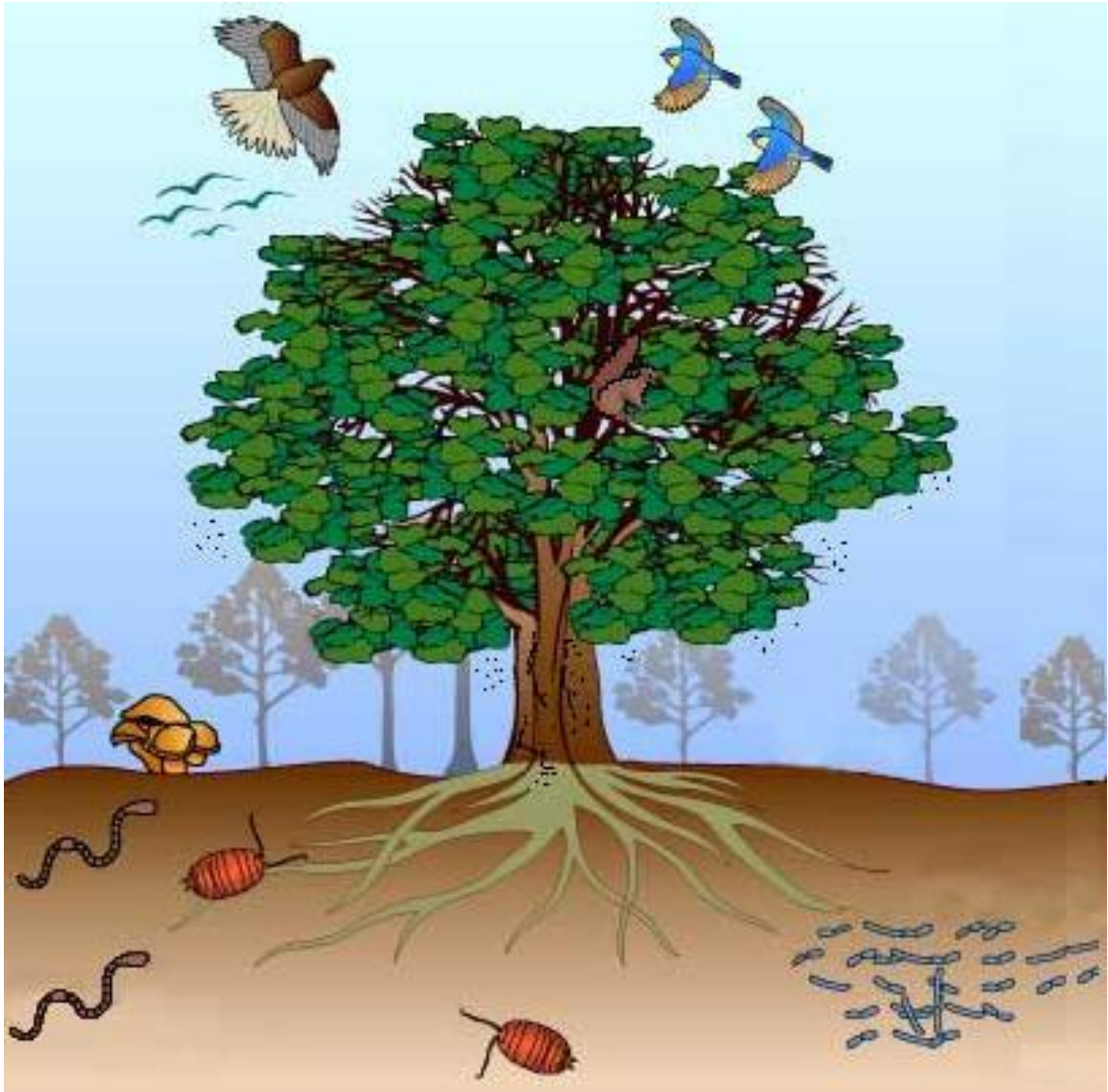


BEYOND
Traditional Accident Investigation



Searching for
Extra-Organisational Factors
- NEDERLANDSE SAMENVATTING -

Kirsten N.R. van Schaardenburgh-Verhoeve, MA, 2008

Inhoudsopgave

1.	Vraagstelling	1
2.	Traditioneel ongevalonderzoek	1
3.	Theorieën van nut voor identificatie van extra-organisatorische factoren	2
4.	Methodes van nut voor identificatie van extra-organisatorische factoren.....	2
5.	Toegevoegde waarde theorieën en methodes ten opzichte van traditioneel ongevalonderzoek	2
6.	Uitbreiding van traditioneel ongevalonderzoek	3
Appendix I	System and Risk Strategy Framework	5
Appendix II	Extra-organisational Factors Framework	9

1. Vraagstelling

Het doel van deze scriptie, die werd geschreven in het kader van de Master of Public Safety, was om een antwoord te vinden op de vraag:

*Hoe kan traditioneel ongevalonderzoek worden uitgebreid,
om extra-organisatorische factoren te identificeren?*

Deze vraag is relevant, aangezien de hedendaagse ongevallen plaatsvinden in zogenaamde socio-technische systemen, waarbij meerdere organisaties betrokken zijn. Traditioneel ongevalonderzoek blijkt de volgende beperkingen te kennen:

- geeft weinig sturing welke factoren buiten de organisatie onderzocht dienen te worden;
- geeft geen sturing welke actoren (organisaties) in het onderzoek betrokken dienen te worden;
- model ontbreekt op welke wijze bijdragen van deze (f)actoren onderling verbonden kunnen zijn.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zijn vier subvragen geformuleerd:

1. *Wat is traditioneel ongevalonderzoek?*
2. *Welke theorieën kunnen van nut zijn om extra-organisatorische factoren te identificeren?*
3. *Welke methodes kunnen van nut zijn om extra-organisatorische factoren te identificeren?*
4. *Wat is de toegevoegde waarde van deze theorieën en methodes ten opzichte van traditioneel ongevalonderzoek?*

2. Traditioneel ongevalonderzoek

Om de eerste vraag te beantwoorden is literatuuronderzoek verricht, onderzocht welke methodes onderzoeksraden - welke lid zijn van de International Transport Safety Association - zeggen te gebruiken, en onderzocht welke methodes de Onderzoeksraad voor Veiligheid gebruikt voor onderzoek, gebaseerd op de rapporten gepubliceerd tussen 2000 en 2008.

In het algemeen bestaat traditioneel ongevalonderzoek uit de toepassing van sequentiële modellen waarbij de aandacht uitgaat naar technische en menselijke factoren. Daarnaast bestaat traditioneel ongevalonderzoek vaak uit de toepassing van epidemiologische modellen, waarbij organisatorische factoren gezocht worden die de organisatie vatbaar maken voor ongevallen. Alle traditionele ongevalmodellen zijn lineair – hoewel sommige wat complexer dan anderen – en alle modellen zijn statisch. De modellen richten zich op factoren binnen de invloedssfeer van de betreffende organisatie. Doorgaans zijn dit factoren binnen deze organisatie: intra-organisatorische factoren.

Traditioneel ongevalonderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid bestaat uit de toepassing van sequentiële en epidemiologische modellen en methodes. In de praktijk worden de sequentiële methode Sequential Timed Event Plotting (STEP) en de epidemiologische methode Tripod hiervoor het meest gebruikt. Daarnaast vindt toetsing plaats aan verplichte en vrijwillige regelgeving, en aan de invulling van de eigen verantwoordelijkheid.

3. Theorieën van nut voor identificatie van extra-organisatorische factoren

Omdat de samenleving - waarin hedendaagse ongevallen plaatsvinden – kan worden getypeerd als een (complex en dynamisch) socio-technisch systeem, is gezocht naar theorieën die het systeem en de omgang met risico's kunnen typeren.

Perrow's (1984) onderscheidt twee kenmerkende systeemeigenschappen: de soort en de mate van interactiviteit en de mate van koppeling. Deze eigenschappen kunnen van nut zijn om het systeem waarin het ongeval plaatsvond, te analyseren. Wildavsky (1988) geeft aan dat veiligheid "actief gezocht" dient te worden, en beschrijft twee strategieën om met risico's om te gaan: anticipatie en veerkracht. Zijn inzichten kunnen gebruikt worden om de in het systeem gevolgde risicostrategieën in beeld te brengen.

Combinatie van beide theorieën leidt tot de conclusie dat de mate waarin beide risicostrategieën dienen te worden gehanteerd, afhangt van de kenmerken van het systeem. Door zowel de kenmerken van het systeem te onderzoeken, als de gevolgde risicostrategieën in beeld te brengen, kan beoordeeld worden of de gevolgde risicostrategieën aansluiten bij de risico's van het systeem.

4. Methodes van nut voor identificatie van extra-organisatorische factoren

Vier methodes en één redeneerwijze zijn geïdentificeerd welke van nut kunnen zijn voor identificatie van extra-organisatorische factoren. De methodes Accimap, STAMP, FRAM, en IPIC RAM betrekken alle vier het systeem op één of andere wijze:

- Alle vier de methodes identificeren meerdere actoren;
- Accimap, STAMP en IPIC RAM besteden expliciet aandacht aan de informatiestromen tussen de actoren;
- Accimap en IPIC RAM besteden expliciet aandacht aan het vermogen van besluitvormers;
- STAMP besteed expliciet aandacht aan het sturingsstelsel voor het geheel, inclusief de versterkende en in balans brengende mechanismen.

De redeneerwijze stelt dat traditioneel causaal-casulistisch onderzoek, waarbij vanuit een ongeval lineair wordt teruggedeneerd, moet worden aangevuld met voorwaarts gericht, contextueel-vergelijkend onderzoek. Hierbij wordt onderstreept dat de handelingen en gebeurtenissen in een breed perspectief moeten worden gezien: voor het systeem als geheel, zowel de negatieve als de positieve consequenties, op zowel korte als lange termijn.

5. Toegevoegde waarde theorieën en methodes ten opzichte van traditioneel ongevalonderzoek

Om de toegevoegde waarde ten opzichte van traditioneel ongevalonderzoek te kunnen bepalen, is het traditionele ongevalonderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid getoetst tegen de inhoud van de theorieën en methodes. Hiervoor is op basis van de theorieën en methodes een toetsingskader opgesteld. Dit toetsingskader bestaat enerzijds uit aspecten die het systeem en risicostrategie typeren (zie Appendix I) en anderzijds uit onderzoeksvragen die de methodes stellen ten aanzien van het systeem en de actoren die er onderdeel van uitmaken (zie Appendix II).

Toetsing van het traditionele ongevalonderzoek heeft zowel theoretisch als praktisch plaatsgevonden. De theoretische toetsing bestond uit het schatten van de informatie die verkregen kan worden met behulp van traditioneel ongevalonderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Voor zowel de traditionele methodes, als de toetsingskaders voor verplichte en vrijwillige regelgeving en individuele verantwoordelijkheid is geschat in welke mate zij informatie zouden kunnen identificeren. De praktische toetsing bestond uit het bepalen van de hoeveelheid - volgens het opgestelde toetsingskader - relevante factoren die in een gepubliceerd rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid geïdentificeerd zijn.

Op basis van deze theoretische en praktische toetsing van traditioneel ongevalonderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid, kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Over het algemeen identificeert traditioneel ongevalonderzoek niet de systeemeigenschappen en risicostrategieën zoals bedoeld door Perrow (1984) en Wildavsky (1988). Ook de extra-organisatorische factoren waar de methodes Accimap, STAMP, FRAM en IPIC RAM zich op richten, worden doorgaans niet van nature geïdentificeerd.

Meer specifiek kan worden geconcludeerd dat de volgende thema's niet door traditioneel ongevalonderzoek (expliciet) worden onderzocht:

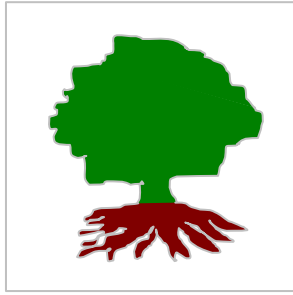
- Afwegen van gevaren en voordelen van nieuwe mogelijkheden (opportunity risks versus opportunity benefits)
- Grenzen van een veilig systeem (safe envelope)
- Sturingsstelsel (control structure)
- Functionele resonantie (functional resonance)
- Dynamiek van het systeem (system dynamics)
- Breder trekken van bevindingen (generalising findings)

Daarnaast zijn er aspecten die - theoretisch gezien - door één enkele methode of element van traditioneel ongevalonderzoek kunnen worden geïdentificeerd. Het betreft hier informatie die, in theorie, met behulp van Tripod, toetsing aan vrijblijvende regelgeving, of toetsing aan individuele verantwoordelijkheid verkregen had kunnen worden. Uit de praktische toetsing blijkt overigens dat deze informatie niet of slechts in beperkte mate is geïdentificeerd.

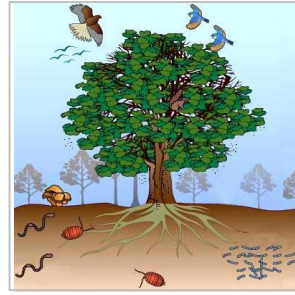
6. Uitbreiding van traditioneel ongevalonderzoek

Traditioneel ongevalonderzoek richt zich op intra-organisatorische factoren en gaat uit van een statisch systeem. Uitbreiding van traditioneel ongevalonderzoek om extra-organisatorische factoren te identificeren, zou zich moeten richten op onderzoek naar het systeem als geheel. De dynamiek van het systeem en de dynamische interacties tussen actoren zou moeten worden meegenomen.

Waar traditioneel ongevalonderzoek bestaat uit het opzetten van een ongevalboom (zie Figuur 1), zou de uitbreiding moeten bestaan uit het plaatsen van de boom in zijn dynamische context (zie Figuur 2). De kenmerken van deze context zouden in beeld gebracht moeten worden: de (soort en mate van) interacties, de koppelingen, de strategieën, het ontworpen of oorspronkelijke proces, het daadwerkelijke proces, en het vermogen van de besluitnemers om invloed uit te oefenen op het systeem.



Figuur 1



Figuur 2

- Figuur 1 Grafische weergave van traditioneel ongevalonderzoek. Sequentiële modellen richten zich op (het zichtbare gedeelte van) de boom (groen). Epidemiologische modellen richten zich ook op (de minder zichtbare) wortels van de boom (bruin).
- Figuur 2 Grafische weergave van uitbreiding van traditioneel ongevalonderzoek. Extra-organisatorische factoren dienen geïdentificeerd te worden door het ongeval en de betrokken organisatie te plaatsen in de context: een dynamisch systeem met diverse (complexe) invloeden.

Hiermee is een visie neergelegd in welke richting de uitbreiding van traditioneel ongevalonderzoek zich moet ontwikkelen om extra-organisatorische factoren te kunnen identificeren. De hoofdvraag - *Hoe moet traditioneel ongevalonderzoek worden uitgebreid, om extra-organisatorische factoren te identificeren?* - is hiermee echter niet beantwoord.

Daarbij wordt in de discussie opgemerkt dat de relevantie en een voordelig effect op veiligheid van het in beeld brengen van extra-organisatorische factoren nog niet is aangetoond. Er zijn zowel mogelijke gevaren als voordelen denkbaar (opportunity risks én opportunity benefits, zie bijvoorbeeld Qureshi, 2007; De Bruijn, 2007). Daarnaast is het de vraag of in de huidige, dynamische, snel veranderende samenleving, waarbij ongevallen het resultaat zijn van een combinatie van factoren die moeilijk te identificeren zijn en nog lastiger te voorspellen, ongevalonderzoek ons kan helpen bij het verhogen van veiligheid en voorkomen nieuwe ongevallen. Verder onderzoek naar deze onderwerpen is noodzakelijk.

Om op dit moment ongevallen alvast in een breder context te beschouwen en extra-organisatorische factoren meer gestructureerd mee te nemen in onderzoek, kan het toetsingskader in Appendix I en Appendix II gehanteerd worden. Daarnaast kan de methode Tripod, en kan het toetsen tegen vrijblijvende regelgeving en eigen verantwoordelijkheid (beter) benut worden om een aantal extra-organisatorische factoren op natuurlijke wijze te identificeren.

Om eventuele perverse effecten van het includeren van extra-organisatorische factoren te minimaliseren, kunnen de vragen van het onderdeel risk(-strategy) van het toetsingskader Extra-organisatorische Factoren (Appendix II) worden gebruikt om de scope, de conclusies en de aanbevelingen van het onderzoek te toetsen. Zo kan enerzijds ervaring worden opgedaan met het identificeren van extra-organisatorische factoren, en anderzijds de mogelijke gevolgen hiervan in beeld gebracht worden.

Appendix I System and Risk Strategy Framework

First, the (type of) system and strategy needs to be investigated. Step I to V are based on the identified theories. These steps force to choose between A or B, and can be seen as a nominal instrument.

I	Decide accident Yes / no		
	type of failures	Component failures with anticipated interaction	Multiple component failures with unanticipated interaction
Failures in	units		
	parts		
	subsystem	accidents	
	system		
		↓	↓
IIa	Decide interactions		
	Interactions	visible familiar anticipated	invisible unfamiliar unanticipated
	<i>Subsystems</i>	Segregated	Interconnected
	<i>Connections</i>	Dedicated	Common-mode
	<i>Production steps</i>	Segregated	Proximity
	<i>Feedback loops</i>	Few	Unfamiliar, unintended
	<i>Isolation of failures</i>	Easy	limited
	<i>Substitutions</i>	Easy	limited
	<i>Controls</i>	Single purpose, segregated	Multiple, interacting
	<i>Information</i>	Direct	Indirect, interferential
	<i>Equipment</i>	Spread out	Tight spacing
	<i>Personnel</i>	Less specialization	Specialization limits awareness of interdependencies
		Extensive understanding	Limited understanding
		↓	↓
	Interactiveness	Linear	Complex

IIb Decide amount of coupling

<i>Achieving goals</i>	One method	Alternative methods
<i>Sequences</i>	Invariant	Order can be changes
<i>Delays</i>	Not possible	Possible
<i>Buffer and redundancies</i>	Designed in, deliberate	Fortuitously available
<i>Substitutions</i>	Designed in, limited	Fortuitously available
<i>Resources</i>	Little slack	Slack

Coupling	Tight coupling	Loose coupling

IIc Point out the system in which the accident took place

		Interactiveness	
		Linear	Complex
Coupling	Tight		
	Loose		

III Decide type of strategy applied in system

Drive	Fear of regret	Recovery is better than prevention
Risk strategy	Risk averse	Risk taking
by	Enhance stability	Enhance variability
	Trial without error	Trial and error
	Investment in safety defences	Resources available for repression
	Safety drills, protocols	Sampling in small doses and diverse ways
Underlying assumption	Doing nothing is better than doing something that harms people	Redundancy
		Expanding general knowledge and technical facility
		Doing something of which more people benefit, and less get hurt than previous is better than doing nothing
Focus on	Mostly hazards	Sacrifices on micro-level for gains on macro-level (rule of sacrifice)
		Hazards and benefits
		Benefits of changes (Opportunity benefits)
Results in	Risks of changes (Opportunity risks) Components, parts (specification, measuring added value for safety)	System as a whole (specification, measuring added value for safety)
		Micro-safety
		Macro-safety
		Innovations
		Adaptability

		↓	↓
risk strategy	Anticipation	Resilience	

IV Compare the position pointed in IIc and the applied risk strategy in III with the matrix below

		Interactiveness	
		Linear	Complex
Coupling	Tight	Anticipation	
	Loose	Anticipation & Resilience	Resilience

System and Risk Strategy Framework – Quick Checklist

interactions

linear

Segregated
Dedicated
Segregated
Few
Easy
Easy
Single purpose, segregated
Direct
Spread out
Less specialization, Extensive understanding

Subsystems
Connections
Production steps
Feedback loops
Isolation of failures
Substitutions
Controls
Information
Equipment
Personnel

complex

Interconnected
Common-mode
Proximity
Unfamiliar, unintended
limited
limited
Multiple, interacting
Indirect, interferential
Tight spacing
Specialization limits awareness of interdependencies, Limited understanding

coupling

tight

One method
Invariant
Not possible
Designed in, deliberate
Designed in, limited
Little slack

Achieving goals
Sequences
Delays
Buffer and redundancies
Substitutions
Resources

loose

Alternative methods
Order can be changes
Possible
Fortuitously available
Fortuitously available
Slack

Risk Strategy

anticipation

Predictable accidents
Stable / static systems
Certainty about probability, effects, who will be harmed
Fear of regret
Risk averse
Enhance stability
Trial without error
Investment in safety defences
Safety drills, protocols

Situation

Drive
Risk strategy

by

Underlying assumption

Focus on

Results in

Doing nothing is better than doing something that harms people

Mostly hazards
Risks of changes (Opportunity risks)
Components, parts (specification, measuring added value for safety)
Micro-safety

resilience

Unpredictable accidents
Dynamic systems
Uncertainty about probability, effects, who will be harmed
Recovery is better than prevention
Risk taking
Enhance variability
Trial and error
Resources available for repression
Sampling in small doses and diverse ways

Redundancy
Expanding general knowledge and technical facility

Doing something of which more people benefit, and less get hurt than previous is better than doing nothing

Sacrifices on micro-level for gains on macro-level (rule of sacrifice)

Hazards and benefits
Benefits of changes (Opportunity benefits)
System as a whole (specification, measuring added value for safety)

Macro-safety
Innovations
Adaptability

Appendix II Extra-organisational Factors Framework

Specific information regarding the accident process and the context needs to be identified. The following tables provide guidance on what aspects to investigate, categorised in 4 categories:

1. Risk (-strategy)
2. Process as designed
3. Actual state of affairs / actual process
4. Capability (context) of decision-makers

Risk (-strategy)		
RI1	What are the identified system hazards?	<i>Leveson</i>
RI2	Was there ignorance of opportunity benefits?	<i>Wildavsky</i>
	How is the relation failure /success in the flip side of a coin? Has both negative as positive consequences been investigated?	<i>Hollnagel</i> <i>De Bruijn</i>
RI3	Was there ignorance of the safety risk associated with a proposed remedy?	<i>Wildavsky</i>
RI4	Was there ignorance of large existing benefits while concentrating on small existing risks?	<i>Wildavsky</i>
RI5	Was there ignorance of effects of economic cost of safety?	<i>Wildavsky</i>
RI6	Was there ignorance of trade off between errors of commission (type I) and errors of omission (type II)?	<i>Wildavsky</i>
RI7	Was there ignorance of displacement of risk onto other people as a consequence of reducing risks for some?	<i>Wildavsky</i>

Process as designed

DP1	What actors were involved / influencing the process?	<i>Rasmussen</i>
DP2	What were the system safety constraints ?	<i>Leveson</i>
DP3	What was the originally designed control structure?	<i>Leveson</i>
DP4	What were the essential system functions (Input, Output, Preconditions, Resources, Time, Control)	<i>Hollnagel</i>
DP5	What variability is normal?	<i>Hollnagel</i>
DP6	Were the to be achieved goals clear to all actors involved? Were objectives formulated by principals in a way such that the interpretation and re-formulation performed by their agents are properly considered?	<i>Rasmussen</i> <i>Rasmussen</i>
DP7	Was an auditing function in place to effectively monitor the propagation and interpretation of objectives within the entire socio-technical system?	<i>Rasmussen</i>
DP8	How effectively can changes in objectives be communicated downward the organization, and how effectively can changes in local constraints and criteria (e.g., to change of technology) be communicated upward the system to be considered for resource manageme	<i>Rasmussen</i>

Actual state of affairs / process		
AP1	Has the context been investigated?	<i>De Bruijn</i>
	criteria and boundaries	
AP2	Were boundaries of acceptable performance known or could be observed by actors, agents and/or principals?	<i>Rasmussen</i>
	Could the margin to the boundaries of acceptable performance be determined or observed?	<i>Rasmussen</i>
AP3	Did controllers (decision-makers) have information about the actual state of the functions within their control domain and was this information compatible with (comparable to) the objectives as interpreted by the agent?	<i>Rasmussen</i>
	Could a discrepancy with respect to objectives or performance criteria be observed?	<i>Rasmussen</i>
	Could the margin to the boundaries of acceptable performance be determined or observed?	<i>Rasmussen</i>
	information	
AP5	What was the information flow between the actors like?	<i>Rasmussen</i>
AP6	How effectively were changes in objectives communicated downward the organization, and how effectively were changes in local constraints and criteria (e.g., to change of technology) communicated upward the system to be considered for resource management	<i>Rasmussen</i>
AP7	Were (the relevant) actors aware of (known with) the failure(s) in the organisation?	<i>Groeneweg & Verhoeve</i>
	control	
AP8	How was the perceived control structure?	<i>Leveson</i>
	How was the actual control structure?	<i>Leveson</i>
AP9	What were there inadequate constraints ?	<i>Leveson</i>
AP10	What were there inadequate execution of constraints?	<i>Leveson</i>
AP11	What was there inadequate or missing feedback?	<i>Leveson</i>
AP12	Was an auditing function in place to effectively monitor the propagation and interpretation of objectives within the entire socio-technical system?	<i>Rasmussen</i>
	miscellaneous	
AP15	Were there conflicts between actors?	<i>Rasmussen</i>
AP14	What was the functional resonance (linking, coupling between functions)	<i>Hollnagel</i>
AP16	Has the organisation processed the information and undertaken action, (e.g. development of standardized procedures, audit tools, guidelines, laws and regulations) to prevent it?	<i>Groeneweg & Verhoeve</i>
AP17	Has the organisation informed relevant departments and organisations about these actions?	<i>Groeneweg & Verhoeve</i>
AP18	Has the organisation assured that relevant departments and organisations complied with these actions, for example by means of inspection, meetings, reward systems?	<i>Groeneweg & Verhoeve</i>
AP19	What were the system dynamics (reinforcing and balancing forces)?	<i>Leveson</i>
	Have these findings been tried to generalise, using results from multiple accidents?	<i>Rasmussen</i>
A20	Has this context been compared to other situations and have other outcomes been investigated?	<i>De Bruinn</i>

Capability of decision makers		<i>Rasmussen</i>
CA1	What were the reasons for flawed control and dysfunctional interactions?	<i>Leveson</i>
CA2	Were the decision makers capable of control?	<i>Rasmussen</i>
CA3	Did the decision makers have sufficient knowledge of the current state of affairs?	<i>Rasmussen</i>
CA4	Was the organisation (in) formally responsible to receive information, take action and check compliance?	<i>Groeneweg et al</i>
CA5	Were the decision makers thoroughly familiar with the control requirements of all relevant hazard sources within their work system?	<i>Rasmussen</i>
CA6	Has the organisation (in) formally authority to receive information, take action and check compliance?	<i>Groeneweg et al</i>
CA7	Has the organisation means to receive information, take action and check compliance?	<i>Groeneweg et al</i>
CA8	Did the decision makers know the relevant parameters, sensitive to control actions, and the response of the system to various control actions?	<i>Rasmussen</i>
CA9	Could the decisionmakers act without undue time delays?	<i>Rasmussen</i>
CA10	What reinforcing and balancing forces were acting upon decision makers?	<i>Leveson</i>
	(What) were the system dynamics?	<i>Leveson</i>

