

Congresverslag

Procesveiligheid, 'Big Safety' en incidenten: hoe zijn ze te verklaren en wat is de impact? Verslag van de bijeenkomst van de Contactgroep Gezondheid en Chemie, 22 januari 2009

Paul Swuste¹ en Mat Jongen²

Inleiding

Tijdens een zeer geanimeerde bijeenkomst van de Contactgroep Gezondheid en Chemie, in samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde, is het onderwerp 'Big Safety' aan bod gekomen. Big Safety is een benaming voor procesveiligheid en dit staat tegenover 'small safety', de arbeidsveiligheid. Vier deskundigen, afkomstig uit de Onderzoeksraad voor Veiligheid en uit het bedrijfsleven hebben hun visie gegeven op procesincidenten, hoe deze ontstaan en geanalyseerd kunnen worden, hoe bedrijven van incidenten kunnen leren en welk schokeffect een incident heeft op zowel direct betrokkenen als op de organisatie.

Programma

Kirsten van Schaardenburgh-Verhoeve, OVV: Beyond traditional accident investigation, searching for extra organisational factors.

Bert Zandvoort, VNO/Dow: Leren van incidenten bij DOW.

Willem Patberg, voorheen Dow: Process safety, think big and small' oftewel procesveiligheid, kleine oorzaken met grote of kleine gevolgen: de keus is aan u.

Jakob van der Wal, De impact van ongevallen. NAM:

'Big safety'

Procesveiligheid staat weer volop in de belangstelling na het grote incident op de BP raffinaderij in Texas van 23 maart 2005, waar 15 werknemers zijn overleden en 170 gewond zijn geraakt. Twee jaar later is het onderzoeksrapport verschenen, dat bekend is geworden als het Baker-rapport (Baker ea., 2007). BP heeft volgens het rapport teveel aandacht besteed aan de kleinere, persoonlijke ongevallen van werknemers en dat is ten koste gegaan van de procesveiligheid. Deze term, procesveiligheid, is later in de publiciteit 'big safety' gaan heten. Dit onderscheid tussen big en small safety is nogal verhullend, daar ook kleinere incidenten grote gevolgen kunnen hebben, zoals uit de presentaties is gebleken.

Kirsten van Schaardenburgh-Verhoeve. Beyond traditional accident investigation, searching for extra organisational factors.

De presentatie heeft een overzicht gegeven van de laatste ontwikkelingen in het onderzoek naar ongevalscausaliteit (Schaardenburgh, 2008). Twee belangrijke begrippen staan daarbij centraal. Allereerst de invloed van actoren buiten de organisatie waar het ongeval heeft plaatsgevonden en daarnaast de dynamiek van de ongevalsdeterminanten. Hoe beïnvloeden ongevalsdeterminanten elkaar en welk effect heeft deze dynamiek op het ongevalsverloop?

Onderzoek naar ongevalscausaliteit start in het begin van de 20^e eeuw met een aantal lineaire en sequentiële modellen en een enkele theorie. Deze modellen definiëren discrete gebeurtenissen die na elkaar plaatsvinden en resulteren in een ongeval. De gebeurtenissen zijn danwel externe condities, danwel handelingen gerelateerd aan persoonlijke eigenschappen van het slachtoffer. De bekendste theorie is de accident proneness theorie, in het Nederlands aangeduid als de brokkenmakerstheorie (Greenwood en Woods, 1919). De menselijke factor, het roekeloze gedrag van het slachtoffer is hier de belangrijkste verklaring voor het ontstaan van ongevallen. In dezelfde periode wijst een minder bekend onderzoek in het staal-district van Pittsburgh in de Verenigde Staten op de inherente gevaren van machines en installaties en wordt het roekeloze gedrag van werknemers uitgelegd als een gevolg van een chronische oververmoeidheid door de zeer lange werkdagen en de hoge snelheid van productie (Eastman, 1908, 1910; Bogardus, 1911; Mitchell, 1911). Behalve menselijk gedrag worden ook technische oorzaken onderdeel van de ongevalsanalyse. DeBlois (1926) heeft als eerste een model gepresenteerd met gevaar, energie, als startpunt, gevolgd door een keten van oorzaken waardoor het gevaar 'vrijkomt' en tot letsel leidt. Heinrich, een naam die voor veiligheidskundigen veel bekender is, heeft dit model later gevisualiseerd in zijn bekende dominostenen (Heinrich, 1941). Bekende veiligheidskundige technieken die nu nog frequent worden gebruikt, zoals de Fault Tree Analysis en de Failure Mode and Effect Analysis, zijn voorbeelden van deze lineaire sequentiële benadering van ongevallen. Deze technieken hebben hun waarde bewezen in de analyse van ongevallen in relatief simpele systemen.

In complexere systemen kennen de sequentiële technieken hun beperkingen en in de jaren 80 zijn de zogenaamde epidemiologische technieken ontwikkeld, die een onderscheid

¹ sectie Veiligheidskunde Technische Universiteit Delft; email: p.h.j.j.swuste@tudelft.nl

² TNO Kwaliteit van Leven, Hoofddorp; email: mat.jongen@tno.nl

maken tussen directe en indirecte ongevalsoorzaken. Tripod en MORT zijn daar voorbeelden van en de 'Zwitserse kaas' is een duidelijke presentatie van de gelaagdheid van ongevalsoorzaken (Reason, 1990). Epidemiologische technieken gaan niet uit van een sequentiële ongevalsketen en worden daarom aangeduid met de term complex-lineair. De analyse beperkt zich tot determinanten binnen de organisatie of het bedrijf waar het ongeval heeft plaatsgevonden. Vanaf halverwege de jaren 70, toen grote incidenten in de transportsector en in de industrie veel media aandacht hebben gekregen, is het beeld ontstaan dat deze incidenten onvermijdelijk zijn geweest. Perrow (1984) heeft toen de term 'normal accidents' geïntroduceerd. Grote incidenten zijn onlosmakelijk verbonden met technologieën die in hun aard complex zijn en waarbij de processtappen strak zijn gekoppeld. Complexiteit heeft betrekking op chemische of fysische processen die zijn toegepast, maar nog niet in detail zijn begrepen. Tijdsafhankelijke productiesystemen zijn doorgaans strak gekoppeld, waardoor de hersteltijd bij storingen afwezig is of zeer beperkt. Deze benadering van ongevalscausaliteit, samen met de complexer wordende maatschappij waarin systemen van verschillende actoren gekoppeld raken, heeft een aantal reacties opgeleverd. Rasmussen (1997) is de eerste geweest, die de invloed van actoren buiten de organisatie heeft gemodelleerd. Bedrijven acteren in een dynamische omgeving, met een controlerende overheid, een mondige publieke opinie en een agressief concurrerende markt. Deze actoren kunnen bedrijven naar de grens brengen van veilig produceren en die grens kan overschreden worden zonder dat het bedrijf dit doorheeft. Deze zogenaamde 'drift to the danger zone' kan alleen gestopt worden als de invloed van relevante actoren begrepen wordt uit een analyse van de informatiestroom en de besluitvorming. 'Accimap' is een techniek waarmee deze invloeden zichtbaar gemaakt kunnen worden (Svedung en Rasmussen, 2002). Leveson (2004) heeft voortbordurend op deze ideeën het STAMP model ontwikkeld, een acroniem dat staat voor Systems-Theoretic Accident Modelling and Processes. Incidenten worden hier opgevat als het resultaat van interacties tussen systeemcomponenten – in de breedste zin van het woord - waardoor veiligheidsrestricties geschonden worden. STAMP is gebaseerd op drie concepten; restricties, hiërarchische niveaus van procesbeheersing en procesmodellen. Als laatste is er het gedachtengoed van Wildavsky (1988). Hij onderscheidt twee risicostrategieën: anticipatie en veerkracht. Wildavsky ziet het meeste heil in veerkracht. We leven immers in een wereld vol onzekerheden. Tot nu toe heeft de veiligheidskunde nog geen theorie ontwikkeld waarmee grote incidenten kwalitatief of kwantitatief te voorspellen zijn. Organisaties en bedrijven kunnen deze incidenten alleen de baas worden als ze een zeker mate van veerkracht ontwikkelen. Veerkracht, of de internationale term resiliënce, is een conditie en een vaardigheid van systemen om gevaren te herkennen, te begrijpen en handelend op te treden voordat én wanneer de gevaren manifest worden. Om deze vaardigheden te ontwikkelen moet een bedrijf in staat zijn om lessen te leren uit gemaakte fouten, het onderwerp dat in de volgende presentatie wordt behandeld. Het begrip resi-

liënce is in een aantal workshops door Hollnagel verder ontwikkeld (Hollnagel ea., 2006, 2008). De slotconclusie is dat ongevalonderzoek anno 2009 zich, naast de traditionele aanpakken, zou moeten richten op het systeem als geheel. Naast inzicht in de kenmerken van dit systeem, moet ongevalonderzoek zich richten op alle (direct en indirect) beïnvloedende actoren en de besluitvorming binnen dit systeem. Hierbij dient aandacht te zijn voor de context van de besluitvormers: informatie, capaciteiten en pressie en de wijze waarop de grenzen van veilige operaties zichtbaar zijn of zouden moeten zijn.

Bert Zandvoort. Leren van incidenten bij Dow

Wereldwijd gebeuren er incidenten die een leerwaarde hebben voor anderen. Doorgaans worden alleen incidenten met grote gevolgen gedocumenteerd. Soms leiden deze incidenten tot nieuwe wetgeving. Maar is dit de juiste weg die bewandeld moet worden en worden leerrijke gebeurtenissen gemist? In het onderstaande verslag van de presentatie wordt uitgelegd hoe Dow leerervaringen organiseert. Dow heeft het zogenaamde LER (Learning Experience Reporting) proces ingevoerd. Het is een proces om significante leerervaringen te communiceren naar de juiste doelgroep en om ze te archiveren en documenteren voor toekomstige toepassing in het managementsysteem. Op deze wijze worden de leerervaringen onderdeel van het bedrijfsgeheugen. Een LER is de documentatie van de leerervaringen van een gebeurtenis, Dow of niet-Dow, die een negatief of positief effect hebben of zou kunnen hebben op installaties, mensen, materiaal en milieu. Een LER omschrijft ook de noodzakelijke en gewenste acties om voordeel te hebben van de lering. Dow is een grote organisatie met vestigingen wereldwijd. Daarom is het noodzakelijk om de gebeurtenis eerst te filteren en daar worden bepaalde 'trigger' voor gebruikt. Ongevallen, proces-, milieu-, transport- en kwaliteitsincidenten zijn triggers, evenals te hoge kosten voor onderhoud, maar ook de wens om processen te verbeteren en succes van bepaalde acties uit te dragen. Als een gebeurtenis voldoet aan een van deze triggers dan wordt een root cause analyse gestart. Deze root cause analyse is een gestandaardiseerde methode van analyse van oorzaken en een noodzakelijk voorwaarde voor een LER. Om wereldwijd een vergelijkbare aanpak te realiseren is een basislijst van triggers gedefinieerd. De verschillende vestigingen kunnen triggers toevoegen die voor hun discipline en locatie van belang zijn. Elke trigger wordt verder in detail uitgewerkt met aantallen, frequenties etc. Wanneer de root cause is gevonden en er is overeenstemming, kunnen acties worden gedefinieerd om herhaling van een dergelijk incident te voorkomen. Zowel de analyse als de acties worden in een speciaal Dow programma verzameld en opgeslagen. Met dit proces is de voortgang en het resultaat van de acties te volgen. Zo wordt inzicht verkregen in de effectiviteit van de acties. De distributie van een LER is een zeer complex onderdeel van het proces. Wereldwijde distributie gebeurt meestal op business en functioneel niveau en

de informatie is in het Engels opgesteld. Het is ook mogelijk een LER alleen lokaal, in een lokale taal, te distribueren. De archivering van een LER is een belangrijk onderdeel van het proces. Een LER kan altijd weer teruggevonden worden in het archief. Behalve de LER kent Dow ook de zogenaamde 'alerts'. Dit zijn afwijkingen die een directe opvolging vereisen omdat het gevaar acuut is. Alerts worden gebruikt door technische afdelingen, zoals de onderhoudsdienst en hebben meestal betrekking op apparatuur.

Om het LER-proces adequaat te laten functioneren zijn er verschillende rollen gedefinieerd: de contributor, de sponsor en de distributor. Een contributor onderkent een LER en doet een voorstel. Een contributor kan iedereen in de organisatie zijn, zowel medewerkers als (onder)aannemer. De contributor doet een eerste screening, voldoet de LER aan de triggers? Als het antwoord positief is gaat het voorstel voor een LER naar een sponsor, die het voorstel beoordeelt en een besluit neemt over de distributie van de LER binnen de vestiging. Uiteindelijk bepaalt de distributor of de LER een verdere verspreiding kent dan de eigen vestiging. De vereiste opvolging van een LER is afhankelijk van de inhoud. De meeste leerervaringen worden gebruikt voor verbeteringen van het managementsysteem, zoals voorstellen voor procedures, ontwerprichtlijnen, etc. Sommige LER's leiden tot een wereldwijde actie voor aanpassingen in hardware en software. Voorbeelden zijn het BP Texas incident, een incident met een exploderende bedrijfsriolerings en het incident in de olieopslag in Buncefield, UK. Maar doorgaans zijn LER's belangrijk voor bewustwordingssessies, werkoverleggen en trainingen, zoals OOG. Het hier beschreven LER-proces is onderdeel van het wereldwijde managementsysteem en een effectieve manier om leerervaringen te managen.

Willem Patberg. Process safety, think big and small, oftewel procesveiligheid, kleine oorzaken met grote of kleine gevolgen: de keus is aan u.

Twee, nagenoeg identieke gebeurtenissen zijn gepresenteerd met zeer verschillende consequenties. In beide gevallen ontsnapt een zeer grote hoeveelheid brandbaar en explosief vloeistof-gasmengsel op een industriële locatie. De eerste casus is met een film van de Amerikaanse Chemical Safety Board geïllustreerd (zie ook www.csb.gov) en betreft een propyleen ontsnapping onder hoge druk. In de tweede casus ontsnapt kraakgas. In de presentatie gaat het niet om de oorzaken van de emissies. In beide gevallen is een filter in de leiding defect geraakt en deze storing is in de ene casus veroorzaakt door een botsing met een aanhangwagen en in het tweede geval door losschietende bouten van de filter, waardoor het gas onder hoge druk vrij is gekomen. Zo op het eerste gezicht lijken dit redelijk simpele oorzaken in een lineaire ongevalssequentie. De presentatie heeft zich veel meer gericht op de gevolgen van de emissies. In beide gevallen is er sprake van een falende preventie, maar eenmaal ontsnapt, escaleert de gebeurtenis snel als repressieve systemen falen of niet aanwezig zijn. Dat is het geval in de eerste

casus. Het leidingsysteem heeft geen van afstand bedienbare afsluiters en door de grote gaswolk kunnen de operators de handbediende afsluiters niet bereiken. Het gas wordt ontstoken en er ontstaat een grote uitslaande brand op het complex. Het zal vijf dagen duren voordat de brand bedwongen is. Er zijn enkele gewonden te betreuren, het niet dragen van brandwerende kleding heeft hiertoe bijgedragen. Er is een enorme financiële schadepost door de verwoestingen die het vuur heeft aangericht door het 5 maanden uit bedrijf zijn van de installatie

In de tweede casus zijn de gevolgen veel minder dramatisch. De gasdetectie op de vestiging activeert automatisch het bluswatersysteem. Ook in naastgelegen onderdelen van de plant geven gasdetectoren een signaal en ook hier wordt, voor alle zekerheid, het bluswatersysteem geactiveerd. Dit is waarschijnlijk de belangrijkste reden dat de gaswolk niet ontstoken is. Operators kunnen vanuit de controlekamer de gastoevoer stoppen met noodafsluiters.

Deze twee incidenten met nagenoeg dezelfde oorzaak hebben totaal verschillende gevolgen die terug te voeren zijn op ontwerpkeuzes en op investeringen in repressieve systemen. De aanbeveling is om het nut van deze investering allereerst economisch bekijken. Ga uit van elk 'credible worst case scenario'. Bepaal de financiële gevolgen van deze scenario's zonder repressiesysteem en maak een inschatting van de frequentie van optreden. Hiervoor zijn gegevens van het eigen en van andere bedrijven relevant. Het resultaat is de verwachte schade per jaar. Vervolgens herhaal je de exercitie inclusief de kosten van repressieve maatregelen en het verschil is de opbrengst. Daarbij moet gecorrigeerd worden voor het verschil in verzekeringspremie. Feitelijk is dit een oproep om veiligheidsinvesteringen net zo te behandelen als alle andere investeringen van het bedrijf. Ook voor veiligheid moet de gangbare maat 'return on investment' berekend worden. Refererend aan het investeringsrisico voor veiligheid eindigt de presentatie met een Loesje-achtige uitspraak 'Om de nodige veiligheid te bereiken moet je soms alle risico nemen'.

Jakob van der Wal. De impact van ongevallen

In deze presentatie is het bekende incident besproken van 31 mei 2005 op de locatie van de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) te Warffum. De impact van het incident op de organisatie, op de betrokkenen en zeker ook op de spreker is zeer groot geweest en dat wordt ook duidelijk tijdens de presentatie.

Twee pijpfitters en een lasser van aannemer Groep Technische Installaties (GTI) voeren onderhoudswerkzaamheden uit aan een tank van de productielocatie Warffum. Een dampretoursysteem moet worden aangebracht op het dak van een tank, gevuld met water/aardgascondensaat. Tijdens het lassen van een leiding is de tank geëxplodeerd, doordat een explosief gasmengsel in contact is gekomen met de laswerkzaamheden. Bij de explosie is het dak van de tank weggeblazen en komen de lasser en één van de twee pijpfitters om het leven. De tweede pijpfitter heeft de explosie overleefd. Hij is net de spiraaltrap van de tank afgedaald en

heeft brandend aardgascondensaat over zich heen gekregen. De man overleeft de explosie dankzij zijn beschermende vlamwerende kleding.

Het Warffum-incident heeft veel publiciteit gekregen en zowel de NAM, de Onderzoeksraad voor Veiligheid, Staatstoezicht op de Mijnen, de Major Hazard Control groep van de Arbeidsinspectie als de rechtbank hebben het incident onderzocht. Het NAM-onderzoek is als eerste gereed in oktober 2005 en wordt direct gecommuniceerd met de staf op de Warffum-locatie en met de families van de slachtoffers. Die zijn eigenlijk niet in het rapport zelf geïnteresseerd, maar willen weten wie verantwoordelijk is geweest voor de explosie. Het beantwoorden van die vraag is echter niet aan de NAM maar aan de rechtbank.

De NAM heeft de ongevalscausaliteit met behulp van een Tripod-analyse in kaart gebracht. Daaruit is gebleken dat 80% van de achterliggende oorzaken op kantoor zijn geïnitieerd, o.a. door een onvoldoende werkplanning en werkvoorbereiding. Doordat Warffum in bedrijf is ten tijde van de werkzaamheden, is het niet mogelijk de gehele productielocatie veilig te stellen van gevaarlijke stoffen. In plaats daarvan is, zoals gebruikelijk, met een werkvergunningstelsel gewerkt. Deze werkvergunningen werden door aannemers vaak gezien als de laatste hindernis om aan het werk te gaan. Een ander probleem was dat personeel ervan uitgegaan is dat de betreffende tank met water gevuld is en heeft onvoldoende begrepen dat condensaat een lichte oliefractie is, vergelijkbaar met benzine. Dit condensaat komt vrij bij de winning van aardgas. De verwarring over de inhoud van de tank wordt alleen maar groter, omdat er van "watercondensaat" werd gesproken. Buiten de gas- en olie-industrie zijn er maar weinig mensen die de juiste betekenis van deze term kennen. Het gevolg is dat op de werkvergunning de risicoclassificatie 'laag' wordt weergegeven, terwijl dit 'hoog' had moeten zijn. Verder komen uit de analyse meerdere barrières, die onvoldoende of niet gefunctioneerd hebben. Er ontbrak een veiligheidsplan met een gedetailleerde taak-risico analyse, de betreffende tank is niet voorzien van gevaaridentificatieborden om werknemers te informeren, er is geen herkenbare veiligstelling voor installatieonderdelen aanwezig en als laatste noemt de risico-evaluatie en inventarisatie weliswaar het explosiegevaar, maar er zijn geen maatregelen getroffen om dit risico te beheersen.

De Onderzoeksraad concludeert dat het ongeval heeft kunnen plaatsvinden in een omgeving waar weinig aandacht bestaat voor procesrisico's en ze stelt dat *'de proceskennis niet automatisch haar weg heeft gevonden naar de concrete werkspraken en de nadruk in algemene zin verschoven is naar kleinere risico's'*. Met deze kleinere risico's worden de slips trips en falls van medewerkers aangeduid, een constatering die Staatstoezicht op de Mijnen een half jaar voor het incident reeds met NAM heeft besproken. De rapporten hebben een schokgolf binnen het bedrijf teweeg gebracht, daar de NAM een reputatie heeft van een bedrijf met een goede veiligheidsorganisatie, waar aannemers blind op vertrouwen. De rechtbank bevestigt de conclusies van de Onderzoeksraad en wijst op de gebrekkige samenwerking en communicatie tussen GTI en de NAM. De verschillende partijen zijn niet vol-

ledig op de hoogte van elkaars werkzaamheden geweest noch van de mogelijke risico's. Meteen na het ongeval zijn er aanvullende maatregelen genomen om de veiligheid verder te waarborgen. De rechtbank heeft zowel NAM als GTI veroordeeld wegens overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet en ieder bedrijf een boete van 45.000 euro opgelegd. Deze veroordeling en vooral de hoogte van de boete heeft voor veel onbegrip bij de families van de nabestaanden gezorgd. Het bedrag valt ook niet uit te leggen. In algemene zin valt op te merken dat verlies van mensen in het geheel niet is uit te drukken in termen van geld.

Afsluitende discussie

Na de presentaties volgde een zeer levendige discussie met de volle zaal. Enkele punten hieruit:

In de Warffum-case kreeg de NAM met het dilemma te maken dat de officiële ongevalrapportages erg lang op zich laten wachten. De NAM had het eigen onderzoek snel af en wilde hierover communiceren met de familie van de slachtoffers. Na een lange juridische discussie binnen de NAM is toch besloten om zo snel mogelijk te communiceren over het ongeval, ook al waren de officiële rapportages van externe instanties nog niet beschikbaar. Achteraf wordt dat gezien als een goede beslissing, alhoewel er ook juridische argumenten waren om het niet te doen.

Vanuit de zaal kwam de vraag waarom het leren van incidenten blijkbaar toch niet goed genoeg werkt. En geven doelstellingen zoals 90% minder ongevallen niet de verkeerde prikkels. Willem Patberg gaf aan dat doelstellingen zoals 90% minder ongevallen weliswaar niet altijd haalbaar zijn, en soms ook tot verkeerde prikkels leiden zoals het mogelijk verhullen van ongevallen door (onder)aannemers, maar dat deze doelstellingen toch noodzakelijk zijn omdat er anders geen extra inspanningen worden geleverd die wel nodig zijn. Een ander discussiepunt dat uit het publiek wordt aangedragen is de verminderde aandacht voor procesveiligheid in de opleiding van veiligheidskundigen. Dit wordt bevestigd door Bert Zandvoort die aangeeft dat DOW zelf zijn opleidingen verzorgt en geen HVK'ers hiervoor inhuint. Hij wil deze boodschap daarmee ook doorgeven aan de NVVK. Jakob van der Wal geeft aan dat er al gewerkt wordt aan extra modules voor de HVK en MVK-opleiding.

Literatuur

Baker J. Bowman F. Erwin G. Gorton S. Hendershot D. Leveson N. Priest S. Rosenthal; I. Tebo P. Wiegmann D. Wilson L. (2007). The report of the BP U.S. refineries independent safety review panel

Bogardus E. (1911) The relation of fatigue to industrial accidents. The American Journal of Sociology 17(3);351-374 17(4);512-539

DeBlois L. (1926). Industrial safety organization for executives and engineer. McGraw-Hill Book Company, New York

Eastman C (1908). The American way of distributing

- industrial accident losses, a criticism. *American Economic Association Quarterly* 10(1);119-134
- Eastman, C. (1910). *Work-accidents and the law. The Pittsburgh survey.* Charities Publications Committee, New York
- Greenwood M. Wood H. (1919). *The incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents.* Industrial Fatigue Board, report nr 4. Her Majesty's Stationary Office, London
- Heinrich H. (1941). *Industrial accident prevention, a scientific approach.* 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, London
- Hollnagel E Woods D Leveson N (2006). *Resilience Engineering, concepts and precepts.* Aldershot, UK, Ashgate.
- Hollnagel E (2008). *Resilience Engineering Perspectives: Remaining Sensitive to the Possibility of Failure.* Aldershot, UK, Ashgate
- Leveson N (2004). *A new accident model for engineering safer systems.* *Safety Science* 42(4);237-270
- Mitchell J (1911). *Burden of industrial accidents.* *Annals of the American Academy of Political and Social Science* 38(1);76-82
- Perrow C (1984). *Normal accidents.* Basic Books, new Yprk. Een herziene uitgave is verschenen in 1999 bij de Princeton University Press, Princeton.
- Rasmussen J (1997). *Risk management in a dynamic society. A modelling problem.* *Safety Science* 27(2/3);183-213
- Reason J (1990). *Human error.* Cambridge University Press, Cambridge
- Schaardenburgh-Verhoeve K (2008). *Beyond traditional accident investigation, searching for extra organisational factors.* Thesis Master of Public Safety, Delft University of Technology
- Svedung I Rasmussen J (2002). *Graphic presentation of accident scenario's: mapping system structure and the causation of accidents.* *Safety Science* 40(5);397-417
- Wildavsky A (1988). *Searching for Safety.* New Brunswick USA, Transaction Books