7.1	Audit Plan (Competency)	30	
7.2	Auditor Competency (Contractor)	31	
7.3	Contractor Audits (General)	32	
8	Management Review		
8.1	Review	33	

Tabell 6.2. Shells skala för självvärdering av sitt säkerhetsledningssystem i generell form. (avskrift från Shell-dokument med tillåtelse)

LEVELS	4	HSE in the heart	System sustained and supported by an ongoing improvement process and essentially all elements satisfied.
	3	HSE in the head	System functioning and being verified, key system procedures documented and results being measured.
	2	HSE on paper	System is documented approved resourced, and being implemented with priority objectives satisfied and the majority of others being addressed.
	1		System is under development and primary issues are being met.

Tabell 6.3. Shells skala för självvärdering av sitt säkerhetsledningssystem för element 1 och dess subelement. (avskrift från Shell-dokument med tillåtelse)

Assessment criteria	Subelement ->	1.1 Visibility	1.2 Proactive in target setting	1.3 Informed involvement
LEVEL 4 System sustained and supported by an ongoing improvement process and essentially all elements satisfied.		Leaders drive the process for HSE excellence. All levels 'own' the HSE management process. Documented surveys of employee perceptions confirm that employees believe the company is committed to HSE.	Leaders ensure that all staff have HSE 'results' and 'activity' targets in their appraisal and are rewarded accordingly.	Leaders are personally involved in the improvement efforts arising from the formal senior management 'Review' (see 8) of the HSE MS.
LEVEL 3 System functioning and being verified, key system procedures documented and results being measured.		Leaders actively participate in HSE activities such as training, reward and recognition schemes, industry contractor workshops, conferences and audits.	Leaders jointly develop and discuss both HSE 'result' and 'activity' improvement targets with the employees and contractors.	Leaders are fully aware of the high priority areas for improvement identified in the HSE MS and the status of the follow up remedial programme.
LEVEL 2 System is documented, ap-proved resourced, and being implemented with priority objectives satisfied and the majority of others being addressed.		Leaders discuss and review with employees and contractors progress against meeting specific 'results' and 'activity' HSE targets. This usually takes place at staff appraisal and pre-contract award.	Leaders participate in the development of objectives and target setting for H, S & E management 'activities', (pro-active indicators) as well as 'result' indicators.	Leaders review the progress both in the development AND the content of HSE MS and HSE Cases and make available the resources and expertise to meet the targets.
LEVEL 1 System is under development and primary issues are being met. Each HSE Case including those of contractors and the interface documents are up to date and reflect.		Leaders communicate HSE expectations to employees reporting to them but are not involved in the HSE Management System (HSE MS) process and do not refer to it.	Leaders participate in the review of reactive indicators i.e. 'results' such as LTIs, spills, emission.	Leaders are unconvinced that the systematic management of HSE and measurement of the effectiveness of such a system are as important as the reactive measurements such as LTIs.

Säkerhetskulturmätningar

Shell använder en liknande metodik vid värdering av sin säkerhetskultur ute på anläggningarna som vid självvärdering av sitt ledningssystem. De utgår ifrån elementen i säkerhetsledningssystemet. Till varje element har Shell definierat 1-4 delområden. I en blandad grupp en gång om året bedöms var på skalan (se avsnitt 5.9.2) ”patologisk, reaktiv, beräknande, proaktiv, generativ” som organisationen befinner sig. För varje delområde har Shell tagit fram definitioner för stegen i skalan. Tabell 6.4 visar definitionerna för de fem stegen för de 3 delområdena i element 1 ”Leadership and commitment”.

Shell har också en enkätundersökning som omfattar alla inom Shellkoncernen – ca 90 000. Där finns också frågor kring säkerhet, hälsa och miljö.

Vilka är de viktigaste faktorerna för ett väl fungerande säkerhetsledningssystem?

IP svarade:

Om ledarskapet är OK så följer resten av sig själv. Shell lägger därför mycket stor vikt vid ledarskap för säkerhet. Varje ledare får ett häfte som ger råd om vad ledare ska göra och fråga om när de går ut i verksamheten – gör arbetsplatsronder. Detta är viktigt eftersom många ledare är rädda för att göra arbetsplatsronder.

Det är viktigt att högsta ledningen gör arbetsplatsronder. Det hjälper till så att lägre chefer också gör det.

Shell har också observerat att det hjälper om säkerhet inkluderande rapportering av chefers arbetsplatsronder finns med som fast punkt på möten som hålls t.ex. varje vecka.

Huvudkontorets engagemang är viktigt.

Vad som åstadkommit inom säkerhetsområdet måste rapporteras i olika rapporter, även i de finansiella, till huvudkontoret.

Inom Shell framhåller man att dålig säkerhet, hälsa eller miljö är tecken på dåligt ledarskap. Och ingen chef vill bli förknippad med ”dåligt ledarskap”.

Vad är viktigast att arbeta med för säkerhet?

IP svarade:

Ledarskap.

Kommunikation. Särskilt individuell kommunikation kring risk med alla anställda, även t.ex. städpersonal för det kan uppkomma situationer där deras agerande kan ha mycket stor betydelse.

Ledningens översyn

Tabell 6.4. Underlag för Shells självvärdering av säkerhetskultur för element 1 – “leadership and commitment”.
(avskrift från Shell-dokument med tillåtelse)

	Pathological	Reactive	Calculative	Proactive	Generative
Is management interested in communicating HSE issues with the workforce?	Management only communicates HSE issues by telling workers not to cause problems.	After incidents ‘flavour of the month’ HSE messages are passed down from top management. Any interest gets less over time as things get ‘back to normal’.	Management shares a lot of information with workers and has frequent HSE initiatives. Management does a lot of talking but is not really listening.	There is a two-way process of communication about HSE issues in place. Asking as well as telling goes on.	There is frequent and clear two-way communication about HSE issues in which management gets more information back than they provide. Everyone knows when there is an incident.
Commitment level of workforce and level of care for colleagues.	“Who cares as long as we don’t get caught?” Individuals look after themselves.	‘Look for yourself’ is the rule. Public statements about caring for colleagues are made just after accidents, by both management and workforce. This emphasis fades away after a period of good HSE performance.	Management’s increasing awareness of the costs of failure spreads down the organisation. People know what to say about HSE, but do not always completely do what they talk about.	The workforce feels proud of their HSE performance and wants to do better. People care for other people and the environment.	Levels of commitment and care are very high at all levels. They are driven by employees who show passion about living up to their high personal standards. It’s seen as a family tragedy if someone gets hurt.
What are the rewards of good HSE performance?	No rewards are given or expected for good HSE performance – staying alive is reward enough. There are often punishments for failure.	There are punishments for poor HSE performance. Rewarding positive behaviour is not common. Bonuses are reduced when there are accidents.	Good HSE performance is said to be very important. Safety awards such as T-shirts or baseball hats are made. There are safety competitions and quizzes. Incident rates are used when calculating bonuses.	Good HSE performance is rewarded and considered in promotion reviews. Staff appraisal is based on carrying out the right processes as well as (not) having incidents.	Recognition of good HSE performance is seen as being of high value. Good performance motivates people without them needing extra rewards.

6.4.4 Intervju med expert på säkerhetsanalyser och reaktorsäkerhet

Mina intervjuer och litteraturgenomgången indikerar en positiv inställning till PSA-analyser som de utförs inom kärnenergiesektorn. Denna intervju med intervjuperson vald för att han är kritisk till vad han kallar övertilltro till PSA, menar emellertid till eftertanke.

IP är en pensionerad kärnkraftsingenjör med 30 års erfarenhet av drift och säkerhetsanalyser av kärntechniska anläggningar. Han har dessutom ett antal års erfarenhet som säkerhetskonsult för andra typer av anläggningar. Hans största invändning mot PSA gällde dess användning inom kärnkraftsindustrin för att beräkna frekvensen för härdsmlta (CMF) och ge ett absolut mått för den. Han har noterat att mycken tilltro ges till frekvensvärden från nivå 1 (sannolikhet för härdsmlta) PSA, trots de mycket stora osäkerheter som är inblandade. Epistemisk osäkerhet¹¹, speciellt inverkan av mänskliga och organisatoriska faktorer samt ledningsfaktorer, vilka tenderar att dominera som grundorsaker vid de flesta allvarliga olyckor vid industrianläggningar, är mycket svår att modellera och kvantifiera. IP refererade till Pidgeon och O'Leary (2000) som konstaterar att 20 års samlad forskning om komplexa systemfel har pekat ut organisatoriska faktorer som de mest kritiska bakomliggande orsakerna till olyckor och katastrofer inom en mängd olika anläggningar.

IP hänvisade också till en rapport från en hearing i Washington (Cochran, 2011) som diskuterar behovet av att omvärdera frekvenser för härdsmlta. Detta dokument visar att frekvenser för härdsmlta (inkluderande partiella sådana och härdsmltor) i verkligheten varit [en till två] storleksordningar högre för olika reaktortyper än vad PSA-studier har förutspått för dem. En användbar lista över partiella och fullständiga härdsmltningsolyckor tillhandahålls av Cochran.

IP noterade att det är komplext, svårt och kostsamt att producera och granska PSA-analyser av frekvensen för härdsmlta. Han menade också att härdsmltorna i Fukushima, Three Mile Island och Tjernobyli inte kunde förutsägas med hjälp av PSA. De stora resurser som idag spenderas på kompletta anläggnings-PSA inom kärnkraftsindustrin borde kunna utnyttjas bättre med en bättre avvägd användning av andra säkerhetsledningsmetoder och analysmetoder. Inga andra industrianläggnings typer känner behov av att koncentrera stora resurser på PSA; flygindustrin är ett intressant exempel på det. Genom att använda flera metoder borde effektiviteten att avslöja Black Swan-händelser, som kan orsaka allvarliga olyckor, öka. Davis Besse (Ohio) PWR-reaktor, som drabbades av korrosion från utsidan av reaktortankens lock (2002), är ytterligare ett exempel på en nära-händelse med potential att initiera en härdsmlta, och där PSA inte var av något värde. Händelsen visade också att konceptet "läckage före brott på inneslutning" inte alltid gäller.

IP anser att PSA är användbart för att bedöma relativ risk när någon teknisk eller operativ funktion ändras, eller om PSA fokuserar på enskilda systemdelar. Men om PSA tillämpas på hela anläggningen så dominerar sannolikt organisatoriska faktorer för risken för frekvensen av härdsmltor och då är det ytterst osannolikt att CMF kan förutses med PSA, menar IP.

¹¹ Osäkerhet på grund av brister i vår kunskap

6.5 Goda exempel

Under intervjuerna har jag också sökt efter goda exempel. Men de utgör ju en mycket begränsad undersökning och mitt underlag kan inte jämföras med det underlag som IAEA och WANO samlat in vid sina revisioner. Detta avsnitt presenterar några exempel på ledningssystemassocierade aktiviteter som enligt min bedömning är goda exempel.

6.5.1 Organisatoriskt lärande inom kärnkraftssektorn

Inom kärnenergisektorn finns bra system och praxis för organisatoriskt lärande, speciellt när det gäller geografisk spridning på högre nivåer (anläggning till anläggning, nationellt och internationellt). Jag syftar då på hur externa revisioner (av IAEA och WANO) genomförs och används. Personer från olika kärnkraftverk deltar vid revisioner av andra kärnkraftverk, vilket ger ett individuellt lärande som kan föras tillbaka till respektive moderinstitution för organisatoriskt lärande samtidigt som erfarenheter från hemmaanläggningen kommer den granskade anläggningen till godo. IAEA presenterar resultaten av sina revisioner öppet i s.k. OSART-rapporter. De presenterar också ”Good Practice” inom olika områden, vilket uppmuntrar dem som fått sådana utmärkelser och kan vara till hjälp för andra.

Men bra kan bli bättre. Flera av dem jag intervjuat från kärnkraftssektorn nämnde att de tyckte att sektorn är introvert, d.v.s. att lärandet från andra sektorer och från nyare forskning är magert.

6.5.2 Några intressanta exempel

Även om jag inte har den överblicken att jag kan avgöra vad som är bäst praxis har jag stött på och fått tips om intressanta insatser. Jag listar några nedan.

- På de tre svenska kärnkraftverken har man intressanta sätt att arbeta med att få en god säkerhetskultur att genomsyra hela organisationen. Ett exempel är säkerhetskulturkoordinaternas organisation, engagemang och arbetssätt på Ringhals.
- Forsmarks utbildningspaket med interaktiv återträning för ledare är bra, även om denna rapport kan föranleda något tillägg enligt min mening. Jag har inte studerat övrigas utbildningar så detta är ingen rangordning.
- Shells sätt att i grupp granska sitt ledningssystem tycker jag är mycket intressant – se kapitel 6.
- Införande och användning av processledningssystem i Borsele, NL, och Berznau, CH, kan vara lärorika att studera – se kapitel 6 för korta presentationer.
- Kärnkraftverken i Sverige har fått betyget ”Good practice” för flera delar av sitt säkerhetsarbete. Dem tar jag inte upp här.

6.5.3 Några tips om goda exempel erhållna vid intervjuer

- General Electric – GE HealthCare – är bäst i världen på ledningssystem. Det gäller arbetsmiljö, men där finns generella principer att lära från. GE HealthCare i Umeå har fått utmärkelsen Global Star. ”Så bör ledningssystem användas.”
- Leibstadt nuclear reactor har ett bra navigeringssystem – de har fått Good Practice för det.
- Navigeringsmöjligheterna i ledningssystemmanualer är för dåliga. De som varit med länge hittar, men det blir problem vid generationsväxling. Navigeringsmöjligheterna bör förbättras. Expertfunktionerna bör bli bättre på att ta fram de specifika sidor som behövs och inte hela dokument. SKB har lyckats bäst med det.

6.6 Sammanfattning – ben 4: intervjuer

6.6.1 Kännetecknen på ett bra ledningssystem utifrån intervjuerna

Tabell 6.5 visar kännetecknen på ett bra ledningssystem utifrån intervjuerna.

Tabell 6.5. Kännetecknen på bra ledningssystem. Utifrån intervjuer.

Det ska vara ett integrerat ledningssystem
Ansvarsfördelningen ska vara tydlig
Bra ledarskap och ledarbeteenden
God kommunikation
Ledningssystemet (manualen) ska ha en bra struktur och vara användarvänligt med tydlig kravhantering
Ledningssystemet ska vara levande (Ständiga förbättringar)
Bra förändringsprocesser
Bra indikatorer
Bra inköpsrutiner
Bra internrevisioner
Kompetens
Fungerande lärcykel
God MTO/HF-verksamhet
God prioritering
Tydliga processer
Goda riskanalyser
Ständiga förbättringar
God säkerhetskultur, även hos entreprenörer
Regelbundna utvärderingar

6.6.2 Övrigt

En intervju handlade om implementering av processtyrning. En annan intervju handlade om införande av processtyrning och ett datoriserat ledningssystem. Motsvarande verksamheter kan vara intressanta att studera för företrädare för anläggningar som arbetar med införande av processtyrning och/eller datoriserade ledningssystem. Båda dessa intervjupersoner betonade vikten av ledningens engagemang.

I en tredje intervju presenteras Shells intressanta sätt att arbeta med ständiga förbättringar av ledningssystemet och säkerhetskulturen.

I en fjärde intervju betonas vikten av riskanalyser och framkommer kritik mot att förlita sig för mycket på PSA när det gäller härdsador.

7. Vad kännetecknar ett väl-fungerande ledningssystem? Sammanfattning och funderingar.

Avsikten med detta avsnitt är att ge en övergripande sammanfattning av projektet ”Kännetecken för ett välfungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet”, som ska kunna läsas fristående. Efter inledningen (7.1), som presenterar målsättning och metodik samt rapportens disposition, följer avsnitt 7.2 som presenterar och diskuterar några begrepp som är aktuella för utveckling av säkerhet i säkerhetskritiska system. Därefter ges sammanfattningar av lärdomar från stora olyckor (7.3) och intervjuundersökningen (7.4). Kapitlet avslutas med tre avsnitt med kännetecken på väl fungerande ledningssystem härledda från de fyra benen i trianguleringen som använts som metod i detta projekt. Avsnitt 7.5 gäller specifikt koncernens ledningssystem. I avsnitt 7.6 presenteras element som bör finnas med explicit eller implicit i ledningssystem. I det avslutande avsnittet (7.7) presenteras och diskuteras innehåll i olika element – d.v.s. kännetecken på väl fungerande ledningssystem på elementnivå.

7.1 Inledning

7.1.1 Målsättning

Målsättningen med här redovisat projekt var att ta fram kännetecken för väl fungerande ledningssystem för säkerhet i säkerhetskritisk verksamhet med fokus på kärnkraft.

Två viktiga element i ett säkerhetsledningssystem – säkerhetskultur (Ek, 2014) och erfarenhetsåterföring (Arvidsson & Lindvall, 2014) – behandlas i parallellprojekt och behandlas därför styvmoderligt behandlade här.

Fysiskt skydd, som är mycket viktigt för säkerhet ingår inte. Likaså ingår inte tillsynsmyndigheters ledningssystem i rapporterat projekt.

Ledningssystem finns även om de inte är dokumenterade i en manual. Men de bör vara dokumenterade och i säkerhetskritiska verksamheter är det numera som regel så. Oftast skiljer vi därför inte explicit på ledningssystemet och manualen i denna framställning.

7.1.2 Metod

I säkerhetskritisk verksamhet sker inte många olyckor och allvarliga incidenter. Det är därför svårt om ens möjligt att få entydiga resultat från forskning som ger samband mellan ett ledningssystemens enskilda element och frekvens av olyckor och all-

varliga incidenter. I denna rapport använder jag mig i stället av triangulering med fyra infallsvinklar (ben):

- Ben 1. Befintliga anvisningar om utformning av ledningssystem från nationella och internationella organ. Det finns ofta mycken beprövad erfarenhet, klokhet och vetenskap (oftast utan referenser) bakom anvisningar för ledningssystem inom olika branscher.
- Ben 2. Utredningar av stora olyckor. Ofta har omfattande utredningar gjorts av grupper sammansatta av personer med stor erfarenhet och med vetenskaplig kompetens.
- Ben 3. En litteraturstudie kring vad som finns i vetenskapliga fora om hela ledningssystem (Ben 3a) och om enskilda komponenter (Ben 3b). En del böcker och rapporter skrivna av forskare har ingått.
- Ben 4. En intervjuundersökning för att få synpunkter från personer med erfarenhet av att arbeta med ledningssystem på olika nivåer. Huvudfrågor var vad som fungerar bra, vad som fungerar mindre bra och idéer till förbättringar i ledningssystemet för säkerhet.

Dokumenterade säkerhetsledningssystem för organisationer i säkerhetskritiska branscher som flygindustrin, kärnkraftsindustrin, processindustrin och sjöfartsnäringsringen har fått en bredare spridning först under de senaste decennierna. I många företag inom dessa branscher är ledningssystemet fortfarande i tidig utvecklingsfas. Därför finns inte så mycket forskning om mogna säkerhetsledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet. Jag ställde därför frågan till den vetenskapliga litteraturen om man kan lära från säkerhetsledningssystem i icke-säkerhetskritisk verksamhet och från säkerhetsledningssystem som fokuserar på personsäkerhet. Svaret blev att det kan man om man beaktar tre attribut. Ett av attributen är typ av säkerhet, d.v.s. 1) avser ledningssystemet personsäkerhet eller processsäkerhet? Exempelvis får man inte ta god personsäkerhet som garant för att processsäkerheten är god (vilket ofta gjorts, ibland bidragande till katastrofala följder). Men beaktar man skillnader i bl.a. grundorsaker och åtgärdsorganisation så går det. Övriga attribut/frågeställningar som måste beaktas är: 2) Minimerar man osäkerheter eller hanterar man dem? 3) Styr säkerhetsarbetet av organisationens egna regler eller av externa regler?

7.1.3 Disposition av rapporten

Inom säkerhetskritiska verksamheter finns nu flera års erfarenheter av bred användning av ledningssystem. Internationella och nationella organ (t.ex. IAEA, ICAO, Eurocontrol och IMO, respektive Transport Canada, Civil Aviation Authority i Nya Zeeland) har arbetat med att ta fram och förbättra anvisningar för utformning av ledningssystem och därvid använt såväl erfarenheter från tillsyn och drift av säkerhetskritisk verksamhet som resultat från forskning. Även om dessa anvisningar sällan eller aldrig innehåller hänvisningar till vetenskaplig litteratur så borgar framtagnings- och utvecklingsprocesserna, med tillvaratagande av erfarenheter från hela världen och med medverkan av forskare, för att befintliga anvisningar från internationella och framstående nationella organ platsar som ett ben i trianguleringen. (Kapitel 2)

Efter stora olyckor inom säkerhetskritisk verksamhet görs alltid ingående utredningar av kompetenta grupper. Ofta görs även vetenskapliga analyser som publiceras i vetenskapliga artiklar. Härvid upptäcks ofta brister i ledningssystemet. Detta ger

starka indikationer på vad som är viktigt att jobba med i ledningssystem för att minska risken för olyckor, speciellt när bristerna är återkommande. (Kapitel 3)

Forskning på ledningssystem för säkerhet är inte så vanlig. Dokumenterade säkerhetsledningssystem har inte funnits så länge. Men det finns en del. Det finns också forskningsrapporter om enskilda komponenter, ganska många om en del. Den vetenskapliga litteraturen är naturligtvis ett givet ben i trianguleringen. (Kapitel 4 och 5)

Som fjärde ben i trianguleringen ingår intervjuer med dels ansvariga för utveckling och drift av ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet, dels andra med stor erfarenhet av sådana system eller av enskilda komponenter. (Kapitel 6)

I kapitel 8 pekar jag på några områden där jag ser behov av fortsatt forskning och utveckling.

7.2 Några begrepp som bas

7.2.1 Normala olyckor och mindfulness

Perrow (1984) studerade Three Mile Island-olyckan och kom fram till att olyckor som Three Mile Island i sociotekniska komplexa system är normala utfall, men de är inte förutsägbara p.g.a. systemegenskaper som komplexitet och starka kopplingar. Olyckorna är således normala utfall från ett system som fungerar som det utformats för att fungera. Begreppet ”Normal accidents” myntades. Tillämpbarheten på dagens säkerhetskritiska verksamheter har fått kritik. De stora olyckor som skett kan som regel förklaras på annat sätt – oftast fungerar förklaringen slapp säkerhetshandling.

HRO-skolan har en mer optimistisk syn. I den menar man att det går att arbeta säkert med dagens komplexa system. HRO-forskare har studerat företag som, trots att de verkar i branscher med komplexa verksamheter, har visat hög säkerhet, s.k. ”high reliability”-organisationer (HROs). De fann att vad som skiljde HRO från andra företag var ”mindfulness”. Fem karakteristika för mindfulness. (Weick & Sutcliffe, 2007) är:

- Fokus är på misstag. (Preoccupation with failure)
- Man undviker att förenkla tolkningar och bortförklara händelser. Information används även om den motsäger egna föreställningar. (Reluctance to simplify interpretations)
- De personer som arbetar i direkt kontakt med produktionsprocesserna och utrustningen är viktiga sensorer. (Sensitivity to operations)
- Felen och variationerna hålls små. Improvisationer är viktiga för fortsatt säker funktion. (Commitment to resilience)
- I akuta situationer flyttas besluten till expertisen oberoende av rang. Det är oftast personer i direkt kontakt med processerna. (Deference to expertise)

”Normal accidents”-skolan och HRO-skolan ställs ofta mot varandra. Deras budskap att olyckor i komplexa system inte kan undvikas respektive att verksamheter med

hög komplexitet kan ha hög säkerhet användes mycket i debatten emot respektive för kärnkraft i USA i kärnkraftens barndom och används fortfarande. Budskapen var för sig är viktiga och behöver inte ses som varandra motsägande. Vi har kanske inte haft någon normal olycka men våra system blir alltmer komplicerade. Vi får inte invaggas i självgodhet. Komplexiteten bör motverkas – det minskar både överraskningar som är och som inte är emergenta¹². HRO-skolan anvisar metodik för att minska risken för allvarliga incidenter och olyckor.

7.2.2 Stabilitet kontra flexibilitet

Ett sätt att försöka åstadkomma en säker verksamhet i ett system är att maximera stabilitet/minimera variationer/ genom central planering, standardisering, hög automatiseringsgrad, litet handlingsutrymme för operatörer och ”feed-forward”-styrning. Ett annat sätt, baserat på nyare teorier, är att maximera flexibilitet genom lokal planering, låg grad av standardisering, stödjande teknologi, stort handlingsutrymme för operatörer och ”feed-back”-styrning. Detta senare paradigmlämpar sig för verksamheter med stora osäkerheter och behov av snabb anpassning.

Flera artiklar tar upp denna problematik. Exempelvis pekar Farjoun (2010) och Grote (2009a) på ett behov att balansera strävan efter stabilitet och flexibilitet. Grote (2012) skriver också att i en säkerhetskritisk verksamhet som normalt följer stabilitetsparadigmen kan flexibilitet behövs t.ex. vid underhållsstopp och i situationer där oväntade variationer uppträder. Forskning efterlyses.

7.2.3 Resiliens och resilience engineering

Det publiceras och talas mycket om resiliens och resilience engineering idag. Resilience engineering-skolan är under utveckling och det torde finnas goda anledningar att följa utvecklingen. Det finns publikationer som hävdar att det inte är något nytt i resilience engineering, men nya metoder för att hantera komplicerade och komplexa system utvecklas. Ett nytt språkbruk kan också vara förnyande.

Resiliens handlar om förmågan att upptäcka, anpassa sig till och klara av det oväntade (David D. Woods, 2006). Resilience engineering är ett tillvägagångssätt att hantera risk på ett proaktivt sätt. Det handlar om att utforma resiliens i organisationer och i säkerhetsledning som klarar av komplexitet i pressade situationer (Hollnagel & Woods, 2006).

Hollnagel menar att det krävs fyra väsentliga förmågor för resiliens, nämligen:

1. Förmåga att hantera det nuvarande, d.v.s. förmåga att hantera förväntade och oförväntade situationer, d.v.s. att åtgärda.
2. Förmåga att fokusera på vad som är kritiskt, det vill säga förmåga att övervaka sådant som kan bli ett hot i en nära framtid, både i systemet och i dess omgivning.
3. Förmåga att förutse vad som kan utvecklas till ett hot.
4. Förmåga att lära från erfarenheter av både sådant som gått fel och sådant som gått rätt.

¹² Emergenta händelser sker i komplexa system. Vi kan inte förklara hur de uppkommer med orsak-verkanresonemang.

Många verksamheter blir alltmer komplexa, vilket innebär att vi får, åtminstone relativt sett, fler och fler emergenta händelser/incidenter/olyckor, d.v.s. skeenden som vi inte kan förklara eller som inte beror på felfungerande enskilda komponenter. 'Resilience engineering'-skolan anser att det nu och alltmer i framtiden (bl.a. på grund av den tekniska utvecklingen) behövs ett komplement till traditionellt säkerhetsarbete. Det gäller speciellt tätt kopplade svårhanterbara system (se tabell 5.2) som kärnkraft, flyg och flygledning (EUROCONTROL, 2009).

Variationer i hur människor agerar och processer fungerar är centralt i resilience engineering. Man menar att vi aldrig kan eliminera variationer helt utan vi måste lära oss att hantera dem, inte bara minimera dem med t.ex. rigida arbetsbeskrivningar.

Resiliens engineering fungerar inte enbart på emergenta händelser utvecklade i ett komplext system utan även på överraskningar/händelser som borde förutsetts och kanske bottenar i slapp säkerhetshantering. Dessa överraskningar torde idag vara betydligt frekventare än de emergenta händelserna som bidragande till stora olyckor att döma av utredningar och andra studier.

7.2.4 Svarta svanar

Begreppet svarta svanar förekommer ibland i texter om risker i säkerhetskritisk verksamhet. Nasseem Nicholas Taleb definierar i sin bästsäljare *The Black Swan* (Taleb, 2007) begreppet 'svart svan' som en händelse med följande tre karaktistika:

1. Händelsen är en överraskning
2. Händelsen får en stor effekt
3. Efter att händelsen skett och analyserats kan den förklaras.

Stora olyckor kan ofta klassificeras som svarta svanar. Det gäller att göra dem så få och snälla som möjligt.

7.3 Lärdomar från stora olyckor

Utredningarna efter stora olyckor visar att brister är vanliga som bidragande orsaker. De visar också att samma brister återkommer om igen – lärdomar från tidigare olyckor sätter alltför ofta inte spår i en del organisationers ledningssystem. Det måste vi lära oss av!

Detta avsnitt sammanfattar, från kapitel 3, brister som identifierats vid stora olyckor och som bra ledningssystem bör eliminera. Nedan följer sådana lärdomar från stora olyckor under några olika rubriker. Lärdomarna har lagts in under olika rubriker med referenser till vilka olyckor lärdomarna kommer från. Referenser till underliggande rapporter finns i kapitel 3. Observera att rapporter från endast åtta olyckor har studerats i detta arbete (Three Mile Island 1979, se avsnitt 3.2; Chernobyl 1986, se avsnitt 3.3; Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Piper Alpha 1988, se avsnitt 3.7; Longford 1998, se avsnitt 3.6; Texas City 2005, se avsnitt 3.4; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5; Fukushima 2012, se avsnitt 3.1). Jag har också tagit med några av Kletz slutsatser i boken "Learning from accidents", se avsnitt 3.9. Läsaren ska således inte lägga stor vikt vid antalet referenser per rubrik. Om fler olyckor involverats så hade exemplen blivit flera.

KONCERNSTYRELSEN

Allra tydligast är att utredningarna visat på mycket allvarliga brister i koncernstyrelsens agerande (Chernobyl 1986, se avsnitt 3.3; Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Texas City 2005, se avsnitt 3.4; Fukushima 2012, se avsnitt 3.1). Brister hade påpekats under flera år, men de fanns kvar. Det föranleder misstanken att sådana brister förekommer frekvent även idag, d.v.s. att det förekommer säkerhetskritiska verksamheter där det finns brister i koncernstyrelsens (eller högsta styrelsens) ledningssystem – i ledningssystemmanualen eller i hur den tillämpas. Några av de konstaterade bristerna hos koncernstyrelser är

- Okunskap
- Kortsiktigt tänkande där kostnads- och intäktsjakt går ut över säkerheten. Det medför press på ledningen för anläggningar att också agera kortsiktigt.
- Koncernstyrelsens ledningssystem säkrar inte att säkerhetskrav ges tydligt och att styrelsen får återkoppling om hur de efterlevs.
- Man litar på att personsäkerhet är en god indikator för processsäkerhet.

HÖGSTA LEDNINGEN VID ANLÄGGNING

Återkommande i utredningarna är också olika brister i ledning och ledarskap för processsäkerhet ute på anläggningar (Three Mile Island 1979, se avsnitt 3.2; Chernobyl 1986, se avsnitt 3.3; Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Longford 1998, se avsnitt 3.6; Texas City 2005, se avsnitt 3.4; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5; Fukushima 2012, se avsnitt 3.1). Det kan vara samma brister som anförts ovan för koncernstyrelsen, som okunskap och kortsiktighet. Det kan också yttra sig i dålig vertikal kommunikation och dålig säkerhetskultur. En bidragande orsak har varit hög omsättning av anläggningschefer eller dåligt genomförda organisationsförändringar.

BRISTANDE UTBILDNING/TRÄNING

Brister i utbildning och kompetens påvisas ofta som bidragande till olyckor (Three Mile Island 1979, se avsnitt 3.2; Longford 1998, se avsnitt 3.6; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5; Fukushima 2012, se avsnitt 3.1; Kletz bok, se avsnitt 3.9; Övrigt, se avsnitt 3.10). Det gäller såväl för situationer som förutsetts och för situationer som inte förutsetts och för såväl situationer där olycka kan förhindras som situationer där konsekvenser kan lindras. Speciellt bör operatörer tränas i (och stödjäs vid) diagnostik under stress.

LÄRANDE

Det är vanligt att man kommit fram till att stora olyckor kunnat undvikas om man tagit lärdom av incidenter, riskanalyser eller revisioner (Three Mile Island 1979, se avsnitt 3.2; Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Texas City 2005, se avsnitt 3.4; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5; Kletz bok, se avsnitt 3.9). Lärcykler måste fullföljas till åtgärd och den geografiska spridningen av lärdomar måste vara god. En slutsats av detta icke-lärande torde vara att många av de svagheter som identifierats som bidragande till olyckor torde finnas kvar i andra organisationer nu!

KOMPLEXITET OCH FLEXIBILITET

Komplexiteten ökar på grund av en snabb teknisk utveckling och då ny teknik förs in i processer. Samverkan av många aktörer, frekventa omorganisationer och nya arbetsprocesser bidrar också till komplexitet. Detta medför att situationer uppkommer som inte kunnat förutses eller som hade kunnat förutses men förbisets. Utred-

ningar pekar på komplexitet och bristande flexibilitet som bidragande till olyckor (Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Longford 1998, se avsnitt 3.6; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5). Utbildning/träning behövs för att fatta rätt beslut/göra rätt saker, även under tidspress, i sådana situationer. När snabba beslut krävs så måste besluten vara delegerade ner till dem som är nära processen där åtgärd måste vidtas. De måste då vara kompetenta. Säkerhetsledningsstrategier måste utvecklas som garanterar att förmåga finns att hantera både förutsedda och oförutsedda situationer. Resiliens med flexibilitet krävs. Resiliens innefattar även att organisationen och dess individer ska vara uppmärksamma och ha förmåga att upptäcka tidiga varningssignaler. Kompetens, skicklighet och en stödjande miljö krävs. Några råd som getts är:

1. Förbättra informationsutbytet och samarbetet mellan olika aktörer. Säkerställ att det finns expertstöd att tillgå vid säkerhetskritiska beslut och uppgifter.
2. Utveckla 'safety management'-strategier som garanterar både att krav följs och att det finns förmåga att hantera situationer där regler eller utprövad praxis inte finns. Såväl förutsedda som oförutsedda situationer ska kunna klaras av. Organisationen ska vara resilient.

SÄKERHETSKULTUR

Genomgående i utredningar påvisas brister i säkerhetskulturen i organisationer som svarade för konstruktion, drift och/eller tillsyn av anläggningen (Chernobyl 1986, se avsnitt 3.3; Herald of Free Enterprise 1987, se avsnitt 3.8; Texas City 2005, se avsnitt 3.4; Deepwater Horizon 2010, se avsnitt 3.5). Allvarliga processsäkerhetsrisker nonchaleras och allvarliga avvikelser från säkra beteenden tolereras. Fokus ligger på produktion i stället för på säkerhet. Speciellt var det vanligt med gap mellan vad som sägs, skrivs eller tros å ena sidan och vad som verkligen sker å andra sidan. Kulturen upplevs inte som rättvis vilket inverkar på incidentrapporteringen. I en rapport redogörs för en undersökning i en organisation som drabbats av stor olycka, att omkring 46 % av besättningsmedlemmarna ansåg att en del av besättningen befärdade bestraffning om de rapporterade osäkra situationer, och 15 % ansåg att det inte alltid fanns tillräckligt med personal för säkert arbete (National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, 2011).

BEREDSKAP OCH KRISHANTERING

Olycksutredningar är en unik källa för lärdomar kring krishantering och beredskap. Och brister konstaterades i refererade utredningar, mest explicit efter Fukushima 2012, se avsnitt 3.1. Det har t.ex. konstaterats att en effektivare krishantering varit möjlig om arbetarna på plats fått bättre instruktioner, om skyddsutrustning och annan utrustning för krishantering inspekterats och testats och om kunskap och träning för krishantering varit bättre.

Se även avsnittet **KOMPLEXITET OCH FLEXIBILITET** ovan.

HUMAN FACTORS (MTO)

Three Mile Island-olyckan öppnade ögonen för human factors betydelse för säkerhet för kärnkraftverk, se avsnitt 3.2

LEDNINGSSYSTEMET

Ett ledningssystem ska ta hand om bristerna som redovisats ovan. Utredningarna har innehållit anmärkningar på manualer, som att de varit ostrukturerade och svåra att

hitta i. Det fanns formuleringar som att manualen inte var skriven för användarna och en del tyckte det var svårt att förstå vad som föreskrevs. En annan observation var att det var skillnad på vad ledningen krävde i praktiken och på vad som stod i manualen.

ANNAT

Allvarliga brister påpekades också i underhåll, i hantering och tillsyn av entreprenörer och i hanteringen av mänskliga fel och multipla fel vid riskanalyser. Vidare varnades det för självbelåtenhet. Ett fokus måste vara på ständiga förbättringar av underhåll samt av ledningssystemet och säkerhetskulturen.

Den s.k. Kemenyrapporten (Kemeny, 1979) framhåller att det krävs fundamentala förändringar av organisation, procedurer och praxis för att förhindra olyckor av så allvarlig art som ”Three Mile Island”-olyckan.

7.4 Intervjuundersökningen

7.4.1 Inledning

Målsättningen med intervjuundersökningen var att få synpunkter från ansvariga för utveckling och upprätthållande av ledningssystem och dess komponenter på vad som kännetecknar bra ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet och hur man jobbar med det framför allt inom kärnkraft.

Inledande intervjuer och diskussioner genomfördes med ledande företrädare för Nuclear Power Engineering Section, IAEA samt experter på ledningssystem inom svensk kärnkraftsindustri. Bl.a. söktes svar på frågor under huvudrubrikerna

1. Vad kännetecknar ett bra ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet?
2. Vilka är de viktigaste och viktiga beståndsdelarna i ett ledningssystem?
3. Vad kännetecknar enskilda viktiga beståndsdelar?
4. Vad finns det för framgångsfaktorer för att upprätthålla och utveckla ett ledningssystem?

Tjugotvå halvstrukturerade intervjuer genomfördes med 30 personer vid kärnkraftsanläggningarna i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Det var chefer och experter med ansvar för utveckling av komponenter och element i ledningssystemet. Frågorna, med huvudrubriker enligt ovan, anpassades efter de intervjuades erfarenheter, ansvar, kompetens och intresseområde.

Intervjuer gjordes också med en expert vid en holländsk kärnkraftsanläggning där man håller på att införa ett processbaserat integrerat ledningssystem, en expert med lång erfarenhet av ett processbaserat IT-stött ledningssystem vid en schweizisk reaktor-anläggning, chefen för säkerhet, hälsa och miljö för Shell i Nederländerna för att få en inblick i hur man arbetar med ledningssystem i en på säkerhetsområdet framstående processindustri, en expert på ledningssystem för flygplatser i Sverige, samt en kanadensisk expert på kärnkraftssäkerhet som är kritisk mot att man lutar sig alltför mycket mot probabilistiska säkerhetsanalyser.

7.4.2 Resultat från intervjuundersökningen

De intervjuade framhöll att ett bra ledningssystem ska ha en bra struktur. Det ska vara användarvänligt och lätt att navigera i. Det ska också vara levande, d.v.s. det ska finnas en ”ständiga förbättringar”-process. Andra viktiga egenskaper är tydlig ansvarsfördelning, tydlig kravhantering och det ska vara ett integrerat ledningssystem.

Ledarskapet och ledningens agerande tryckte många på, ibland som det allra viktigaste. Många poängterade också vikten av en god säkerhetskultur och av god kommunikation kring säkerhet.

Då jag intervjuade specialister med ansvar för enskilda komponenter i ledningssystemet framkom, ofta med övertygande argumentation, dessa komponenters stora betydelse. Det ser jag som positivt för säkerheten. Det är ju de personerna som kanske bäst förstår och ser vad som kan gå fel inom sina respektive specialområden och vad det kan få för effekter. Här vill jag peka på områden som lärande från incidenter, rapportering, en rättvis kultur (definieras i avsnitt 5.5.6), utbildning, kompetens, tydliga processer, prioriteringar (grading), entreprenörhantering, inköp, underhåll, PSA/PRA, MTO och HRA – områden som är under utveckling och behöver utvecklas för bra ledningssystem.

Väl fungerande ledningssystem ska också klara av brister som identifierats i intervjuerna. Flera antydde att MTO-/human factors-experters bör utnyttjas mycket effektivt i organisationernas säkerhetsarbete. Några pekade på att säkerhetskulturen behöver kompletteras med andra metoder för att kunna upptäcka drift mot försämringar av kulturen/klimatet. Vidare uppmärksammades att PSA-analyser inte identifierat risker som utmynnat i allvarliga händelser så PSA-analyser måste också kompletteras. Många intervjupersoner pekade på vikten av att vara uppmärksam på nya risker som uppkommer med nya digitala, ibland komplicerade/komplexa system, som alltmer används inom säkerhetskritisk verksamhet.

Införandet av processtyrning/en processorganisation/ vid den holländska anläggningen mötte till en början ett visst motstånd. Detta kom man över genom att få alla att förstå att förändringar är nödvändigt eftersom teknik och krav från omvärld ändrar sig, genom att skapa förtroende i organisationen och genom att högsta ledningen var engagerad. Implementeringsprocessen underlättades också av att man började med de processer där det fanns engagerade potentiella processledare och om man valde chefen för den funktion där huvuddelen av processen hamnade som processansvarig.

Arbetet vid den schweiziska anläggningen med införandet av en processbaserad organisation och ett IT-stött ledningssystem för denna började för 13 år sedan, men det tog cirka 8 år innan de hade sin första digitaliserade version av ledningssystemdokumentationen. Processernas måluppfyllnad mäts med indikatorer. Resultaten är tillgängliga på dataskärm för alla i organisationen. En digitaliserad kvalitetsprocess tar kontakt med ägare till process som inte uppnår acceptabel nivå. I början av implementeringsprocessen var det mycket problem eftersom så många intressenter var berörda. Men efter några år visade anläggningschefen och divisionschefen ett stort engagemang varefter problemen blev relativt små. Så intervjupersonen underströk att ett starkt engagemang från högsta ledningen, inklusive styrelsen, är viktigt för införande av en processorganisation och ett IT-stött ledningssystem.

Shell har ett mycket intressant tillvägagångssätt för självvärdering av sitt ledningssystem ute på anläggningarna. Deras ledningssystem består av 8 element och 33

subelement. För varje subelement har de beskrivit 4 nivåer. Ungefär en gång per år sätter de ihop två grupper med deltagare från högsta ledningen ner till arbetare ”på golvet” som då bedömer varje element. Shell har ett liknande sätt att värdera säkerhetskulturen ute på anläggningarna. Återigen utgår de från elementen i säkerhetsledningssystemet. För varje element har Shell definierat 1-4 delområden. I en blandad grupp en gång om året görs en självvärdering med skalan: patologisk, reaktiv, beräknande, proaktiv och generativ säkerhetskultur. Shell har goda erfarenheter av självvärderingar – det skapar också engagemang i organisationen. Intervjupersonen svarade på frågan om vilka som är de viktigaste faktorerna för ett fungerande säkerhetsledningssystem (i sammandrag): Om ledarskapet är OK så följer resten av sig själv. Det är viktigt att högsta ledningen föregår med gott exempel och går arbetsplatsronder – det hjälper till så lägre chefer också gör det. Säkerhet, inklusive rapporteringen av arbetsplatsronder, bör vara en fast punkt på möten som hålls t.ex. en gång per vecka. Inställningen att dålig säkerhet, hälsa och miljö är tecken på dåligt ledarskap hjälper – ingen chef vill bli förknippad med det. Hon betonade också att god kommunikation är viktigt för säkerheten.

Experten på säkerhetsanalyser och reaktorsäkerhet valdes för att få kritiska synpunkter på probabilistiska säkerhetsanalyser, PSA. Han menade att PSA är användbart för att bedöma relativ risk när någon teknisk eller operativ funktion ändras eller om fokus är på enskilda systemdelar. Men han var starkt kritisk mot användning av PSA för att beräkna frekvensen av härdsmläta, CMF-PSA. Osäkerhet på grund av brister i våra kunskaper speciellt när det gäller inverkan av mänskliga och organisatoriska faktorer samt ledningsfaktorer tenderar att dominera som grundorsaker vid de flesta stora olyckor vid industrianläggningar och dessa faktorer är svåra att modellera och kvantifiera. Han hänvisade också till en rapport från en hearing i Washington (Cochran, 2011) som diskuterar behovet av att omvärdera frekvenser för härdsmläta. Detta dokument visar att frekvenser för härdsmläta (inkluderande partiella sådana och härdsmläta) i verkligheten varit [en till två] storleksordningar högre för olika reaktortyper än vad PSA-studier har förutspått för dem. Han menar att man kan minska på CMF-PSA-analyser och istället använda kompletterande metoder för att effektivare avslöja svarta-svanhändelser. Jag har inte letat efter motargument vilket naturligtvis bör göras, men en komplettering med andra metoder för riskbedömning borde i vilket fall som helst övervägas.

7.5 Koncernens ledningssystem

Utredningar och andra analyser efter stora olyckor visar att brister i koncernens (ägarorganisationens) ledningssystem (som det utövas) har haft en betydande roll för olyckorna. Identifierade brister i det begränsade materialet var: Brister i policyn för säkerhet, kortsiktigt tänkande med fokus på och press för höga produktionskrav, bristande tillgång på kompetens och engagemang för säkerhet i styrelsen som bland annat yttrat sig som oklar ansvarsfördelning, dålig eller ingen översyn av anläggningars säkerhetsprestationer, och avsaknad av krav på kunskap och kompetens inom anläggningar och hos entreprenörer. Flera av dessa brister var återkommande vilket indikerar att sådana brister kan finnas kvar i säkerhetskritiska organisationer i dag.

Kännetecken för välfungerande ledningssystem hos en koncern med säkerhetskritisk verksamhet är bl.a. att policy, mål och strategier säkrar kompetens och engagemang för säkerhet i styrelsen och säkrar ett fokus på långsiktig säkerhet. Det ska finnas en tydlig ansvarsfördelning, krav på kunskap och kompetens ute på anläggningar och

hos entreprenörer samt processer för kontinuerlig uppföljning av anläggningars säkerhetsprestationer.

7.6 Indelning av ledningssystemet i komponenter och element

Ledningssystem brukar delas upp i komponenter och element. Uppdelningen kan se olika ut och antalet komponenter och element kan vara olika. En orsak till detta kan vara att olika sektorer har olika faror och förhållanden vilket gör att olika processer för säkerhet är olika viktiga. En annan orsak är att vad någon kallar element eller motsvarande kan ingå i annat element hos någon annan.

ICAO har en snygg struktur med fyra komponenter och tolv element i sin mall för ett ledningssystem. Komponent 1 innehåller policy, mål och strategi för hur målen ska uppnås. Komponent 2, riskmanagement, handlar om identifiering, bedömning och åtgärdande av risker i samband med förändringar. Komponent 3, säkerhetsåskring, handlar om övervakning av att säkerhetssystemet med dess processer fungerar som avsett. Ständiga förbättringar finns med explicit här även om det skulle kunna betraktas som en strategi för hur målen ska uppnås. Komponent 4, säkerhetsfrämjande, innehåller de stödjande elementen Träning och utbildning samt Kommunikation. Det kan ses som ledningens ansvar att ta fram en strategi för god kommunikation varför Kommunikation kan hamna i komponent 1. Kommunikation kan också hamna i komponent 3 som övervakar att säkerhetsarbetet fungerar. Liknande resonemang kan föras kring många element.

Tabell 7.1 är ett försök till syntes av information från de olika angreppssätten (benen) använda i detta arbete. Den ska inte tolkas som att en organisations ledningssystem för säkerhet nödvändigtvis ska struktureras på det sättet. Men ett kännetecken för väl fungerande ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet är att det tar hand om alla elementen i tabellen inom sina element.

Som nämnts tidigare ska inte tabell 7.1 uppfattas som att detta projekt visat att ett ledningssystem ska disponeras enligt tabellen. Men projektet har visat att beståndsdelarna, d.v.s. elementen i tabellen är viktiga i ett väl fungerande ledningssystem och bör tagas om hand som element eller ingå i element i alla ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet.

Här följer några kommentarer till val av element i tabell 7.1. En redogörelse för innehåll i de flesta enskilda beståndsdelar/element följer i avsnitt 7.7.

Elementen i komponent 1 ”Organisation” överlappar varandra. Övergripande är att det i denna komponent ska finnas policy, mål, en organisation och strategier för hur målen ska uppnås. Ledningens engagemang och gott ledarskap kan ingå i de tre förstuppräknade elementen i tabellen, men ”Ledningens engagemang för säkerhet” har lyfts upp som ett eget element eftersom den egenskapen poängterats så stark – den framhålls som viktig i alla fyra benen. Lika så kan ”Mått på prestationer” innehållas i elementet ”Säkerhetsmål” eller ”Övervakning av säkerhetsprestationer” men har lyfts upp här eftersom vikten av goda indikatorer poängteras i litteraturen och vid intervjuer. Vidare har ”Koordinering och planering för krissituation” lyfts upp till element här. Det är en process som i likhet med andra processer för säkerhet kan ingå i övriga element i komponent ”Organisation”, men utredningar av stora olyckor och litteraturstudien visade att krishanteringsförmåga är en mycket viktig egenskap i

säkerhetskritisk verksamhet. I tabell 7.1 har detta markerats ytterligare genom att "Beredskap" lyfts fram som en egen komponent.

"Dokumentation" är en egen komponent i tabell 7.1. Dokumentation läggs ofta in som element i komponenten "Organisation".

Elementet "Förändringshantering" är, i enlighet med ICAO:s manual för ledningssystem (ICAO, 2013), placerat i komponenten "Säkerhetssäkring". Det projekt pekar på att det är ett viktigt element. Man kan emellertid ifrågasätta under vilken komponent den mest hör hemma.

Elementet "Trötthethantering" motiveras av att den vetenskapliga litteraturen klart visar att trötthet påverkar prestationsförmåga. IFALPA, ICAO och IATA (2011) har också tagit fram en särskild manual för ledningssystem för trötthethantering (FRMS).

Tabell 7.1. En variant av komponenter och element i ett ledningssystem. Kolumn "Ben" visar vilka ben i trianguleringen som stöder valet av element.

Komponent	Element	Ben*
1 Organisation (för normal drift och krissituationer)	Policy för säkerhet	1,2,3a
	Säkerhetsmål	1,2,3a
	Organisationsstruktur och ansvarsfördelning	1,2,3a,4
	Ledningens engagemang för säkerhet	1,2,3a,3b,4
	Mått på prestationer	3a,3b,4
	Koordinering och planering för krissituation	3a,3b
2 Dokumentation	Identifiering och underhåll av tillämpliga krav	3a
	Dokumentation som beskriver systemkomponenter	1,2,3a,4
	Dokumenthantering	3a
	Informationshantering	3a
3 Riskmanagement	Riskidentifiering	1,2,3a,3b
	Riskbedömningar	1,2,3a,4
	Åtgärder rekommenderas baserade på riskbedömningar	1,2,3a
4 Säkerhetssäkring	Övervakning av säkerhetsprestationer	1,2,3a,3b,4
	Revision, inspektion, säkerhetsanalys, självvärdering	1,2,3a,4
	Förändringshantering	1,3a,4
5 Säkerhetsfrämjande	Utbildning, kompetens	1,2,3a,3b,4
	Säkerhetskultur	1,2,3a,4
	Lärande, ständiga förbättringar	1,2,3a,4
	Kommunikation	1,3a,4
	Trötthethantering	1,3b
	MTO-hantering	2,3b,4
6 Beredskap Emergency response	Beredskapsplan	1,2,3a
	Krishanteringsförmåga	1,2,3a
	Förebyggande	3a

Ben 1 – Internationella och nationella organ; Ben 2 – Stora olyckor; Ben 3a, b – Vetenskaplig litteratur 1 resp 2; Ben 4 – Intervjuer

”MTO-hantering” är ett särskilt element i tabell 7.1. Det motiveras av att MTO-faktorer har haft stor betydelse vid stora olyckor (ben 2) och av resultat från litteraturstudien (ben 3b).

7.7 Något om olika komponenter i ett ledningssystem

Kännetecknen på elementnivå

Tabell 7.1 visar viktiga beståndsdelar i ett väl fungerande ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet. I detta avsnitt summeras rön om enskilda beståndsdelar/element som framkommit med använd metodik, d.v.s. triangulering.

7.7.1 Organisation och ledning

Hsu et al. (2010) har, med en intressant metodik, som tar hänsyn till uppskattade interaktioner, kommit fram till att komponenten ”Organisation” enligt tabell 7.1. i en viss mening är viktigast. Detta ligger i linje med annan litteratur och bl.a. lärdomar från stora olyckor (kapitel 3) och intervjuundersökningen (kapitel 6) där betydelsen av ledningens roll och agerande poängteras. I begreppet ”ledningen” ingår företagsledningen, styrelse, koncernledning och koncernstyrelse. Dessa organ har figurerat som starkt bidragande till stora olyckor i flera fall (se kapitel 3) och torde komma att göra det för nya olyckor om inte stora förbättringar sker. Slapphet och bristande uppföljning vad gäller säkerhet har förekommit vid flera större olyckor.

Betydelsen av ledarskapet på anläggningar betonades vid intervjuerna och i litteraturen. Ledningens engagemang ska inte bara vara läpparnas bekännelse (som rapporteras ha varit fallet) utan ska vara genuint och sådant att underställda uppfattar det som genuint. Det räcker således inte med att ledningen är engagerad för säkerhet, den måste också visa det tydligt för alla i organisationen. Säkerhetskommunikationen är viktig och för det behöver ledningen gå arbetsplatsronder för att informera, lyssna och lära. Om högsta ledningen går arbetsplatsronder och dessa ska rapporteras vid regelbundna sammanträden så är det ett incitament för lägre chefer att också gå ronder.

Både koncernen och anläggningen med säkerhetskritisk verksamhet bör således ha bra ledningssystem med säkerhet i fokus.

Elementen ”policy för säkerhet” och ”säkerhetsmål” är naturligtvis fundamentala och bör ses över regelbundet. De ska vara tillgängliga för alla och skrivna så att de ger ett gott stöd för medarbetarnas säkerhetsbeteenden och insatser för säkerhet.

I ett bra ledningssystem finns också en tydlig organisation och en tydlig ansvarsfördelning. Detta påtalades vid intervjuer och brister har rapporterats som bidragande faktorer vid stora olyckor (kapitel 3).

I ett bra ledningssystem ska det också finnas bra indikatorer som gör att ledningen (och tillsynsmyndigheter) får en god överblick över hur säkerheten är och hur säkerhetsprocesser fungerar. De ska ge tidiga varningar om något för säkerheten viktigt försämras. Vidare ska indikatorerna verka som motiverande för anställda och chefer

på olika nivåer. En fara man bör vara observant på är att det kan finnas något väsentligt för säkerheten som inte fångas upp av indikatorer och därför försummas.

Indikatorer kan delas upp i utfallsbaserade (lagging) och predikterande (leading) indikatorer. På senare år har även begreppet ”resiliensindikatorer” vunnit insteg i den vetenskapliga litteraturen. Studier indikerar att stora olyckor kunnat undvikas om resiliensindikatorer använts för förbättringar. Det torde finnas skäl att inkludera resiliensindikatorer i indikatorarsenalen hos säkerhetskritiska organisationer (kapitel 5). Inom svensk kärnkraft pågår intressant utveckling kring vilka indikatorer som ska användas och hur de ska presenteras och användas.

Ledningen har naturligtvis en avgörande betydelse för att bra processer för säkerhet finns och för att kontrollera att alla processer fungerar. Vid intervjuer framhölls att leverantörs- och entreprenörshanteringen är viktig.

Både litteraturen och de intervjuade poängterade också att högsta ledningen har en avgörande betydelse för säkerhetskulturen.

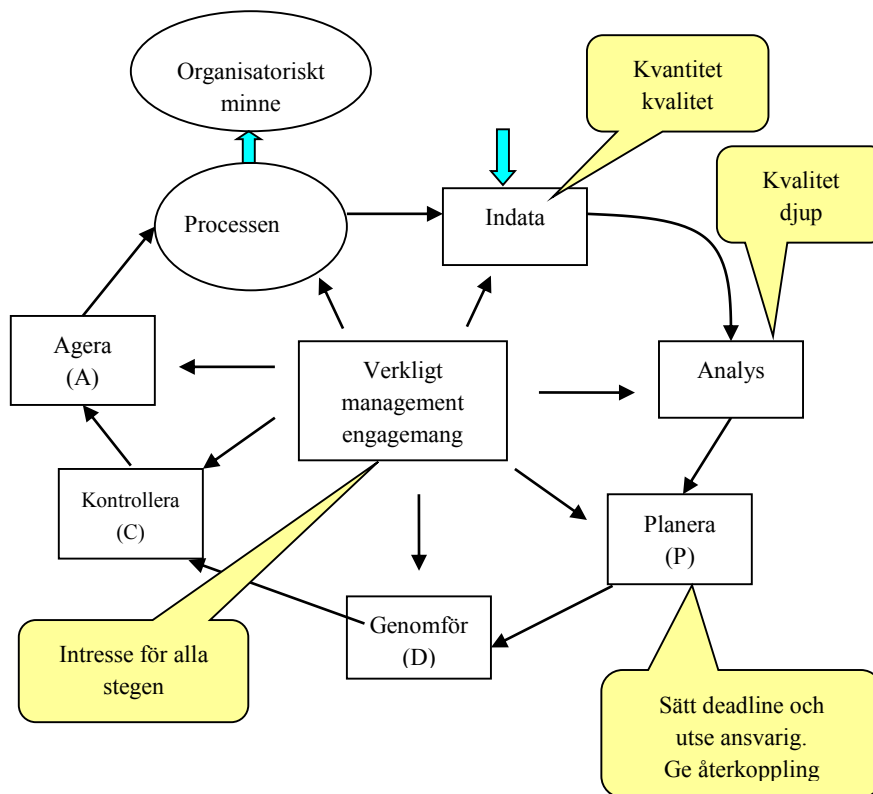
Av ovanstående och från vad som kommit fram i intervjuundersökningen så är utbildning för ledare på alla nivåer, inklusive på koncernnivå, mycket viktig. Det finns bra sådana t.ex. inom svensk kärnkraftsindustri, men det finns enligt min bedömning, efter översiktlig genomgång av en del material, en förbättringspotential både vad gäller innehåll och vilka utbildningen når inom säkerhetskritisk verksamhet.

Ett införande av processledning är inte okontroversiellt ute i praktiken, men är aktuellt i någon form vid många anläggningar. Det krävs mycket arbete att gå över till ett processbaserat ledningssystem. Det torde därför vara viktigt att lära av dem som kommit längst. Jag har intervjuat ett par personer som ägnat år åt en övergång till processtyrning, men det finns fler att lära från för den intresserade.

Koordinering av och planering för agerande i krissituationer är en viktig uppgift för högsta ledningen. Organisationen bör ha en förmåga till flexibilitet om akuta lägen skulle uppstå som ej täcks av föreskrifter (se avsnitt 7.7.6). Ett väl fungerande ledningssystem ska även säkra organisationens förmåga att förutse potentiella framtida risker och undvika dem. Här finns mycket att lära från HRO-skolan med mindfulness och från ”Resilience Engineering-skolan”.

7.7.2 Dokumentation

Dokumentationen inom säkerhetskritisk industri är mycket omfattande – för en kärnkraftsanläggning kan den omfatta i storleksordningen 100 000 dokument. Av effektivitetsskäl och säkerhetsskäl är hanteringen av dokumentation och läsbarheten av all skriftlig säkerhetsrelaterad information viktig. I ett bra ledningssystem i säkerhetskritisk verksamhet läggs vikt på dokumentation. Ledningssystemet ska vara dokumenterat. God struktur, tydlighet, god läsbarhet och goda navigationsmöjligheter som ger snabb åtkomst till all information som den sökande behöver, men inte onödig information, är viktiga egenskaper. Vidare ska dokumentationen hållas aktuell och innehållet ständigt förbättras. Axpo Kernenergies IT-baserade lösning verkade intressant i mina ögon, men jag kunde inte tränga in i fördelar och eventuella nackdelar under den korta tid jag hade till förfogande. IAEA och WANO borde vara goda källor för att hitta bra exempel att lära från. Ledningssystemet bör innehålla en indikator för läsbarhet.



Figur 7.1. Ramverk för analys av cykel för organisatoriskt lärande från incidenter. Från Akselsson (2014)

7.7.3 Riskmanagement

Kännetecknen på en bra riskmanagementkomponent i ett ledningssystem för säkerhetskritisk verksamhet är enligt min mening efter denna studie:

Att organisationen har en fungerande lärcykel vad gäller lärande från incidenter. Det kräver att kulturen är och upplevs som så rättvis, att rapporteringen är god, att det inte är omständligt att rapportera och att rapportör får återkoppling. Det krävs också möjligheter för konfidentiell rapportering med klara rättvisa regler för när individuella åtgärder måste göras mot rapportör eller annan. Se avsnitt 5.9.3. Inom detta område finns ofta en stor förbättringspotential.

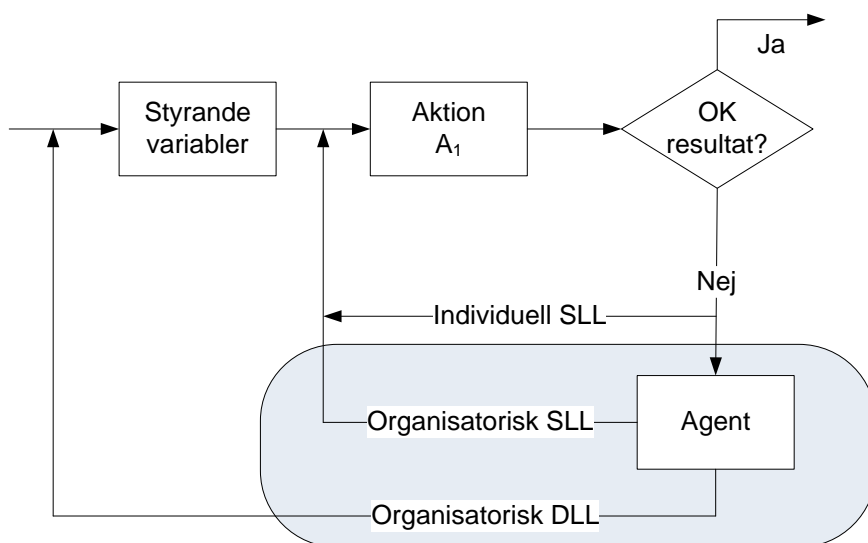
Vidare ska utredningsförmågan och utredningskapaciteten vara goda. Man ska leta efter latenta förhållanden eller grundorsaker så liknande olycka inte kan upprepas, men man ska också leta efter latenta förhållanden som kan bidra till helt andra fel och efter förhållanden i ett komplext system som kan ge riskskapande variationer. Här finns ofta brister. Bra underlag för beslut ska tas fram. Beslut ska fattas om vad som ska göras eller inte göras och berörda i moment tidigare i cykeln ska få återkoppling. Genomförda åtgärder ska följas upp för eventuella korrigeringar, för lärande och för lagring i organisatoriskt minne. Management måste stimulera så att hela cykeln fungerar. Se figur 7.1.

Val av incidenter och farliga förhållanden för djupare analyser kan vara viktigt. I dag sker det oftast efter incidentens allvarlighetsgrad med något enkelt kriterium, inte efter vad som finns att lära.

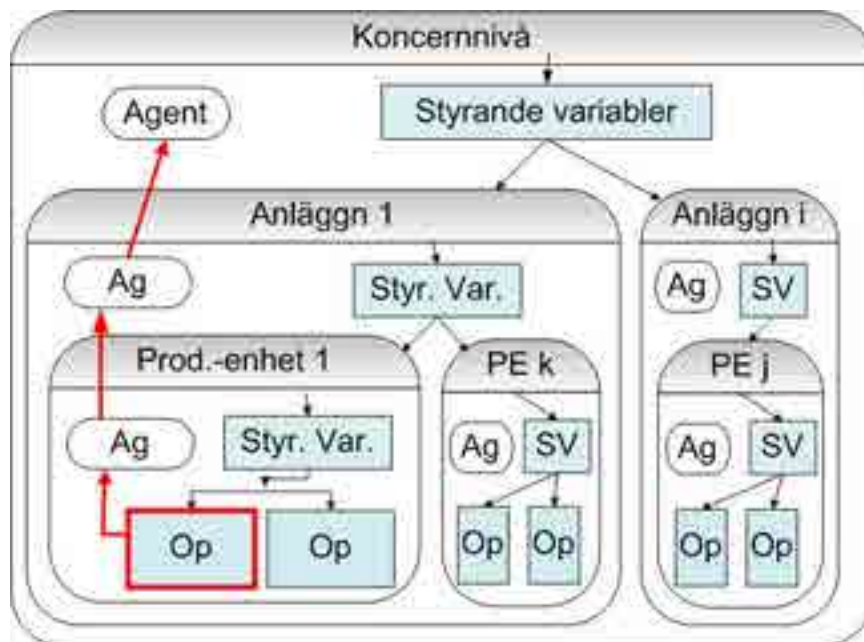
För en god lärcykel krävs även:

- Att organisationen har bra rutiner för organisatoriskt lärande** såväl vad gäller geografisk spridning som dubbel-loop-lärande. Framställningen av organisatoriskt lärande här är hämtad från Akselsson (2014).

Se figur 7.2. Argyris and Schön (1996) och Koornneef (2000) skiljer på enkellooplärande (single-loop learning, SLL) och dubbellooplärande (double-loop learning, DLL). Jag följer Koornneefs framställning här. Vid SLL har en organisation stött på ett problem som organisationen löser utan att styrande variabler (som regler eller tilldelade resurser) för den organisationsnivå problemet uppstod på behöver ändras. Vid DLL löses problemet efter det att styrande variabler ändrats t.ex. genom beslut på en högre organisationsnivå. Figur 7.3 visar vägar för det organisatoriska lärandet – såväl den geografiska spridningen till andra enheter och anläggningar som dubbellooplärande där styrande variabler ändras av högre nivå(er). I exemplet har problemet uppstått på operatörsnivå och den geografiska spridningen begränsats till koncernen.



Figur 7.2 Single- och double-loop learning (SLL resp DLL). Efter Koornneef (2000).



Figur 7.3 Vertikalt och horisontellt organisatoriskt lärande. Op = operatör; Ag = agent för lärande; PE = produktionsenhet; SV = styrande variabler. I exemplet upptäcker en operatör en incident och rapporterar den, kanske tillsammans med en arbetsledare. Agenten på produktionsenhetsnivå tar fram åtgärder så att incident eller olycka med liknande orsaker inte ska hända igen. Agenten bestämmer om kunskapen ska spridas geografiskt till andra enheter och anläggningarna. Agenten bestämmer också om ärendet ska lyftas till en högre nivå inom organisationen där man kan söka efter effektivare lösningar kanske genom att ändra styrande variabler. (Akselsson, 2014)

2. **Att organisationen har en bra riskradar.** Det innebär att organisationen är mycket observant på interna och externa lärdomar och är mindful och då speciellt att
 - Fokus är på misstag.
 - Man undviker att förenkla tolkningar och bortförklara händelser. Information används även om den motsäger egna föreställningar.
 - De personer som arbetar i direkt kontakt med produktionsprocesserna och utrustningen används som viktiga sensorer.

3. **Att organisationen har förmåga och kapacitet att göra goda riskbedömningar.** Häri ingår deterministiska och probabilistiska riskanalyser (det gäller huvudsakligen för kärnkraftverk). En svag länk är beaktandet av mänskliga och organisatoriska faktorer inverkan. Den kan variera enligt vissa med en faktor 1000. Den siffran är mycket osäker – kan vara större eller mindre.

Häri ingår också att vara vaksam på faror vi vet att vi försummar

och att minska området okända faror d.v.s. sådana som ”vi inte vet att vi inte vet”.

Inom kärnkraftssektorn läggs stor vikt vid PSA för riskbedömningar. En intervju med expert (avsnitt 6.4.4) och intervjuer med riskbedömare vid kärnkraftverk pekar på metodens begränsningar (och styrkor) och behovet av att använda kompletterande metoder för riskidentifiering och riskbedömningar för att inte missa faror. Jag anser det vara mycket viktig information, men kritiken får inte uppfattas som att PSA-analyser är oviktiga – vi vet inte vilka incidenter och olyckor som skulle kunna ha inträffat om inte PSA använts.

7.7.4 Säkerhetssäkring

I ett bra ledningssystem för säkerhet

1. har man bra indikatorer som används effektivt för kontroll av säkerhet, prestationer inklusive processer.
2. genomförs revisioner regelbundet och systematiskt med kvalificerade revisorer
3. går chefer arbetsplatsronder regelbundet och kommunicerar
4. kontrollerar man alltid effektiviteten inklusive påverkan på säkerheten efter förändringar (när det är relevant).

7.7.5 Säkerhetsfrämjande

I ett bra ledningssystem för säkerhet

1. lägger man stor vikt på introduktionsutbildning och återkommande utbildning i säkerhetsfrågor. Som nämnts ovan ska också chefer och styrelseledamöter utbildas. Behöver man körkort för att köra en bil säkert så borde det krävas ett körkort för att leda en säkerhetskritisk verksamhet!
2. lägger man stor vikt vid kompetens, genom att ge utbildning, göra god rekrytering, behålla god kompetens och överbrygga skarvar när medarbetare slutar
3. bygger man upp och bevarar en god säkerhetskultur som är lärande och där alla deltar i arbetet för säkerhet
4. värdesätter man personer som arbetar säkert eller för säkerhet
5. kommunicerar man säkerhetsinformation väl i tal och skrift.

Vidare har ett bra ledningssystem bra processer för ständiga förbättringar av processer, ledningssystem och säkerhetskultur:

1. Cykeln för lärande från incidenter (figur 7.1) fungerar. Som nämnts ovan fordrar det att kulturen är rättvis och upplevs så.
2. Processägarna förbättrar kontinuerligt och rapporterar t.ex. en gång per år vad de gjort.
3. Ledningens genomgång används för ständiga förbättringar.

4. Självvärdering av ledningssystemet görs regelbundet. Metodiken liknande den som används av Shell (avsnitt 6.4.3) kan vara en god bas för förbättringar.

Ett bra ledningssystem har processer eller delar i processer som säkerställer att verksamheten är resilient och mindful.

Med tanke på att mänskliga fel uppges förekomma i så mycket som 70-80 % av alla olyckor bör det vara effektivt att satsa på arbetsmiljö för säkerhet. Det finns mycket vetenskaplig litteratur som pekar på samband mellan mänskliga fel och

- utformningen av människa-maskin-gränssnittet,
- den psykosociala arbetsmiljön,
- den fysiska arbetsmiljön och
- trötthet.

Inom flyget lägger man numera stor vikt vid trötthetshantering (FRM, fatigue risk management) och det förekommer ledningssystem för hantering av trötthet (FRMS). Förhållandena inom flyget skiljer sig ifrån förhållanden i processindustrin. För flygaren bestäms arbetstiden delvis av flygtiden från start till landning. Flygaren måste kanske övernatta på annan ort och hon eller han passerar kanske flera tidszoner under sitt arbetspass vilket kan störa deras biologiska klockor. Men det kan vara viktigt att beakta trötthet även för t.ex. skiftgående operatörer och annan personal för att minska sannolikheten för fel vid normal drift och i krissituationer.

I ett bra ledningssystem utnyttjas Human factors/MTO-potentialen optimalt. Med ett bra utnyttjande av MTO-kompetens finns potential att förbättra många processer. Mina intryck från intervjuer var att MTO-kompetens inte används optimalt idag inom kärnkraftsindustrin. Å andra sidan fanns en MTO-förståelse utspridd i verksamheten som ofta saknas i andra branscher och som man bör vara rädd om. Man bör sträva efter att bevara denna utspridda förståelse, men samtidigt utnyttja MTO-specialisters djupare kunskap där så behövs. Vid intervjuerna framkom också förslag om att de som sysslar med MTO-frågor bör skaffa sig en bättre förståelse för teknikfrågor och vice versa.

Human factors-kompetens är central för bl.a.

- elementet "arbetsmiljö för säkerhet"
- människans, managements och organisationsfaktorers betydelse för säkerhet – hur de uppskattas (beräknas) och hur betydelsen kan göras positiv för säkerheten.
- olycksmodeller som ska ligga till grund för indikatorer och lärande från incidenter
- förändringshantering
- säkerhetskultur och
- kommunikation

7.7.6 Beredskap

Betydelsen av beredskap inklusive krishanteringsförmåga framkommer tydligt i kapitel 3, ”Lärdomar från stora olyckor”. För krishanteringsförmåga behövs flexibilitet så att personer nära processen har kunskaper, träning och tillåtelse att agera i brådskande och stressande situationer. Snabb tillgång till expertis är också ett krav.

Jag har inte penetrerat frågan om övningar i detta projekts intervjudel. Tidigare har jag emellertid deltagit i olika funktioner vid övningar och funnit att det funnits en stor förbättringspotential.

Ett bra ledningssystem har bra krisövningar regelbundet, vilket innebär

- Att stora övningar (de är mycket kostsamma) är väl förberedda. Sådan som går att lära enskilt eller i mindre grupp är inlärt före övningen – och då för alla som kan behöva kunskapen eller skickligheten i ett skarpt läge. Det innebär bl.a. att potentiella krisledare ska ha tillägnat sig basfärdigheter att leda i krissituation före en övning.
- Att krisledningscentralen är väl förberedd. Det ska den alltid vara, men för övningar används också utrustning som inte är den som ska användas i skarpt läge, t.ex. på grund av att roller spelas – den utrustningen måste fungera annars bortslösas dyrbar och viktig övningstid.
- Tid ägnas åt utvärdering. Det får inte vara en timme en sen fredagseftermiddag då de som inte redan åkt hem vill hem. Brister upptäckta vid övningen ska rättas till i en PDCA-process. Relevanta erfarenheter/lärdomar ska förmedlas även till dem som inte deltog i övningen, men som har sådana uppgifter att de skulle kunna behöva dem i ett skarpt läge.
- Utvärderingen med åtgärder ska också gälla övningsupplägget, övningsförberedelser och övningslokal/övningsutrustning.

Det finns mer eller mindre nya teorier för hur personal kan övas för krisberedskap som gör anspråk på att vara effektivare än traditionella övningar både vad gäller övningseffekt och kostnader (se t.ex. Borell (2013)).

8. Behov av fortsatt forskning och utveckling

Det var inte ett syfte med detta projekt att identifiera behov av fortsatt forskning och utveckling. Men under projektets gång har jag identifierat vad jag tycker är luckor i kunskaper och praxis som är viktiga att fylla igen för ständiga förbättringar av säkerheten i säkerhetskritiska verksamheter, särskilt kärnkraft. Det finns således ingen systematisk undersökning om forskningsbehov bakom detta kapitel. Det finns sannolikt viktiga områden jag missat. Jag har inte heller exponerat mina tankar för forskare och praktiker för kritik och kompletteringar. Det torde också pågå forskning på många av de nedan uppräknade områdena. Tillräckligt mycket eller inte blir då frågan?

För tillräckligt med empiri och för att hushålla med resurser ser jag internationellt FoU-samarbete som mycket viktigt. Kunskaper inom området är ofta (men långt ifrån alltid) användbara oberoende av geografisk lokalisering av typ av säkerhetskritisk verksamhet. Men det behövs nationell kompetens och internationellt deltagande för att tillgodogöra sig forskningsresultat från området så Sverige bör delta i FoU-verksamheten.

Fysiskt skydd har inte ingått i denna studie och jag har inte alls fått eller försökt få inblick i ledningssystem för fysiskt skydd. Men under projektets gång har jag på olika sätt fått information, direkt och indirekt, som antyder att det är ett viktigt område att utforska. En bättre integration av ledningssystem för fysiskt skydd med övriga ledningssystem har också efterlysts samtidigt som problemet med sekretess påpekats.

Ledningssystem för tillsynsmyndigheter har inte heller ingått i studien. Det har emellertid framkommit i olika delar av studien (olycksutredningar, intervjuer och den vetenskapliga litteraturen) att tillsynsmyndighetens ledningssystem är mycket viktig för säkerhetsarbetet hos operatören. Tillsynsmyndigheterna ingår bl.a. tillsammans med operatörerna och deras ägarkoncerner i ett system med komplexa egenskaper.

Nedan har jag listat ett antal områden jag funnit angelägna för fortsatt forskning och utveckling. De är inte i någon prioriteringsordning.

1. Forskning behövs kring hur vi ska bli bättre på att ta hand om oväntade situationer – situationer som inte förutsetts eller inte planerats för. Detta har också påpekats av bl.a. Tinmannsvik et al. (2011)
2. Ett sätt att minska antalet oväntade situationer är att minska komplexiteten. Komplexiteten ökar t.ex.
 - a. när många aktörer samverkar
 - b. vid frekventa omorganisationer
 - c. när nya arbetsprocesser införs
 - d. vid snabb teknisk utveckling
 - e. med korta tidskonstanter och med fördröjningar i t.ex. reglersystem
 - f. med många återkopplingar
 - g. med täta kopplingar mellan delsystem.

Forskning behövs kring hur vi kan minimera komplexiteten.

3. Bättre systemförståelse minskar komplexiteten. FoU för bättre PSA-analyser där MO-faktorer beaktas bättre behövs.
4. Eftersom MO-faktorerna har mycket stor betydelse för risknivån – en faktor tusen har nämnts – så är minimering av MO-faktorernas

negativa inverkan och maximering av dess positiva inverkan ett effektivt sätt att minska risk och förbättra resultat av PSA-beräkningar.

5. Det behövs flera metoder för riskidentifiering och riskbedömning för att minska antalet oidentifierade risker. Hur ska PSA kompletteras för kärnkraftssäkerhet?
6. Styrelsers och högsta ledningens kunskaper och agerande kring säkerhet har stor betydelse. Detta inkluderar i högsta grad ägarnas styrelse och ledning. De bör ha ledningssystem som garanterar tillgång till kunskap och ett agerande med säkerhet i fokus. Men det finns också ett behov att ta fram och testa effektiv utbildning för dessa grupper. Innehåll och ledningens tid är viktiga faktorer för sådan utbildning.
7. Den dynamiska balansen mellan stabilitet och flexibilitet är svår att åstadkomma. Balanspunkten är olika mellan normaldrift och krisituationer. Därför behövs FoU. Här finns skillnader mellan olika säkerhetskritiska verksamheter. En fråga är hur flexibiliteten ska säkras vid oväntad kris?
8. Krisövningar är viktiga men resurskrävande. Det behövs utveckling av krisövningar för ett effektivare lärande från dem. Det finns också idéer i litteraturen till effektivare krisövningar, men FoU behövs för att utveckla och omsätta idéerna till praxis i säkerhetskritisk verksamhet.
9. Lärandet från incidenter är ofta, jag tror oftast, ineffektivt idag. Det behövs metoder för att bättre ta hand om många rapporter på kortare tid, att välja ut de som har potential att ge mest lärande (både enkelloop- och dubbellooplärande), att identifiera latenta förhållanden från incidenterna inte bara för att hindra liknande incidenter/olyckor utan också för att hindra att de latent förhållandena ökar sannolikheten för helt andra typer av incidenter/olyckor.
10. Det behövs bättre rutiner för rapportering av incidenter och osäkra förhållanden. Det behövs utbildning (inkluderande mindfulness och olycksmodeller) av potentiella rapportörer (d.v.s. alla) för att motivera och för att effektivisera analys och framtagning av åtgärder. Det behövs rutiner som skapar förtroende så att rapporteringen ökar. Juridiken kommer in så detta är svårt, men bättre kan det bli.
11. Det anges ofta att HF/MTO bidrar till 70-80 % av alla olyckor t.ex. vid kärnkraftverk. Hur stärker vi effektiviteten hos MTO-verksamheten inom sektorn för att minska risken för sådana olyckor? I dag finns vid, åtminstone de svenska kärnkraftverken, MTO-kunskaper ute i verksamheten fördelade på många aktörer. Det bedömer jag som mycket värdefullt. En viktig fråga är hur MTO-experternas insatser kan effektiviseras utan att minska motivation och kunskap hos andra i organisationen utan att i stället öka den?
12. Vad kan vi lära oss från HRO- och resilience engineering-skolorna?
13. Forskning och utveckling behövs kring indikatorer av olika slag. Det gäller utfallsindikatorer, predikterande indikatorer och resiliensindikatorer.

14. Samverkan behövs för forskning kring och utveckling av bra datoriserade ledningssystemsmaterial. De ska vara lätta att navigera i bl.a. för att snabbt hitta exakt vad som behövs. Vidare ska informationen vara lättläst.
15. Hur ser en bra processorganisation ut och hur införs den? Den frågan ställer många. Erfarenheter från implementering och användning av processorganisation ökar. Vad kan läras från det?
16. Användning av formella säkerhetsledningssystem, speciellt integrerade ledningssystem är en relativt ny företeelse. I de organisationer jag kommit i kontakt med under projektet arbetar man med ständiga förbättringar av ledningssystemet men på olika sätt. Och det ska man kanske göra, men kan man också lära från varandra och andra?
17. Jag är övertygad om att arbetet med säkerhetskultur kan effektiviseras betydligt om man är ute efter kultur för säkerhet som omfattar alla. Intressanta rutiner finns vid svenska kärnkraftverk och ett säkerhetskulturprojekt pågår vid svenska flygplatser. Men mer FoU som utgår från säkerhet och inte primärt från enkäter, behövs för att stödja utvecklingen.
18. Hur kan tillsynsmyndighetens tillsyn effektiviseras med ett systemperspektiv? (Systemet operatör, ägarkoncern, tillsynsmyndigheter)
19. Hur bör ett ledningssystem som inkluderar säkerhetsaspekten se ut för ESS?

Detta var ett axplock av idéer till fortsatt forskning och utveckling. Listan kan göras längre t.ex. genom att problematisera elementen i tabell 7.1. FoU behövs kring alla enligt ständiga förbättringar-filosofin (Ständiga förbättringar är nödvändigt för att inte gå bakåt i en miljö med snabb utveckling.) För att täcka alla områden underlättar internationell samverkan.

Referenser

- Akselsson, R. (2014). *Människa, teknik, organisation och riskhantering*. Lund: KFS i Lund AB.
- Akselsson, R., Ek, Å., Jagtman, H. M., Koornneef, F., & Stewart, S. (2013). *Some aspects of the concept resilience safety culture*. Paper presented at the The 5th Symposium on Resilience Engineering, Soesterberg, The Netherlands, June 25-27, 2013.
- Ale, B. (2009). More thinking about process safety indicators. *Safety Science*, 47(4), 470-471. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.012>
- Ale, B., Bellamy, L. J., Cooke, R. M., Duyvis, M., Kurowicka, D., Lin, P. H., . . . Spouge, J. (2009). *Causal Model for Air Transport Safety*. Netherlands.
- Amyotte, P. R., Goraya, A. U., Hendershot, D. C., & Khan, F. I. (2007). Incorporation of inherent safety principles in process safety management. *Process Safety Progress*, 26(4), 333-346.
- Anderson, P. (2003). *Cracking the Code - The Relevance of the ISM Code and its Impacts on Shipping Practices*. London: The Nautical Institute.
- Argyris, C., & Schön, D. A. (1996). *Organizational Learning II. Theory, Method, and Practice*. Reading, Massachusetts, US: Addison-Wesley Publishing Company.
- Arvidsson, M., & Lindvall, J. (2014). *Förutsättningar för att upprätthålla och utveckla en väl fungerande verksamhet kring erfarenhetsåterföring*. (Forskning 2014:13). Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- ASME Presidential Task Force on Response to Japan Nuclear Power Plant Events. (2012). *Forging a New Nuclear Safety Construct*. New York, NY: The American Society of Mechanical Engineers.
- Attwood, D., Khan, F., & Veitch, B. (2006). Occupational accident models—Where have we been and where are we going? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(6), 664-682. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2006.02.001>
- Baisheng, N., Longkang, W., Chao, W., Fei, Z., Xinna, L., & Qian, L. (2011). Design for Safety Management System of Coal Preparation Plant. *Procedia Engineering*, 26(0), 1502-1510. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2331
- Baker III, J. A., Leveson, N., Bowman, F. L., Priest, S., Erwin, G., Rosenthal, I., . . . Wilson, L. D. (2007). The report of the BP U.S. refineries independent safety review panel.
- Baumont, G., Wahlström, B., Solá, R., Williams, J., Frischknecht, A., Wilpert, B., & Rollenhagen, C. (2000). *Organisational Factors. Their Definition and Influences on Nuclear Safety. Final Report*. Espoo, Finland: Technical Research Centre of Finland, VTT.
- Bell, J., & Holroyd, J. (2009). Review of human reliability assessment methods: Health and Safety Laboratory.
- Borell, J. (2013). Learning effectiveness of discussion-based crises management exercises. *International Journal of disaster risk reduction*, 5(September), 28-37. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2013.05.001>
- Bottani, E., Monica, L., & Vignali, G. (2009). Safety management systems: Performance differences between adopters and non-adopters. *Safety Science*, 47(2), 155-162. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.05.001>
- Brown, K. A., Willis, P. G., & Prussia, G. E. (2000). Predicting safe employee behavior in the steel industry: Development and test of a sociotechnical model. *Journal of Operations Management*, 18(4), 445-465. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00033-4)
- Chakraborty, S., Flodin, Y., Grint, G., Habermacher, H., Hallman, A., Isasia, R., . . . Verduras, E. (2003). Evaluation of Alternative Approaches for the

- Assessment of Safety Performance Indicators for Nuclear Power Plants (SPI). Final Report (Short Version).
- Civil Aviation Authority of New Zealand. (2012). Safety Management Systems. Advisory Circular AC 00-4. Wellington, New Zealand: Civil Aviation Authority of New Zealand.
- Cochran, T. B. (2011). Statement on the Fukushima Nuclear Disaster and its Implications for US Nuclear Power Reactors. Retrieved April 17, 2014, from https://www.nrdc.org/nuclear/files/tcochran_110412.pdf
- Cohen, A. (1977). Factors in successful occupational safety programs. *Journal of Safety Research*, 9(4), 168-178.
- Cohen, A., Smith, M., & Cohen, H. H. (1975). Safety program practices in high versus low accident rate companies *HEW Publication* (Vol. (NIOSH) 75-185). Cincinnati, OH: National Institute of Occupational Health and Safety.
- Costella, M. F., Saurin, T. A., & de Macedo Guimarães, L. B. (2009). A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. *Safety Science*, 47(8), 1056-1067. doi: 10.1016/j.ssci.2008.11.006
- Cox, A., O'Regan, S., Denvir, A., Broughton, A., Pearmain, D., Tyers, C., & Hillage, J. (2008). What works in delivering improved health and safety outcomes? Research report PP654. Sheffield, UK: Health & Safety Executive.
- Cullen, W. D. (1990). *The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster*. London, Great Britain: H.M.S.O. Department of Energy.
- Dahlström, N., Laursen, J., & Bergström, J. (2008). Crew Resource Management, Threat and error management, and assessment of CRM skills: Lund University School of Aviation (LUSA).
- Dekker, S. (2005). *Why we need new accident models*. Retrieved from http://www.naturvetenskap.lu.se/upload/Trafikflyghogskolan/TR2005-02_NewAccidentModels.pdf
- Dekker, S. (2007). *Just Culture. Balancing Safety and Accountability*. Aldershot: Ashgate.
- Delvosalle, C., Fievez, C., Pipart, A., & Debray, B. (2006). ARAMIS project: A comprehensive methodology for the identification of reference accident scenarios in process industries. *Journal of Hazardous Materials*, 130(3), 200-219. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.07.005>
- Demichela, M., & Piccinini, N. (2006). How the management aspects can affect the results of the QRA. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(1), 70-77. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2005.06.004>
- DePasquale, J. P., & Geller, E. (1999). Critical success factors for behaviour based safety: a study of twenty industry-wide applications. *Journal of Safety Research*, 30, 237-249.
- Donald, I., & Young, S. (1996). Managing safety: an attitudinal-based approach to improving safety in organizations. *Leadership & Organization Development Journal*, 17(4), 13-20.
- Duijm, N. J., & Goossens, L. (2006). Quantifying the influence of safety management on the reliability of safety barriers. *Journal of Hazardous Materials*, 130(3), 284-292. doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.014
- Einarsson, S., & Brynjarsson, B. (2008). Improving human factors, incident and accident reporting and safety management systems in the Seveso industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21, 550-554.
- Ek, Å. (2014). Beständiga förändringar av säkerhetskulturen (Vol. Forskning 2014:52). Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- EPRI. (2000). Guidelines for Trial Use of Leading Indicators of Human Performance: The Human Performance Assistance Package. Palo Alto, CA: EPRI.

- EUROCONTROL. (2009). A white paper on resilience engineering for ATM.
http://www.eurocontrol.int/eec/gallery/content/public/document/other/conference/2009/safety_r_and_d_Munich/Resilience_engineering.pdf
- EUROCONTROL. (2013). Safety Intelligence for ATM CEOs. A White Paper - May 2013.
http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/safety/safety_intelligence_white_paper_2013.pdf
- Europaparlamentet och europeiska unionens råd. (2012). EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/18/EU av den 4 juli 2012 om åtgärder för att förebygga och begränsa faran för allvarliga olyckshändelser där farliga ämnen ingår och om ändring och senare upphävande av rådets direktiv 96/82/EG. *Europeiska unionens officiella tidning*, L 197.
- FAA. (2013). What's happening with SMS. *FAA Newsletter*, 2013(December).
http://www.faa.gov/about/office_headquarters/offices/avs/offices/afs/afs900/sms/media/sms_newsletter.pdf
- FAA. (2015). Safety Management Systems for Aviation Service Providers. *Advisory Circular*.
http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document/information/documentID/1026670
- Farjoun, M. (2010). Beyond dualism: stability and change of duality. *Academy of Management Review*, 35, 202-225.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2007). Safety management system: Development and validation of a multidimensional scale. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 20(1), 52-68. doi: 10.1016/j.jlp.2006.10.002
- Flodin, Y., & Lönnblad, C. (2004). Utveckling av system för säkerhetsindikatorer: Swedish Nuclear Power Inspectorate.
- Gilbert, C., Amalberti, R., Laroche, H., & Pariès, J. (2007). Errors and failures: Towards a new safety paradigm. *Journal of Risk Research*, 10(7), 959-975. doi: 10.1080/13669870701504764
- Griffith, C. D., & Mahadevan, S. (2011). Inclusion of fatigue effects in human reliability analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(11), 1437-1447. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2011.06.005>
- Griffiths, D. K. (1985). Safety attitudes of management. *Ergonomics*, 28, 61-67.
- Grote, G. (2009a). *Management of Uncertainty - Theory and Application in the Design of Systems and Organizations*. London: Springer.
- Grote, G. (2009b). Response to Andrew Hopkins. *Safety Science*, 47(4), 478. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.017>
- Grote, G. (2012). Safety management in different high-risk domains – All the same? *Safety Science*, 50(10), 1983-1992. doi: 10.1016/j.ssci.2011.07.017
- Groth, K. M., & Mosleh, A. (2012). A data-informed PIF hierarchy for model-based Human Reliability Analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 108(0), 154-174. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2012.08.006>
- Guldenmund, F., Hale, A. R., Goossens, L., Betten, J., & Duijm, N. J. (2006). The development of an audit technique to assess the quality of safety barrier management. *Journal of Hazardous Materials*, 130(3), 234-241. doi: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.011
- Hale, A. R. (2009a). Special Issue on Process Safety Indicators. *Safety Science*, 47(4), 459. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.016>
- Hale, A. R. (2009b). Why safety performance indicators? *Safety Science*, 47(4), 479-480. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.018>
- Hale, A. R., & Guldenmund, F. W. (2004). ARAMIS Audit Manual. Version 2004. Delft, NL: Safety Science Group, Delft University of Technology.
- Hale, A. R., Guldenmund, F. W., van Loenhout, P. L. C. H., & Oh, J. I. H. (2010). Evaluating safety management and culture interventions to improve safety:

- Effective intervention strategies. *Safety Science*, 48(8), 1026-1035. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2009.05.006>
- Hale, A. R., Heming, B. H. J., Carthey, J., & Kirwan, B. (1997). Modelling of safety management systems. *Safety Science*, 26(1-2), 121-140. doi: 10.1016/S0925-7535(97)00034-9
- Hale, A. R., & Hovden, J. (1998). Management and culture: the third age of safety. In A.-M. Feyer & A. Williamson (Eds.), *Occupational Injury: Risk, Prevention and Intervention* (pp. 129-166). London: Taylor & Francis.
- Hallbert, B., Boring, R., Gertman, D., Dudenhoefter, D., Whaley, A., Marble, J., . . . Lois, E. (2006). Human Event Repository and Analysis (HERA) System, Overview (NUREG/CR-6903, (Vol. 1). Washington DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Harms-Ringdahl, L. (2009). Dimensions in safety indicators. *Safety Science*, 47(4), 481-482. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.019>
- Harper, A. C., Cordery, J. L., de Klerk, N. H., Sevastos, P., Geelhoed, E., Gunson, C., . . . Colquhoun, J. (1996). Curtin industrial safety trial: Managerial behavior and program effectiveness. *Safety Science*, 24(3), 173-179. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(96\)00077-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(96)00077-X)
- Herrera, I. A. (2012). *Proactive safety performance indicators*. (PhD), Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Hofmann, D. A., Jacobs, R., & Landy, F. (1995). High reliability process industries: Individual, micro, and macro organizational influences on safety performance. *Journal of Safety Research*, 26(3), 131-149. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-4375\(95\)00011-E](http://dx.doi.org/10.1016/0022-4375(95)00011-E)
- Hofmann, D. A., & Stetzer, A. (1996). A cross-level investigation of factors influencing unsafe behaviors and accidents. *Personnel Psychology*, 49(2), 307-339.
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive Reliability and Error Analysis Method*. Oxford, England: Elsevier Science Ltd.
- Hollnagel, E. (2004). *Barrier accident analysis and prevention*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2011). Epilogue: Resilience analysis grid. In E. Hollnagel, J. Pariès, D. D. Woods, & J. Wreathall (Eds.), *Resilience Engineering in Practice* (pp. 253-272). Farnham, England: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2012). *FRAM - The Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-technical Systems*. Farnham, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II. The Past and Future of Safety Management*. Farnham: Ashgate.
- Hollnagel, E., Leonhardt, J., Licu, T., & Shorrock, S. (2013). From Safety-I to Safety-II: A White Paper. http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/safety/safety_whitepaper_sept_2013-web.pdf#!
- Hollnagel, E., Nemeth, C. P., & Dekker, S. (Eds.). (2008). *Remaining Sensitive to the Possibility of Failure* (Vol. 1). Aldershot: Ashgate.
- Hollnagel, E., Pariès, J., Woods, D. D., & Wreathall, J. (Eds.). (2011). *Resilience Engineering in Practice*. Surrey, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2006). Epilogue: Resilience engineering precepts. In E. Hollnagel, D. D. Woods, & N. Leveson (Eds.), *Resilience Engineering - Concepts and Precepts*. Aldershot: Ashgate.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (Eds.). (2006). *Resilience Engineering - Concepts and Precepts*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hopkins, A. (2000). *Lessons from Longford: The ESSO Gas Plant Explosion*. Australia: CCH Australia Ltd.
- Hopkins, A. (2001). Was three mile island a 'normal accident'? *Journal of contingencies and crisis management*, 9(2), 65-72.
- Hopkins, A. (2009a). Reply to comments. *Safety Science*, 47(4), 508-510. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.020>

- Hopkins, A. (2009b). Thinking About Process Safety Indicators. *Safety Science*, 47(4), 460-465. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2007.12.006>
- Hopkins, A. (2011). Management walk-arounds: Lessons from the Gulf of Mexico oil well blowout. *Safety Science*, 49(10), 1421-1425. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.06.002>
- Hopkins, A. (2014). Issues in safety science. *Safety Science*, 67(0), 6-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.01.007>
- HSE. (2006). Developing process safety indicators: a step-by-step guide for chemical and major hazards industries: UK Health and Safety Executive.
- Hsu, Y.-L. (2008). From reactive to proactive: using safety survey to assess effectiveness of airline SMS. *Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation*, 40, 41-48.
- Hsu, Y.-L., Li, W.-C., & Chen, K.-W. (2010). Structuring critical success factors of airline safety management system using a hybrid model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(2), 222-235. doi: 10.1016/j.tre.2009.08.005
- Hudson, P. (2007). Implementing a safety culture in a major multi-national. *Safety Science*, 45(6), 697-722. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2007.04.005>
- Hudson, P. T. W. (2001). Safety Management and Safety Culture. The Long, Hard and Winding Road. In W. Pearse, C. Gallagher, & L. Bluff (Eds.), *Occupational Health & Safety Management Systems* (pp. 3-31). Melbourne: Crown Content.
- Hudson, P. T. W. (2009). Process indicators: Managing safety by the numbers. *Safety Science*, 47(4), 483-485. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.037>
- Hughes, G., & Kornowa-Weichel, M. (2004). Whose fault is it anyway?: A practical illustration of human factors in process safety. *Journal of Hazardous Materials*, 115(1-3), 127-132. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.06.005>
- ICAO. (2002). Line Operations Safety Audit (LOSA) (First ed.): International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2006). Safety Management Manual (1 ed.): International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2008). Threat and Error Management (TEM) in Air Traffic Control. Montréal, Canada: International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2011). FRMS - Fatigue Risk Management Systems. Manual for Regulators. <http://frmsc.com/wp-content/uploads/2011/08/FRMS-Manual-for-Regulators.pdf>
- ICAO. (2013). Safety Management Manual (SMM) (3 ed.): International Civil Aviation Organization.
- IFALPA, ICAO, & IATA. (2011). Fatigue Risk Management Systems. Implementation Guide for Operators. First edition. <http://frmsc.com/wp-content/uploads/2011/08/Guide-for-Operators1.pdf>
- International Atomic Energy Agency. (2006). The Management System for Facilities and Activities. GS-R-3 *IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3*. Vienna.
- International Maritime Organization. (2013). ISM Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code 2010. <http://www.imo.org/OurWork/HumanElement/SafetyManagement/Pages/ISMCode.aspx>
- International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG). (1992). *INSAG-7: The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1* Retrieved from http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG). (1999). Management of operational safety in nuclear power plants (INSAG-13). Vienna: International Atomic Energy Agency.

- Jo, Y.-D., & Park, K.-S. (2003). Dynamic management of human error to reduce total risk. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16(4), 313-321. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230\(03\)00019-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230(03)00019-6)
- Johnston, N. (1995). Do blame and punishment have any role in organizational risk management? *Flight Deck, Spring*, 33-36.
- Karlberg, L. A. (2011). Norska BP-rapporten: Underkänt. *NyTeknik*. http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/kol_och_olja/article3135310_ece
- Kawka, N., & Kirchsteiger, C. (1999). Technical note on the contribution of sociotechnical factors to accidents notified to MARS. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12(1), 53-57. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230\(98\)00037-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230(98)00037-0)
- Kemeny, J. G. (1979). *Report of the President's Commission on the Accident at the Three Mile Island*: U.S. Government Printing Office.
- Kim, J. W., & Jung, W. (2003). A taxonomy of performance influencing factors for human reliability analysis of emergency tasks. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16(6), 479-495. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230\(03\)00075-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-4230(03)00075-5)
- Kjellén, U. (2009). The safety measurement problem revisited. *Safety Science*, 47(4), 486-489. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.023>
- Kletz, T. (2001). *Learning from Accidents* (Third ed.). Oxford: Gulf Professional Publishing.
- Kongsvik, T., Almklov, P., & Fenstad, J. (2010). Organisational safety indicators: Some conceptual considerations and a supplementary qualitative approach. *Safety Science*, 48(10), 1402-1411. doi: 10.1016/j.ssci.2010.05.016
- Kongsvik, T. Ö., Störkersen, K. V., & Antonsen, S. (2014). The relationship between regulation, safety management systems and safety culture in the maritime industry. In R. D. J. M. Steenbergen, P. H. A. J. M. van Gelder, S. Miraglia, & A. C. W. M. Vrouwenvelder (Eds.), *Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon*. London: Taylor & Francis Group.
- Koornneef, F. (2000). *Organised Learning from Small-scale Incidents*. (PhD thesis), Delf University of Technology, Delft.
- Kotter, J., & Rathgeber, H. (2005). *Our Iceberg is Melting. Changing and Succeeding Under Any Conditions*. Retrieved from <http://old.euba.sk/dokumenty/cnas/HR%20in%20Practice/Readings%20-%20Management%20of%20Change.pdf>
- Kwon, H.-m. (2006). The effectiveness of process safety management (PSM) regulation for chemical industry in Korea. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(1), 13-16. doi: 10.1016/j.jlp.2005.03.009
- Lappalainen, J., Kuronen, J., & Tapaninen, U. (2012). Evaluation of the Ism Code in the Finnish Shipping Companies. *Journal of Maritime Research*, IX(1), 22-32.
- Lin, P. H., Hale, A. R., & van Gulijk, C. (2013). A paired comparison approach to improve the quantification of management influences in air transportation. *Reliability Engineering & System Safety*, 113(0), 52-60. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2012.12.001>
- Lindhout, P., & Ale, B. J. M. (2009). Language issues, an underestimated danger in major hazard control? *Journal of Hazardous Materials*, 172(1), 247-255. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.07.002>
- Lindhout, P., Kingston-Howlett, J. C., & Ale, B. J. M. (2010). Controlled readability of Seveso II company safety documents, the design of a new KPI. *Safety Science*, 48(6), 734-746. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.02.011>
- Lofquist, E. A. (2010). The art of measuring nothing: The paradox of measuring safety in a changing civil aviation industry using traditional safety metrics. *Safety Science*, 48(10), 1520-1529. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.05.006>

- Mearns, K. (2009). From reactive to proactive – Can LPIs deliver? *Safety Science*, 47(4), 491-492. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.028>
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2003). Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments. *Safety Science*, 41(8), 641-680. doi: 10.1016/S0925-7535(02)00011-5
- Mitchison, N., & Papadakis, G. A. (1999). Safety management systems under Seveso II: Implementation and assessment. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12(1), 43-51. doi: 10.1016/S0950-4230(98)00036-9
- Mohaghegh, Z., Kazemi, R., & Mosleh, A. (2009). Incorporating organizational factors into probabilistic risk assessment (PRA) of complex socio-technical systems: A hybrid technique formalization. *Reliability Engineering & System Safety*, 94(5), 1000-1018.
- Mohaghegh, Z., & Mosleh, A. (2009a). Incorporating organizational factors into probabilistic risk assessment of complex socio-technical systems: Principles and theoretical foundations. *Safety Science*, 47(8), 1139-1158. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.12.008>
- Mohaghegh, Z., & Mosleh, A. (2009b). Measurement techniques for organizational safety causal models: Characterization and suggestions for enhancements. *Safety Science*, 47(10), 1398-1409. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2009.04.002>
- National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling. (2011). The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling. Report to the President., from <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-OILCOMMISSION/pdf/GPO-OILCOMMISSION.pdf>
- NEA. (2013). The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt: OECD.
- Nemeth, C. P., & Hollnagel, E. (Eds.). (2014). *Resilience Engineering in Practise, Vol II: Becoming resilient*. Farnham, UK: Ashgate.
- Nivolianitou, Z. S., Leopoulos, V. N., & Konstantinidou, M. (2004). Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 17(6), 467-475. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2004.08.001>
- Overall, M. (1999). *Managing safety management, effective safety*. Paper presented at the IBC Conference for Health&Environment, 20-23 September, London.
- Parker, D., Lawrie, M., & Hudson, P. (2006). A framework for understanding the development of organisational safety culture. *Safety Science*, 44(6), 551-562. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2005.10.004>
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents - Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books.
- Pidgeon, N., & O'Leary, M. (2000). Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. *Safety Science*, 34(1-3), 15-30. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00004-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00004-7)
- Profit, R. (1995). *Systematic safety management in Air Traffic Services*. London: Euromoney.
- Pun, K., Yam, R., & Lewis, W. (2003). Safety management system registration in the shipping industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(6), 704-721.
- Rasmussen, J., & Svedung, I. (2007). *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Service Agency.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate.
- Reason, J. (2008). *The Human Contribution. Unsafe acts, accidents and heroic recoveries*. Farnham, England: Ashgate.
- Reiman, T., & Oedewald, P. (2009). Evaluating Safety-Critical Organizations - Emphasis on the Nuclear Industry.

- Reiman, T., & Pietikäinen, E. (2010). Indicators of Safety Culture - Selection and Utilization of Leading Safety Performance Indicators. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
- Reiman, T., Rollenhagen, C., & Pietikäinen, E. (2012). *Professionals' beliefs about nuclear safety - an interview study in the Nordic nuclear branch*. Paper presented at the PSAM11/ESREL212 conference on probabilistic safety assessment, June 25-29, 2012. Helsinki, Finland.
- Robson, L. S., Clarke, J. A., Cullen, K., Bielecky, A., Severin, C., Bigelow, P. L., . . . Mahood, Q. (2007). The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: A systematic review. *Safety Science*, 45(3), 329-353. doi: 10.1016/j.ssci.2006.07.003
- Rogovin, M., & Frampton, G. T. (1980). *Three Mile Island. A report to the commissioners and to the public* Vol. 1. Retrieved from <http://www.threemileisland.org/downloads/354.pdf>
- Rollenhagen, C., & Wahlström, B. (2013). *Ledning av Säkerhetskritiska Organisationer: En Introduktion*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Rundmo, T. (1996). Associations between risk perception and safety. *Safety Science*, 24(3), 197-209. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00038-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00038-6)
- Sales, E., Nichols, D. R., & Driskell, J. E. (2007). Testing three team training strategies in intact teams. *Small Group Research*, 38(4), 471-488.
- Sales, E., Wilson, K. A., Burke, C. S., & Wightman, D. C. (2006). Does crew resource management work? *Human Factors*, 48(2), 392-412.
- Salvi, O., & Debray, B. (2006). A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive. *Journal of Hazardous Materials*, 130(3), 187-199. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.07.034>
- Salvi, O., Merad, M., & Rodrigues, N. (2005). Toward an integrative approach of the industrial risk management process in France. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 18(4-6), 414-422. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlpi.2005.06.030>
- Sandén, P.-O. (2006). On safety indicators from a regulator perspective: some methodological aspects. In O. Svenson, I. Salo, P. Oedewald, T. Reiman, & A. B. Skjerve (Eds.), *Nordic Perspectives on Safety Management in High Reliability Organizations*. Stockholm: Stockholm University, Department of Psychology.
- Saurin, T. A., & Carim Júnior, G. C. (2011). Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective: A case study of an electricity distributor. *Safety Science*, 49(2), 355-368. doi: 10.1016/j.ssci.2010.09.017
- Schaltegger, S., & Herzog, C. (2011). Managing supplier requirements with HSE accounting. *Issues in Social and Environmental Accounting*, 5(1/2), 82-105.
- Shafai-Sharai, Y. (1971). An inquiry into factors that might explain differences in occupational accident experience of similar size firms in the same industry. East Lansing, Michigan: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Michigan State University.
- Shannon, H. S., Mayr, J., & Haines, T. (1997). Overview of the relationship between organizational and workplace factors and injury rates. *Safety Science*, 26(3), 201-217. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00043-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00043-X)
- Shannon, H. S., Walters, V., Lewchuk, W., Richardson, J., Moran, L. A., Haines, T., & Verma, D. (1996). Workplace organizational correlates of lost-time accident rates in manufacturing. *American Journal of Industrial Medicine*, 29, 258-268.
- Shirali, G. A., Mohammadfam, I., & Ebrahimipour, V. (2013). A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry. *Reliability Engineering & System Safety*, 119(0), 88-94. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2013.05.003>

- SIS. (2011). *Vägledning för revision av ledningssystem (ISO 19011:2011) (2 ed.)*: Swedish Standards Institute.
- Smith, M. J., Cohen, H. H., Cohen, A., & Cleveland, R. J. (1975). *On-site observations of safety practices in plants with differential safety performance* (Vol. 12). Chicago: National Safety Council.
- Sneddon, A., Mearns, K., & Flin, R. (2013). Stress, fatigue, situation awareness and safety in offshore drilling crews. *Safety Science*, 56(0), 80-88. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2012.05.027>
- Sonnemans, P. J. M., & Körvers, P. M. W. (2006). Accidents in the chemical industry: are they foreseeable? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(1), 1-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2005.03.008>
- Step-Change in Safety. (2003). *Leading Performance Indicators - Guidance for Effective Use* Retrieved from <http://www.stepchangeinsafety.net/knowledgecentre/publications/publication.cfm/publicationid/26>
- Stewart, S., Akselsson, R., & Koornneef, F. (2009). *Developing a Just Culture at easyJet* [Manuscript]. Ergonomics and Aerosol Technology, Lund University, Lund.
- Stolzer, A. J., Halford, C. D., & Goglia, J. J. (2008). *Safety Management Systems in Aviation*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Stolzer, A. J., Halford, C. D., & Goglia, J. J. (Eds.). (2011). *Implementing safety management systems in aviation*: Ashgate.
- Sträter, O., Arenius, M., & Jenerich, M. (2014). Status and needs on human reliability assessment of complex systems. In R. D. J. M. Steenbergen, P. H. A. J. M. van Gelder, S. Miraglia, & A. C. W. M. Vrouwenvelder (Eds.), *Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon*. London: Taylor & Francis Group.
- Størseth, F., Albrechtsen, E., & Rø Eitrheim, M. H. (2010). Resilient recovery factors: Explorative study. *Safety Science Monitor*, 14(2).
- Størseth, F., Tinmannsvik, R. K., & Öien, K. (2009). *Building safety by resilient organization - a case specific approach*. Paper presented at the European Conference on Safety and Reliability - ESREL, Prague, Czech Republic.
- Sutherland, V. J., & Cooper, C. L. (1986). *Man and Accidents Offshore; The Costs of Stress among Workers on Oil and Gas Rigs*. London: Lloyd's List/Dietsmann.
- Sutherland, V. J., & Cooper, C. L. (1996). Stress in the offshore oil and gas exploration and production industries: an organizational approach to stress control. *Stress Medicine*, 12, 27-34.
- Sutton, I. (2012a). Chapter 1 - Offshore safety management *Offshore Safety Management* (pp. 1-43). Oxford: William Andrew Publishing.
- Sutton, I. (2012b). Chapter 2 - Major events *Offshore Safety Management* (pp. 44-81). Oxford: William Andrew Publishing.
- Sutton, I. (2012c). Chapter 3 - Safety and environmental management programs *Offshore Safety Management* (pp. 82-101). Oxford: William Andrew Publishing.
- Sutton, I. (2012d). Chapter 4 - Safety and environmental management systems *Offshore Safety Management* (pp. 102-172). Oxford: William Andrew Publishing.
- Sutton, I. (2012e). Chapter 8 - Offshore safety developments *Offshore Safety Management* (pp. 261-270). Oxford: William Andrew Publishing.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan*. New York, USA: Random House.
- Taleb, N. N., Goldstein, D. G., & Spitznagel, M. W. (2009). The six mistakes executives make in risk management. *Harvard Business Review*(October), 1-5.
- The National Diet of Japan. (2012). *The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission: The National Diet of Japan*.

- Tinmannsvik, R. K., Albrechtsen, E., Bråtveit, M., Carlsen, I. M., Fylling, I., Haugen, S., . . . Öien, K. (2011). Deepwater Horizon accident: Causes, lessons learned and recommendations for the Norwegian petroleum activity. Executive summary: SINTEF.
- Tomic, B., Kulig, M., Yliknuussi, N., & Hilden, W. (2009). Nuclear Safety Performance Indicators. Final Report (Vol. 1). Luxembourg: Office for official publications of the European Communities.
- Transport Canada. (2012). Position paper on Safety Management System requirements in the Canadian Aviation Regulations and the Health and Safety policy requirements of the Canada Labor Code. <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/standards/sms-comparison-616.htm>
- Tronea, M., & Ciurea, C. (2014). Nuclear safety culture attributes and lessons to be learned from past accidents. *International Nuclear Safety Journal*, 3(3), 1-7.
- Turner, B. A. (1994). Causes of disaster: Sloppy management. *British Journal of Management*, 5, 215-219.
- Turner, B. A., & Pidgeon, N. (1997). *Man-Made Disasters*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. (2005). Investigation Report. Refinery Explosion and Fire. BP, Texas City. Report No. 2005-04-I-TX: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2013). Human Factors. <http://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/human-factors.html>
- Wang, Y., Tian, M., Wang, D., Zhao, Q., Shan, S., & Lin, S. (2012). Study on the HSE Management at Construction Site of Oil and Gas Processing Area. *Procedia Engineering*, 45(0), 231-234. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.149>
- Weick, K. E. (2001). *Making Sense of the Organization*. Oxford: Blackwell.
- Weick, K. E. (2009). *Making Sense of the Organization: the impermanent organization*: John Wiley & Sons.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). *Managing the Unexpected. Resilient Performance in an Age of Uncertainty* (2 ed.). San Francisco, US: John Wiley & Sons.
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (1999). Organizing for high reliability: processes of collective mindfulness. *Research in Organizational Behavior*, 21, 81-123.
- Westrum, R. (1993). Cultures with requisite imagination. In J. Wise, P. Stager, & J. Hopkin (Eds.), *Verification and Validation in Complex Man-Machine Systems*. New York: Springer.
- Westrum, R. (2004). A typology of organisational cultures. *BMJ Quality and Safety*, 13(suppl 2), ii22-ii27.
- Winfield, D. J. (2014). *Black swan accidents: Predicting and preventing the unpredictable*. Paper presented at the ESREL 2014, September 11-14, Warsaw, Poland.
- Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2010). Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 2082-2093. doi: 10.1016/j.aap.2010.06.021
- Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2011). A study on the impact of management system certification on safety management. *Safety Science*, 49(3), 498-507. doi: 10.1016/j.ssci.2010.11.009
- Woods, D. D. (2006). Essential characteristics of resilience. In E. Hollnagel, D. D. Woods, & N. Leveson (Eds.), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Woods, D. D. (2009). Escaping failures of foresight. *Safety Science*, 47(4), 498-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.030>

- Wreathall, J. (2009). Leading? Lagging? Whatever! *Safety Science*, 47(4), 493-494. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2008.07.031>
- Yantiss, B. (2011). SMS implementation. In A. J. Stolzer, C. D. Halford, & J. J. Goglia (Eds.), *Implementing Safety Management Systems in Aviation* (pp. 161-267). Farnham, England: Ashgate.
- Yeung, P. K. (1997). *Enhancing safe operations and environmental protection by safety management systems*. (MSc thesis), City University of Hong Kong, unpublished.
- Yu, J., Ahn, N., & Jae, M. (2004). A quantitative assessment of organizational factors affecting safety using system dynamics model. *Journal of the Korean Nuclear Society*, 36(1), 64-72.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65, 95-102.
- Öien, K., Massaiu, S., Tinmannsvik, R. K., & Störseth, F. (2010). *Development of early warning indicators based on resilience engineering*. Paper presented at the PSAM 10, Seattle, USA. <http://www.sintef.net/project/Building%20Safety/Publications/PSAM%2010%20-%20Development%20of%20early%20warning%20indicators%20based%20on%20resilience%20engineering.pdf>
- Öien, K., Utne, I. B., & Herrera, I. A. (2011). Building Safety indicators: Part 1 – Theoretical foundation. *Safety Science*, 49(2), 148-161. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.05.012>
- Öien, K., Utne, I. B., Tinmannsvik, R. K., & Massaiu, S. (2011). Building Safety indicators: Part 2 – Application, practices and results. *Safety Science*, 49(2), 162-171. doi: 10.1016/j.ssci.2010.05.015



2015:17

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-171 16 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-mail: registrator@ssm.se
Web: stralsakerhetsmyndigheten.se