Op zoek naar de latente fouten tijdens de feitenverzameling

drs. T.D. Wolsak, AdviSafe Risk Management B.V., drs K.N.R. Verhoeve (Hoger Veiligheidskundige), Onderzoeksraad voor Veiligheid, dr. J. Groeneweg, Universiteit Leiden

Samenvatting

Incidentonderzoek- en analyse is essentieel bij de identificatie van risico's en het managen van bedrijfsprocessen. De kwaliteit van het onderzoek en van de analyse bepaalt in belangrijke mate op welk niveau beheersmaatregelen genomen kunnen worden. Hoe beter het onderzoek en de analyse, des te vollediger de latente, systemische fouten kunnen worden geïdentificeerd. Door deze fouten te identificeren en te verhelpen, kunnen diverse categorieën van incidenten voorkomen worden.

De Tripod-theorie heeft als basis gediend voor de ontwikkeling van de analysemethode Tripod BETA. Dit instrument wordt gezien als de "state-of-the-art"-methode om incidenten te analyseren. De methode zelf heeft echter het verzamelen van feiten niet primair als doel. Wel biedt de methode een raamwerk dat richting geeft en het verzamelen van feiten ondersteunt.

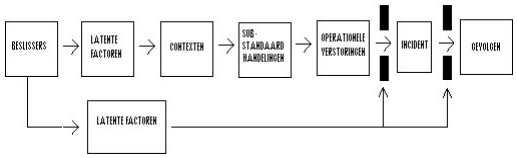
Dit artikel beschrijft een nieuw instrument in het totale Tripod-systeem: TRACK. TRACK faciliteert het proces van feitenverzameling en leidt de onderzoeker weg van de vraag "Wat is er gebeurd?" naar "Waardoor is het gebeurd?".

De resultaten van het onderzoek dat aan dit artikel ten grondslag ligt, laten zien dat het gebruik van TRACK de consistentie en objectiviteit verhoogt en de onderzoeker dwingt om dieper in de organisatie door te dringen dan op basis van alleen Tripod BETA.

Tripod: het concept

Het Tripod-model kan gebruikt worden om de gezondheid van het immuunsysteem van een organisatie te bepalen. Tripod is ontwikkeld door de universiteiten van Leiden en Manchester. Het begon in 1986 als een onderzoekproject, gefinancierd door de Koninklijke Nederlandse/ Shell Groep, gericht op het vinden van methoden om menselijk falen te voorkomen. Het project heeft geresulteerd in een instrument dat op veel verschillende gebieden ingezet wordt, van chemische bedrijven zoals DSM, Unilever en Shell Chemicals tot de Nederlandse Spoorwegen.

Volgens het Tripod-model (zie figuur 1) worden incidenten altijd veroorzaakt door (een complex van) substandaard handelingen[1]. Niet alle substandaard handelingen resulteren uiteindelijk in incidenten en ongelukken. Een organisatie moet zich richten op het onderkennen en elimineren van de 'operationele afwijkingen' die voorafgaan aan ongelukken en incidenten. Dit is het voornaamste doel van Tripod. Wanneer er in potentie afwijkingen plaats kunnen vinden en optimaal werken dus niet gewaarborgd is, moet de organisatie barrières aanbrengen om te voorkomen dat de potentiele afwijkingen in het proces leiden tot ongelukken en incidenten. Wanneer deze barrières falen of in het geheel niet aanwezig zijn, gebeuren er ongelukken.



Figuur 1. Het Tripod-ongevalsmodel

Substandaard handelingen kunnen niet gezien worden als willekeurige gebeurtenissen: zij komen voort uit een psychologische mindset, een gemoedstoestand of redeneringspatroon. Deze worden onder andere opgewekt door de fysieke en organisatorische

[1] Substandaard handeling: onveilige handeling, een handeling afwijkend van het beoogde standaard gedrag

werkomgeving van de betrokkenen. Dit kan de manier zijn waarop het werk georganiseerd is, hoe het gereedschap en de machines ontworpen zijn, maar ook de ergonomische aspecten en eigenschappen van de werkvloer zelf. Omgevingsfactoren die de psychologische voorwaarden veroorzaken die leiden tot de substandaard handelingen worden latente factoren genoemd. Latent, omdat ze al lange tijd aanwezig kunnen zijn, voordat een specifieke substandaard handeling of ongeluk plaatsvindt. Latente factoren blijven verborgen in de organisatie zolang er geen specifieke lokale trigger is.
Latente factoren zijn merendeels het resultaat van beslissingen van de hogere functionarissen van een systeem, zoals managers en inspecteurs, maar ook van ontwerpers en wetgevers: inadequate beslissingen, maar ook beslissingen die destijds adequaat waren, maar inmiddels inadequaat zijn geworden.
De Tripod-theorie onderscheidt elf parameters die bepalend zijn voor de kwaliteit van het immuunsysteem van een organisatie. Deze factoren worden ook wel Basis Risico Factoren (BRFs) genoemd. De mate waarin deze BRFs onder controle zijn binnen een organisatie is indicatief voor de kwaliteit van management van alle bedrijfs-/ produktieprocessen in verschillende typen organisaties.

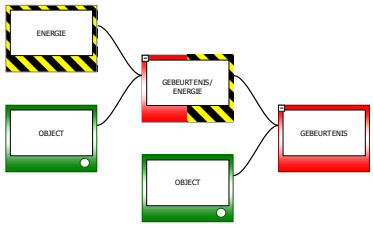
Tabel 1. De elf Basis Risico Factoren

Branche-specifiek	*Algemeen*
Ontwerp	Procedures
Materiaal & middelen	Training & opleiding
Onderhoud	Communicatie
Orde/ Netheid	Strijdige doelstellingen
Omgevingsfactoren	Organisatie
Beschermingsmiddelen & -methoden	

Identificatie van latente factoren, de verborgen systemische fouten, kan op twee manieren plaatsvinden: pro-actief en reactief. Dit artikel beschrijft de toegevoegde waarde van TRACK in het reactieve proces van ongevalsonderzoek en –analyse met behulp van Tripod BETA.

Tripod BETA

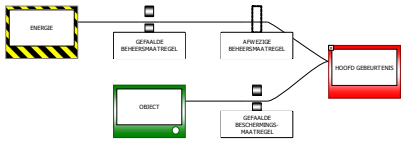
Incidenten en ongevallen kunnen onderzocht worden op basis van het Tripod ongevalsmodel. Tripod BETA neemt het ongeval dat heeft plaatsgevonden als uitgangspunt. Dit kan iedere operationele afwijking zijn, met of zonder gevolgen, met (potentiële) schade bijvoorbeeld op het gebied van veiligheid, gezondheid, milieu of reputatie.
Bij Tripod BETA wordt het ongeluk zelf als hoofdgebeurtenis beschouwd. Voor deze gebeurtenis dienen het object en de energie (het gevaar) gedefinieerd te worden. Het object is hetgeen aangetast of beschadigd is door de energie en kan bijvoorbeeld bestaan uit mensen, materiaal, produkten, kwaliteit en reputatie. De energie is datgene wat schade aan het object heeft toegebracht. De energie en het object kunnen het resultaat zijn van langer bestaande omstandigheden en eerdere gebeurtenissen en dus een gebeurtenis op zichzelf zijn. Op deze manier kan de hele keten van gebeurtenissen die heeft geleid tot het ongeval of het incident geïdentificeerd worden. Figuur 2 laat een voorbeeld zien van een Tripod BETA-gebeurtenissenketen.



Figuur 2. Voorbeeld van een Tripod BETA-gebeurtenissenketen

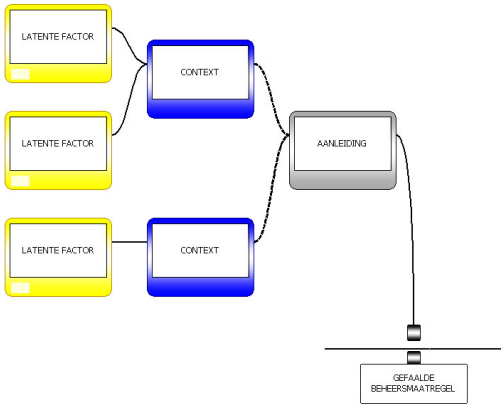
Volgens het Tripod-model kunnen ongewenste gebeurtenissen voorkomen worden door het implementeren van barrières. Een barrière die de energie (gevaar) onder controle houdt, wordt een beheersmaatregel genoemd. Een

barrière die het object (deels) beschermt, wordt een beschermingsmaatregel genoemd. Wanneer de energie 'heet leidingwerk' is en het object 'de operator', dan kan isolatie van de pijp een beheersmaatregel zijn en het dragen van handschoenen een beschermingsmaatregel.
Barrières kunnen effectief werken en zo voorkomen dat de de energie en het object samenkomen. Barrières kunnen ook afwezig of inadequaat zijn, of falen, waardoor de gebeurtenis wel plaatsvindt en het object zal worden aangetast. Wanneer de gebeurtenis plaats heeft gevonden zal ieder energie-gebeurtenis-object-trio (EGO-trio) een of meer barrières bevatten die afwezig/inadequaat waren of gefaald hebben (zie figuur 3).



Figuur 3. EGO-diagram met barrières

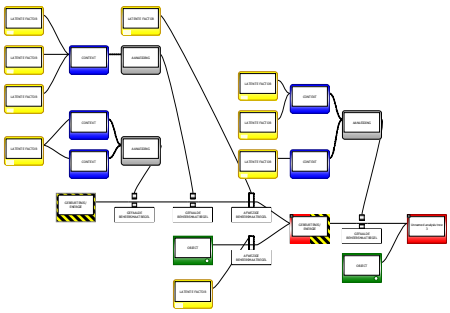
Ongevalsonderzoek en -analyse moet uitwijzen waardoor barrières afwezig waren of faalden. In veel gevallen is er een directe oorzaak die heeft geleid tot het falen van de barrière. Deze directe oorzaken worden in Tripod BETA aanleidingen genoemd en bevatten zowel substandaard handelingen door mensen als technisch falen. Voorbeelden van aanleidingen zijn het niet volgen van procedures, het maken van fouten bij routinetaken, verkeerde interpretatie van signalen, het gebruik van de verkeerde materialen en gereedschappen, het overslaan van essentiële stappen in een proces en corrosie.
Aanleidingen zullen gemakkelijker ontstaan in een suboptimale werkomgeving dan in een optimale werkomgeving. Gebrekkige werkomstandigheden, ontoereikende vakkundigheid en de perceptie dat de organisatie het overslaan van bepaalde stappen in het produktieproces aanmoedigt, omdat dit het proces versnelt, zijn voorbeelden van een suboptimale werkomgeving. Deze werkomgeving bevat zowel de organisatorische, fysieke en psychologische staat waarin het systeem verkeert. In Tripod BETA noemen we deze omgevingsfactoren de context. De context kan al een lange tijd in een organisatie aanwezig zijn, voordat de aanleiding die uiteindelijk leidt tot het falen van de barrière zich manifesteert.
De context wordt veroorzaakt door de verborgen gebreken in de organisatie, de latente factoren. Latente factoren zijn het resultaat van inadequate managementbeslissingen en zijn het primaire onderwerp voor verbetering van de organisatie. Ongebalanceerde productie/onderhoud-budgetten, inadequate standaarden voor competentie en training en gebrekkige procedures zijn voorbeelden van latente factoren. Een voorbeeld van een barrière die doorbroken is inclusief het oorzakelijke pad dat daaraan voorafging, is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. Doorbroken barrière met oorzakelijk pad

Het uiteindelijke resultaat van een Tripod BETA-analyse is een Tripod BETA-diagram, ook wel Tripod BETA-boom genoemd. Deze geeft weer wat er gebeurd is en wat hier de oorzaken van zijn. De bevindingen die hierin weergegeven zijn, kunnen verwerkt worden in een rapport (al

dan niet door de Tripod BETA-software gegenereerd). Dit rapport bevat informatie over de werknemers en het materiaal betrokken bij het incident, het onderzoeksteam, een risico-matrix en een voorstel voor acties op zowel korte als lange termijn.
De korte-termijnacties zijn directe acties, gericht op het aanbrengen, respectievelijk verbeteren van barrières die er niet waren, maar wel hadden moeten zijn en de barrières die doorbroken zijn. Lange-termijnacties richten zich op de latente factoren die in de analyse naar voren zijn gekomen, dus op de BRFs; deze acties zijn gericht op systeemniveau. Lange-termijn-acties kosten meer tijd en geld, maar hebben uiteraard een veel groter bereik en zijn effectiever op het gebied van risico-mangement en het voorkomen van ongelukken in de toekomst, dan korte-termijnacties.



Figuur 5. Voorbeeld van een complete Tripod BETA-boom

Ongevalsonderzoek en analyse

De Tripod-theorie richt zich op het identificeren en verhelpen van latente factoren. De kracht van Tripod BETA ligt in het structureren en analyseren van informatie aangaande incidenten. De informatie aangaande incidenten vloeit voort uit ongevals*onderzoek*.
De eerste acties na een incident betreffen hulpverlening en het creëren van een veilige situatie. Vervolgens worden aanvullende acties geidentificeerd, zoals het informeren van de juiste personen en beslissen of onderzoek en analyse nodig of gewenst is.

Wanneer men besluit dat een incident grondig onderzocht moet worden, wordt een onderzoeksteam geformeerd en worden actieplannen gemaakt en verantwoordelijkheden verdeeld. In de meeste gevallen is het hoofddoel van het onderzoeksteam het beantwoorden van de vragen: “Wat is er gebeurd?” en “Wat moeten we veranderen?”. Er ligt niet altijd voldoende nadruk op het achterhalen van de latente factoren, zoals gedefinieerd in het Tripod model. Sommige organisaties zien onderzoek en analyse als twee aparte zaken. Dit houdt in dat deze organisaties het onderzoek uitvoeren en afsluiten en daarna starten met het analyseproces. Op deze manier worden vragen die opkomen tijdens het analyseproces niet beantwoord.Ongevalsonderzoek en analyse moet een geïntegreerd proces zijn. Het Tripod-ongevalsmodel moet het onderzoeksproces sturen en zo de latente factoren boven water krijgen. Het analyseproces kan beginnen op basis van de feiten die tijdens de eerste onderzoeksfase gevonden zijn. Deze initiële analyse zal nieuwe vragen oproepen die weer moeten worden meegenomen in een volgende onderzoeksfase. Op deze manier worden onderzoek en analyse op een geïntegreerde wijze uitgevoerd. TRACK is ontwikkeld om dit geïntegreerde onderzoeksproces te faciliteren en er zeker van te zijn dat het onderzoek gericht is op het boven tafel krijgen van de latente factoren zoals bedoeld voor de Tripod BETA-analyse.

TRACK

TRACK faciliteert het onderzoeksproces (het verzamelen van feiten en bewijzen) door de onderzoeker te sturen naar het “Waardoor is het gebeurd?”. Op basis van meer dan 500 incident- en ongevalsonderzoeken zijn contexten (die de psychologische voorlopers beïnvloeden en daarmee menselijk falen stimuleren) geïdentificeerd Daarnaast zijn de latente factoren vastgesteld die aan deze contexten

ten grondslag lagen. Dit onderzoek is de basis geweest voor het instrument TRACK.
TRACK bestaat uit twee vragenlijsten. De eerste vragenlijst is de 'Leads-to'-vragenlijst (zie tabel 2). Deze vragenlijst bevat vragen die indicatief zijn voor de context waarin een aanleiding ontstaan is en daarmee dus een barrière hebben doen falen. De tweede vragenlijst is de 'Caused-by'-vragenlijst (zie tabel 3), deze bevat vragen die indicatief zijn voor de latente factoren die geleid hebben tot de contexten die met de eerste vragenlijst naar boven gekomen zijn. Beide vragenlijsten zijn gecategoriseerd in Basis Risico Factoren.

- Was there equipment that required an improvised way of operating?
- Were the installations, tools or equipment dirty?
- Was it difficult or impossible to get hold of a copy of existing procedures?
- Were there employees who needed excessive supervision or instruction?
- Were there an excessive number of poorly trained people involved in performing a job?
- Was any information misunderstood or incorrectly interpreted?
- Was information about potential hazards not communicated to the relevant people?
- Were there signs of haste or corner cutting or were steps in a procedure or routine ignored?
- Were the emergency or evacuation planning or procedures not available, not used or inadequate?

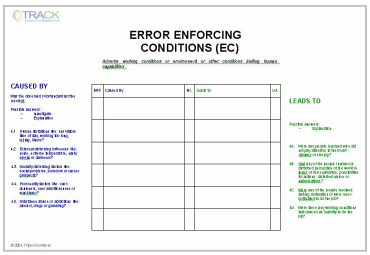
Tabel 2. Voorbeeldvragen 'Leads-to'-vragenlijst

- No adequate user-designer communication during or after the design phase?
- Inappropriate selection of equipment to do the job (quality, wrong sizes or strength)?
- Inadequate planning, controlling, execution or recording of maintenance of the equipment?
- Absent or inadequate manuals or descriptions of the equipment?
- Human limitations like: unsuitable time of day, working too long, jet lag, illness?
- Inadequate corporate policy, lack of management commitment to housekeeping?
- No assessment of the effectivity of training programs?
- Information loss or overload because communication structure is not used or mis-used?
- Conflicts between individual priorities and optimal working routines?

Tabel 3. Voorbeeldvragen 'Caused-by'-vragenlijst

TRACK kan op verschillende momenten in het onderzoeks- en analyseproces gebruikt worden. Het instrument kan gebruikt worden als basis en richtlijn voor initiëel onderzoek, zoals het zoeken naar relevante feiten tijdens het proces van feiten verzamelen, en bij de voorbereiding van interviews. Het doel zal zijn om alle vragen van de 'Leads-to'-lijst beantwoord te krijgen met JA + een specificatie, NEE of NOG VERDER TE ONDERZOEKEN. Wanneer een vraag met JA + specificatie beantwoord is, zal de 'Caused-by'-vragenlijst opties geven voor mogelijke latente factoren die er aan ten grondslag hebben gelegen. Het doorwerken van de *complete* TRACK-vragenlijsten zorgt ervoor dat de onderzoeker een vollediger beeld krijgt. Er is minder ruimte voor stokpaardjes en vooronderstellingen. Daarnaast zal de focus van het onderzoek zich verplaatsen van het "Wat is er gebeurd?" naar het "Waardoor is het gebeurd?".
Organisaties die ruimere ervaring hebben met de toepassing van TRACK,kunnen zelfs besluiten na de TRACK-analyse geen Tripod BETA-analyse meer te doen. TRACK heeft de latente factoren al boven water gekregen, dus de organisatie weet al wat er veranderd of verbeterd moet worden. Toch zijn er veel organisaties die de Tripod BETA-analyse ook zullen verrichten om zo het "Waardoor is het gebeurd" in verbinding te kunnen zien met "Wat is er gebeurd?" en "Hoe is het gebeurd?". Het visualiseren van de samenhang in een complex geheel kan daarbij zeer verhelderend werken.
Het tweede moment in het gehele proces waarbij TRACK gebruikt kan worden, is tijdens de analyse-fase.
Een goede manier is met behulp van de TRACK-lijsten de contexten en latente fouten reeds vroegtijdig te identificeren en de resultaten ervan halverwege de toepassing van Tripod BETA te gebruiken als input. Op deze manier wordt het incident vanuit twee kanten onderzocht: vanuit het incident en vanuit de de latente

(systemische) factoren in de organisatie. Voor het meest objectieve en complete onderzoek wordt aangeraden om de TRACK-lijsten op deze wijze toe te passen.
TRACK kan ook voor het eerst gebruikt worden in deze fase om de contexten en latente factoren te identificeren voor specifieke aanleidingen. De onderzoeker gaat dan op grond van de reeds geïdentificeerde aanleidingen door de beschrijvingen van de BRFs om erachter te komen waar de context en latente factoren het meest waarschijnlijk uit voortkomen. Wanneer de BRF geïdentificeerd is, worden de vragen daarvan erbij gepakt en wordt gezocht naar de bijbehorende vragen in de TRACK-lijsten, om met behulp daarvan de context en latente factoren te formuleren.


TRACK

ERROR ENFORCING CONDITIONS (EC)

Adverse working conditions or environment or other conditions leading human vulnerability

CAUSED BY

How do conditions influence errors?

Factors involved:
- Individuals
- Teams/Jobs

1.1 Errors Attributed Due to Attitudes (Motivation, Morale, Fatigue, Stress)

1.2 Errors Attributed Because the Individual Is Not Adequately Able to Cope with Job Demands

1.3 Errors Attributed Under the Assumption that Conditions Cannot Change?

1.4 Personality Factors (for Jobs in Jeopardy, Low Morale and Motivation)?

1.5 Attitudes (Risk or Hazard Perception, Ignorance, Complacency or Laziness)?

BRF	Caused By	No.	Leads To	LK

LEADS TO

Factors involved:
- Individuals
- Teams/Jobs

4.1 How may people be affected by the error? Who is affected? Who is at risk?

4.2 Does error the people involved or others in jeopardy or in danger of injury, illness, death or damage?

4.3 Does error the people involved or others in jeopardy of a loss of income or employment?

4.4 What are the people involved or others in jeopardy of a loss of reputation or status?

4.5 How long is the working or official lapse error or liability to be for?

©2004 Tripodconsultant

Figuur 6. Voorbeeld van een TRACK-antwoordkaart

Om de toegevoegde waarde van TRACK aan Tripod BETA te bepalen zijn een aantal incidenten onderzocht met zowel Tripod BETA als TRACK. Allereerst heeft een getrainde Tripod BETA-analist een aantal incidenten geanalyseerd met behulp van Tripod BETA. Daarna is de analist getraind in het gebruik van TRACK en heeft deze vervolgens dezelfde incidenten met TRACK geanalyseerd. De toegevoegde waarde van TRACK ten opzichte van Tripod BETA kon bepaald worden op basis van de gevonden verschillen in de resultaten van de analyses met beide methoden.
Dit onderzoek heeft uitgewezen dat Tripod BETA niet voldoende faciliteert in het vinden van de werkelijke, dieperliggende systemische fouten in de organisatie, de latente factoren. Meer dan 40% van de latente factoren geidentificeerd met Tripod BETA zijn eigenlijk contexten of soms zelfs aanleidingen. De analist wordt tijdens de analyse met Tripod BETA onvoldoende gestuurd in het identificeren van de contexten en latente fouten, en bij een incorrecte analyse onvoldoende gecorrigeerd. Er is geen controle binnen Tripod BETA die een verkeerde labelling kan voorkomen.
Met het gebruik van TRACK daarentegen is een analist in staat om in te zien dat een analyse niet diep genoeg is gegaan en dat de latente factoren nog niet (allen) boven water gekomen zijn. De TRACK lijst laat de analist vragen over latente fouten zien die dieper gaan dan hij/ zij gevonden heeft met de Tripod BETA analyse, en welke hij/ zij nog niet kan beantwoorden. Een ander verschil tussen Tripod BETA en TRACK ligt op het gebied van het toekennen van de dominante BRF aan een latente fout.Tripod BETA deelt de contexten en latente factoren niet in bij een BRF op de manier waarop TRACK dat doet. In Tripod BETA wordt het toekennen van de juiste BRF volledig bepaald door de analist, die hierbij steunt op zijn/ haar kennis en ervaring. TRACK daarentegen categoriseert de BRFs op basis van de contexten en latente factoren in plaats van op de expertise van de analist. Dit resulteert in een geringere diversiteit in BRFs bij het gebruik van Tripod BETA in vergelijking totTRACK. Dit kan verklaard worden op basis van beschikbaarheidsheuristieken bij mensen. Mensen denken altijd het eerste aan zaken (lees BRFs) die het meest gebruikt worden en dus eerder beschikbaar zijn in hun geheugen. Tripod BETA analisten blijken inderdaad slechts een beperkt aantal BRFs te gebruiken. Ze
blijken allereerst aan hun favoriete BRFs te denken en lopen hierdoor de kans andere BRFs niet mee te nemen in hun overwegingen. TRACK voorkomt dit, doordat het categoriseren van de latente factoren wordt gestuurd door het instrument in plaats van door de analist zelf.

Conclusie

TRACK faciliteert het proces van het verzamelen van feiten en dwingt de onderzoeker zich te richten op het "Waardoor is het gebeurd?" in plaats van op het "Wat is er gebeurd?". TRACK vergroot de consistentie en objectiviteit van het onderzoek en dwingt de onderzoeker dieper te graven dan met iedere ander beschikbaar instrument. TRACK heeft een toegevoegde waarde bij het gebruik van Tripod BETA.

---

1 Reason, J.T. 1990. Human error. Cambridge: Cambridge University Press.

2 Cullen, The Hon. Lord. The public inquiry into the Piper Alpha disaster. London: HMSO, 1990.

3 Wagenaar, W.A. Influencing Human Behavior: Toward a Practical Approach for E & P. Journal of Petroleum Technology, 11, 1281 - 1261, 1992a.

4 Brauner, C. 1991. Estimating risks in the petrochemical industry. Zurich: Swiss Reinsurance Company.

5 Rasmussen, J. 1998. Major accident prevention: What is the basic research issue? In: Lydersen, S, Hansen, G.K. & Sandtorv, H.A. (Eds.) Safety and Reliability. Proceedings of the 1998 ESREL Safety and Reliability Conference, Trondheim. Rotterdam: Balkema.

6 Groeneweg, J. 2002. Controlling the Controllable, the management of safety, 5th revised edition, Leiden: Global Safety Group.

7 Groeneweg, J. 1993. Risk prevention strategies: an alternative approach. In: Bernard Moncelon (ed.), Matriser le risque au poste de travail. Nancy : Press Universitaires de Nancy.

SPE 88488 7

8 Groeneweg, J. & Roggeveen, V. 1998. Tripod: Controlling the human factor in accidents. In: Lydersen, S, Hansen, G.K. & Sandtorv, H.A. (Eds.) Safety and Reliability. Proceedings of the 1998 ESREL Safety and Reliability Conference, Trondheim. Rotterdam: Balkema.

9 Norwegian University of Science and Technology, Themes: Thematic Network for Safety Assessment of Waterborne Transport, 2001