Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

De ontwikkeling van Storybuilder

Achtergrond en verantwoording

RIVM rapport 110010001/2013

V.M. Sol | L.J. Bellamy | V. van Eijk | M. Mud

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

De ontwikkeling van Storybuilder

Achtergrond en verantwoording

RIVM Rapport 110010001/2013

Colofon

© RIVM 2013
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

V.M. Sol
L.J. Bellamy, White Queen
V. van Eijk, RPS
M. Mud, RPS

Contact:
Vera Sol
CV/ABI
vera.sol@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van het Programma Versterking Arbeidsveiligheid

Rapport in het kort

The ontwikkeling van Storybuilder
Achtergrond en verantwoording

Storybuilder is een instrument waarmee de achterliggende oorzaken van ernstige arbeidsongevallen kunnen worden geanalyseerd. Deze analyse kan bedrijven helpen om maatregelen te nemen om dergelijke ongevallen te voorkomen. Dit is belangrijk omdat in Nederland op het werk jaarlijks nog 80 tot 90 dodelijke slachtoffers vallen; dat is bijna 2 doden per week. Het instrument is door het RIVM ontwikkeld en is online beschikbaar via rivm.nl. Het is een database met informatie over ernstige arbeidsongevallen die is gekoppeld aan een speciaal ontwikkeld computerprogramma. In dit rapport staat beschreven hoe de Storybuilder-database tot stand is gekomen. Hierbij wordt ingegaan op de belangrijke discussiepunten en begrippen, en worden de gemaakte keuzes toegelicht.

De Storybuilder-database is gemaakt op basis van de informatie van de Inspectie SZW (voorheen Arbeidsinspectie) over 23.000 ernstige incidenten die zij vanaf 1998 heeft onderzocht. Op basis van deze informatie is een onderscheid gemaakt tussen 36 typen ongevallen. Het type ongeval dat het meest voorkomt is dat mensen vallen van een hoogte (van een ladder, dak, steiger, enzovoort), omdat er geen rand- of valbeveiliging aanwezig is en/of ze een ondoordachte beweging maken. Op de tweede plaats staat bekneld raken tussen bewegende delen van machines, omdat die onvoldoende afgeschermd zijn.

Elk ongeval is in het computer programma weergegeven via een grafisch weergegeven verhaallijn, die stapsgewijs inzicht geeft in het ontstaan en verloop van een bepaald type ongeval en de gevolgen daarvan. Wat deed het slachtoffer toen het ongeval zich voordeed? Welke middelen, zoals machines of steigers, waren daarbij betrokken? Wat was de directe oorzaak van het ongeval (waar ging het mis) en wat waren de achterliggende oorzaken (hoe en waarom ging het mis).

Ernstige arbeidsongevallen moeten bij de Inspectie SZW worden gemeld, waarna wordt onderzocht wat de oorzaken van het ongeval zijn en of deze een gevolg is van een overtreding van de wet. Met Storybuilder is de informatie van de Inspectie zodanig toegankelijk gemaakt dat er lessen uit kunnen worden getrokken. Storybuilder is uniek vanwege zijn gedetailleerde informatie en de beschrijving van ongevallen uit een breed scala van sectoren.

Trefwoorden:
Arbeidsongevallen, Storybuilder, Risico, Modellen

Abstract

The development of Storybuilder
Background and justification

Storybuilder is an instrument analysing underlying causes of occupational accidents. This analysis can help companies to choose preventive and protective measures. This is important as still 80 to 90 fatal accidents occur at work every year; that is almost 2 fatal accidents per week. The instrument is developed by RIVM and is available on rivm.nl. It is a database containing information on serious accidents coupled with a specific developed software program. This report describes the issues addressed in the development of Storybuilder, and the development choices made.

The Storybuilder database is developed on the basis of information of the Labour Inspectorate on around 23,000 serious incidents investigated since 1998. Based on the information 36 accident hazard types are distinguished. The type of accident with the highest incidence is people falling from heights (ladder, roof, scaffold, etcetera), because of absence of edge protection or fall arrest or because of unsuccessful body control and balance. The second highest is people getting trapped in moving parts of machines, because of insufficient physical guarding.

Each accident is represented in the software program via a graphical narrative, as a sequence of events, providing insight into the origin and progress of a specific type of accident and its consequences. What was the activity of the victim when the accident happened? What equipment, such as machines or scaffolds, was involved? What was the direct cause of the accident (where did it go wrong) and what were the underlying causes (how and why did it go wrong)?

Reportable serious occupational accidents should be reported to the Labour Inspectorate. Subsequently, the Inspectorate investigates the causes of each accident and whether they are the result of a breach of the law. Storybuilder makes the information of the Inspectorate accessible in such a way that lessons can be learned from it. Storybuilder is unique due to the very detailed information and the description of accidents from a broad range of industrial sectors.

Keywords:
Occupational accidents, Storybuilder, Risk, Models

Inhoudsopgave

1 Inleiding−13

2 Het speelveld in 2003−15
2.1 Doel van Storybuilder−15
2.2 Haalbaarheid−15
2.3 Initiële concepten−16
2.4 Het model−17
2.5 Scenario's−18
2.6 Grenzen van de bow-tie−19
2.7 Veiligheidsbarrière−19

3 Het maken van de ongevalsmodellen−21
3.1 Beknopte beschrijving van de modelstructuur−21
3.1.1 Centrale gebeurtenis−21
3.1.2 Barrière−21
3.1.3 Overige belangrijke onderdelen in het model−22
3.2 Beknopte procesbeschrijving maken van de modellen−24
3.3 Organisatorische aandachtspunten−28
3.4 Inhoudelijke aandachtspunten−29

4 Het voorbereiden van de ongevalsanalyse−35
4.1 Inleiding−35
4.2 Welke arbeidsongevallen onderzoekt de Inspectie SZW? −35
4.3 Selectie van de te analyseren zaken en de gebruikte gegevens van de Inspectie SZW−36
4.4 De onderzoeksrapporten van de inspecteurs−37
4.5 De analysedatabestanden−38
4.6 Storybuilder−39
4.7 Storyfilter−40

5 Overzicht van de werkprocessen−41
5.1 Introductie−41
5.2 Invoer van data−41
5.2.1 Overzicht van de processen−41
5.2.2 Ontwerp van het model−42
5.2.3 Verwerven van data−42
5.2.4 Beheer van de database−44
5.2.5 Proces 1. Invoer van informatie over ongevallen en slachtoffers−44
5.2.6 Proces 2. Aanpassen van structuur en/of tekst−45
5.2.7 Proces 3. Vastleggen van wijzigingen in de database−46
5.2.8 Proces 4. Bijwerken van het model, definities en regels−46
5.3 De kwaliteitscontrole−47
5.3.1 Proces 6. Het maken van een Storyfilter bestand−50
5.3.2 Proces 7. Rapportage−51
5.3.3 Proces 8.Kwaliteit−52
5.3.4 Proces 9.Uitvoeren van correcties−53

6 Het analyseren van de ongevallen−55
6.1 Uitvoeringsfasen van de analyse−55
6.1.1 Fase 1 Selectie ongevallen ongevalsjaren 1998-2003−56

6.1.2 Fase 2 Selectie ongevallen ongevalsjaren 2007-2009–56
6.1.3 Fase 3 Selectie ongevallen ongevalsjaren 2005-2006–58
6.1.4 Fase 4 Selectie ongevallen ongevalsjaar 2004–59
6.1.5 Indeling naar type ongeval–60
6.2 Methode–60
6.3 Organisatorische aandachtspunten bij de analyse–63
6.4 Inhoudelijke aandachtspunten bij de analyse–63
6.5 Kwaliteitscontrole analyses–65

7 Toepassen van de Storybuilder database–67
7.1 Huidige toepassingen Storybuilder database–67
7.2 Toekomstige mogelijke toepassingen van de database–70

8 Discussie en conclusies–73
8.1 Vertaling van ongevalsrapporten naar storybuildermodellen–73
8.2 Gebruik van classificatiesystemen–74
8.3 Betrouwbaarheid van de kwantitatieve resultaten–75
8.4 Wetenschappelijke basis–76
8.5 Oordeel–76
8.6 Conclusie en aanbevelingen–77

9 Literatuur–79

10 Lijst van afkortingen en begrippen–83

Bijlage 1 Risk playing field discussion document–87

Bijlage 2. WORM deelnemers–100

Bijlage 3. Data requirements for the occupational risk model–102

Bijlage 4. Classificatiesystemen: de oorsprong van de 36 modellen–108

Bijlage 5. The Joy of Fishing–131

Bijlage 6. Definities van de barriére–140

Bijlage 7. Beschrijving taken en managementfactoren–152

Bijlage 8. Overzicht van de 36 modellen met centrale gebeurtenis–155

Bijlage 9. Beschrijving overige onderdelen van de modellen in Storybuilder–163

Bijlage 10. Menselijke factoren–167

Bijlage 11. Kwaliteitsproces toegepast bij de ontwikkeling van de eerste Storybuilder structuren en invoer van ongevallen–168

Bijlage 12. Overzicht van ongevalsanalyses en rapporten–176

Bijlage 13. Originele (april 2005) en huidige (december 2012) lijst van bow-ties–187

Bijlage 14. Definities van ongevallen−207

Bijlage 15. Onderliggende database−214

Bijlage 16. Het maken van de Lite checklijst−217

Bijlage 17. Overzicht van publicaties−227

Bijlage 18. Overzicht van uitgevoerde analyses van arbeidsongevallen in/bij/met specifieke sectoren, activiteiten, groepen, processen en apparatuur−230

Samenvatting

Storybuilder is een instrument voor het analyseren van arbeidsongevallen en vervolgens raadplegen van de vastgelegde informatie. Het is gebruikt om de ongevallen te analyseren, die door de Inspectie SZW (voorheen Arbeidsinspectie) vanaf 1998 zijn onderzocht. Op deze manier is een database ontstaan met gedetailleerde informatie over een grote hoeveelheid ernstige arbeidsongevallen. De resultaten van de analyses zijn vastgelegd in modellen over specifieke type ongevallen, zoals vallen van een ladder of bekneld raken tussen een machine. In totaal zijn er 36 modellen gemaakt. Ieder model geeft inzicht in het ontstaan van een bepaald type ongeval.

Met Storybuilder kunnen ernstige arbeidsongevallen ingevoerd worden in een database en kan de loop van een ongeval - het verhaal - grafisch weergegeven worden. De ongevalslijn loopt door de onderdelen die voor een individueel ongeval van toepassing zijn, zoals de activiteit van het slachtoffer, de betrokken arbeidsmiddelen en de directe en achterliggende oorzaken. Deze informatie kan bedrijven helpen bij het selecteren van preventieve maatregelen.

De ontwikkeling van Storybuilder is tot stand gekomen in een internationaal onderzoeksteam. Daarbij hebben veel discussies plaatsgevonden over begrippen, uitgangspunten en doelen. Deze hebben geleid tot het instrument dat nu door de buitenwereld gebruikt wordt. Dit rapport beoogt te laten zien hoe de ontwikkeling van Storybuilder tot stand is gekomen aan de hand van de stappen die gezet zijn, belangrijke discussiepunten en begrippen en de keuzes die gemaakt zijn. Tevens is hierbij is met een kritische blik gekeken naar de vertaling van de ongevalsrapporten naar Storybuildermodellen, het gebruik van classificatiesystemen en de consistentie en betrouwbaarheid van de kwantitatieve resultaten.

Het invoeren van onderzochte arbeidsongevallen gaat nog door, in de database ontbreken nog de jaren na 2009. Tegelijkertijd wordt er op ingezet dat de Inspectie SZW in de toekomst de ongevallen direct in Storybuilder kan invoeren. Op die manier is de database altijd actueel en direct beschikbaar voor bevraging. De toekomst zit in de verspreiding, het gebruik en het onderhoud van de database.

De Storybuilder database is een van de meest gedetailleerde databases die wereldwijd beschikbaar is en kan antwoord geven over causale verbanden op een gedetailleerd niveau van analyse (veiligheidsbarrières en hun onderliggende operationele en managementkanten). Een training in het gebruik van Storybuilder is daarom noodzakelijk om alle mogelijkheden te begrijpen en te kunnen gebruiken. Storybuilder is met name een krachtige tool om een database op te bouwen waar lessen uit geleerd kunnen worden over een groter aantal ongevallen heen. Om de analyseresultaten van complexe individuele ongevallen te modelleren kunnen de generieke modellen aangepast worden.

De database wordt door de overheid beheerd en ter beschikking gesteld, zodat er geen commercieel belang is en iedereen er kan gebruik van kan maken. Om dit mogelijk te maken is privacy gevoelige informatie in een afzonderlijke, niet-openbare database opgenomen. Dit maakt het onmogelijk voor derden om analyses te maken waarbij informatie over sector, beroep, leeftijd, en jaar

noodzakelijk is. Via de RIVM website worden analyses voor specifieke bedrijfssectoren voor iedereen beschikbaar gesteld.

De basis van Storybuilder wordt gevormd door de ongevalsanalyses van de Inspectie SZW, waarbij duidelijke criteria zijn voor de ernstige, meldingsplichtige arbeidsongevallen die onderzocht worden. Sommige ongevallen (ongevallen op het water, in de mijnbouw, langs het spoor en op de weg) zijn daarom niet of slechts in beperkte mate aanwezig in de database. Opgetekend moet worden dat er een bias in de rapportages aanwezig zal zijn. I-SZW zal in eerste instantie bekijken of er een beboetbaar feit is opgetreden na melding van een ongeval. Een onafhankelijk onderzoek dat niet deze bias heeft zal wellicht tot meer of andere oorzaken van ongevallen kunnen leiden. Verwacht wordt dat de database toch waardevolle informatie oplevert over achterliggende oorzaken van ongevallen doordat er veel zaken worden geanalyseerd: de kracht van de getallen zal toch leiden tot een verdeling van ongevallen over barrières en achterliggende oorzaken zodat er zinvolle uitspraken gedaan kunnen worden over toekomstige inspecties of aanpakken van die barrières en oorzaken die leiden tot de ongevallen.

Het unieke karakter van de database in Europa, wellicht wereldwijd, zet Nederland in de voorste gelederen van de oorzakelijke analyse van arbeidsongevallen. Zowel de technische aspecten als de gedragsaspecten kunnen als universeel toepasbaar worden beschouwd. De 23.000 in detail geanalyseerde ernstige ongevallen, volgens een vaste methode, kan daarmee de basis vormen voor het leren van ongevallen, in Nederland en daarbuiten.

Storybuilder is een zeer rijke database van in detail geanalyseerde ernstige ongevallen, volgens een vaste methode, over een tijdsbestek van 12 jaar. Het kan daarmee de basis vormen voor het leren van ongevallen, in Nederland en daarbuiten. Er bestaan geen bewezen kant- en klare recepten voor ongevalsreductie. Deze zullen verschillen per bedrijfstak. De bouwsector heeft het voortouw genomen met Storybuilder Bouw. Dit is een instrument, gebaseerd op de Storybuilder methode, waarbij bedrijven via een beveiligde website hun ongevallen centraal kunnen melden. Hierbij worden mogelijke oplossingen (verbetermaatregelen) gekoppeld aan de oorzaken, en vervolgens uitgewisseld. Dit goede voorbeeld zou navolging verdienen.

De modellen en de Nederlandse gegevens kunnen als basis dienen voor vergelijkingen met gelijksoortige bedrijfstakken in het buitenland. Op dit moment wordt samengewerkt met de HSE voor het gebruik van Storybuilder voor de majeure ongevallen. Dit zou kunnen leiden tot een apart model voor analyse van majeure ongevallen die op Europees niveau gebruikt zou kunnen worden.

1 Inleiding

Storybuilder is een instrument om ongevallen te analyseren en raadplegen. Het is ontwikkeld als een grafische interface van de database van de Inspectie SZW (voorheen Arbeidsinspectie), om resultaten van ongevalsanalyses te kunnen vastleggen en nader te kunnen beschouwen. Het is ontwikkeld in het kader van het programma Versterking Arbeidsveiligheid van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), als eerste stap in de ontwikkeling van een kwantitatief risicomodel voor arbeidsveiligheid (Occupational Risk CAlculator[1]). Uiteindelijk is het een op zichzelf staand instrument geworden.

Storybuilder is en wordt gebruikt om de ongevallen te analyseren, die door de Inspectie SZW vanaf 1998 zijn onderzocht. Op deze manier is een database ontstaan met gedetailleerde informatie over een grote hoeveelheid ernstige arbeidsongevallen. De resultaten van de analyses zijn vastgelegd in modellen over specifieke type ongevallen, zoals vallen van een ladder of contact met handgereedschap. In totaal zijn er 36 modellen gemaakt. Ieder model geeft inzicht in het ontstaan van een bepaald type ongeval.

Met Storybuilder kunnen ernstige arbeidsongevallen ingevoerd worden in een database en de loop van een ongeval - het verhaal - grafisch weergegeven worden. De ongevalslijn loopt door de onderdelen, die voor dit individuele ongeval van toepassing zijn, zoals de activiteit van het slachtoffer, de betrokken arbeidsmiddelen en de directe en achterliggende oorzaken. Deze informatie kan bedrijven helpen bij het selecteren van preventieve maatregelen.

Doel van rapport
De ontwikkeling van Storybuilder is tot stand gekomen in een internationaal onderzoeksteam, Workgroup Occupational Risk Model (WORM). Daarbij hebben veel discussies plaatsgevonden over begrippen, uitgangspunten en doelen. Deze hebben geleid tot het instrument dat nu door de buitenwereld gebruikt wordt. Dit rapport beoogt te laten zien hoe de ontwikkeling van Storybuilder tot stand is gekomen. Hierbij wordt ingegaan op de stappen die gezet zijn, belangrijke discussiepunten en begrippen en de achtergrond van de keuzes die gemaakt zijn. De ontwikkeling van het kwantitatieve risicomodel is beschreven in een ander RIVM rapport (WORM consortium, 2009).

Leeswijzer
Allereerst beschrijft dit rapport in hoofdstuk 2 de modelstructuur en hoe het onderzoeksteam tot dit model gekomen is. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 beschreven hoe de 36 modellen gemaakt zijn, en in hoofdstuk 4 welke ruwe data gebruikt zijn voor het vullen van de modellen. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de werkprocessen voor het vullen van de modellen en de kwaliteitsborging. Hoofdstuk 6 laat zien hoe deze modellen in fases zijn gevuld met ruim 23.000 ongevallen vanaf 1998 tot en met 2009. Hoofdstuk 7 beschrijft hoe Storybuilder ingezet kan worden voor vervolganalyses en hoe de resultaten daarvan gebruikt kunnen worden om te leren van ongevallen en daarmee het

[1] De Occupational Risk Calculator, ORCA, is beschikbaar via de website van het RIVM, http://www.rivm.nl, via het onderwerp ORCA

aantal arbeidsongevallen terug te dringen. Tot slot volgt in hoofdstuk 8 discussie en conclusies.

Dit rapport combineert twee (project)interne rapporten, een Engelstalig rapport van White Queen (Bellamy, 2013) en een Nederlandstalig rapport van RPS (Eijk, van en Mud, 2013). De hoofdtekst is waar nodig in het Nederlands vertaald, de bijlagen zijn een combinatie van Engelse en Nederlandse teksten.

2 Het speelveld in 2003

2.1 Doel van Storybuilder

Bij de opstartfase van het project eind 2002 bestond er een kwantitatief risicomodel voor externe veiligheid, dat in opdracht van het toenmalige ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu was ontwikkeld, maar niet voor de mensen "binnen de poort". Toch zijn bedrijven verplicht een risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) te maken waarmee ze bepalen wat het risico van hun werknemers is. De tijdens het project ontwikkelde database en analysetool Storybuilder was bedoeld om onderliggende ongevalsgegevens te verzamelen. Deze gegevens zijn nodig om een risicomodel te ontwikkelen gericht op de werknemers en de risico's die een bedrijf kan beïnvloeden.

Professor Hale van de TU Delft[2] formuleerde het speelveld in een document voordat werd begonnen met het maken van de database in 2004. Het document is opgenomen in bijlage 1. Belangrijk waren daarbij de volgende uitgangspunten:

- Het risicomodel is een instrument om bedrijven te helpen bij het maken van hun RI&E.
- Het model moet deze bedrijven helpen om zinnige beslissingen te nemen over maatregelen om het risico te reduceren: wat te doen en welke maatregelen te kiezen om welk niveau van risicoreductie te verkrijgen.
- De Inspectie SZW moet gezien worden als een gebruiker van het model. Het kan voor hen een template zijn voor het beoordelen van de kwaliteit van de RI&E en de link tussen de RI&E en het plan van aanpak. Met plan van aanpak worden de te nemen preventieve maatregelen bedoeld.
- De meeste aandacht van het model zou moeten worden gericht op factoren die de werkgever kan beïnvloeden.

Deze punten hebben belangrijke implicaties voor de database aangezien de database het startpunt was voor het voorgestelde risicomodel. Het oorspronkelijke doel van de Storybuilder database was het ondersteunen van de ontwikkeling van een kwantitatief risicomodel gebaseerd op ongevalsdata en gegevens over de blootstelling. Het risicomodel was niet alleen bedoeld voor risicoberekeningen, maar ook risicoreductie. Alleen als begrepen wordt wat de oorzaken van arbeidsongevallen zijn kunnen risico's op de werkplek gereduceerd worden.

2.2 Haalbaarheid

Een onderzoek werd uitgevoerd voor het ministerie van SZW door John Rimington CB[3], en Dr Jim McQuaid[4] samen met consultancy Risk-Support, over de Engelse ervaring met het toepassen van strategieën om de arbeidsveiligheid te verbeteren, gebaseerd op risico (Rimington et at 2003). Zij beschouwden:

a. het idee van een risicodosis van een werknemer, die kwantificatie van risico's impliceert, die betrekking heeft op specifieke gevaren voor werknemers;
b. het idee van scenario's, namelijk de mogelijkheid om analytische benaderingen te ontwikkelen, die min of meer kwantitatief zijn, om barrières en andere risicoreducerende maatregelen te testen of prioriteren.

[2] Prof. A. Hale maakte deel uit van WORM, een overzicht van alle leden is gegeven in bijlage 2.
[3] Voormalig Directeur Generaal van de Health and Safety Executive (HSE) in Engeland
[4] Directeur van Science and Technology en Hoofdwetenschapper van de Health & Safety Commission

Het rapport concludeerde dat het moeilijk zou worden om deze ideeën te verwezenlijken, vanwege de complexiteit om een risicodosis voor een werknemer te definiëren, vooral omdat deze niet direct gemeten kan worden, zoals bij straling. Het gebrek aan statistieken op gebieden als beroepen en specifieke gevaren zou het bepalen van een risicodosis erg moeilijk maken.

> *"In most working situations, the variability and number of processes and situations that can realise a threat or determine its effects are much greater and less easy to chart than in the situations to which QRA is usually applied. Indeed, the most common accidents at work, e.g. trips and slips or effects such as stress, are largely unstructured and best dealt with by commonsense." (p.36).*

Het is precies die vroeger ongestructureerde causaliteit die de Storybuilder benadering nu gestructureerd vastlegt. Dit is alleen mogelijk met een bron die een voldoende mate van detail heeft. Het rapport nam in overweging dat Nederland een goede bron van gegevens ter beschikking had om ten minste sommige eenvoudige modellen te maken. In feite is het nu het geval dat alle arbeidsongevallen die de Inspectie SZW tegenkomt zijn opgenomen in de Storybuilder database.

2.3 Initiële concepten

In een discussienotitie, gemaakt door dr. Bellamy van White Queen eind 2002, werd een aantal ideeën over eisen voor te verzamelen gegevens geformuleerd. Deze vormden een van de uitgangspunten voor de Storybuilder database en de teller van het risicomodel. Risico wordt daarbij gedefinieerd als de kans op een specifiek effect binnen een omschreven periode. De kans op overlijden kan dan berekend worden door het aantal doden te delen door het aantal blootgestelde individuen. De notitie is opgenomen in bijlage 3.

De eerste bijeenkomst van de projectgroep WORM (Workgroup Occupational Risk Model) in 2003 handelde hoofdzakelijk over de classificatiesystemen die gebruikt zouden worden in de database. Dit onderwerp werd getrokken door de TU Delft. Zij brachten een aantal classificatiesystemen, geïdentificeerd in een onderzoek uitgevoerd door RIGO (Leidelmeijer et al, 2003), bij elkaar. Ze combineerden deze met de prioriteiten van de Inspectie SZW gebaseerd op het inspectie instrument AIRA (Arbeidsinspectie Risico Analyse model), informatie van de RIDDOR database5 van de Engelse HSE en de ESAW (European Statistics on Accidents at Work). In bijlage 4 wordt dit verder uitgewerkt.

De eerste schets van een werkende Storybuilder is beschreven in de presentatie "the joy of fishing", die werd gegeven in de tweede bijeenkomst van WORM in september 2003. In deze presentatie werd aangegeven welk niveau van detail nodig is en hoe de ongevalsinformatie kan worden omgezet in een model met telbare gebeurtenissen en een tijdlijn. Een versie van deze presentatie wordt gegeven in bijlage 5.

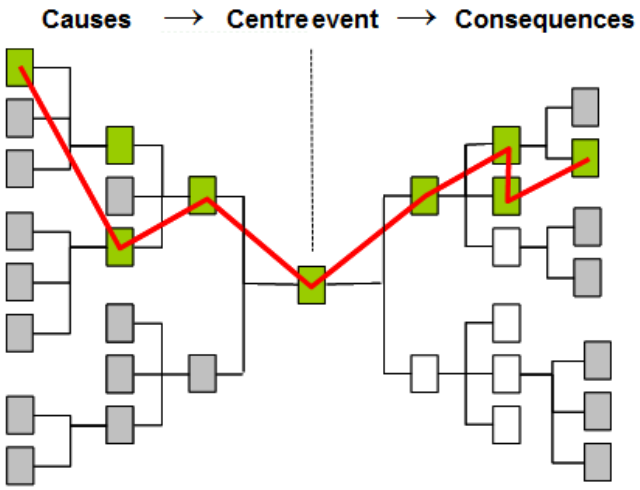
Een andere belangrijke component van het model is de barrière. Een document van de TU Delft (Goossens 2003) bevatte belangrijke informatie over de definitie, zie ook bijlage 6. Samen met de menselijke taken en het hieraan gekoppelde veiligheidsmanagement systeem vormt dit het complete veiligheidsbarrière systeem. Hierbij is aangesloten bij de principes van het I-RISK onderzoek (Bellamy et al, 1999). I-RISK focust op de interface tussen technische en management onderdelen van het systeem. In het project werden 8 factoren ontwikkeld die onderdeel zijn van een risico audit. Ook werd gebruik gemaakt van concepten die ontwikkeld waren door de afdeling Safety Science

[5] Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations 1995

van de TU Delft. Dit betrof naast I-RISK ook het EU project ARAMIS (MAHB, 2001) waarin Professor Hale en Dr. Goossens participeerden.
Het resulterende voorgestelde model voor Storybuilder was een vlinderdas/bow-tie met veiligheidsbarrières, die hieronder wordt toegelicht.

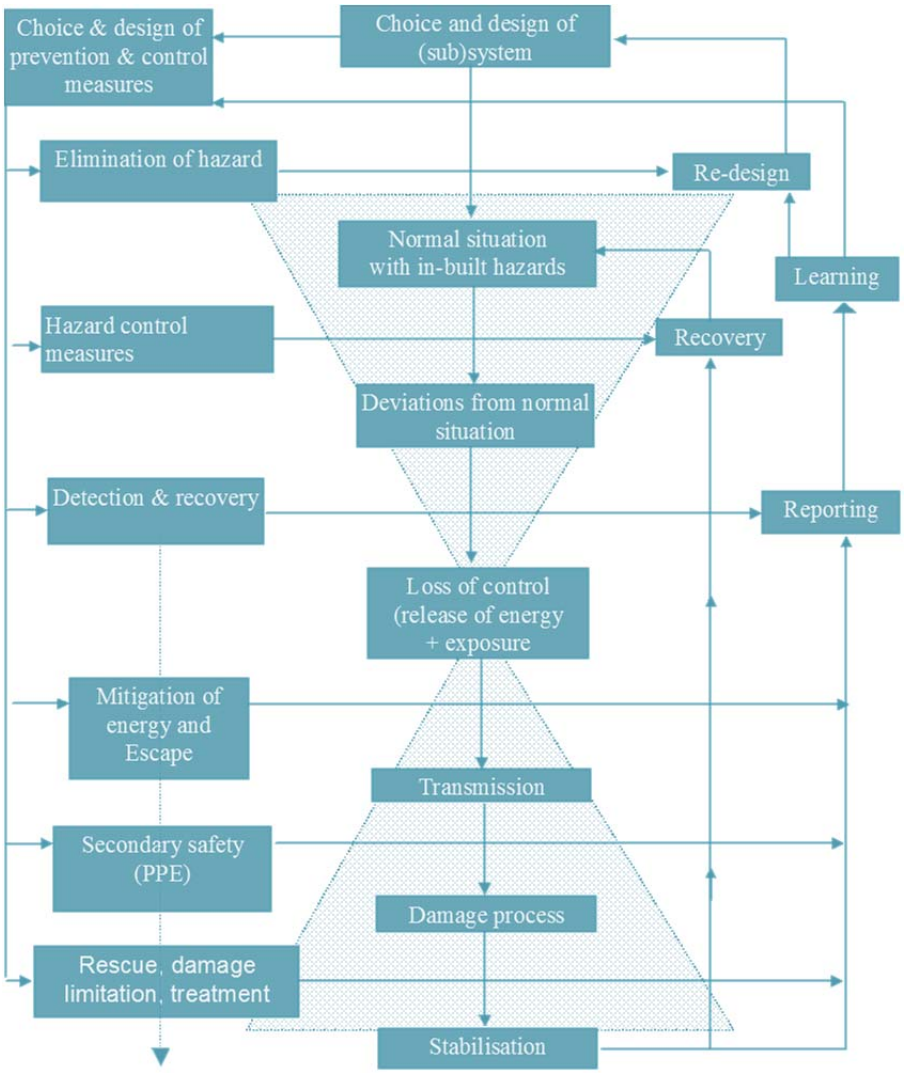
2.4 Het model

Een model werd gespecificeerd met een centrale gebeurtenis die een scheiding vormde tussen de oorzaken aan de ene kant en gevolgen of effecten aan de andere kant van scenario's. De term scenario refereert aan een opeenvolging van gebeurtenissen door het model, zie Figuur 1. Een scenario is een chronologische reeks gebeurtenissen waarmee een ongeval wordt beschreven. Op deze manier is het mogelijk om te bepalen hoe het risico gereduceerd zou kunnen worden. Dit vereist begrip van de verschillende omstandigheden die bijdragen aan het risico. Omdat het idee was dat het model gerelateerd moet zijn aan maatregelen om het risico te reduceren, moeten de scenario's betrekking hebben op afwezige of gefaalde maatregelen.



Figuur 1. Conceptuele representatie van het model met een enkel scenario dat door de verschillende gebeurtenissen voert

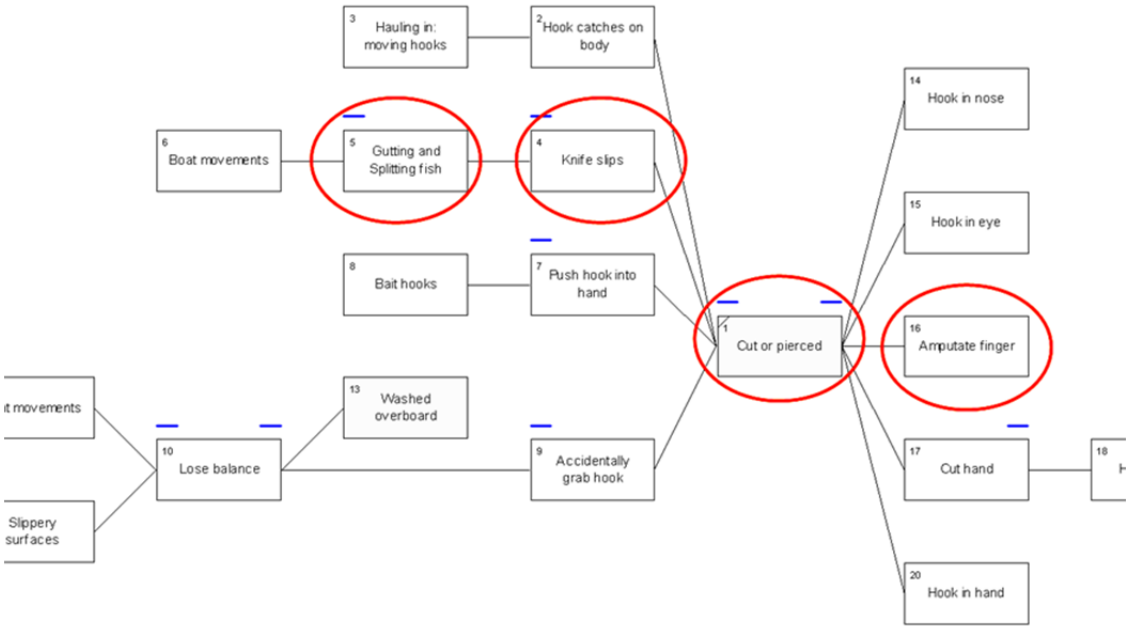
Het feitelijke model dat werd ontwikkeld in Storybuilder is gebaseerd op het deviatiemodel van de TU Delft, zie Figuur 2. De bow-tie of vlinderdas is het conceptuele framework van hoe tegen de wereld wordt aangekeken. Het verbindt gebeurtenissen met hun oorzaken aan de consequenties. De grens van de bow-ties vormt de grens tussen die gebeurtenissen die op een of andere manier verbonden zijn aan de centrale gebeurtenis en gebeurtenissen die dat niet zijn.



Figuur 2. TU deviatiemodel, ontwikkeld door A. Hale (1987) met de vlinderdas structuur (90º gedraaid) er over heen gelegd

2.5 Scenario's

Om bow-ties te kunnen maken moeten scenario's gemaakt worden van ongevalsverhalen. Om dit te bereiken, en verhalen op te bouwen rond een enkel type van ongeval, de centrale gebeurtenis, werd Storybuilder ontwikkeld. Het eerste concept hiervan is vastgelegd in een analyse van de gedetailleerde verhalen van de visser die te zien is in de presentatie "The joy of fishing", die is opgenomen in bijlage 5. Figuur 3 laat zien hoe het verhaal van de visser is omgezet in een scenario in een bow-tie.



Figuur 3. Verhalen van vissers vormden de basis voor het omzetten van verhalen in scenario's (zie bijlage 5)

In de scenario structuur wordt elk verhaal gerepresenteerd door een lijn door de structuur van links naar rechts (de boxen zijn genummerd). De verhalen representeren oorzakelijke gebeurtenissen in de tijd, daarom lopen scenario's van links naar rechts.
De inspectie SZW verzamelt veel informatie tijdens het onderzoek van een gemeld arbeidsongeval. Er wordt onderzocht wat fout ging. Dat is vaak gerelateerd aan codes, standaarddocumenten en regelingen. Om zo veel mogelijk details uit de ongevalsrapporten op een gestructureerde manier vast te leggen werd Storybuilder ontwikkeld. Daarbij werd een set van regels speciaal voor het project opgesteld. Daarbij wordt ook zoveel mogelijk aangesloten bij Europese classificaties bijvoorbeeld voor type machine en type letsel. De regels leggen vast hoe de verhalen moeten worden opgebouwd en helpen de analist door de noodzakelijke stappen. In hoofdstuk 5 wordt hier verder op ingegaan.

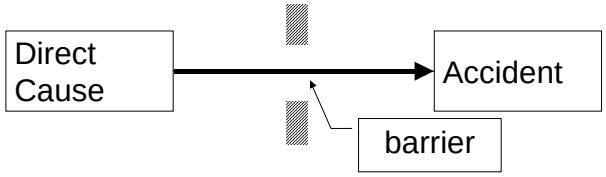
2.6 Grenzen van de bow-tie

Het scenario stopt wanneer letsel optreedt. Hale stelt in zijn document (zie ook bijlage 1) dat aan beide kanten van de bow-tie (oorzaken aan de linkerkant en effecten aan de rechterkant) de grens gelegd moet worden op het punt waar een bedrijf het effect van externe factoren op de eigen prestatie en beïnvloedingssfeer passeert:

> *"There is no immediate point in modelling things on the left hand side (LHS) which can only be changed at the level of society (e.g. general supply of technically educated workforce, formulation of laws, preventive motivation provided by insurance system).There is also no immediate point in modelling things on the right hand side (RHS) which are dealt with outside the company (e.g. hospital treatment for injuries, local authority disaster planning)."*

2.7 Veiligheidsbarrière

Een belangrijk aspect van de modellering van scenario's is dat de gebruiker het verhaal, de "story" hoe ongevallen gebeuren, kan begrijpen. Daarom werd het gebruik van veiligheidsbarrières die afwezig zijn of ontoereikend zijn uiteindelijk de basis voor de modellering. Werkgevers en werknemers kunnen geen risico waarnemen, maar wel fysieke zaken identificeren.



Figuur 4. Barrière representatie van een causale keten (uit Goossens, 2003, bijlage 6)

Hale et al (2004) stelt een barrière voor als iets dat een oorzaak-effect pad blokkeert. Het kan òf een gebeurtenis voorkomen òf beschermen tegen de consequenties. De publicatie maakt een onderscheid tussen actieve en passieve barrières, wat neerkomt op barrières die alleen functioneren wanneer ze geplaatst worden en barrières die altijd aanwezig zijn. Tevens werd verwezen naar gedragsbarrières en hardwarebarrières, waarbij bijvoorbeeld gedacht kan worden aan het dragen van een helm en de helm zelf. De publicatie onderscheidde 4 belangrijke generieke aspecten, namelijk:

1. Specificatie van de barrière (gedrag of hardware);
2. detectie die constateert dat de barrière functioneert (bij actieve barrières);
3. activering om barrière respons te krijgen bij actieve barrières zoals een logische of diagnostische functie;
4. de functionele respons van de barrière.

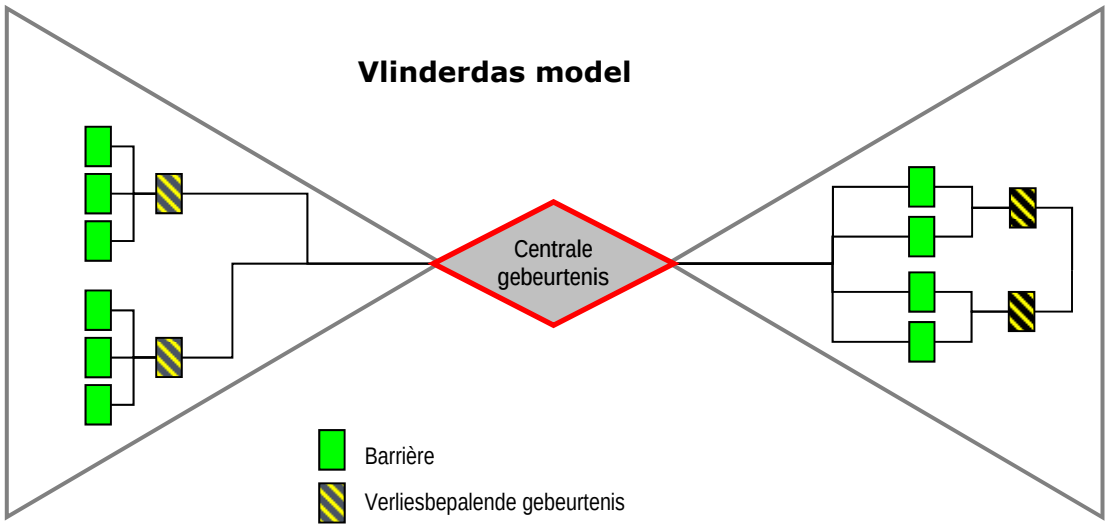
Om barrières te koppelen aan het management systeem werd het concept van Hale later zo aangepast dat de gedragscomponent een taak werd die gerelateerd is aan de veiligheidsbarrière in plaats van de barrière zelf. Zo werd bijvoorbeeld de gedragsbarrière "draag een helm" veranderd in de taak "gebruiken" bij de barrière "helm". In de huidige Storybuilder worden deze menselijke taken gemanaged door het veiligheidsmanagementsysteem en niet de barrières zelf. De essentiële taken zijn opgedeeld in "verschaffen", "gebruiken", "onderhouden", en "toezien op". In bijlage 7 worden de definities gegeven voor deze taken en de management factoren. De management factoren van het model zijn afgeleid van het Europese I-RISK project (Bellamy et al, 1999), waar 8 management factoren zijn geïdentificeerd om de barrière taken in te richten. Er zijn enige gemeenschappelijke kenmerken van deze taken en management factoren en de tien basis risicofactoren van het Tripod model (Groeneweg 1998), zoals de ontwerp en onderhoud basis risicofactoren (taken) en de procedurele, competentie en communicatie basis risicofactoren (de management factoren). Het model is uitgebreid beschreven in een RIVM rapport (WORM consortium, 2009) en in een aantal publicaties (Bellamy et al., 2006a, 2007, 2008a, 2010). In hoofdstuk 3 komen de verschillende onderdelen van het model in meer detail aan de orde.

3 Het maken van de ongevalsmodellen

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de 36 ongevalsmodellen tot stand gekomen zijn. Gestart wordt met de structuur en de onderdelen van de modellen en hoe het er grafisch uit ziet. Vervolgens wordt beschreven hoe de modelstructuur tot stand is gekomen en welke partijen hebben meegewerkt.

3.1 Beknopte beschrijving van de modelstructuur

De ongevalsmodellen zijn ontwikkeld volgens de theorie van het vlinderdasmodel, dat in de externe veiligheid al veel gebruikt wordt, zie ook Figuur 5. Hieronder volgt een beschrijving van de structuur en onderdelen van de modellen. Een lijst met een inhoudelijke beschrijving van de 36 verschillende ongevalsmodellen is opgenomen in Bijlage 8.



Figuur 5. Weergave vlinderdasmodel

3.1.1 *Centrale gebeurtenis*

Kenmerkend is de centrale gebeurtenis, waarbij de schadelijke stof of energie vrijkomt. Dit is bijvoorbeeld de val of het contactmoment (bijvoorbeeld met bewegende delen van een machine, elektriciteit of een wegschietend voorwerp). In deze gevallen treedt er direct letsel op. In andere gevallen treedt de schade later op, zoals bij uitstroming van een gevaarlijke stof uit een omhulling gevolgd door contact met de gevaarlijke stof. Ieder model wordt vernoemd naar de centrale gebeurtenis.

Links van de centrale gebeurtenis zijn de oorzaken en verliesbepalende gebeurtenissen (kritieke gebeurtenissen) opgenomen. Dit is het preventieve deel, omdat de centrale gebeurtenis te voorkomen is door aan deze kant maatregelen te nemen. Rechts van de centrale gebeurtenis staan de oorzaken en verliesbepalende gebeurtenissen, die de gevolgen en de ernst daarvan bepalen. Dit is het repressieve deel, de ernst van de gevolgen kan beperkt worden door hier maatregelen te nemen.

3.1.2 *Barrière*

Een centrale gebeurtenis vindt plaats als een of meerdere barrières falen. Een barrière is een essentiële veiligheidsfunctie, die een ongeval kan voorkomen of de gevolgen kan beperken. Als een barrière faalt, betekent dit dat hij ontbrak,

niet goed functioneerde of niet goed werd gebruikt. Maatregelen kunnen barrières versterken en zo de kans verkleinen dat hij faalt. Een barrière kan een voorwerp of apparaat zijn, maar ook de conditie of een eigenschap daarvan. Voorbeelden zijn fysieke afscherming van een machine, voorkomen betreden van gevaarzone, etc. Ook de kennis en kunde van een medewerker kunnen als barrière dienen (zoals het juist bedienen van een machine zodat die niet overbelast wordt of het kiezen van de juiste positie op de weg bij het besturen van een auto).
In de 36 scenariomodellen zijn in totaal 389 barrières benoemd. Ze zijn te groeperen in 9 typen, zie Tabel 1.

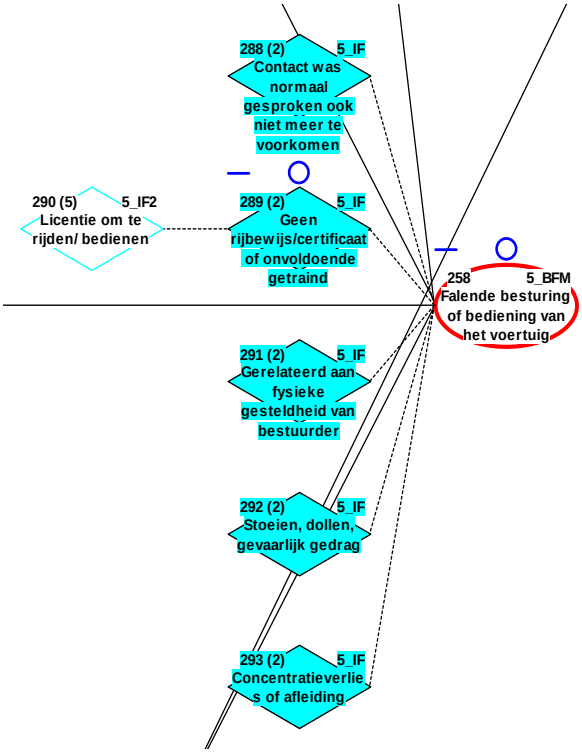
Tabel 1 Typen van barrières. Preventieve barrières kunnen een ongeval voorkomen; protectie en mitigatie zijn repressieve maatregelen ter beperking van de effecten

Preventie	01.Staat/ conditie van arbeidsmiddelen	Het voorkomen van gevaarlijke (condities van) arbeidsmiddelen (machine integriteit, sterkte).
	02.Locatie of positie van het	Het veilig plaatsen van arbeidsmiddelen (stabiliteit).
	03.Locatie of positie van het slachtoffer	Het scheiden in tijd of door afstand van de gevaarszone met de zone waarin zich mensen kunnen bevinden (gevaarlijke stoffen, voertuigbewegingen).
	04.Fysieke afscherming	Het fysiek afschermen van de gevaarszone (afscherming van bewegende delen van machines, randbeveiliging).
	05.Werkmethode	Het voorkomen van gevaarlijke omstandigheden (toegang, werkmethode).
	06.Lichamelijke controle	De fysieke vaardigheid bij het verplaatsen en/of gebruiken van arbeidsmiddelen (zoals klimmaterieel, trappen).
	07.Controle over het arbeidsmiddel	De operationele procescontrole bij het gebruik van arbeidsmiddelen, installaties (bedienen/ besturen van de machines, installaties, voertuigen, omgaan met gevaarlijke stoffen).
Protectie	08.Beschermings-middelen	Het beschermen van de persoon zelf (persoonlijke beschermingsmiddelen).
Mitigatie	09.Beheersing noodsituatie	Beheersing van noodsituaties zoals het nemen van noodactie (noodstop) of bedrijfshulpverlening (evacuatie, eerste hulp).

3.1.3 Overige belangrijke onderdelen in het model

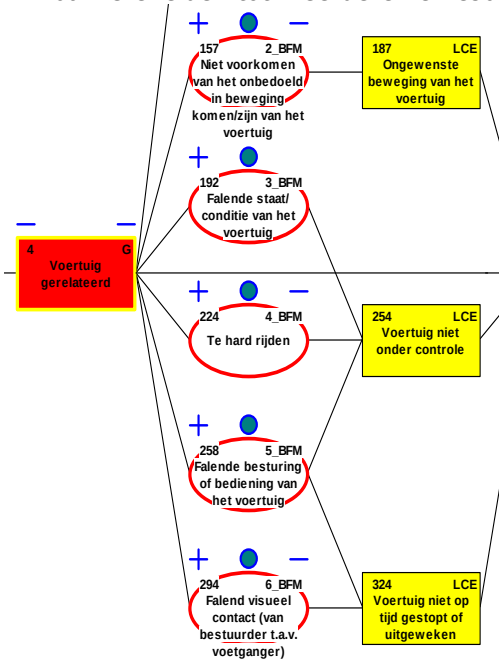
De centrale gebeurtenis en barrières waren het uitgangspunt in de modellering. De bedoeling was om zoveel mogelijk analyseresultaten mee te nemen. Daardoor groeide het aantal type velden in de database (zichtbaar als onderdelen in de grafische interface). Daarvan volgt hier een opsomming. Een volledige beschrijving van deze onderdelen staat in bijlage 9.

- Incident factoren (IF): Bij iedere barrière zijn incident factoren weergegeven. Deze beschrijven mogelijk kritische factoren, eigenschappen, voorwaarden of de wijze waarop een barrière faalde. Bijvoorbeeld: In het model *Aanrijding (van een voetganger) door een voertuig* is een van de falende barrières *Falende besturing of bediening van het voertuig.* Incident factoren hierbij zijn onder andere *Geen rijbewijs/ certificaat of onvoldoende getraind* en *Stoeien, dollen, gevaarlijk gedrag*, zie Figuur 6. Losse opmerkingen door de analisten zijn als notities weergegeven, omdat enkele mogelijk later van belang blijken als incident factor.



Figuur 6. Incident factoren bij barrière 'Falende besturing of bediening van het voertuig'

- Verliesbepalende gebeurtenissen: Als een barrière faalt, volgt daarop een verliesbepalende gebeurtenis. Bij de falende barrière *Falende besturing of bediening van een voertuig* zijn de verliesbepalende gebeurtenissen V*oertuig niet onder controle* en V*oertuig niet op tijd gestopt of uitgeweken* (Grafisch ziet dat eruit als in figuur 7). Meerdere falende barrières kunnen leiden tot dezelfde verliesbepalende gebeurtenis. En andersom kan een falende barrière leiden tot meerdere verliesbepalende gebeurtenissen.



Figuur 7. Enkele barrières en verliesbepalende gebeurtenissen in het model 'Aanrijding (van een voetganger) door een voertuig'

- Taken: Barrières moeten worden gecontroleerd op de effectiviteit (management controle circel: provide – use – maintain –monitor). Er wordt van de barrières verwacht dat ze altijd hun functie behouden. Er zijn echter handelingen nodig om deze functie in stand te houden. Deze taken kunnen worden gezien als een beheerscyclus: verschaffen (provide) – gebruiken (use) – onderhouden (maintain) – toezien op (monitor).
- Management factoren: De achterliggende oorzaken van een ongeval zijn het falen van de noodzakelijke middelen, die door het management (systeem) hadden moeten worden afgeleverd. Als een of meerdere management factoren falen, zullen de taken die de barrière in stand houden falen. Als gevolg hiervan zal de barrière zijn veiligheidsfunctie verliezen. Uiteindelijk is het een kwestie van tijd totdat de centrale gebeurtenis plaatsvindt. Het is belangrijk om de onderliggende oorzaken te identificeren, zodat structureel zwakke plekken in een management systeem blootgelegd worden. De 8 gebruikte management factoren staan beschreven in bijlage 7.
- Menselijke factoren bij het falen van de taak "gebruiken" van barrières, met een categorisering gebaseerd op het werk van James Reason (1990), zie bijlage 10.
- Dosis bepalende factoren: Dit zijn factoren die de ernst bepalen en hebben te maken met de hoeveelheid gevaar waar het slachtoffer aan blootgesteld is. Dit is bijvoorbeeld de snelheid van het voertuig, de hoogte van de val of de tijd dat het slachtoffer blootgesteld was aan een gevaarlijke stof.
- Informatie over het slachtoffer (zoals locatie, type en ernst van de verwondingen, ziekenhuisopname, afwezigheid van het werk, nationaliteit of beheersing van de voertaal)
- Activiteit van het slachtoffer gerelateerd aan het ongeval.
- Betrokken arbeidsmiddel, voorwerp of installatie (onderdeel).
- Door de inspecteur geconstateerde overtredingen van wet- en regelgeving.
- Informatie over de werkomgeving, zoals de locatie van een voertuig bij een aanrijding (op een bouwplaats, op de normale weg, etc.).
- Overige/ algemene informatie, zoals de installateur van de steiger bij een val van een steiger (de gebruiker zelf/ een collega of een ander bedrijf).

3.2 Beknopte procesbeschrijving maken van de modellen

De taak voor het ontwikkelen van de ongevalsmodellen werd neergelegd bij 3 partijen:

- TU Delft: verantwoordelijk voor het bouwen van de modellen;
- RIVM: verantwoordelijk voor een beperkt aantal specifieke scenario's met gevaarlijke stoffen en het deel van de modellen, dat over de gevolgen gaat (de rechterzijde van het model);
- Stichting Consument en Veiligheid: verantwoordelijk voor het verschaffen van de capaciteit bij het verder ontwikkelen en invoeren van de ongevallen.

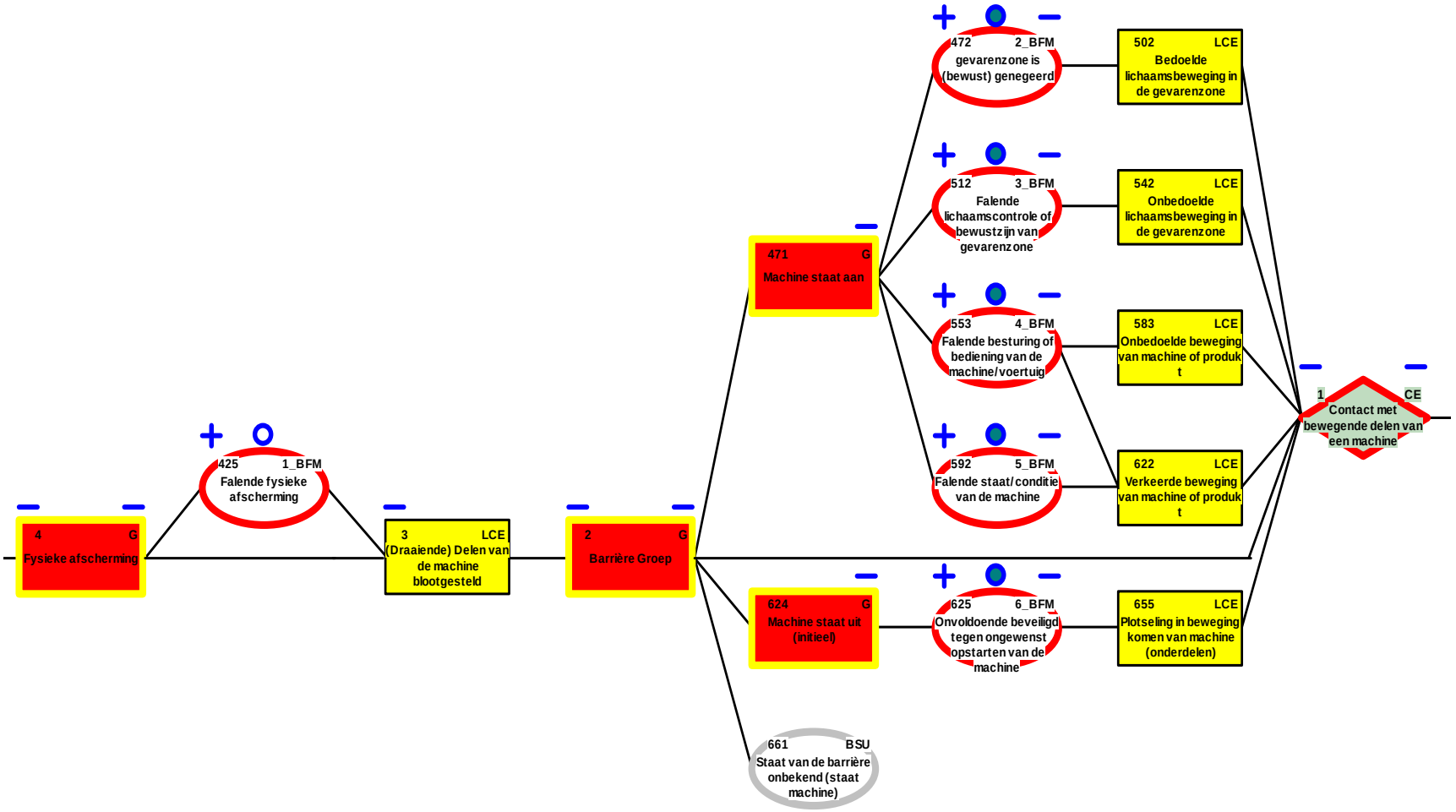
De eerste ideeën over het maken van de ongevalsmodellen zijn geschetst door de TU Delft, zoals al eerde genoemd, zie bijlage 1. Later is dit verder uitgewerkt en vastgelegd[6].

De opdracht was om de modellen op te zetten zonder vooropgezet idee, conform de definities, met een beperkt aantal gedurende het ontwerpproces opgestelde vuistregels. De werkwijze daarbij was als volgt. Een modelbouwer las enkele

[6] in *WORM Report Story Building Procedure* (L. Bellamy, 26 april 2004, doc WQ040425_01 WP4.2), *WP4.2 Storybuilder Procedure Management Deliveries and Tasks* (B. Ale, L. Bellamy, M. Mud, A. Hale, 22 april 2005) en *Rules for the construction of RHS SB-diagrams* (H. Baksteen, 14 oktober 2004, rev 2). Dit werd uiteindelijk aangevuld met de te hanteren definities en een lijst met vuistregels: *Rules for scenario modelling* (L. Bellamy, M. Mud, A. Hale, H. Baksteen, B. Ale, 3 mei 2005, rev 3). Deze documenten zijn digitaal beschikbaar.

tientallen ongevals(boete) rapporten van een bepaald type ongeval door, aangeleverd door de afdeling informatievoorziening van de Inspectie SZW. Gestart werd bij de ongevallen uit 1998. De modelbouwer benoemde de mogelijk relevante gebeurtenissen/ geconstateerde feiten, activiteiten, betrokken arbeidsmiddelen (type ladder, type machine, gevaarlijke stof, etc.) en gevolgen per ongeval. De centrale gebeurtenis (CE) was het startpunt (zie ook §3.1.1.), waarna gekeken werd welke gebeurtenissen noodzakelijk waren om de centrale gebeurtenis te kunnen laten gebeuren, en vervolgens welke bepalend waren voor de ernst van de gevolgen. Deze kritieke, verliesbepalende gebeurtenissen werden aangemerkt als Loss of Control Events (LCE's). Vervolgens werd gekeken naar de barrières die niet hadden gefunctioneerd, waardoor de LCE's konden optreden. Zie ook het voorbeeld in Figuur 7. Conform de definitie waren barrières niet hetzelfde als maatregelen, maar fysieke grootheden (objecten, eigenschappen of condities) met de functie van een obstakel in het ongevalspad.

Het concept model groeide zo per ongeval, totdat de structuur van falende barrières (Barrier Failure Mode, BFM), LCE en CE uiteindelijk stabiel bleef, en er geen structurele wijzigingen meer optraden door het analyseren van nieuwe ongevallen. Met het speciaal hiervoor ontwikkelde instrument Storybuilder zijn de onderdelen achter elkaar gezet. Een voorbeeld van de relatie tussen enkele falende barrières, 'loss of control events' en het 'center event' voor 'Contact met bewegende delen van een machine' staat in Figuur 8.



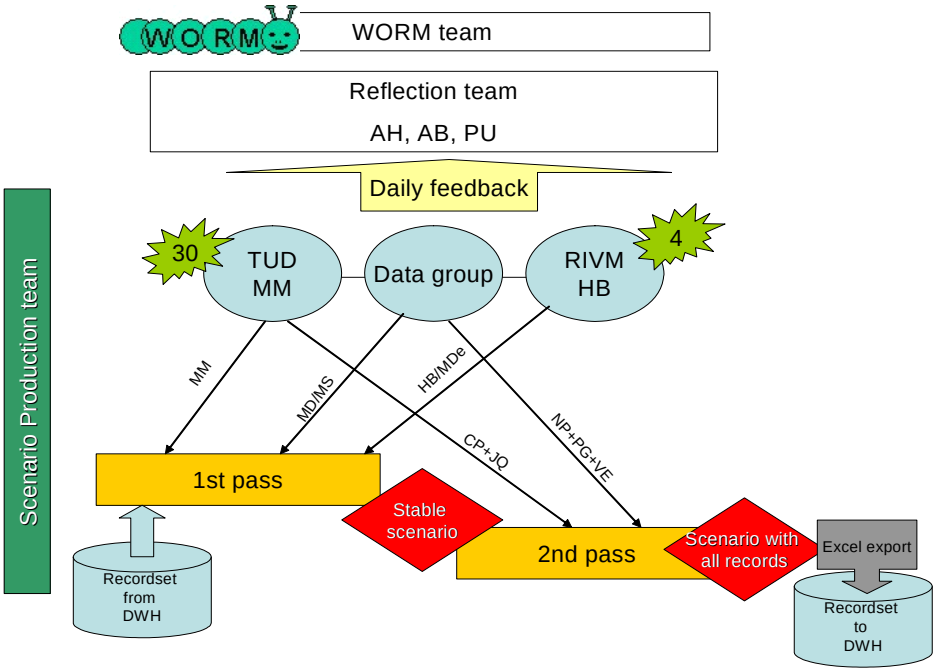
Figuur 8. Structuur falende barrières (BFM), verliesbepalende gebeurtenissen (LCE) en centrale gebeurtenis (CE) voor ‘Contact met bewegende delen van machine’

Het aantal barrières per type ongeval bleek beperkt te zijn. Er zijn gemiddeld ca. 10 barrières per type. Het aantal varieert met de complexiteit van de ongevallen. Sommige modellen hebben één groep van barrières, de relatief eenvoudige modellen. Andere modellen hebben meerdere groepen barrières achter elkaar (zie bijvoorbeeld de twee groepen barrières in *Figuur* 8). In die modellen moeten meerdere groepen van barrières geslecht worden om het ongevalspad te laten propageren ("lines of defence"). De meest complexe modellen hebben meerdere barrière-groepen achter elkaar en in totaal veel barrières. Dit is bijvoorbeeld uitstroming van een gevaarlijke stof uit een omhulsel (5 barrière-groepen en 35 barrières).

De eerste ongevallen werden direct als een pad door het concept model opgetekend. Een dergelijk pad beschrijft het ongevalscenario, aan de hand van betrokken objecten, de activiteit van het slachtoffer, falende barrières en kritieke gebeurtenissen, de centrale gebeurtenis en de gevolgen.

Op basis van gemiddeld ca. 100 ongevallen, afhankelijk van de complexiteit van het type ongeval, ontstond een redelijk stabiele modelstructuur per type ongeval. De falende barrières werden één voor één verder geanalyseerd op achterliggende oorzaken. De overige factoren die een mogelijke rol speelden bij de wijze van falen van de barrières werden aan de barrières toegevoegd als incident-factoren (IF's, zie ook §3.1.3).

Op basis hiervan is het eerste model gemaakt voor val van ladder en vervolgens het model voor val van steiger. Er was vooraf en tijdens de modelbouw een lijst gemaakt met een indeling naar 54 typen ongevallen. Deze lijst was nog niet getest aan de hand van de daadwerkelijk opgetreden ongevallen, en werd gedurende de analyse van de eerste 100 ongevallen per model gereduceerd tot 38. Tot slot bleken er onvoldoende ongevalsonderzoeken (< 0,1 % van alle onderzoeken) te zijn voor modellering van de ongevalstypen 'contact met een schade brengend geluidsniveau', en ook voor 'contact met niet-ioniserende straling'. Zo bleven er 36 modellen over, waarmee de arbeidsongevallen in de onderzochte periode konden worden geanalyseerd op oorzaken (zie bijlage 8). Voor het modelleren van alle ongevalstypen die voorkwamen in het bestand van de Inspectie SZW waren goede werkafspraken nodig. In Figuur 9 staan de betrokken personen/partijen en de fases in het analyseproces. De afkortingen van de namen staan in bijlage 2.



Figuur 9. Schema werkafspraken voor het maken van de modellen, afkortingen van namen staan in bijlage 2, DWH= datawarehouse

Het maken van de modellen gebeurde in twee fasen, een zogenaamde 'first pass' en 'second pass'. De eerste fase was bedoeld om een stabiel model te maken (beschreven in dit hoofdstuk), de tweede om met de gemaakte modellen de overige ongevallen te analyseren (hoofdstuk 6).

First Pass
Een team van 5 gekwalificeerde personen bouwde aan de modellen. Ieder model werd uiteindelijk gemaakt door niet meer dan 2 personen, die er tegelijkertijd in dezelfde ruimte aan werkten. Van deze twee personen was er altijd tenminste één van het ontwerpteam. Op deze manier bleef er overzicht en liepen de ontwerpen van de modellen niet al te ver uiteen. Na tussentijdse afstemmingen, werd aan het einde van de 'first pass'- fase het concept model ter goedkeuring voorgelegd aan het reflectie team en voor commentaar verspreid onder het gehele WORM team (zie de namen bij Figuur 9). Er waren ongeveer 100 analyses nodig om een stabiele structuur te maken. Het kwaliteitsproces dat hierbij werd toegepast staat beschreven in bijlage 11.

Second pass
Na goedkeuring van de modellen, kon met de overige analisten van de data groep van Consument en Veiligheid, een aanvang worden gemaakt met de analyse van de overige ongevallen van 1998 tot en met februari 2004, waarbij de ongevallen per type werden ingevoerd in het model, dat met het type correspondeert. De samenstelling van het databestand met arbeidsongevallen is beschreven in §6.1. Voor deze periode is gekozen, omdat bij aanvang van het Storybuilderproject, de ongevalsonderzoeken van de Inspectie SZW tot deze datum afgerond waren.

3.3 Organisatorische aandachtspunten

Enkele organisatorische aandachtspunten bij het maken van de 36 ongevalsmodellen worden hier toegelicht.

Competenties en omvang team
De scenariomodellen zijn gemaakt door een vast team van modellenbouwers met een technische, academische opleiding, aangevuld met een Hogere

VeiligheidsKunde opleiding. Modellen zijn een interpretatie van de werkelijkheid, die voor iedere modelmaker kan verschillen. Daarom is het aantal modelmakers beperkt gebleven tot 5 personen.

Modelleren en analyseren op locatie
Toen de eerste scenariomodellen klaar waren, zijn analisten aan het team toegevoegd. Zij gingen verder met de analyse van de overige ongevallen voor deze modellen. Hoe zij dit gedaan hebben staat beschreven in hoofdstuk 6. Er is bewust voor gekozen dat de modellenmakers en analisten bij elkaar zaten. In het begin werd vrijwel iedere case onderling besproken voor het vaststellen wat er precies gebeurd was, welke barrières een rol zouden kunnen spelen, welke gefaald hadden, welke management taken en management factoren gefaald hadden. Door elkaars ervaringen uit te wisselen kwam er een steeds scherpere omschrijving van de onderdelen tot stand, die in de beschrijving van de boxen werd aangepast. Vanwege de vertrouwelijkheid van de gegevens werd op het ministerie gewerkt.

Organisatie
In de beginfase (vanaf 2004) werden aanvankelijk de beslissingen genomen door de projectdirecteur (Ben Ale (RIVM/NIFV)), later (vanaf 2006) in technische vergaderingen en in de latere periode tijdens stuurgroepvergaderingen[7] met de opdrachtgevers.

3.4 Inhoudelijke aandachtspunten

Uniformiteit modellen
Gedurende het project zijn er veel discussies onderling geweest, om te komen tot een consistent geheel. Maar de werkelijkheid laat zich niet altijd in onderdelen van modellen onderbrengen. Het aantal onderdelen van de modellen groeide tot meer dan 26.000. Dat ging ten koste van de overzichtelijkheid van het model in de grafische interface, en stootte niet geoefende gebruikers af in het gebruik van het programma.
Omdat het vooraf niet altijd duidelijk was, welke details later van belang zouden zijn, en de modellering deels op de intuïtie van de modelbouwers gebeurde, zijn er verschillen in de modellen qua detaillering.
In de latere fases zijn de modellen stap voor stap meer uniform gemaakt, waarbij de afweging tussen behoud van informatie en kracht van uniformiteit tot veel discussie leidde. Ook waren er meer fundamentele discussies over de barrière, de achterliggende oorzaken en de wijze waarop deze via de barrière management taken ingrijpen op de barrières. Dit vond vooral plaats tussen de modelbouwers en het reflectieteam (genoemd in §3.2).

Definitie centrale gebeurtenis
In het begin van het project is er veel discussie geweest over de centrale gebeurtenis. Besloten is dat het hierbij altijd gaat over het moment in de keten van gebeurtenissen waarbij het gevaarlijke agens vrijkomt en dat het risico karakteriseert. Voorbeelden zijn het vrijkomen van zwaartekracht (bij een val), vrijkomen van een gevaarlijke stof (uit een omhulling), het verlies van controle (zoals bij het besturen van een voertuig), vrijkomen van energie (explosie, contact met bewegende delen van een machine).

Afbakening van de modellen
Een vraag die keer op keer terugkomt tijdens het invoeren van de ongevalsrapporten is of een specifiek ongeval bij model A of B hoort. De indeling van een ongeval gebeurt naar type, op basis van de definitie van de centrale gebeurtenissen uit de modellen. Maar er bleken ongevallen die zich in meerdere modellen lieten indelen. Bijvoorbeeld iemand wordt bekneld door een dissel van

[7] *White Queen (.L Bellamy), RIGO (M. Damen),RPS (M. Mud), RIVM (HJ. Manuel, V. Sol, P. Zahradnik), SZW (J. Oh)*

een aanhanger bij het achteruitrijden van de vrachtauto (contact met voorwerp wat het slachtoffer hanteert, contact met een zwaaiend voorwerp, beknelling, aanrijding). Dit leidde tot aanscherpingen van de definities, het uitbreiden van de omschrijvingen en het geven van voorbeelden. Op die manier zijn de definities van de modellen gedurende het project aangepast, waarbij sporadisch bij grote wijzigingen de ongevalsrapporten die eerder ingevoerd waren, opnieuw moesten worden geanalyseerd. Twijfelgevallen bij de indeling werden uitvoerig onderling besproken. Als op basis van de omschrijvingen geen eenduidige keuze mogelijk was, werd gekozen voor het model waarmee de gebeurtenissen en de falende barrières het beste konden worden vastgelegd.

Definitie barrière
Is een barrière altijd een puur technisch systeem? Hoe moeten dan de systemen met een veiligheidsfunctie beschouwd worden, waarbij de mens onderdeel is van het systeem? Een voorbeeld daarvan is de technische vaardigheid, c.q. beheersing bij het besturen van een voertuig. Het onderscheid met de achterliggende factoren competentie - kennis en vaardigheden, werd dan minder scherp. Daarom is een barrière ruimer opgevat, dan alleen een technisch systeem. De mens kan er onderdeel van uitmaken.

De modellen zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Bij sommige modellen is de keuze gemaakt voor het groeperen van barrières (de zogenoemde "Lines of defense"). Er kunnen zich bijvoorbeeld ongevallen voordoen die in een bowtie met twee lines of defense voor de centrale gebeurtenis worden gemodelleerd, terwijl het falen van slechts één enkele barrière voor de hand lijkt te liggen. De analist wordt in dat geval enigszins geforceerd tot het kiezen van een tweede falende barrière.

Taken en achterliggende oorzaken
De keuze voor de methode bij het analyseren was het gebruik van zogenaamde delivery systemen (management factoren, bijlage 7) volgens de I-risk methodiek (Bellamy et al, 1999). Als een barrière faalde, dan werden de achterliggende oorzaken (de Waarom vraag) in deze categorieën aangegeven.

De management factoren kunnen afhankelijk van elkaar zijn. Denk aan ergonomie en materiaal, of aan motivatie en communicatie. Afhankelijk van de interpretatie van de analist kan voor één van de management factoren gekozen zijn, of voor beide.
Er is het risico van "doorredeneren", bijvoorbeeld als er wel aanwijzingen staan die wijzen in de richting van een achterliggende factor, maar geen eenduidig bewijs in de tekst van de ongevalsrapportages. Bovendien kunnen er tegenstrijdigheden staan in de rapportages. Bijvoorbeeld als het slachtoffer stelt geen instructie te hebben gehad, terwijl de bedrijfsleider dit wel aangeeft. Leidend daarbij is wat de inspecteur zelf neerschrijft als bevinding en of er een boete is die verwijst naar een artikel uit de wet waaruit kan worden opgemaakt welke achterliggende factor ontbrak of faalde. Maar de inspecteur is daar niet altijd duidelijk over.

Onderhoud
De toegepaste methodiek in Storybuilder behelst de mogelijkheid om aan te geven waar een barrière faalde vanwege het niet onderhouden ervan. Dit is echter niet altijd identiek aan "slecht onderhoud".
De ongevalsrapporten geven aan in hoeverre een barrière niet goed onderhouden/ in stand gehouden is door de organisatie (zie ook bijlage 7). Het onderhouden van machines e.d. in algemene zin, is onderdeel van het veiligheidsbeheers- systeem (VBS). Om het VBS te kunnen beoordelen is in het algemeen een audit nodig en bieden de ongevalsrapporten onvoldoende informatie.

Meerdere falende taken
Het kan voorkomen dat meerdere taken tegelijkertijd faalden bij een falende barrière. De software is daar niet voor ontworpen, omdat de relatie met de achterliggende management factoren dan onoverzichtelijk en niet-identificeerbaar wordt. Volgens de toepassing van een beslisschema werd daarom steeds gekozen voor de belangrijkste falende taak. Dit beslisschema, wordt in hoofdstuk 6 verder toegelicht. Ondanks het schema, kon het gebeuren dat analisten onderling verschilden in de beoordeling daarvan. Dit is zoveel mogelijk beperkt door regelmatig te overleggen over specifieke ongevallen.

Menselijke factoren
De categorisering van de menselijke factoren (eerst menselijke fouten genoemd) is pas bij de analyse meegenomen vanaf ongevalsjaar 2004. Omdat, als men maar ver genoeg doorvraagt, er altijd wel een menselijke fout te vinden is, werd er voor gekozen om de menselijke factoren alleen te analyseren als het "gebruik" van de barrière faalde. De voor- en nadelen van deze keuze is niet uitgebreid bediscussieerd.

Meerdere slachtoffers van een ongeval
Een ongeval kan meerdere slachtoffers hebben. Het totaal aantal ongevallen hoeft dus niet gelijk te zijn aan het totaal aantal slachtoffers (zie *Tabel 2*). Oorspronkelijk werden ongevalspaden in het model gesplitst bij het punt van de verwondingen, maar dit bleek niet werkbaar. Zo werden de paden bij meerdere slachtoffers uiteindelijk gesplitst en ingevoerd als aparte aan elkaar gerelateerde ongevalspaden.

Tabel 2 Overzicht van het aantal ongevallen en slachtoffers (periode 1998-2009)

	Aantal ongevallen	Aantal slachtoffers
Ongevallen met 1 slachtoffer	22.531	22.531
Ongevallen met 2 slachtoffers	381	762
Ongevallen met 3 slachtoffers	64	192
Ongevallen met 4 slachtoffers	27	108
Ongevallen met 5 slachtoffers	8	40
Ongevallen met 6 slachtoffers	7	42
Ongevallen met 7 slachtoffers	1	7
Ongevallen met 8 slachtoffers	4	32
Ongevallen met 9 slachtoffers	1	9
Ongevallen met 10 slachtoffers	1	10
Ongevallen met 11 slachtoffers	3	33
Ongevallen met 16 slachtoffers	1	16
Ongevallen met 17 slachtoffers	1	17
Totaal	*23.030*	*23.799*

Domino's
Er zijn ongevallen waar niet 1 maar meerdere centrale gebeurtenissen plaatsvinden. Dan loopt het ongevalspad door meer dan een model. Dit wordt een domino genoemd. Een voorbeeld is val van een ladder, gevolgd door verdrinking.

Ongevallen zonder letsel
Er zijn voor de periode 1998-2009 50 ongevallen waarbij het slachtoffer geen letsel heeft opgelopen ten gevolge van het ongeval. Deze ongevallen zijn toch door de Inspectie SZW onderzocht en daardoor ook met behulp van Storybuilder geanalyseerd.

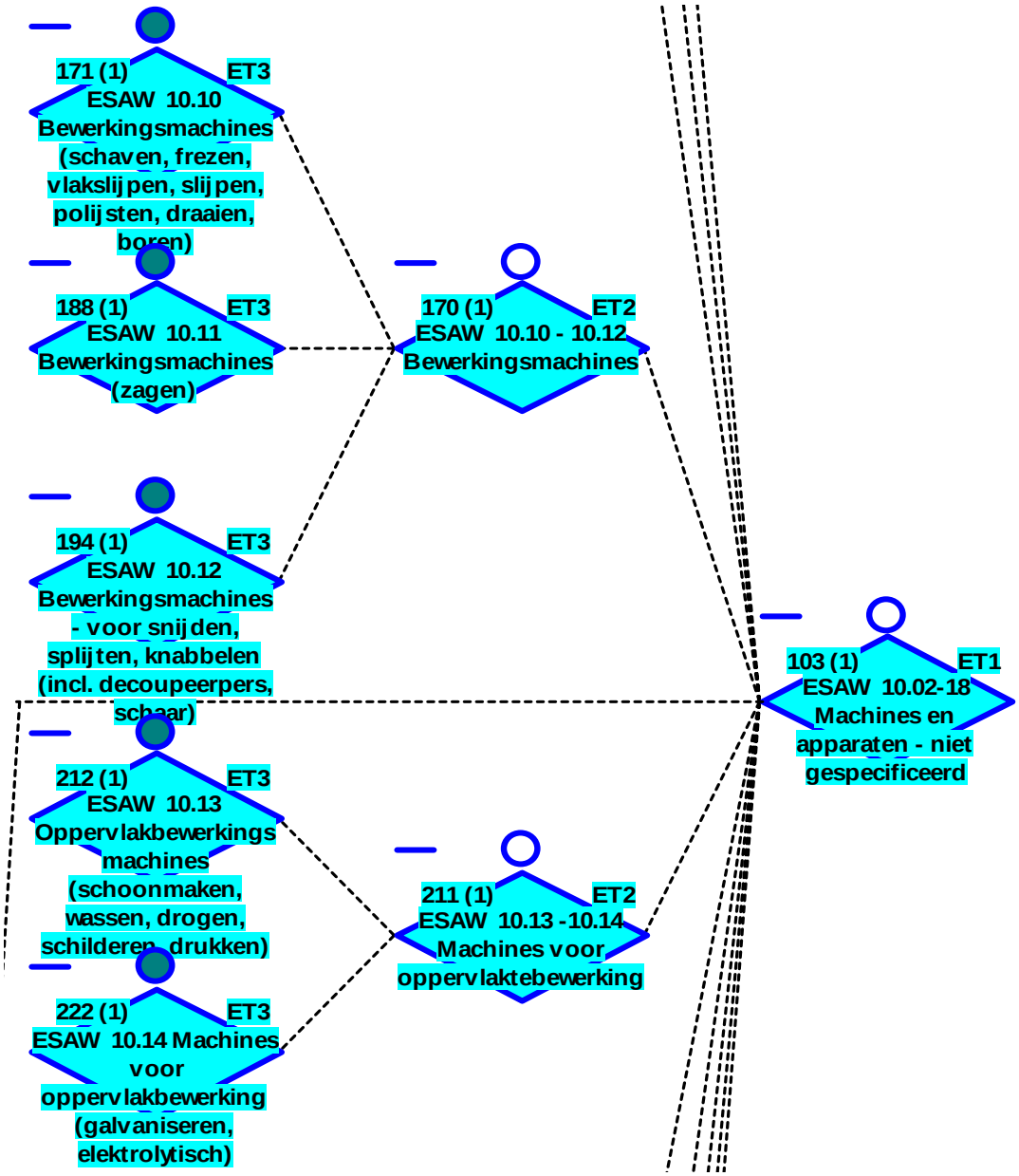
Classificatie
De modellen werden oorspronkelijk opgezet om data te verzamelen voor het kwantitatieve risicomodel. Later bleken de ongevalsdata steeds interessanter voor het beantwoorden van beleidsvragen, en werd de database meer en meer gebruikt om analyses uit te voeren op grote aantallen ongevallen over de individuele modellen heen. Op deze manier kunnen trends ontdekt worden, strategieën voor het terugdringen van ongevallen bepaald en gerichte maatregelen beoordeeld worden (zie ook hoofdstuk 7). Door het met opzet niet gebruiken van vaste classificatiesystemen, was dit niet eenvoudig.

Bij de eerste modellen werd nog geen gebruik gemaakt van classificaties, om niet meteen in hokjes te denken en de modelbouwers alle ruimte te geven het model te maken dat de werkelijkheid het beste benadert. In de loop van het project is toch een aantal classificaties gebruikt, om overeenstemming te krijgen over de verschillende modellen heen en in terminologie. Dit betreft de ESAW (European Statistics on Accidents at Work) classificatiesystemen van Eurostat, voor het classificeren van objecten en arbeidsmiddelen, de locatie en de ernst van het letsel. Het opnemen van deze classificatie in Storybuilder bleek echter verre van ideaal, omdat voor hoofd, sub, sub-sub en verdere onderverdelingen aparte onderdelen (‘boxen’) in de grafische interface bestaan, met het gevolg dat er letterlijk duizenden onderdelen in de grafische interface kwamen. Daardoor verdween het overzicht en moest de analist in grote boomstructuren de resultaten zien te vinden om deze in te kunnen voeren. Inmiddels (vanaf 2012) is er een nieuwe versie van Storybuilder in ontwikkeling met een andere database-structuur, waarbij er met attributen van onderdelen wordt gewerkt, waardoor het overzicht behouden blijft en de waarden direct kunnen worden ingevoerd.

De classificatie van objecten en arbeidsmiddelen is nog niet uniform doorgevoerd. Wel zijn de in de modellen opgenomen onderdelen voorzien van referenties naar de ESAW classificatie en zijn de hoofdindelingen daarvan gebruikt als structuur. Bij bepaalde typen ongevallen bleek de ESAW classificatie niet specifiek genoeg te zijn voor de gewenste toepassing. Dit geldt bijvoorbeeld voor gevaarlijke stoffen, of specifieke arbeidsmiddelen, waar relatief veel ongevallen mee gebeuren. Denk bijvoorbeeld aan een ladder. Bij het vallen van een ladder was er dan nog de wens om het type ladder aan te geven. Daar was geen aparte code voor in de ESAW classificatie. Dit is voor meerdere modellen gebeurd. Soms bleek achteraf dat de behoefte aan detail groter was dan voorzien, omdat de functie van de database als vraagbaak voor alle mogelijke vragen oorspronkelijk niet voorzien was. Zoals bij type boormachine, merk of zelfs uitvoering.

Ter illustratie van dit proces is een deel van het model contact met bewegende delen van machines opgenomen in Figuur 10. In Storybuilder zijn enkele onderdelen gegroepeerd. De bewerkingsmachines (code 10.10 - 10.12) zijn bijvoorbeeld onder één box gegroepeerd, evenals machines voor oppervlaktebewerking (codes 10.13 - 10.14). Zo was tijdens de analyse de gewenste machine sneller te vinden. Deze groepsboxen vormen een extra laag in de boomstructuur van de arbeidsmiddelen. In de codering van de box is te zien op welk detailniveau je zit (ET1, ET2, ET3). De extra groepsboxen zijn alleen toegevoegd, waar dat handig was voor de analyse, dus niet bij alle arbeidsmiddelen. Daardoor kan een bepaalde boxcode (zoals ET2) een verschillend detailniveau betekenen.

Uitvoering en softwareontwikkeling gebeurden tegelijk
De ontwikkeling van de software en de modellen ging gelijk op. Soms kwamen er wekelijks updates van de software. Door ermee te werken kwamen de analisten erachter of en welke bugs er waren. De tijd tussen testen en daadwerkelijk gebruiken was dan vaak te kort.



Figuur 10. Extra laag in boomstructuur 'arbeidsmiddel' van model 'contact met bewegende delen van machine'

Door de introductie van steeds nieuwe versies werden er regelmatig nieuwe bugs geïntroduceerd, of kwamen oude onverwacht terug. Deze werden dan zo snel mogelijk verholpen. Zodra bugs werden geconstateerd, werd weer met de vorige versie gewerkt en werden de recent ingevoerde ongevallen nogmaals ingevoerd. Het is voorgekomen dat paden werden verlegd, dit weer ongedaan werd gemaakt ("undo-knop"), maar uiteindelijke anders werden opgeslagen dan zichtbaar op het scherm. Deze bug is lange tijd onopgemerkt gebleven en volledige reconstructie was niet meer controleerbaar.

4 Het voorbereiden van de ongevalsanalyse

4.1 Inleiding

Nadat de 36 ongevalsmodellen gemaakt zijn is een databestand gemaakt, met de gegevens die benodigd zijn voor de ongevalsanalyses. Alleen meldingsplichtige ongevallen komen in aanmerking voor analyse. Een toelichting op het melden van arbeidsongevallen bij de Inspectie SZW staat in §4.2. De gegevens die gebruikt zijn voor de analyses zijn beschreven in §4.3 (de geselecteerde ongevallen en de gegevens per ongeval). Het onderzoek door de Inspectie SZW resulteert in een rapportage. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in het ongevalsrapport, het ongevalsboeterapport en het proces-verbaal. Deze vormen de basis van de uitgevoerde ongevalsanalyses (zie §4.4).

De analyse van arbeidsongevallen is in vier fasen uitgevoerd. Voor iedere fase van de analyse is een analysedatabestand gemaakt, op basis van de gegevens, die de Inspectie SZW heeft aangeleverd (het basisbestand). Dit staat toegelicht in §4.5.

Voor het opstellen van de modellen, het analyseren en registreren van de ongevallen is Storybuilder ontwikkeld (zie §4.6). Alle geanalyseerde ongevallen konden worden ingedeeld naar type ongeval en corresponderend model. De inspectie SZW heeft ook gegevens, die niet in de ongevalsrapporten staan en niet in Storybuilder opgenomen zijn vanwege de privacygevoeligheid. Dit is bijvoorbeeld de bedrijfstak of de nationaliteit van het slachtoffer. Deze kunnen wel interessant zijn om te koppelen aan de gegevens in Storybuilder. Zo zijn bijvoorbeeld analyses per sector mogelijk. Voor het koppelen van deze gegevens is Storyfilter ontwikkeld (§4.7).

4.2 Welke arbeidsongevallen onderzoekt de Inspectie SZW?

Als een bedrijf een arbeidsongeval meldt, en het valt als meldingsplichtig arbeidsongeval binnen het werkterrein van de Inspectie SZW (voorheen arbeidsinspectie), wordt het door deze dienst onderzocht.

Een arbeidsongeval is een ongeval dat plaatsvindt bij of als gevolg van werkzaamheden. Dat kan zijn in een bedrijf of instelling, op een (bouw)locatie, op het land of boerenerf, bij het werken aan de weg, bruggen, viaducten, op of in het water, enzovoorts. Kortom, overal waar werknemers aan het werk kunnen zijn.

(Verkeers)ongevallen die tijdens woon-werkverkeer plaatsvinden worden niet als arbeidsongevallen aangemerkt. Verkeersongevallen die tijdens het werk plaatsvinden, zoals van chauffeurs op de weg worden wel beschouwd als een arbeidsongeval, maar worden in de praktijk door de politie onderzocht. In dat geval ontbreken ze in database van de Inspectie SZW. Ongevallen bij werkers langs de weg worden in principe wel onderzocht, indien bekend bij de I-SZW. Dat laatste is vaak niet het geval. Ongevallen met wegwerkers komen dus voor, maar zijn niet compleet.

Ongevallen op het water, in de mijnbouw of langs het spoor, worden in principe niet door de Inspectie SZW onderzocht, maar door andere inspecties. Deze ontbreken dus in de database. Ongevallen langs de kade en op het schip langs de kade worden onderzocht door I-SZW. Maar ongevallen tijdens het varen en/of aanvaringen niet. De havenpolitie kan de I-SZW inschakelen. Ongevallen langs en op het spoor komen sporadisch voor in de database van de Inspectie SZW.

Alle meldingen die betrekking hebben op ongevallen waarbij sprake is van persoonlijk letsel en die direct of indirect gerelateerd zijn aan arbeid, of aan omstandigheden waarop wetgeving van toepassing is die behoort tot het toezichtgebied van de Inspectie SZW, worden in behandeling genomen. De Inspectie onderzoekt of er sprake is van een arbeidsrelatie.
Ongevallen van niet-werknemers, waarbij een rechtstreeks verband bestaat met het verrichten van arbeid, worden ook in behandeling genomen. Uitzondering zijn ongevallen van de werkgever zelf, of van een zelfstandige ondernemer zonder personeel, tenzij er wordt gewerkt onder gezag.

Er is sprake van een meldingsplichtig arbeidsongeval als het slachtoffer aan de gevolgen overlijdt, blijvend letsel oploopt, of in een ziekenhuis moet worden opgenomen. Onder 'blijvend letsel' wordt onder andere verstaan: amputatie, blindheid, of chronische lichamelijke of psychische/traumatische klachten. Onder 'ziekenhuisopname' wordt verstaan dat een slachtoffer in een ziekenhuis wordt opgenomen. Poliklinische behandeling wordt dus niet als ziekenhuisopname beschouwd. Vóór de wijziging van de Arbeidsomstandighedenwet in 2007, betroffen de meldingsplichtige zaken bij ziekenhuisopnames alleen die zaken, waarbij de opname binnen 24 uur na het ongeval plaatsvond. Nu bestaat de grens van 24 uur niet meer. Ook als iemand na 24 uur wordt opgenomen is het ongeval meldingsplichtig.

Niet alle meldingen worden dus door de Inspectie SZW onderzocht. In principe worden alle meldingsplichtige zaken onderzocht. Soms is er aanleiding om ook niet-meldingsplichtige arbeidsongevallen te onderzoeken. Bijvoorbeeld bij het vermoeden dat het ongeval het gevolg is van een overtreding van de wettelijke voorschriften. Daarnaast worden ook ongevallen onderzocht, die achteraf niet meldingsplichtig blijken te zijn. Het gaat dan om ongevallen waarvan op het moment van onderzoek de ernst van het letsel niet duidelijk is.

4.3 Selectie van de te analyseren zaken en de gebruikte gegevens van de Inspectie SZW

De gegevens van het ongevalsonderzoek worden door de Inspectie SZW geregistreerd in I-NET (tot 2004 heette dit systeem GISAI), het geautomatiseerde systeem van de Inspectie SZW. Meldingen van een ongeval worden bij de Inspectie SZW geregistreerd als reactieve zaak.
Voor de komst van I-NET werden meldingen door de afdeling intake direct geregistreerd als zogenoemde (reactieve) zaak. Inmiddels wordt eerst beoordeeld of een ongeval onderzocht moet worden voordat de melding als zaak wordt gekenmerkt. Per reactieve zaak worden o.a. de volgende gegevens geregistreerd: de bedrijfsgegevens, de slachtoffergegevens, de correspondentie, de ondernomen acties, de geconstateerde overtredingen en de opgestelde rapporten.

GISAI
De ongevallen van 1998 –feb 2004 zijn geselecteerd uit het systeem GISAI. De selectie bestaat uit ongevallen, waar inspectiepunten of overtredingen genoemd zijn, of een onderzoeksrapportage in het systeem staat:

- Inspectiepunten: De inspectiepunten waarop de inspecteurs zich hebben gericht tijdens het onderzoek. Verder staat in dit veld informatie over het ongeval en of de inspecteur wel of geen rapportage heeft gemaakt.
- Overtredingen: Dit veld bevat alle overtredingen waarvan de werkgever van het slachtoffer wordt verdacht.
- Rapportage: de onderzoeksrapporten in MS Word formaat, gekenmerkt met de code DC0x.

I-NET
De ongevallen van 2004 tot en met 2009 zijn geselecteerd uit het systeem I-NET. De selectie heeft eerst plaatsgevonden op basis van de registratie *bedrijf bezocht*. Later is de selectie uitgebreid op basis van het criterium: aanwezigheid van datum in het veld "eerste actie".

Storybuilder
De volgende informatievelden uit GISAI/ I-NET zijn gebruik voor de analyse in Storybuilder:
- Zaaknummer
- Datumongeval
- Toedracht ongeval: korte omschrijving van het ongeval, zoals gemeld en genoteerd bij de afdeling Intake van de Inspectie SZW. Deze gegevens bleken ongeschikt om te gebruiken voor de vooranalyse of verdere analyse.
- Opmerkingenveld: van de arbeidsinspecteur en andere personen. Ze gaan over het verloop van het onderzoek. De analist neemt dit mee als er in de ongevalsrapporten informatie ontbreekt.
- Uitgaande post/ uitgaande documenten: ongevalsrapporten, ongevalsboeterapporten en processen verbaal
- Bestanden: Hier worden bestanden gekoppeld aan het zaaknummer, zoals onderzoeksrapporten foto's, e-mails, overige documenten.
- Nationaliteit

Storyfilter (zie §4.7 voor een beschrijving)
De volgende informatievelden uit GISAI/ I-NET zijn gebruik voor de analyse in Storyfilter:
- Slachtofferinformatie: leeftijd (o.b.v. van datum ongeval en geboortedatum), geslacht, beroep, nationaliteit en arbeidsverband.
- Bedrijfsinformatie: bedrijfstak naar sector code (Bedrijfsindeling Kamer van Koophandel BIK/ Standaard Bedrijfsindeling 2008 SBI 2008[8]) en bedrijfsgrootte.

Voor de analyse van de ongevallen vanaf 2004 is de slachtofferinformatie steeds gecontroleerd aan de hand van de rapportages, en waar nodig aangepast.

De volgende informatievelden uit GISAI zijn niet gebruikt voor de inhoudelijke analyse met Storybuilder en Storyfilter, vanwege het niet betrouwbaar of het onvolledig blijken van deze informatie. Dit is daarom opnieuw bepaald tijdens de analyse, op basis van de gegevens uit de rapporten van de inspecteurs.
- Meldingsplichtig ongeval ja/nee
- Aantal slachtoffers
- Dodelijk letsel ja/nee
- Blijvend letsel ja/nee
- Ziekenhuisopname ja/ nee
- Oorzaak ongeval
- Arbeidsmiddel
- Nationaliteit

4.4 De onderzoeksrapporten van de inspecteurs

Deze rapportages zijn de basis voor de ongevalsanalyse. Dit kan een proces verbaal zijn (indien er sprake is van mogelijk strafbare feiten), een boeterapport (bij mogelijk beboetbare feiten) of een ongevalsrapport (als er geen overtreding wordt geconstateerd). Met 'hij' wordt zowel een man als vrouw bedoeld.

De rapporten hebben de volgende structuur:

[8] Zie ook lijst van afkortingen en begrippen

- Voorblad: hier staan onder andere de gegevens van de werkgever, een korte omschrijving van het ongeval, de naam van het slachtoffer, of het blijvend of dodelijk letsel is en of er ziekenhuisopname is geweest.
- Locatie: omschrijving van de locatie en de uitgevoerde werkzaamheden.
- Arbeidsverband: is er een arbeidsrelatie tussen het slachtoffer en het bedrijf, volgens de Arbeidsomstandighedenwet?
- Waarnemingen: wat heeft de arbeidsinspecteur tijdens zijn bezoek waargenomen? Met wie heeft hij gesproken, welke omgeving, objecten en arbeidsmiddelen treft hij aan?
- Bevindingen: deze bevatten het feitenrelaas wat is het verloop van het ongeval? Van welke overtredingen wordt de werkgever verdacht? Welke conclusies trekt de arbeidsinspecteur op basis van zijn waarnemingen en de getuigenverklaringen?
- Slachtofferverklaring: het slachtoffer vertelt hoe het ongeval gebeurd is, welk letsel hij heeft overgehouden, hoe de hulpverlening ging en, als het bekend is, hoe lang het slachtoffer arbeidsongeschikt is geweest.
- Getuigenverklaring: getuigen vertellen hoe het ongeval gebeurd is. Welke gebeurtenissen hebben geleid tot het ongeval, wat is de gebruikelijke werkwijze en wat gebeurde er na het ongeval (BHV, EHBO).
- Verklaring van verdachte. Deze verklaring wordt alleen in het proces verbaal opgenomen als een werkgever wordt verdacht van het overtreden van de wet. De werkgever legt uit wat zijn visie is op het ongeval en wat het bedrijf heeft gedaan om het ongeval te voorkomen.

Voor het bepalen van de oorzaken en achterliggende oorzaken van het ongeval geven de onderdelen *bevindingen* en *getuigenverklaringen* de meeste informatie voor de analyses. Bij tegenstrijdige informatie zijn de bevindingen leidend geweest.
De onderzoeksrapporten van de Inspectie SZW zijn vertrouwelijk, en konden daarom alleen worden ingezien op het ministerie van SZW door de vooraf geselecteerde analisten en onder toezicht van ambtenaren van het Ministerie.

4.5 De analysedatabestanden

De selectie van zaken werd aangeleverd door de afdeling informatievoorziening van de Inspectie SZW, in de vorm van een basisdatabestand. Ongevallen, waarbij uiteindelijk bleek, dat er geen sprake was van een arbeidsongeval, zoals natuurlijke dood, of waarbij de conclusie was dat er niet meer vast was te stellen of er sprake was van een arbeidsongeval, of wat er was gebeurd, worden uiteindelijk niet meegenomen in de analyse.

Basisbestand
De afdeling Informatievoorziening van de Inspectie SZW heeft een basisbestand geleverd met alle meldingen van arbeidsongevallen. Dit bevat per ongeval de volgende geëxporteerde data uit GISAI/ I-NET:
- Zaaknummer: het unieke nummer van het ongeval;
- Jaar ongeval;
- Datum ongeval;
- Meldingsplichtig ongeval. Dit veld bleek uiteindelijk niet betrouwbaar;
- (vermoedelijk) Blijvend letsel. Dit veld bleek uiteindelijk niet betrouwbaar;
- Geboortedatum;
- Geslacht, beroep en arbeidsverband. Deze velden zijn voor de ongevallen vanaf 2004 niet meer geëxporteerd uit GISAI/ I-NET, maar in de analyse bepaald op basis van de informatie uit de onderzoeksrapporten;
- Bedrijfsinformatie: bedrijfstak naar sector code (BIK/ SBI 2008) en bedrijfsgrootte.

Analysebestand
Het Storybuilder projectteam van RPS heeft op basis van bovenstaande gegevens voor iedere fase van de analyse een analysebestand samengesteld om

te dienen als werkbestand bij het analyseproces. In feite is dit een database met uit het basisbestand overgenomen gegevens, aangevuld met informatie uit de analyse zelf.

De analysedatabestanden bevatten de geselecteerde, geanalyseerde zaken. Ook dan kunnen er alsnog zaken afvallen, als blijkt dat deze uiteindelijk niet door de inspectie zijn onderzocht. Dit wordt dan in het analysebestand aangegeven.

De analysedatabestanden bevatten per zaak de volgende velden:
- Zaaknummer: het door de Inspectie SZW aan ieder ongeval toegekende unieke nummer
- Storybuilder pad nummer: het ongevalsnummer, dat in Storybuilder wordt aangemaakt is gelijk aan het zaaknummer. Bij een ongeval met meerdere slachtoffers wordt de geboortedatum toegevoegd aan het zaaknummer. In de openbare Storybuilder database, beschikbaar via de website van het RIVM[9], worden zaaknummers en eventuele toevoegingen vervangen door willekeurige nummers
- Datum van het ongeval
- Slachtofferinformatie
    - geboortedatum, geslacht, beroep, arbeidsverband
    - nationaliteit, ev. 2e nationaliteit en geboorteland (voor de ongevallen vanaf 2004)
- Ongevalsscenario: bij welk scenario is het ongeval ingedeeld. Bij meerdere scenario's (domino's) wordt dit aangegeven en worden meerdere scenario's ingevuld
- Ongevalslocatie: vanaf 2004 (volgens de Eurostat ESAW classificatie)
- Naam van de analist
- Opmerkingen van de analist over de analyse. Bijvoorbeeld bij twijfel ter beoordeling geven aan een andere analist
- Opmerkingen van de analist over het inspectierapport (vanaf 2004): hier kan de analist opmerkingen maken over het ongevalsrapport, zoals het ontbreken van gegevens, of het aangeven van het ontbreken van een zichtbaar logisch verband tussen bevindingen en overtredingen
- Toedracht/ korte omschrijving. Dit veld is in de latere databases (vanaf 2004) vervangen door een samenvatting van de bevindingen.
- Werkomgeving
- Of de analyseresultaten in Storybuilder zijn ingevoerd en afgerond. Soms wil een analist nog iets overleggen, of moet een collega analist een deel van een domino invoeren in een ander model. Dan is de analyse nog niet afgerond.

Tijdens de analyse van de onderzoeksrapporten, worden de gegevens van het slachtoffer en het ongevalsscenario vergeleken met de gegevens in de analysedatabestanden en vastgesteld.
De velden over bedrijfs- en slachtoffergegevens worden verder gebruikt in Storyfilter om onder andere sector- en/of beroepsanalyses te kunnen maken. Deze worden niet in Storybuilder opgenomen.

4.6 Storybuilder

Oorspronkelijk was het niet duidelijk hoe Storybuilder er uit zou moeten zien. Door ermee te werken werd duidelijk welke behoefte er was. Gedurende het project is Storybuilder aangepast en verbeterd. Een externe programmeur voerde de gewenste wijzigingen door. In de loop van de jaren is daardoor met enorm veel (honderden) verschillende versies van Storybuilder gewerkt. Daardoor was de tijd tussen testfase en implementatie van de verschillende versies bijzonder kort (soms minder dan een week). Nieuwe versies werden

[9] http://www.rivm.nl/ *zoek op onderwerp Storybuilder*

gedurende de analyses getest, en deze situatie was achteraf bezien niet ideaal. Van enkele versies bleek achteraf dat er grote fouten in zaten, zoals het ongewenste manipuleren van de omschrijvingen en het niet functioneren van de 'undo'-functie, terwijl dit wel zo leek.

De hoeveelheid informatie in Storybuilder nam toe, en dit kwam niet ten goede aan de overzichtelijkheid. In de loop van de jaren werd duidelijk dat ook andere gebruikers baat zouden kunnen hebben bij het instrument, en is de betrouwbaarheid en de gebruikersvriendelijkheid verder verbeterd. Omdat Storybuilder door zijn succes uit zijn voegen was gegroeid, werd in 2011 door het Ministerie van SZW aan het RIVM gevraagd het programma in beheer te nemen en verder te verbeteren. Dit leidde tot de ontwikkeling van een nieuwe multi-user versie onder beheer van het RIVM, welke waarschijnlijk in 2014 in gebruik genomen wordt.

4.7 Storyfilter

Storyfilter is een programma dat alleen geschikt is voor intern gebruik, en de slachtoffer- en bedrijfsgegevens uit Storybuilder koppelt aan de gegevens uit de database van de Inspectie SZW (GISAI of I-NET). Door deze koppeling kunnen met Storyfilter verschillende analyses gemaakt worden, zoals de frequentie van ongevallen in een bepaalde sector.
Deze slachtoffer- en bedrijfsgegevens werden in eerste instantie niet bekeken tijdens het lezen van de ongevalsrapporten ten behoeve van de ongevalsanalyses en daarom niet in Storybuilder opgenomen. Later (vanaf 2004) werden deze gegevens wel ten dele meegenomen, maar separaat van de database gelaten omwille van de privacy-gevoeligheid van deze informatie.

Sectorcodering
De ongevalsanalyses zijn verspreid over verschillende modellen. Met de huidige Storybuilder software kan zonder gebruik van Storyfilter nog geen sectoranalyse worden gemaakt over de verschillende modellen heen.
Daarbij is de sectorcode van de bedrijven overgegaan van BIK naar SBI. Door vertaling van de oorspronkelijke BIK codes naar huidige SBI codes op basis van de inschrijving van de Kamer van Koophandel (KvK) nummers kunnen verschillen ontstaan. De SBI code is niet altijd een goede indicatie voor de activiteit waarbij het ongeval plaatsvond. Soms zijn afzonderlijke zoekopdrachten (query's) nodig van de database van de Inspectie SZW (I-Net) om te komen tot een goede analyse van een bepaalde sector. De bedrijfsinformatie aan de hand van de sector code wordt in I-NET maandelijks ververst aan de hand van het KvK nummer van het bedrijf, en is batchgewijs in Storyfilter terechtgekomen.

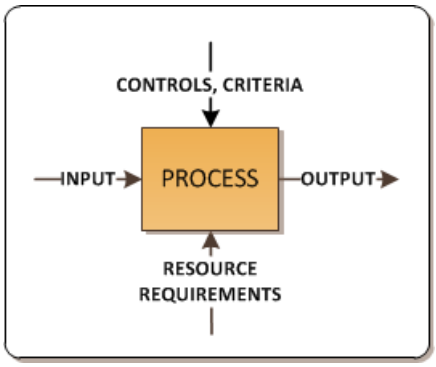
Beroep
De huidige beroepen zijn gebaseerd op de door de inspecteurs in hun rapporten gebruikte termen. De Eurostat categorisering is zeer omslachtig en daarom niet gebruikt.

5 Overzicht van de werkprocessen

5.1 Introductie

De belangrijkste werkprocessen voor het maken en controleren van de Storybuilder database staan in de figuren 12 en 14. De basis component van de stroomschema's is een rechthoekige procesbox die 4 onderdelen heeft, zoals in figuur 11:

- Input: input als data bestanden die door het proces worden getransformeerd in output
- Controle en criteria: deze bepalen de procedures, controles, input en output criteria die definiëren wanneer en hoe het proces wordt uitgevoerd
- Output: output van het proces van transformatie van de input zoals een bijgewerkte database
- Resource requirements: hulpmiddelen die nodig zijn om het proces uit te voeren



Figuur 11. ICOR model componenten ontleend aan Structured Analysis and Design Technique (SADT) (Marca & MacGowan, 1988; Hale et al., 1997)

De positie van de pijlen in de schema's van figuur 12 en 14 zijn gebaseerd op deze ICOR structuur. In figuur 12 worden 4 werkprocessen voor data invoer onderscheiden, in figuur 14 vijf voor kwaliteitscontrole. In § 5.2 en § 5.3 worden deze figuren en bijbehorende werkprocessen verder beschreven.

5.2 Invoer van data

5.2.1 Overzicht van de processen

Er zijn drie startprocessen die cruciaal zijn voor de overige werkprocessen:

1. Ontwerp van het model (DESIGN MODEL in figuur 12) - Hiermee wordt bedoeld het ontwikkelen van een fundamenteel model dat de structuur van de Storybuilder database (niet de database zelf) onderbouwt. In hoofdstuk 2 en 3 is uitgelegd waarom de Storybuilder database voor arbeidsongevallen gemodelleerd is zoals hij is. In deze sectie worden alleen de regels genoemd die invloed hebben op het bouwen van het model in Storybuilder.
2. Verwerven van data (ACQUIRE DATA in figuur 12)- Hiermee wordt bedoeld zowel het vinden van benodigde data als het toegang tot de data krijgen.
3. Beheren van de database (MANAGE DATABASE in figuur 12)– Hiermee wordt bedoeld de algemene controle op opslag van en toegang tot de bestanden, inclusief de controle om te garanderen dat het juiste bestand is gebruikt/bijgewerkt/herzien en dat het de meest recente is.

Uitvoer van deze processen zijn data bronnen, documenten en database bestanden. Deze zijn in figuur 12 en 14 zichtbaar als pagina symbolen. Zij vormen de input voor de voornaamste data invoer processen, die bestaan uit:

1. Invoeren van informatie over ongeval en slachtoffer
2. Aanpassen van structuur en/of tekst
3. vastleggen van wijzigingen in de database
4. Bijwerken van het model, definities en regels.

Elk van deze processen en de hiervoor genoemde startprocessen worden hieronder in afzonderlijke paragrafen beschreven.

5.2.2 Ontwerp van het model

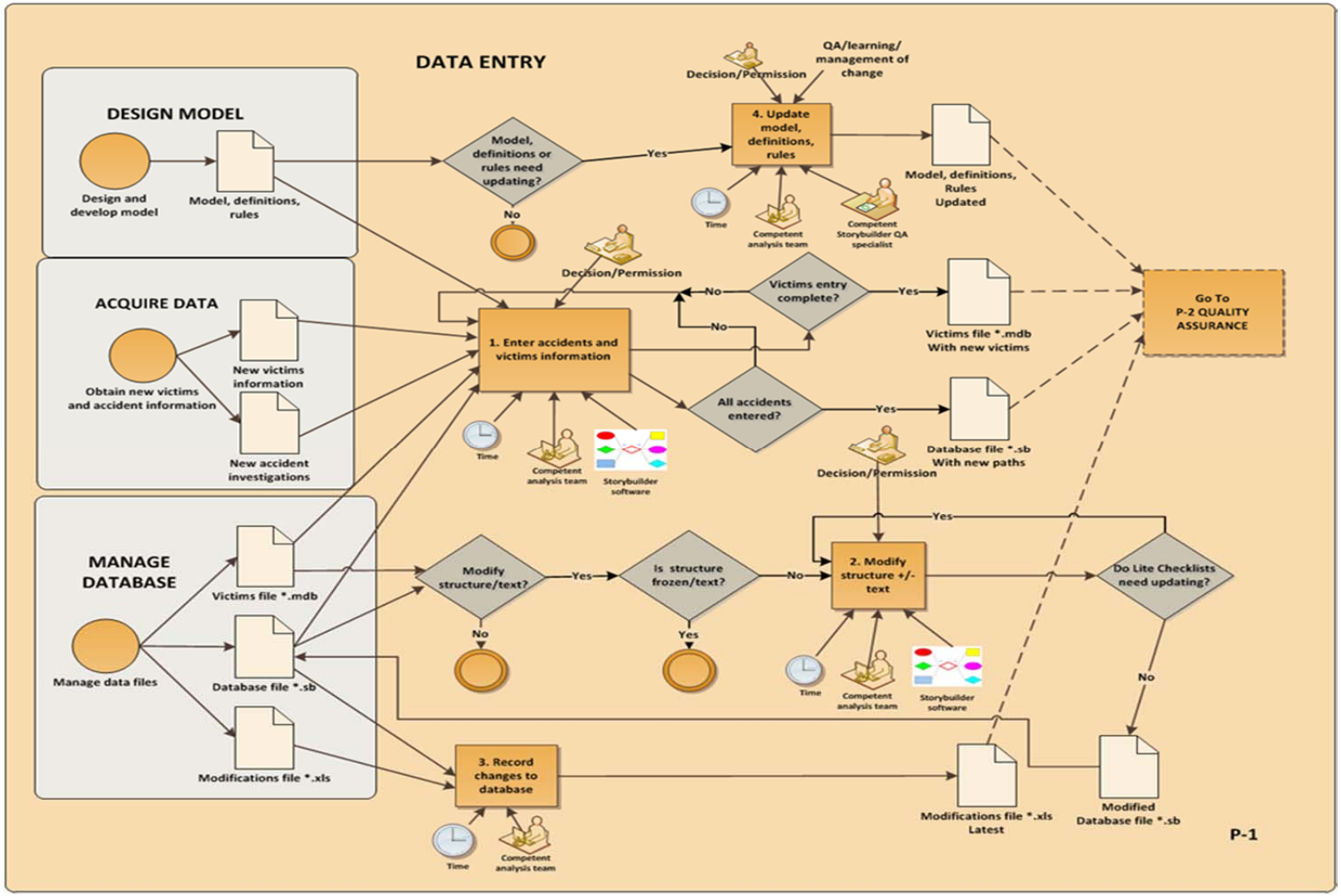
Het ontwerpen van het model begon in 2002. Als resultaat werden een model, regels en definities opgezet om te bepalen welke informatie uit de ongevalsonderzoeken gehaald moest worden en hoe deze moest worden ingevoerd in de database. Het model is een bow-tie of vlinderdas model, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Alle modellen zijn uitgebreid beschreven in een serie van "bow-tie documenten" waarvan de laatste zijn uitgegeven in 2008, als technische rapporten bij het eerder genoemde RIVM rapport (WORM consortium, 2009). Het betreft 9142 gerapporteerde arbeidsongevallen uit de periode 1998 – februari 2004, de eerste set van geanalyseerde data uit het overzicht van ongevalsanalyses en rapporten in Bijlage 12.
Technisch rapport nummer 3 van het RIVM rapport bevat een aantal bijlages die de regels bevatten voor het bouwen van het model.

- TR3 A1: *Rules For Scenario Modelling* Linda J. Bellamy, Martijn Mud, Andrew Hale, Hans Baksteen, Ben Ale, 13 June 2005, edited 1 May 2008
- TR3 A 2: *Modelling Management Deliveries And Tasks* In Storybuilder Bellamy, L.J., Mud, M, Hale, A.H., Ale, B.J.M. 22 April 2005, edited 1 May 2008
- TR3 A3: *Rules For The Construction Of Right Hand Side Storybuilder Diagrams* Hans Baksteen, 12 April 2005
- TR3 A 4: *Story Building Injury Classification Rules - rules for presenting injury information in the stories*. Hans Baksteen, 7 May 2004.

In bijlage 13 worden de originele (april 2005) en huidige (2012) definities gegeven voor de verschillende modellen (bow-ties). Deze definities worden in 2013 gereviewed. De achtergrond van het groeperen van de consequenties van een ongeval is beschreven in bijlage 14. Uiteindelijk werd gekozen voor een driedeling van consequenties: overlijden, blijvend letsel en geen blijvend letsel.

5.2.3 Verwerven van data

Ongevallen die rechtstreeks rapporteerbaar zijn volgens de Nederlandse Arbowet (artikel 9, lid 1) zijn die ongevallen die resulteren in ernstige fysiek of psychisch letsel of de dood binnen een tijdsbestek van een jaar na het ongeval. In paragraaf 4.2 is een uitgebreide beschrijving gegeven van de ongevallen die hier onder vallen.
Er wordt gebruik gemaakt van de door de Inspectie SZW onderzochte rapporteerbare arbeidsongevallen zoals hiervoor beschreven. De belangrijkste analisten zijn afkomstig van RPS advies, Delft. In de eerste fase van het project waren meer organisaties betrokken bij de analyses, waaronder TU Delft, RPS, RIGO en Stichting Consument en Veiligheid (zie ook paragraaf 3.2).



Figuur 12. Overzicht van proces van invoer van data in de Storybuilder database

5.2.4 *Beheer van de database*

Voor het beheer van de database zijn afspraken gemaakt tussen RPS en White Queen als onderdeel van kwaliteitscontrole. Dit hield ondermeer in dat de formele database alleen op controleerbare wijze kon worden aangepast. De bestanden moesten uniek identificeerbaar zijn op naam en op elk moment is er slechts één officiële database.

Cruciaal hierbij is dat het identificatienummer van de interne boxen (zie ook figuur 13) van de MS Access database van de Superfile (database van het programma storybuilder dat de 36 bow-ties bevat) uniek is en gedurende het hele project niet is veranderd. Het identificatienummer van de interne boxes wordt namelijk gebruikt om elke verandering in de bestanden te volgen. Meer informatie over de structuur van de onderliggende database staat in bijlage 15.

boxes

id	name	description
51	Fall down stairs or ramp	Fall from stairs, ramp, slope etc.
58	Connection fails; stairs (ramp) slips away and/or collapses	
320	Barrier Group	
437	Height of fall	i.e. difference of height of victim before and af
438	Objects in line of fall	include case were victim falls on object carryin
440	Structural condition failure (connection, stability)	e.g. stairs not properly attached to fixed struct
441	Structural condition (connection, stability)	Refers to the overall stability of the stairs or ra
678	Substandard surface condition	Substandard condition refers to damaged/ une
679	Surface condition	
783	Substandard design/ ergonomics of stairs/ ramp	stairs/ ramp with incorrect dimensions/ angle
784	Design of stairs/ ramp	Geometry (angle, dimensions)
996	Person gets unwell	when on stairs
997	Substandard condition/ fitness of person on stairs	e.g. dizziness

Figuur 13. Identificatienummers van interne boxen (linker kolom) in de Box-tabel van Storybuilder

5.2.5 *Proces 1. Invoer van informatie over ongevallen en slachtoffers*

Aanvankelijk werd geschat dat de gemiddelde analist ongeveer 10 ongevallen per dag zou kunnen analyseren en invoeren in Storybuilder en dat de analyse van ongeveer 10.000 ongevallen circa 5 mensjaren werk zou inhouden. Dat was een reële schatting. Op dit moment kan een analist gemiddeld 11 ongevallen per dag analyseren. In hoofdstuk 6 wordt de invoer van ongevallen in de database geschreven.

Tabel 3 ICOR model voor proces 1

INPUTS	Informatie van nieuwe slachtoffers Nieuwe ongevalsonderzoeken Slachtofferbestand Database bestand Informatie over voortgang van analist (is het compleet)
OUTPUTS	Slachtofferbestand met nieuwe slachtoffers Database bestand met alle nieuwe paden
CONTROLE	Model Definities Bouwregels Besluiten
HULPBRONNEN	Competente analist Storybuilder programma

Niet alle geanalyseerde ongevallen zijn rapporteerbaar, maar dit is pas vast te stellen als het ongeval geanalyseerd is. Deze niet-rapporteerbare ongevallen zijn in de Storybuilder database te herkennen als de ongevallen die geen dodelijk, blijvend letsel of ziekenhuisbehandeling als consequentie hebben.

In de scenariostructuur is elk ongevalsverhaal een pad door de structuur (de boxen zijn genummerd). Omdat de verhalen causale en volgtijdelijke gebeurtenissen zijn kan geen enkel verhaal een volgorde hebben in de tegenovergestelde richting. De verbindingen kunnen ook gebruikt worden om algemene paden door de structuur te analyseren, bijvoorbeeld of bepaalde gebieden aan de linkerzijde altijd, of juist nooit verbonden zijn met bepaalde gebieden aan de rechterzijde. Logische mogelijkheden kunnen worden gevonden zodat potentiele paden door de structuur die niet in verband zijn gebracht met enig onderzocht ongeval toch geïdentificeerd kunnen worden. Als zo'n pad mogelijk is zou het kunnen corresponderen met een zelden voorkomend, maar mogelijk nieuw scenario.

Als de first pass (zie ook paragraaf 3.2) is uitgevoerd kan aan alle verhalen in de database een volgorde van boxen worden toegekend, die moet worden vastgelegd. Als een specifiek scenario van de GISAI database correspondeert met de volgorde 2>3>4>5>8 moet deze volgorde worden vastgelegd samen met het GISAI identificatienummer.

In de volgende stap van de analyse kunnen barrières toegevoegd worden, de vervolg-gebeurtenissen die leiden tot het ongeval zouden kunnen voorkomen. Deze barrières kunnen afgeleid worden van regelgeving, bijvoorbeeld wanneer in het ongevalsrapport vermeld staat dat een specifieke regeling was geschonden. Deze barrière wordt dan toegevoegd in het ongevalspad met de daarbij behorende taken en managementfactoren, gevolgd door codering en benoeming van de boxen. Van de barrières wordt zowel het falen als de successituatie genoteerd. Het is hierbij van belang dat de analist zich beperkt tot zaken die in de ongevalsrapportages zijn opgenomen en geen gissingen of aannames doet.

Als verdere analyses het rechtvaardigen kunnen nieuwe code toegevoegd worden. Deze moeten passen in de volgorde, zelfs als ze eerder niet als apart knooppunt geïdentificeerd zijn. Tegelijkertijd kan het noodzakelijk zijn verschillende knooppunten samen te nemen tot een. Bijvoorbeeld: alle knooppunten geassocieerd met het binnendringen in de huid zijn samengevoegd tot een knooppunt in het verhaal van de visser 'The joy of fishing' (bijlage 5). Zolang bijgehouden wordt welke knooppunten zijn samengevoegd tot een kunnen ze later weer gescheiden worden in bijvoorbeeld snijwonden en doorboringen als dat noodzakelijk is. Op die manier hoeft het originele verhaal niet opnieuw bekeken te worden.

5.2.6 Proces 2. Aanpassen van structuur en/of tekst

Dit proces heeft hoofdzakelijk betrekking op de Storybuilder database. De slachtofferdatabase van Storyfilter moet echter ook door dit proces gaan als er wijzigingen in optreden. Als voorbeeld kan de BIK code genoemd worden. In het verleden werkte de Inspectie SZW met BIK codes, later met SBI codes. Deze mix bemoeilijkt de analyse, dus is besloten om alle BIK codes in de slachtofferdatabase om te zetten in SBI codes. Er is echter geen omzettingsschema voor alle codes. Dit proces wacht momenteel op een procedure en de capaciteit om het te doen.

Tabel 4 ICOR model voor proces 2

INPUTS	Storybuilder database Slachtofferbestand (zelden)
OUTPUTS	Gewijzigd database bestand
CONTROLE	Besluit/toestemming om te wijzigen
HULPBRONNEN	Competente analist Storybuilder programma

Voordat ongevallen kunnen worden toegevoegd aan de database moet er een structuur aanwezig zijn. Zoals al in § 3.2 beschreven is werd de structuur in het begin gemaakt door ongevallen in te voeren. Na ongeveer 100 ongevallen werd

de structuur stabiel. Op dat moment kan de structuur geblokkeerd worden om wijzigingen in de structuur te voorkomen.

Het Storybuilder programma kent twee vormen, Storybuilder Expert Mode, waar wijzigingen in structuur en tekst kunnen worden gemaakt bij invoer van data en Storybuilder Lite Mode, waarbij data worden ingevoerd via een simpele checklijst. Wanneer er wijzigingen worden aangebracht in Storybuilder Expert Mode moeten deze soms ook worden opgenomen in de checklist van Storybuilder Lite, bijvoorbeeld door nieuwe boxen aan de lijst toe te voegen (zie bijlage 16). Als er wijzigingen worden aangebracht in de officiële database (zie § 5.2.4) dienen deze vastgelegd te worden. De gemodificeerde database moet vergezeld worden van een bijgewerkte wijzigingslijst. Deze lijst wordt gebruikt om te besluiten of de wijzigingen al dan niet moeten blijven. Besluitvorming vindt plaats door de projectmanager van RIVM, met input van analisten en de kwaliteitsmanager.

5.2.7 Proces 3. Vastleggen van wijzigingen in de database

Tabel 5 ICOR model voor proces 3

INPUTS	Storybuilder database Modificatiebestand
OUTPUTS	Nieuw modificatiebestand
CONTROLE	Eisen vanuit kwaliteitscontrole
HULPBRONNEN	Competente analist

Modificatiebestand
Het is noodzakelijk om elke wijziging in de databasestructuur, boxtekst of codes bij te houden. Dit wordt momenteel gedaan in een MS excel bestand. Daarbij wordt ook het besluit over elke wijziging vastgelegd. Wijzigingen zijn alle veranderingen in de structuur, of tekst of code, positie van box of boxen in een ongevalspad. Dit proces werd in 2011 geïntroduceerd.

Wijzigingen kunnen de Lite checklijst beïnvloeden, zodat deze niet langer de juiste onderwerpen bevat. De checklijst dient aangepast te worden met behulp van de "creations" component van Storybuilder. De helpfile van de Storybuilder sofware legt uit hoe dit gedaan moet worden, zie ook bijlage 16.

5.2.8 Proces 4. Bijwerken van het model, definities en regels
Als nieuwe arbeidsongevallen ingevoerd worden kan het door de leerervaring noodzakelijk zijn om definities en regels en mogelijk ook het model bij te werken. Dit is vastgelegd in een procedure waarbij RPS, White Queen en projectmanagement RIVM betrokken zijn. In het algemeen zijn bestaande definities versterkt met voorbeelden aangeleverd door RPS, die toegang heeft tot de originele data. Het is belangrijk dat deze voorbeelden beschikbaar zijn voor gebruikers.

Tabel 6 ICOR model voor proces 4

INPUTS	Model definities of regels die bijgewerkt moeten worden
OUTPUTS	Bijgewerkte model definities of regels
CONTROLE	Besluit/toestemming door projectmanagement Eisen vanuit kwaliteitscontrole/leren Management van wijzigingen.
HULPBRONNEN	Competente analist(en)

Updates dienen opgenomen te worden in de Storybuilder gebruikershandleiding. Belangrijke definities betreffen barrières, box codes, taken en managementfactoren.
Het model bevatte oorspronkelijk primaire veiligheidsbarrière. Dit zijn functionele barrières die leiden tot de centrale gebeurtenis als er een faalt. Omdat dit niet direct uit de analyse van de ongevallen volgt zijn ze uit Storybuilder gehaald die nu alleen de barrières bevat (met succes en faalmodes) die zijn afgeleid uit ongevalsanalyse. Op die manier hoeven analisten geen oordeel te geven over welke primaire veiligheidsbarrière faalde.

5.3 De kwaliteitscontrole

Figuur 14 geeft de belangrijkste processen die een rol spelen bij de kwaliteitscontrole van de storybuilder database. Het gaat om

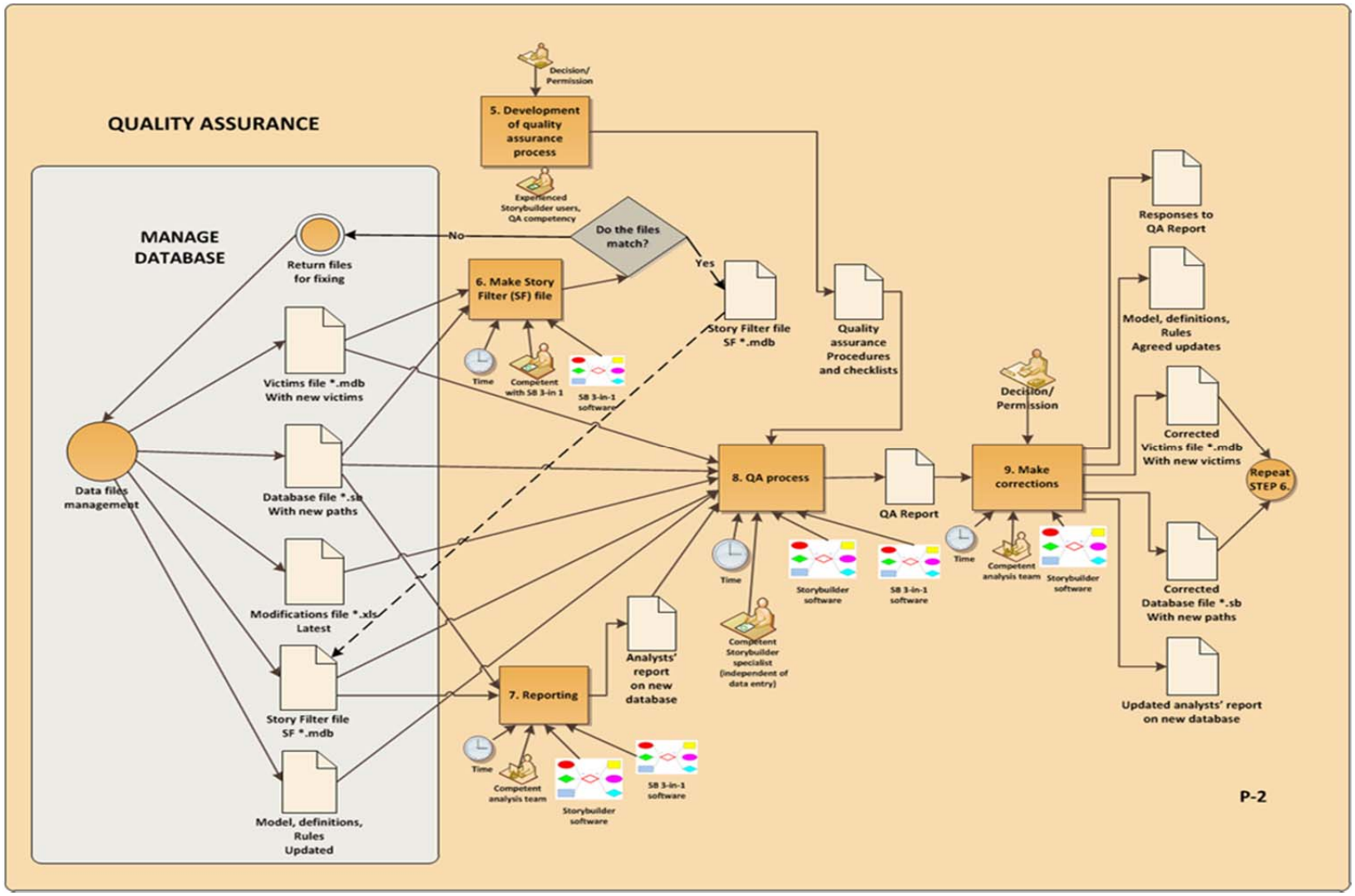
5. Ontwikkeling van proces van kwaliteitscontrole
6. Het maken van een Storyfilter bestand
7. Rapporteren
8. Kwaliteits assurance
9. Uitvoeren van correcties

Proces 5. Ontwikkeling van proces van kwaliteitscontrole

Tabel 7 ICOR model voor proces 5

INPUTS	Outputs van andere processen die een relatie hebben met kwaliteit
OUTPUTS	Kwaliteitscontrole handboek Checklijsten
CONTROLE	Besluit/toestemming door projectmanagement
HULPBRONNEN	Ervaren storybuilder gebruikers Competentie op het gebied van kwaliteitscontrole

Analyse en kwaliteitscontrole rapporten
Zoals is beschreven in § 5.2.4 (en §3.2) was er in het begin van het project een procedure van "first pass" en "second pass", waarbij de invoer van de eerste 100 ongevallen werd geëvalueerd. Dit is beschreven in bijlage 11. Volgend op de initiële kwaliteitscontrole van de eerste data-invoer werd een regulier kwaliteitscontroleproces uitgevoerd op de invoer van data en presentatie van de resultaten. Een samenvatting van al deze activiteiten is opgesomd in de tabel in bijlage 12.



Figuur 14. Overzicht van proces van kwaliteitscontrole van de Storybuilder database

Modellering
Het proces van kwaliteitscontrole loopt vanaf de start van het project, maar ontwikkelde zich over de tijd met speciale behoeftes in verschillende fases. In 2004 werd een concept procedure geschreven om het proces van de "first pass" uit te leggen en in een procedure om te zetten, zie ook § 3.2. Hier werd commentaar op gegeven door Andrew Hale (Story Building Procedure Rev1 with AH comments, Bellamy, L.J., 2004). Dit laatste document vormt de basis voor de ontwikkeling van model voor de eerste 100 scenario's per model. De fundamentele wijziging was dat het onderscheid tussen actieve en passieve barrières die A. Hale ontwikkelde in ARAMIS (zie ook § 2.7) niet werd overgenomen. In plaats daarvan werd scheiding gemaakt tussen barrière (technisch systeem) en de (menselijke) taken in het model. Deze taken kunnen vervolgens gekoppeld worden aan het management systeem. Deze werkwijze sluit meer aan bij de I-RISK aanpak (Bellamy et al, 1999). Deze keuze is gemaakt met in het achterhoofd de kwantitatieve risico analyse om de menselijke activiteit te scheiden van de barrière zelf.

Kwaliteitsvereisten
Verschillende ontwikkelingen in de Storybuilder database vereisten verschillende benaderingen van de kwaliteitscontrole. Enkele fundamentele principes hierbij zijn:

- Traceren van bestanden en bijhouden welke actueel zijn. Hierbij moet opgemerkt worden dat de officieel vrijgegeven bestanden en de bestanden die door de analisten zijn bijgewerkt verschillende namen hebben; de relatie tussen beiden kan gevonden worden in bijlage 12.
- Back-up bestanden
- Verzekeren dat veranderingen in het Storybuilder model niet resulteren in verlies van informatie
- Identificeerbare data bronnen
- Procedure voor overname tussen productie en kwaliteitscontrole
- Consistentie en het zich houden aan definities

Deze punten zijn het resultaat van alle kwaliteitscontroles en zijn nu onderdeel van de kwaliteitscontrolehandleiding (*Quality Assurance Manuel: Accident Analysis in Storybuilder*, 12 december 2012, L.J Bellamy, WQ120101-65-QA rev01). Deze handleiding is in beginsel ontwikkeld om de database te controleren nadat een nieuwe set van data is ingevoerd. Een lijst van mogelijke fouten is opgenomen als een checklijst zodat de analisten dit zelf kunnen controleren vóór het overdragen van de database voor kwaliteitscontrole.

Er waren een aantal specifieke punten om op te pakken, deze staan in de individuele kwaliteitscontrolerapporten, zie bijlage 12. Een belangrijk punt is consistentie. Definities en regels dienen ook toegepast te worden bij nog onbekende cases. Een regelmatig terugkerend discussie onderwerp was het vertalen van ongevalsinformatie in het model. Dit vereist dat analisten om de tafel zitten zodat zaken besproken en bediscussieerd kunnen worden en men het eens wordt over betekenissen. De modellen moeten dus enerzijds vast staan, maar flexibel genoeg zijn om tegemoet te komen aan nieuwe scenario's. Bepaalde zaken dienen gefixeerd te zijn om hetzelfde model te behouden, sommige zaken flexibel om geen mogelijk belangrijke informatie verloren te laten gaan. Door middel van voorbeelden kunnen bepaalde zaken verduidelijkt worden. Hoofdstuk 3.3 van *Storybuilder ongevalsanalyse van de aan de Arbeidsinspectie gemelde en onderzochte Ongevallen in de periode januari 1998 t/m Februari 2004, KVM08.8070.R01 revisie 2* bevat voorbeelden van achterliggende oorzaken voor 1998-Feb 2004. Het kwaliteitscontrolerapport voor 2007-2009 data in 2011 bevat voorbeelden van taken-managementfactoren combinaties in aanbeveling 3.

Een ander belangrijk punt is het toevoegen van nieuwe velden. Deze moeten geïdentificeerd worden wanneer ze niet vanaf het begin aanwezig waren. Het gaat om onder andere:
Nationaliteit of taal van slachtoffer,
Menselijke factoren,
Dosis bepalende factor voor bow-tie 3.1 vallende voorwerpen van kranen.

Resterende vereisten
Op dit moment moeten de teksten van de Nederlandse en Engelse versie (namen en omschrijvingen van gebeurtenissen) van de database periode 1998-2009 nog gecontroleerd worden op consistentie.

5.3.1 Proces 6. Het maken van een Storyfilter bestand

Tabel 8. ICOR model voor proces 6

INPUTS	Slachtofferbestand *.mb met nieuwe slachtoffers, database bestand *.sb met nieuwe paden
OUTPUTS	Storyfilter bestand SF*.md
CONTROLE	Kwaliteitscontrole handleiding en checklijst
HULPBRONNEN	Persoon competent met SB3-in-1 (Storyfilter)

Een Storyfilter bestand wordt gemaakt in het Story Filter programma dat het slachtofferbestand combineert met de superfile database. Elk verhaal in Storybuilder is verbonden met de onderliggende slachtofferinformatie zoals die is opgenomen in tabel 9. Het Storyfilter onderdeel van het programma bevat een 'match' knop die identificeert welke records van het slachtofferbestand passen bij welke records van de storybuilder superfile. Ze moeten perfect passen anders moeten de bestanden aangepast worden. Op dit moment kunnen kleine wijzigingen in het slachtofferbestand, zelfs een spatie aan het begin of eind van een record naam leiden tot een mismatch. Het aantal records in de samengenomen storyfilterbestand zal het totale aantal slachtoffers overtreffen door domino effecten[10]. Deze kunnen geïdentificeerd worden in het Storyfilter programma. Een selectie van de database kan worden gefilterd gebaseerd op slachtofferinformatie en vervolgens onderworpen aan verdere analyse zoals berekenen van aantal ongevallen, falen van barrières, etcetera.

[10] In Storybuilder wordt de term "domino effect" gebruikt wanneer het verhaal van een slachtoffer door meer dan één bow-tie gaat voor het bij uiteindelijke letsel uitkomt. Tussen 1998-2009 waren er 349 domino effect verhalen bij 23,799 verhalen. De meeste gingen door 2 Storybuilder bow-ties, en 4 verhalen gingen door 3 bow-ties.

Tabel 9 Lijst van velden in het slachtofferbestand die gecombineerd zijn met de superfile

Slachtoffer tabel veld	Uitleg
ID	Interne nummer van database
ZaakNr	Dossiernummer van I-SZW
PathName	Naam door de analist gegeven aan een slachtoffer record gebaseerd op het dossier. De naam begint met GISAI-voor ongevallen uit de periode 1998 tot februari 2004 en I-NET-voor de ongevallen uit 2004-2009 volgend op een wijziging in de database van I-SZW. Dit wordt gevolgd door het dossiernummer en voor additionele slachtoffers een extra code aan het zaak identificatienummer. Op basis van de naam van dit record worden het slachtofferbestand en Storybuilderbestand samengenomen in Storyfilter.
Risk Bow-tie	Wanneer een ongeval gebruikt is in het ORCA risico analyse model werd de toegewezen bow-tie hier gespecificeerd
JaarOngeval	Jaar dat het ongeval plaatsvond
Ind2	2 cijferige BIK (Bedrijfsindeling kamers van Koophandel) or SBI (standaard bedrijfsindeling) industrie code
Ind3	3 cijferige BIK of SBI industrie code
Ind4	4 cijferige BIK of SBI industrie code
Ind5en6	5&6 cijferige BIK of SBI industrie code
Geslacht	Geslacht van slachtoffer
Leeftijd	Leeftijd van slachtoffer
LeeftijdsKlasse10Jaar	Leeftijdscategorie van slachtoffer in 10 jaargroepen
Beroep	Beroep van slachtoffer (vrije tekst)
ArbeidsVerband	Werkcontract type van slachtoffer
Werkomgeving	Werkomgeving zoals gedefinieerd in de Europese ESAW 2001 classificatie
Nationaliteit	Eerste nationaliteit van slachtoffer
Grootteklasse	Grootte van bedrijf

5.3.2 Proces 7. Rapportage

Tabel 10 ICOR model voor proces 7

INPUTS	Database bestand *.sb met nieuwe paden, Storyfilter bestand *.mbd met nieuwe slachtoffer records en paden
OUTPUTS	Analist rapport over nieuwe database
CONTROLE	Project eisen, Kwaliteitscontrole handleiding en checklijst
HULPBRONNEN	Tijd Competent team van analisten Persoon competent met SB3-in-1 (Storyfilter)

Volgens de project vereisten dient er elke keer dat de database vernieuwd wordt er een rapport over worden gemaakt. Dit rapport levert een kwantitatieve beschrijving en uitleg over wat de nieuwe database bevat. Het projectmanagement besluit wat er in het rapport hoort te staan. Een representatieve inhoud is:

- Onderzoeksmethode
    - Ongevalsselectie
    - Methode van onderzoeksanalyse
    - Databases

  - kwaliteitscontrole
- Resultaten
  - Type van ongevallen (bow-ties)
  - Aantal slachtoffers per ongeval
  - Leeftijd, geslacht, nationaliteit van slachtoffer
  - Type van werkcontract
  - Bedrijfsgrootte
  - Sector
  - Beroep
  - Aantal ongevallen per bow-tie
  - Verdere informatie, bijvoorbeeld achterliggende oorzaken.

Deze rapporten zijn opgesomd in bijlage 12. Uit oogpunt van kwaliteitsvereisten moet het rapport bepaalde kwaliteiten bezitten, zoals specificeren welk Storybuilder bestand gebruikt is, en de zekerheid geven dat het absolute aantal is gegeven, naast percentages. Het rapport moet ook accuraat en compleet zijn. De informatie in de rapporten vereist analyse met zowel Storybuilder als Storyfilter.

5.3.3 Proces 8.Kwaliteit

Tabel 11 ICOR model voor proces 8

INPUTS	Slachtoffer bestand *.mdb met nieuwe paden, database bestand *.sb met nieuwe paden, laatste modificatie bestand .xls; Storyfilter bestand SF*.mbd, model, definities, regels (laatste versie)
OUTPUTS	Kwaliteitsrapport over nieuwe database
CONTROLE	Kwaliteitscontrole handleiding en checklijst en eerdere bespreekpunten (issues)
HULPBRONNEN	Tijd SB3-in-1 software (Storyfilter), Storybuilder Software, competente Storybuilder specialist onafhankelijk van data invoer

Er is een kwaliteitscontrolehandleiding ontwikkeld voor het uitvoeren van controles op de database (zie § 5.3.1). Deze handleiding bevat een zelf-checklijst die de analisten zelf moeten invullen voor overdracht aan de externe auditor. De controle kan elke gedetailleerde richting ingaan die de assessor wenst. De persoon die de controle uitvoert moet volledig op de hoogte zijn van de bespreekpunten en wat fout kan gaan bij data invoer en interpretatie en dient subselecties van data te onderzoeken om te bepalen of ze zinvol zijn. Tot het moment van formele overdracht zijn de analisten de eigenaar van het bestand. Eenmaal overgedragen voor de finale controle kunnen er geen wijzigingen meer worden gedaan aan de database. Het resultaat van dit proces is een controlerapport dat naar de analisten en projectmanagement gaat.

5.3.4 Proces 9.Uitvoeren van correcties

Tabel 12 ICOR model voor proces 9

INPUTS	Kwaliteitsrapport over nieuwe database
OUTPUTS	Reactie van analisten op kwaliteitsrapport; model definities en regels, afgestemde updates; gecorrigeerd slachtofferbestand *mdb met nieuwe slachtoffers, gecorrigeerd database bestand *sb met nieuwe paden; updated analyse rapport met nieuwe database
CONTROLE	Besluit/toestemming door projectmanagement
HULPBRONNEN	Competent analyse team, Storybuilder software

Een lijst van geproduceerde QA rapporten is opgenomen in Bijlage 12. De analisten dienen te reageren op punten die in de QA opgeworpen zijn. Dit kan een eenvoudige zaak zijn van het aanbrengen van correcties in de database of een geschil dat opgelost moet worden door het projectmanagement gebaseerd op bijeenkomsten van het analisten-QA team.

Wanneer de correcties eenmaal zijn ingevoerd wordt de nieuwe database de nieuwe template voor invoer van data. Een definitief Storyfilter bestand wordt gemaakt zodat de verbeterde database en Storyfilter bestand matchen. Deze kunnen gebruikt worden voor verder analyse, zoals productie van zogenaamde facts en figures en beantwoorden van ad hoc vragen (zie hoofdstuk 7).

6 Het analyseren van de ongevallen

De arbeidsongevallen zijn in 4 periodes geanalyseerd. Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de selectie van analyseerbare ongevallen voor ieder van deze periodes en de indeling bij een van de 36 modellen. Daarna wordt de analysemethode in stappen beschreven (§6.2) en volgen organisatorische en inhoudelijke aandachtspunten bij de analyse van de ongevallen (§ 6.3 en 6.4) de beheersing van de kwaliteit (§6.5).

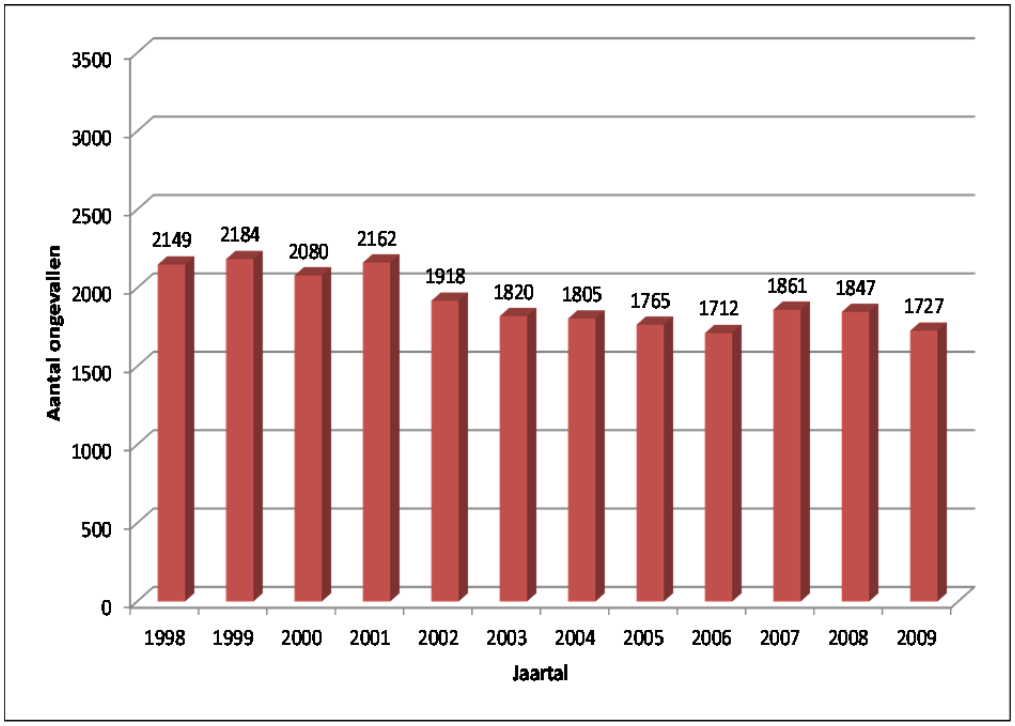
6.1 Uitvoeringsfasen van de analyse

De analyse van de ongevallen zijn ruwweg in 4 fasen geanalyseerd. Zie bijlage 12 voor de rapporten van de analyses en de kwaliteitscontrole.

- Ongevalsjaren 1998-2003: eerste analyses van een beperkt aantal ongevallen (ca. 100 per type ongeval) uitgevoerd in de periode 2005-2007, aanvullende analyses uitgevoerd in de periode 2008-2009.
- Ongevalsjaren 2007-2009: analyses uitgevoerd in 2010-2011.
- Ongevalsjaren 2005 en 2006: analyses uitgevoerd in 2011-2012.
- Ongevalsjaar 2004: analyses uitgevoerd in 2012.

Voor iedere periode zijn alle door de Inspectie SZW onderzochte arbeidsongevallen geselecteerd. Een groot aantal meldingen wordt niet onderzocht, omdat de ongevallen toch niet meldingsplichtig blijken te zijn (slechts lichte gevolgen, geen arbeidsongeval, etc.). Er zitten kleine verschillen in de selectie van de ongevallen van bovenstaande periodes. In de genoemde rapporten staat de precieze selectie beschreven. In totaal zijn dit ruim 23.000 ongevallen.

In onderstaande figuur staat hoeveel ongevallen per jaar geanalyseerd zijn.



Figuur 15. Overzicht aantal geanalyseerde ongevallen per jaar

6.1.1 Fase 1 Selectie ongevallen ongevalsjaren 1998-2003

De analyse van deze ongevallen vond plaats als onderdeel van het project WORM (Ale, 2006; WORM 2009).
De procedures en regels zijn in dit rapport eerder genoemd in de procesbeschrijving in §3.2.
De verantwoordelijkheid voor het verzamelen en analyseren van de data is beschreven in een separaat verantwoordingsdocument (Bloemhoff et al., 2008).
De resultaten van de analyses met de beschreven werkwijze en de onafhankelijke kwaliteitscontrole daarvan zijn te vinden in bijlage 12.

Van de 22892 in deze periode aan de Inspectie SZW gemelde ongevallen zijn er in totaal 12656 ongevallen door de Inspectie SZW onderzocht. De selectie van 12.656 ongevallen, te weten de oorspronkelijke selectie van 12655, plus de later afgesloten zaak van het ongeval met de Amercentrale, vormt het uitgangspunt van de analyse van de ongevallen in dit rapport. De selectie omvat de aan de Inspectie SZW gemelde en de door deze dienst onderzochte arbeidsongevallen in Nederland over een periode van ruim 6 jaar. De ongevallen, waarvan de Inspectie SZW het onderzoek heeft afgesloten in januari en februari 2004 zijn eveneens meegenomen.

Voor het analyseren van ongevallen was er de beschikking over twee informatiebronnen, namelijk het geprepareerde analysebestand en de rapporten van de Inspectie SZW.
De zogenoemde GISAI_12655-database is een Access-database, met de selectie van 12656 door de Inspectie SZW onderzochte ongevallen, met daarin de volgende informatievelden:

- Toedracht ongeval: korte omschrijving van het ongeval, zoals deze is gemeld bij de Inspectie SZW.
- Omschrijving inspectiepunten: de inspectiepunten waarop de inspecteurs zich hebben gericht tijdens het onderzoek. Verder staat in dit veld informatie over het ongeval en of de inspecteur wel of geen rapportage heeft gemaakt.
- Formulierweergave: In dit veld staat informatie over het slachtoffer (geboortedatum, ziekenhuisopname en blijvend letsel), oorzaak ongeval, werkomgeving en arbeidsmiddel. De laatste drie regels zijn ingedeeld in een categorie. In de meeste gevallen staat deze op 'Overige'.
- Overtredingen.
- De hyperlinks om de bijbehorende rapporten te openen.

6.1.2 Fase 2 Selectie ongevallen ongevalsjaren 2007-2009

De analyse is beschreven in een separaat rapport (*VRM10.8038.R01,* zie bijlage 12). Door de Afdeling Informatievoorziening van de Inspectie SZW zijn, met behulp van het programma Cognos, export bestanden gegenereerd van alle meldingen binnen het geautomatiseerde registratiesysteem van de Inspectie SZW: I-NET. Er zijn daarbij twee overzichten gegenereerd. Het eerste bevat algemene informatie over de ongevallen uit de periode 2007-2009 en het tweede bevat slachtoffer specifieke informatie.

Deze twee overzichten zijn samengevoegd tot één analysebestand, met 8728 records (één voor ieder slachtoffer). Per record is de volgende informatie beschikbaar:

- Zaaknummer;
- Slachtoffer-id;
- Geboortedatum;
- Omschrijving nationaliteit;
- Nationaliteit volgens I-NET;
- Jaar van ongeval;
- Meldingsplichtig;
- Dodelijk ongeval;
- Blijvend letsel;

- Ziekenhuisopname;
- Datum ongeval;
- SBI 2008-code (SBI = Standaard Bedrijfs Indeling);
- Grootteklasse van bedrijf;
- Arbeidsverband; en
- Beroep.

In drie stappen is een selectie gemaakt van te analyseren ongevallen.

Stap 1: Selectie meldingsplichtige ongevallen
Eerst zijn alle meldingsplichtige ongevallen geselecteerd, volgens de kolom 'Meldingsplichtig'. Van deze ongevallen is aangenomen, op basis van de werkwijze van de Inspectie SZW, dat deze zijn onderzocht door de Inspectie SZW en dat alleen voor deze ongevallen een boete- of ongevalsrapport beschikbaar is. Om deze aanname te controleren is er een steekproef gehouden uit de lijst met niet-meldingsplichtige ongevallen. Bij deze steekproef zijn 88 niet-meldingsplichtige ongevallen gecontroleerd, en bij geen van deze ongevallen is er een boete- of ongevalsrapport aangetroffen.
Door de selectie in stap 1 bleven er 5878 records over voor nadere analyse (zie *Tabel 1*4). Het aantal ongevallen kan minder zijn omdat er meerdere slachtoffers kunnen zijn per ongeval.

Stap 2: Indelen naar ongevalsscenario's:
De volgende stap is het indelen van de ongevallen in één van de 36 ongevalsscenario's. Tijdens het indelen is het volgende gecontroleerd:
- of ieder slachtoffer daadwerkelijk voorkomt in het boete- of ongevalsrapport;
- of slachtoffers meerdere malen in het basisbestand voorkomen, dat door de Inspectie SZW is aangeleverd;

Naar aanleiding van deze stap zijn 144 records verwijderd, waarbij sprake was van één van bovenstaande controlepunten. Door deze stap bleven er 5.734 records over.

Stap 3: Niet onderzochte ongevallen
Tijdens het analyseren van de overgebleven 5.734 records zijn er 322 niet geanalyseerd, omdat daar geen boete- of ongevalsrapport van beschikbaar was. Tabel 13 geeft de redenen.

Tabel 13 Overzicht redenen van niet-geanalyseerde ongevallen

Reden	Aantal records
Ongelukkige samenloop van omstandigheden	60
Geen onderzoek naar aanleiding van bevindingen van (verlengde) intake	54
Geen arbeidsongeval	34
Geen medewerking/geen reactie van slachtoffer of betrokkene	25
Niet meldingsplichtig	25
Onderzoek niet meer mogelijk (te laat gemeld/situatie veranderd)	23
Medische oorzaak	12
Overgedragen aan andere handhavende instanties	11
ZZP'er	8
Overige reden	45
Onbekend	25
Eindtotaal	*322*

Deze tabel laat zien dat er 60x sprake is van een ongelukkige samenloop van omstandigheden, waardoor de inspecteur geen verder onderzoek uitvoert. In de periode hiervoor (2005 – 2006) hebben de inspecteurs deze reden weinig genoemd, waardoor deze onder de categorie 'overige reden' viel.

In *Tabel 1*4 staat een overzicht met het aantal overblijvende records na iedere selectiestap. Ieder record staat voor één slachtoffer.

Tabel 14 Overzicht van het overblijvende aantal records per selectie stap

		Aantal records
	Export van inspectie SZW uit I-Net over de jaren 2007-2009	8728
Stap 1	Selectie meldingsplichtige ongevallen	5878
Stap 2	Indelen naar ongevalsscenario's	5734
Stap 3	Niet onderzochte meldingsplichtige ongevallen	5412
	Totaal aantal records	5412

6.1.3 Fase 3 Selectie ongevallen ongevalsjaren 2005-2006

De analyse van de ongevalsjaren 2005 en 2006 is beschreven in een separaat rapport (*VRM11.8049.R01),* net als de externe kwaliteitscontrole (zie bijlage 12*)*. Vervolgens is een uitgebreid groeirapport gemaakt van de analyses tot dan toe (*VRM11.8049.R02)*.

Door de Afdeling Informatievoorziening van de Inspectie SZW is, met behulp van het programma Cognos, een export bestand gegenereerd van alle meldingen binnen het geautomatiseerde registratiesysteem van de Inspectie SZW: I-Net. Dit overzicht bevat algemene informatie over de ongevallen over de periode 2005-2006. In totaal bevat deze export 4274 ongevallen uit 2005-2006. Per ongevalsrecord is de volgende informatie beschikbaar:

- Zaaknummer;
- Jaar van ongeval;
- Meldingsplichtig;
- Dodelijk ongeval;
- Blijvend letsel;
- Ziekenhuisopname;
- Datum ongeval;
- SBI 2008-code (SBI = Standaard Bedrijfs Indeling);
- Grootteklasse van bedrijf.

Hier is in twee stappen gekomen tot een selectie van analyseerbare ongevallen.

Stap 1: Selectie meldingsplichtige ongevallen
Eerst zijn alle meldingsplichtige ongevallen geselecteerd. Van deze ongevallen is aangenomen, op basis van de werkwijze van de Inspectie SZW, dat deze zijn onderzocht door de Inspectie SZW en dat voor de overige ongevallen geen boete- of ongevalsrapport beschikbaar is.
Door de selectie in stap 1 bleven er 3.669 ongevallen over voor nadere analyse. (Zie *Tabel 1*6).

Stap 2: Indelen naar ongevalsscenario's:
De volgende stap is het indelen van de ongevallen in één van de 36 ongevalsscenario's. Tijdens het indelen naar deze scenario's zijn er 146 ongevallen geclassificeerd als *niet analyseerbaar*. Bij deze ongevallen is er geen boete- of ongevalsrapport beschikbaar en daardoor is het niet mogelijk om een goede analyse te maken van het ongeval.

De redenen van de niet-geanalyseerde ongevallen staan in *Tabel 1*5. Deze redenen zijn gebaseerd op informatie uit I-Net.

Tabel 15 Overzicht redenen van niet-geanalyseerde ongevallen

Reden	Aantal records
Niet meldingsplichtig naar aanleiding van onderzoek	21
Geen onderzoek naar aanleiding van bevindingen van (verlengde) intake	16
Geen arbeidsongeval	14
Geen medewerking/ geen reactie van slachtoffer of betrokkene	8
Overgedragen aan andere handhavende instanties	8
Onderzoek niet meer mogelijk (te laat gemeld/situatie veranderd)	7
Arbeidsomstandighedenwet niet van toepassing/overtreden	7
Geen informatie over ongeval	5
Medische oorzaak	3
ZZP'er	3
Overige reden	37
Onbekend	17
Eindtotaal	146

In *Tabel 1*6 staat een overzicht van het aantal overblijvende ongevallen na iedere selectiestap.

Tabel 16 Overzicht van het overblijvende aantal ongevallen per selectie stap

		Aantal ongevallen
	Export van Inspectie SZW uit I-Net over de jaren 2005-2006	4274
Stap 1	Selectie meldingsplichtige ongevallen	3669
Stap 2	Indelen naar ongevalsscenario's	3523
	Totaal aantal ongevallen	*3523*

Van deze 3523 ongevallen zijn er 78 die niet hebben plaatsgevonden in 2005 – 2006. In dit rapport worden alleen de geanalyseerde ongevallen gebruikt, die hebben plaatsgevonden in deze periode. Zo komt het aantal ongevallen voor de analyse van de periode 2005 – 2006 op 3445[11].

6.1.4 Fase 4 Selectie ongevallen ongevalsjaar 2004

De analyse van deze ongevallen vond plaats in analogie van de vorige fase, en is beschreven in een rapport (*VRM12.00208)*, de rapportage van de externe kwaliteitscontrole is in een apart rapport beschreven, zie bijlage 12.

Ter extra controle, en ook om te zien of er in de loop der jaren alsnog zaken waren afgesloten die nog niet waren geanalyseerd, werd een selectie gemaakt van alle zaken vanaf 2004, waarbij een eerste actie door de Inspectie SZW was ondernomen. Deze zaken werden alsnog geopend en bekeken op de aanwezigheid van een onderzoeksrapport. Daarbij bleken er nog een 30-tal zaken extra te kunnen worden toegevoegd aan de Storybuilder analyse,

[11] In figuur 15 staan 1765+1712=3477 ongevallen voor 2005-2006. Dit verschil wordt veroorzaakt omdat uit later onderzoek bleek dat een aantal niet-meldingsplichtige ongevallen toch meldingsplichtig bleken te zijn en verder in de analyse werden opgenomen.

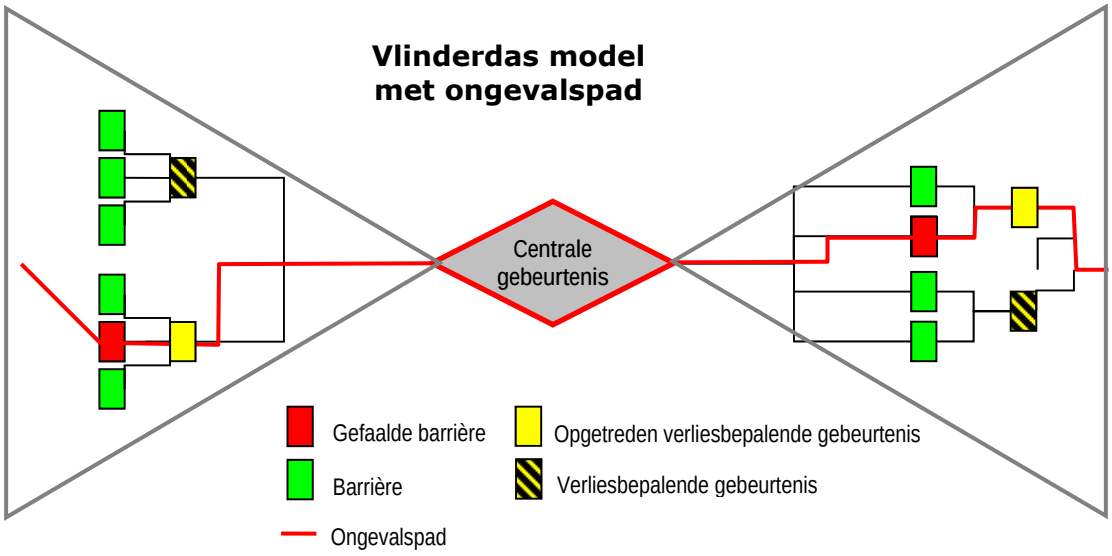
waarmee het totaal aantal geanalyseerde zaken van 1998-2009 komt op 23.030.

6.1.5 *Indeling naar type ongeval*

Nadat zaken waren geselecteerd, werden ze ingedeeld naar type ongeval. Helaas bleek de korte toedrachtbeschrijving in GISAI/ I-Net onvoldoende betrouwbaar en volledig om dit te kunnen doen, en moesten de onderliggende onderzoeksrapporten één voor één worden geopend. Op basis van een eerste snelle lezing, werd iedere zaak ingedeeld naar type ongeval. Bepalend daarbij was de omschrijving van de centrale gebeurtenissen. In de onderzoeksdatabase geeft de analist het type ongeval aan. Bij twijfel wordt dit aangegeven en onderling besproken. Bij de uiteindelijke analyse wordt de indeling gecontroleerd en waar nodig alsnog aangepast.

6.2 Methode

Individuele ongevallen zijn als pad grafisch weergegeven in de ongevalsscenario's in Storybuilder.
Zo zijn uiteindelijk alle door de Inspectie SZW onderzochte ongevallen op uniforme wijze in de database vastgelegd. Figuur 16 geeft het vlinderdasmodel weer met een ongevalspad (de rode lijn). De ongevalspaden van alle geanalyseerde ongevallen samen vormen patronen, die als basis dienen voor het maken van trendanalyses (zie hiervoor hoofdstuk 7).



Figuur 16. Weergave vlinderdasmodel met ongevalspad

De analist begint met het lezen van het rapport dat de inspecteur heeft geschreven. De analist voert het pad in in het model door vanaf de centrale gebeurtenis naar links te gaan (naar de oorzaken) en vervolgens vanaf de centrale gebeurtenis naar rechts te gaan (naar de gevolgen, zoals het type letsel).

De Storybuilder Gebruikershandleiding (hoofdstuk Ongevalsanalyse), beschikbaar via de RIVM website, beschrijft stap voor stap met veel afbeeldingen hoe de analist de ongevalsinformatie invoert in Storybuilder. Een korte beschrijving volgt hier. Het causale pad door het vlinderdasmodel krijgt vorm in 6 stappen:

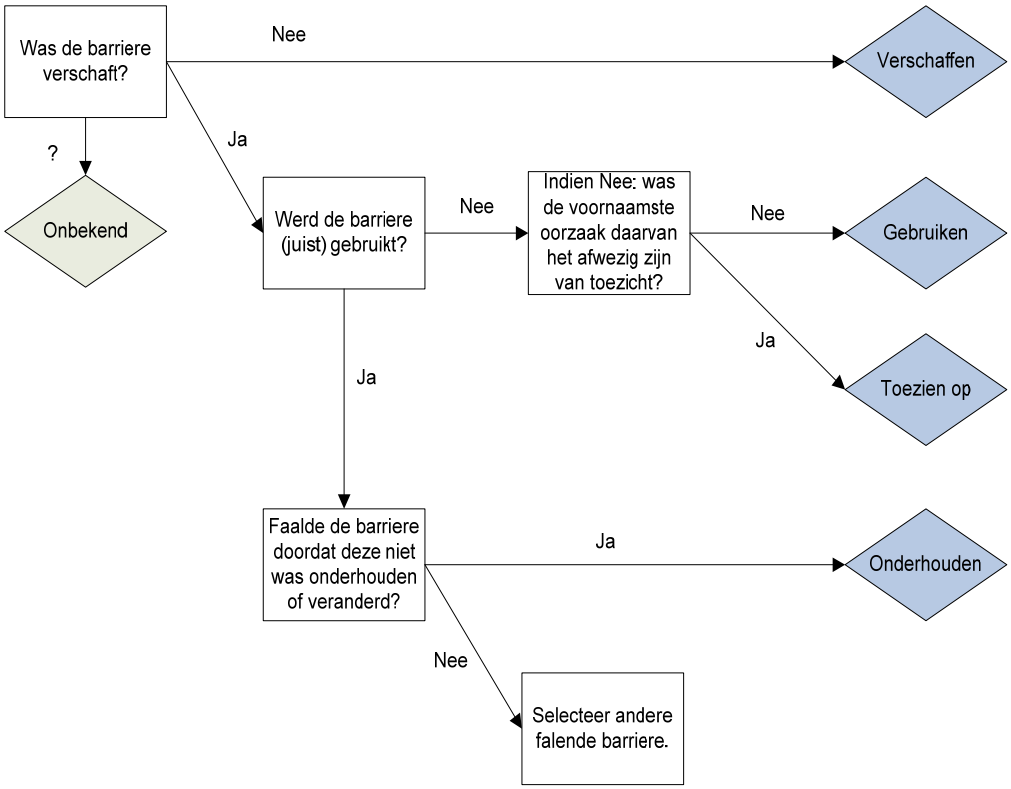
1. Bepaal de bow-tie. De gebruiker kiest het vlinderdasmodel dat het ongevalsscenario het beste beschrijft (de centrale gebeurtenis, zie bijlage 8).

2. Welke gebeurtenissen waren bepalend voor het optreden van de centrale gebeurtenis? Dit zijn de directe oorzaken van het ongeval (de verliesbepalende gebeurtenissen).

3. Welke barrière faalde, waardoor de directe oorzaak kon plaatsvinden en zo ook de centrale gebeurtenis? Een verliesbepalende gebeurtenis geeft het falen van een barrière aan. Een brekende ladder betekent dat de sterkte van de ladder faalde. Geef hierbij ook de incident factoren aan.

4. Hoe is het gebeurd? Hoe kwam het dat de barrière faalde?
a) Was de barrière niet verschaft door de organisatie?
b) Was de barrière niet gebruikt door de werknemer?
c) Was de barrière niet geïnspecteerd en onderhouden door de organisatie?
d) Hield de organisatie onvoldoende toezicht op het gebruik van de barrière?
Deze taken zijn noodzakelijk om een barrière in stand te houden (zie bijlage 7). Kies per barrière de belangrijkste taak.

Een belangrijk beslisschema voor de keuze van de falende taak per barrière wordt in onderstaande figuur weergegeven. Zie ook de betreffende rapportage (WORM, 2009).



Figuur 17. Beslisschema falende taak

5. Waarom is het gebeurd? Wat zijn de achterliggende oorzaken: hoe kon de taak falen (zie de beschrijving van de management factoren in bijlage 6)? Welke onderliggende management systemen om de barrières te controleren faalden? Welke middelen, motieven en randvoorwaarden ontbraken? Er is een keuze uit de volgende categorieën (maximaal 3):
   a) Plannen en procedures
   b) Beschikbaarheid van mensen
   c) Competentie
   d) Communicatie en samenwerking
   e) Motivatie en alertheid
   f) Tegenstrijdige belangen
   g) Ergonomie
   h) Materieel (gereedschap en onderdelen)

6. Wat zijn de gevolgen voor het slachtoffer?

a) Welke dosis bepalende factoren speelden een rol?
b) Welk letsel aan welk lichaamsdeel?
c) Is het slachtoffer opgenomen in het ziekenhuis?
d) Is het slachtoffer overleden, was er blijvend of herstelbaar letsel?
e) Hoe lang was het slachtoffer afwezig van het werk (verzuim)?

In onderstaande tabel is indicatief aangegeven welke specifieke informatie gebruikt is om een bepaald deel van een ongevalspad met Storybuilder in te kunnen voeren.

Tabel 17 Relatie tussen de informatie uit de ongevalsrapporten en de modelonderdelen

Informatiebron	**Informatieveld**	**Onderdeel Storybuilder model (Boxcode,** zie ook bijlage 9**)**
GISAI_12655	Toedracht ongeval	CE
	Formulierweergave	HOSP, FOD/FOI/FOP
	Overtredingen	REG
Rapport inspectie SZW (ongevals- / boeterapport)	Voorblad	CE REG INJ INJP/INJT HOSP FOD/FOI/FOP
	Locatie	GEN
	Arbeidsverband	GEN
	Waarnemingen	GEN ET DDF
	Bevindingen	A PSB BFM IF DS/T LCE REG
	Verklaring van verdachte	A GEN
	Getuigenverklaringen/ Slachtofferverklaring	BFM DS/T BFM INJP/INJT HOSP FOI/FOP ABS

6.3 Organisatorische aandachtspunten bij de analyse

Opleiding en ervaring
Op basis van de uitgevoerde analyses is gebleken hoe de ongevallen het beste ingevoerd kunnen worden. Het is nuttig dat analisten een Hogere Veiligheids Kundige (HVK) opleiding, of een vergelijkbare veiligheidskundige opleiding gedaan hebben, en ervaring hebben opgedaan in de industrie. Dit zorgt voor de benodigde veiligheidskundige en praktische achtergrond, zodat de analisten weten hoe een ongevalsanalyse uitgevoerd dient te worden. Gedurende de eerste jaren was dit niet altijd het geval. De analisten hadden een academische achtergrond, omdat sterke analytische vaardigheden nodig zijn om de abstracte scenariomodellen te begrijpen en de teksten in de ongevalsrapporten te vertalen naar de ongevalspaden in Storybuilder.

Invoeren
De ongevallen in de database zijn eerst ingedeeld in een van de 36 modellen. Vervolgens kan een van de analisten met een model aan de slag. Gemiddeld zijn er jaarlijks bijna 2.000 arbeidsongevallen, die geanalyseerd kunnen worden (23.030 ongevallen van 1998 tot en met 2009). De ongevalsrapporten verschillen in omvang van enkele pagina's tot enkele tientallen pagina's.
De analist begint met de analyse en registratie van de gegevens in de ongevals- / boeterapporten. Als de analist nieuwe factoren tegenkomt, die niet in de modellen staan, wordt daarvan een aantekening gemaakt. De factoren zijn periodiek onderling besproken en werden dan toegevoegd aan de modellen.
Na het uitvoeren van ruim 23.000 ongevalsanalyses blijkt dat, gemiddeld over alle analisten, een geoefende analist 10-11 ongevallen per dag kan analyseren. Voor kwaliteitscontrole is 25-30% van de tijd nodig.

Groepsboxen
Omdat alles handmatig ingevoerd wordt zijn de ingevoerde gegevens regelmatig gecontroleerd. Omdat er geen automatische controle is, en alles handmatig moet worden gecontroleerd, is moeilijk te vermijden dat de paden niet altijd door de zogenaamde groepsboxen gaan. Deze onderdelen dienen als ankerpunt in de grafische interface, en hebben op zich geen eigen betekenis. Paden met ontbrekende groepsboxen kwamen bij de controles naar boven, sommige zijn echter pas bij de trendanalyses aan het licht gekomen na controle van de totalen.

Afstemmen
Verschillende analisten voerden tegelijk de analyses uit, om een goede kwaliteit van de analyses te bevorderen. Zo konden zij elkaar wijzen op de definities en afspraken, overleggen over grensgevallen en elkaar scherp houden. Afstemming van de werkzaamheden voor een uniforme werkwijze is in de fase van scenario ontwikkeling al veel gebeurd, maar is ook nu noodzakelijk. De analisten hebben dagelijks overlegd om bij twijfel keuzes op elkaar af te stemmen. Deze keuzes gaan voornamelijk over barrièretaken en achterliggende managementfactoren. Dit is interpreteren wat de inspecteur heeft gezegd, maar ook overleggen of een barrière faalde door bijvoorbeeld onvoldoende motivatie, competentie of communicatie. Door te bespreken waar de grenzen liggen van de management factoren is gezorgd dat iedere analist daar op dezelfde manier mee omgaat.

6.4 Inhoudelijke aandachtspunten bij de analyse

Veel inhoudelijke punten zijn al bij het maken van de ongevalsmodellen naar voren gekomen (§ 3.4). Bij het analyseren van grote aantallen ongevallen zijn onderstaande aandachtspunten naar voren gekomen.

Uniformiteit modellen
Er zijn 36 modellen. Het ene model is heel concreet en daardoor eenvoudig (denk aan een val van een ladder). Het andere is veel complexer en daardoor gedetailleerder (denk aan het vrijkomen van een gevaarlijke stof).

Voor de ongevallen vanaf 2004 zijn ook slachtofferinformatie, zoals nationaliteit en beheersing van de taal meegenomen in de analyse. Ook werd ongevalslocatie separaat aangegeven t.b.v. Eurostat en werden reeds door de inspecteur ingevulde gegevens zoals leeftijd, beroep en nationaliteit gecontroleerd en geregistreerd. Daarnaast werd een analyse op menselijke "gebruiks"-fouten opgenomen in de analyse. Deze informatie ontbreekt dus bij de ongevallen van voor 2004.

De modellen zijn geëvolueerd in de tijd. Door voortschrijdend inzicht zijn tussentijds wijzigingen aangebracht. Soms moesten de bestaande ongevalspaden aangepast worden. Dat betekent dat de ongevalsrapporten opnieuw gelezen moesten worden. Vanwege een beperking aan de tijd en het beschikbare budget voor deze onderhoudswerkzaamheden zijn niet bij iedere wijziging in een model alle ongevalsrapporten van de paden die het aangaat opnieuw gelezen.

Omdraaien in het hoofd
De analist gaat van centrale gebeurtenis, naar verliesbepalende gebeurtenis, naar falende barrière(s). En per falende barrière vervolgens naar de falende taak en dan pas naar de achterliggende management factoren. Taalkundig laten deze laatste twee zich makkelijk verwisselen. Bijvoorbeeld het niet verschaffen van competentie klinkt logisch, maar als het om een gebruikersfout gaat, dan is de falende taak "gebruiken" en niet "verschaffen". Het gaat dan om het onvoldoende gebruiken van de barrière.

Engels en Nederlands
De database is oorspronkelijk in het Engels, en later tweetalig opgezet. Door de historie van het ontstaan van de modellen, kunnen er verschillen zijn tussen de vertalingen, met name bij de gedetailleerde omschrijvingen. Door de diverse kwaliteitsslagen worden deze verschillen langzaam minder.

Iedere omschrijving is een interpretatie van de werkelijkheid. Sommige dingen zijn lastig in taal eenduidig te verwoorden (onafhankelijk van of het Engels of Nederlands was). Gaandeweg zijn benamingen en omschrijvingen aangepast. Tijdens analyses bleek dan dat een bepaalde barrière van toepassing was op een nieuw incident, maar dat deze voor dat specifieke incident iets anders geformuleerd zou moeten zijn.
Bij iedere wijziging in de omschrijving van een onderdeel van het model, hoe klein ook, bestaat het risico dat reeds geanalyseerde ongevallen een net iets andere betekenis krijgt. Bij opdeling van een barrière moet in ieder geval terug worden gegaan naar reeds geanalyseerde ongevallen. Maar bij kleinere aanpassingen werd steeds een afweging gemaakt of dit al dan niet noodzakelijk was.

Objecten en Arbeidsmiddelen
Zie hiertoe wat gezegd is onder § 3.4. bij *classificatie* over de Eurostat categorisering. Mede voor de herbouw van Storybuilder en de conversie vanuit Enquido[12] zal een uniformeringsslag nodig zijn.
De Inspectie SZW heeft in het bestaande enquête tool Enquido een vragenlijst toegevoegd om de belangrijkste gegevens van het ongeval te registreren. Deze vragenlijst is gebaseerd op Storybuilder, waardoor de antwoorden eenvoudig in Storybuilder overgenomen kunnen worden.

Totalen
Alle geanalyseerde ongevallen zijn nu als ongevalspaden vastgelegd in de Storybuilder database. Privacy gevoelige informatie, zoals slachtoffer gegevens zijn in een apart bestand (de zogenaamde 'victims file') geregistreerd ten behoeve van nadere analyse in Storyfilter.
Van iedere analyseperiode is een rapportage gemaakt, zoals eerder genoemd.

6.5 Kwaliteitscontrole analyses

Om de kwaliteit van de analyses te bewaken is er zowel een intern als extern kwaliteitscontrole-proces opgezet. Het interne proces is uitgevoerd door de projectleider van RPS en ervaren analisten. Het externe proces is uitgevoerd door het bureau White Queen, conform de kwaliteitscontrole handleiding (zie hoofdstuk 5). De resultaten staan in rapporten (zie bijlage 12). Tussendoor vindt informeel overleg plaats ten aanzien van o.a. aanpassingen in het model, gedocumenteerd in lijsten met issues, aanpassingen in de modellen evenals verslagen van separate bijeenkomsten.

Enkele punten ten aanzien van de borging van de interne kwaliteit:

- Het Storybuilderbestand waar alle scenariomodellen en alle ongevalspaden in zitten (het Storybuilder moeder database bestand) wordt de superfile genoemd. Elke analist werkt met een werkkopie van de superfile. De werkkopie is leeg gemaakt, en bevat in eerste instantie nog geen ongevallen. In de werkkopie worden nieuwe ongevallen geanalyseerd. Periodiek worden de verschillende werkkopieën samengevoegd tot een nieuwe superfile. De toename in het aantal paden wordt gecontroleerd met het totaal aantal paden van de werkkopieën, om te kijken of er geen paden verloren zijn gegaan.

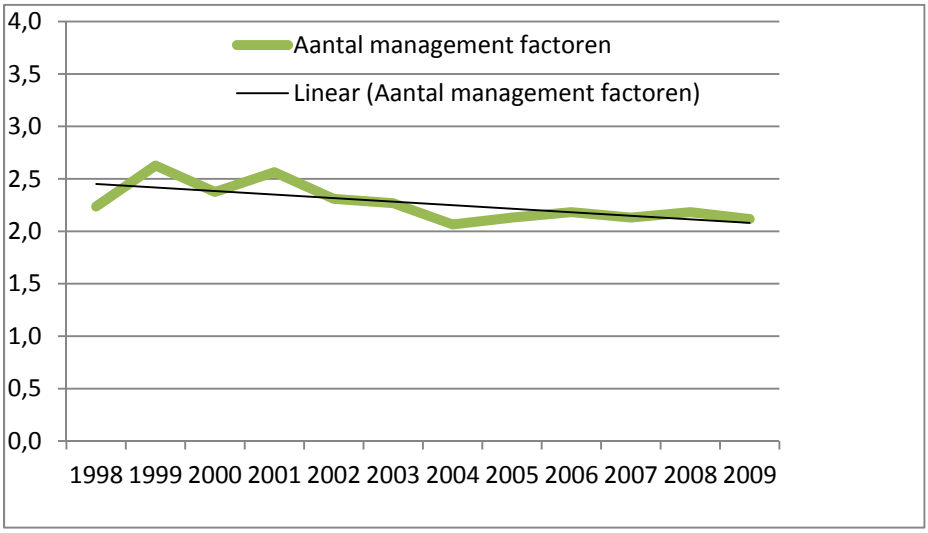
Het samenvoegen van de werkkopieën is een handmatig proces in MS Access. Daarbij worden de zaken als rijen in de tabel "boxPaths" (zie bijlage 16) in de Storybuilder database gekopieerd, waarbij voor zaken met meerdere slachtoffers de referentie naar de "parent" handmatig moet worden ingevoerd, omdat deze verwijzing afhankelijk is van z.g. "autonummering".

- Periodiek wordt de analysedatabase (zie §4.5) vergeleken met de superfile. De analysedatabase bevat alle gegevens, die de Inspectie SZW heeft aangeleverd voor de analyses (het basisbestand), aangevuld met informatie uit de analyse zelf. Hierbij wordt gecontroleerd of alle, als geanalyseerd aangevinkte, ongevallen daadwerkelijk voorkomen in de superfile. Tevens wordt er bij deze controle gekeken of er ongevallen zijn die wel in de superfile staan, maar niet als geanalyseerd staan aangevinkt.
- Wijzigingen aan de ongevalsmodellen worden bijgehouden in de 'Modifications'-file. Als de werkkopieën worden samengevoegd worden ook meteen deze wijzigingen verwerkt. Indien er nieuwe informatie is toegevoegd, kan dit geen betrekking hebben op eerdere analyses. Het gaat hier met name om detailinformatie. De hoofdlijnen van de structuur (verliesbepalende gebeurtenissen, barrières, taken en management

[12] Enquido is de enquête tool van de Inspectie SZW die wordt gebruikt voor monitoring en onderzoek en tevens is gekoppeld aan het registratie en werkprocessysteem I-NET.

factoren) zijn om redenen van vergelijkbaarheid met eerdere analyses niet aangepast. Wijzigingen zijn bijvoorbeeld:
    - het corrigeren van informatie die dubbel in een model staat
    - zorgen dat alle informatie consistent is
    - zorgen dat alle informatie leidt tot betrouwbare resultaten. De omschrijvingen in de boxen kunnen onduidelijkheid geven als ze niet specifiek genoeg zijn.
    - het toevoegen van extra informatie aan het model. Bijvoorbeeld een toelichting bij een betekenis van een incident factor.
- Voordat nieuwe analisten zelfstandig ongevallen konden gaan analyseren, hebben ze instructie gekregen over de Storybuildermethodiek. Vervolgens analyseerden ze samen met een ervaren analist gedurende één tot twee weken, zodat de wijze van analyseren geleerd is en veelvoorkomende vragen beantwoord zijn. Tot slot zijn analyses van nieuwe analisten steekproefsgewijs gecontroleerd.
- Als alle ongevallen zijn geanalyseerd worden alle ongevalspaden gecontroleerd op volledigheid en correctheid. Bij deze controle wordt gekeken
    - of het gehele model is doorlopen
    - of er bij een barrière niet meerdere barrièretaken zijn aangeklikt
    - of dominopaden stoppen bij een domino-groepbox
    - of dodelijke ongevallen stoppen bij de consequentie-groepsbox.
- Er is een tool ontwikkeld om de verschillende versies van de Storybuilder files met elkaar te kunnen vergelijken. Alle veranderingen worden door de externe auditor (externe kwaliteitscontrole functionaris) gecontroleerd.

Er is naar gestreefd alle analyses op dezelfde manier uit te voeren, zodat de verschillen over de jaren heen klein zijn. Een van de afspraken is dat er maximaal 3 management factoren per
barrière geselecteerd mogen worden. Uit een controle van het aantal geselecteerde management factoren per barrière volgt onderstaande grafiek, figuur 17. Daarin is te zien dat het gemiddelde aantal management factoren per pad per jaar slechts licht afneemt.



Figuur 17. Aantal geselecteerde management factoren per pad per jaar

7 Toepassen van de Storybuilder database

In de vorige hoofdstukken is beschreven hoe 36 scenariomodellen tot stand gekomen zijn, welke data gebruikt zijn en hoe de gegevens van 23.030 ernstige arbeidsongevallen geanalyseerd zijn en in Storybuilder zijn weergegeven. De aldus ontstane database bevat een schat aan gegevens over ernstige arbeidsongevallen in Nederland. Met de informatie over de oorzaken van deze ongevallen is een krachtig wapen beschikbaar om te kunnen leren van ongevallen en zo arbeidsongevallen verder terug te dringen.

Het bijzondere aan deze dataset is onder andere:
- De omvang: het gaat om een grote hoeveelheid ongevallen gedurende een periode van 12 jaar.
- De analyses zijn gebaseerd op de onafhankelijke onderzoeksrapporten van de inspecteurs.
- Het detailniveau: de ongevallen zijn tot op een zeer gedetailleerd niveau geanalyseerd.
- De database is gebaseerd op uitgebreide causale analyses van de oorzaken en achterliggende oorzaken van ongevallen.
- De toegepaste Storybuilder analysemethodiek (Bellamy et al 2007) is gebaseerd op meerdere onderliggende modellen en methoden, gebaseerd op onderbouwde wetenschappelijke inzichten. De Storybuilder methode omvat onder meer de volgende modellen:
    - De bow-tie (hoofdstuk 2)
    - Het Domino-model (Heinrinch et al, 1931)
    - Het barrière model (bijlage 6)
    - Secundaire management processen: barrière taken (bijlage 5)
    - Tertiaire management processen: management factoren (Bellamy et al, 1998, bijlage 5)
- De geanonimiseerde data zijn vrij beschikbaar. Om meer bekendheid te geven aan de uniekheid van de database zijn presentaties op congressen gegeven, zijn wetenschappelijke publicaties verschenen (zie bijlage 17) en wordt via de website van het RIVM (*http://www.rivm.nl*, onder het onderwerpen Storybuilder*)* informatie gegeven. Ook kan men via deze website de software en de bijbehorende geanonimiseerde ongevallendatabase aanvragen.

In dit hoofdstuk worden enkele toepassingen besproken.

7.1 Huidige toepassingen Storybuilder database

Rapporten uit de diverse uitvoeringsfasen van ongevalsanalyse
Van ieder van de vier analysefasen is een rapport opgesteld, en over het totaal van de eerste drie fasen is een groeirapport verschenen met gedetailleerde resultaten (zie § 6.1 Uitvoeringsfasen van de analyse). Eind 2012 is een apart trendanalyserapport verschenen van een externe partij (RIGO, 2012).

Facts & figures
In 2006 en daarna opnieuw in 2012 zijn per type ongeval beknopte factheets opgesteld. Deze bestaat uit 3 pagina's, met daarin de gevolgen, ongevallen piramide, activiteiten, arbeidsmiddel, falende barrières, belangrijkste taken en

management factoren. De factsheets kunnen inmiddels ook worden gegenereerd met het prototype van het door RIVM herbouwde Storybuilder.

Beleidsondersteuning
Door het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid werden op basis van Kamervragen, beleidsvragen, of vragen vanuit de inspectie, het bedrijfsleven/ brancheverenigingen of anderszins, regelmatig vragen gesteld over ongevallen. Deze ad hoc vragen werden op ad hoc basis beantwoord. Kenmerkend was de korte responstijd (van enkele dagen tot een week). De analyses werden uitgevoerd op de database in ontwikkeling, steeds op basis van de op dat moment meest recente versie.
Zo werden er onder andere vragen gesteld over ongevallen met producten (steigers, liften), of bepaalde typen ongevallen (agressie). Separate analyses zijn uitgevoerd om te kijken naar de relatie tussen de oorzaken van ongevallen, de relatie met de bepalingen in de wet- en regelgeving, de naleving daarvan en de handhaving door de inspectie.
Recentelijk is onderzoek uitgevoerd naar een mogelijke relatie tussen nationaliteit van het slachtoffer en de kans op een ongeval.

Sector analyses
Daarnaast zijn analyses uitgevoerd van de diverse bedrijfssectoren. Deze analyses zijn uitgevoerd om aanknopingspunten te hebben voor maatregelen, om ongevallen in de toekomst te voorkomen, als ondersteuning voor het bepalen van prioriteiten in een inspectie-strategie, of als handreiking bij een inspectie met de op basis van de analyse opgestelde inspectielijsten met relevante aandachtspunten.

De eerste analyses ontstonden op ad hoc basis, en later meer op basis van een structurele vraag naar cijfers van arbeidsongevallen in de prioritaire sectoren van de Inspectie SZW. De latere sectoranalyses werden dan ook in overleg met de afdeling Strategie en Analyse van de Inspectie afgestemd en gecontroleerd, en inmiddels is er een vast format afgesproken voor het opstellen van sectoranalyses.

De volgende variabelen zijn o.a. opgenomen in de analyses:

- Aantal ongevallen: trends, overtredingen van wet- en regelgeving, verdeling naar sub-sectoren
- Aantal slachtoffers: leeftijd, geslacht, ernst letsel, type letsel, lichaamsdeel, ziekenhuisopname, arbeidsrelatie, beroep, nationaliteit.
- Detailanalyses van de belangrijkste typen ongevallen met de gefaalde barrières, achterliggende oorzaken per ongevaltype (taken en management factoren), relatie met uitgevoerde activiteiten en gebruikte arbeidsmiddelen.
- Lijsten met relevant geachte inspectiepunten.

De analyses variëren in type vraag en detailniveau. Een veel voorkomende vraag is welke kritieke factoren hebben gefaald in een bepaalde sector, zoals de bouw of de papier en kartonindustrie.
De Storybuilder analyses bevatten informatie van falende directe oorzaken (als de falende barrières), en zijn daarmee een goed uitgangspunt voor een op risico’s gebaseerde inspectie. Door een analyse uit te voeren op de falende directe oorzaken is een lijst te maken van punten waarop geïnspecteerd kan worden. Dit kan zich bijvoorbeeld richten op een bepaalde sector, product of type ongeval.

Alle uitgevoerde sector en ad hoc analyses staan vermeld in bijlage 18. De meeste hiervan zijn opgenomen op de RIVM website.

Toepassing in het bedrijfsleven
Storybuilder werd door de bouwbranche zo belangrijk gevonden, dat er een instrument Storybuilder bouw is ontwikkeld. Voor Stichting Arbouw werd een instrument ontwikkeld om ongevallen bij bouwbedrijven door hen zelf te kunnen laten melden en te analyseren. De bouwbedrijven registreren de ongevallen die in hun eigen organisatie gebeuren. Stichting Arbouw biedt het instrument aan voor de bij hun aangesloten bedrijven, middels de website www.bouwongeval.nl, waarmee bouwbedrijven hun ongevallen centraal kunnen melden. De complexiteit van Storybuilder is daarbij voor de gebruiker onmerkbaar, want de melder wordt met gerichte vragen naar de oorzaken van het ongeval geleid, zonder dat de modellen die de vragen sturen, zichtbaar worden. Dat maakt invoeren van ongevallen eenvoudig, terwijl de benodigde diepgang gewaarborgd blijft.
De website is eind 2012 van start gegaan, en biedt bedrijven tevens een platform voor het uitwisselen van maatregelen, specifiek gericht op de oorzaken van ongevallen. Een dergelijk instrument kan ook voor andere sectoren ontwikkeld worden.

Voor de sector metaal zijn specifieke Storybuilderanalyses uitgevoerd, om te onderzoeken welke verschillen er zijn bij het ontstaan van ongevallen tussen flexwerkers en vaste werknemers, jongeren en ouderen. Verbeterprogramma's kunnen daarmee effectiever worden opgesteld.

Voor de stichting Veilige haven is onderzocht welke ongevallen in havens voorkomen en welke oorzaken daarbij werden gevonden. Storybuilder is eveneens toegepast in de zorg op het gebied van patiëntveiligheid.

RIVM herbouwt momenteel Storybuilder, waarbij het instrument wordt omgebouwd tot een gebruikersvriendelijke, multi-user en web-based instrument. Als dit klaar is, zal het makkelijker voor individuele gebruikers en bedrijven worden om Storybuilder te gebruiken.

Trainingen en opleidingen
Door het geven van trainingen en workshops is de Storybuilder methode verder ondersteund. Binnen de opleiding Master of Public Safety van Toptech neemt ongevalsanalyse met Storybuilder sinds twee jaar een vaste plek in. Vanaf 2013 komt daar bij de opleiding Master of Safety Health & Environment (Moshe). Voor de Haagse Hogeschool is Storybuilder onderdeel geweest bij de opleidingen Basis Risico management, Register Risicomanagement en Master of Risk Management. Voor het werken met Storybuilder is door de Stichting PHOV een driedaagse cursus Storybuilder opgezet.

WebOrca
De gegevens en de modellen van Storybuilder hebben als basis gediend voor het Risicomodel voor arbeidsveiligheid (ORCA), welke momenteel via de website www.weborca.nl beschikbaar is.

Buitenland
De inspectie in het Verenigd Koninkrijk (Health & Safety Executive) is bij de ontwikkeling van Storybuilder vanaf het begin betrokken geweest. Na een uitgebreid onderzoek (Lisbona & Wardman, 2010) naar de geschiktheid van

Storybuilder voor het gebruik van de analyse van majeure ongevallen, wordt Storybuilder ook in het Verenigd Koninkrijk toegepast. Momenteel wordt de methodiek samen met de HSE gebruikt voor het verzamelen van casuïstiek voor het onderbouwen van faalfrequenties van installatieonderdelen. De relevantie daarvan is gerelateerd aan het gebruik van faalfrequenties voor het bepalen van risicocontouren met QRA's (kwantitatieve risico analyses), welke een belangrijke rol speelt bij de ruimtelijke ordening in Nederland.
Interesse is verder getoond vanuit België (workshop met betrokken partijen en de inspectie), Denemarken (onder meer als toepassing bij het terugdringen van ongevallen in het midden en kleinbedrijf), Oostenrijk (arbeidsinspectie), Griekenland (diverse onderzoeken en publicaties) en in Europees verband bij het Senior Labour Inspectors Committee (SLIC) van de Europese Commissie. Daarnaast zijn twee workshops georganiseerd voor de Major Accident Hazards Bureau (MAHB) van de Europese Commissie en is Storybuilder ten behoeve van de MAHB gebruikt om ongevallen met corrosie te onderzoeken.

Inspectie
De I-SZW gebruikt de Storybuilder methodiek in samenhang met andere verplicht te registreren ongevalsgegevens ten behoeve van Eurostat bij de eigen registratie vanaf begin 2012. Omdat de huidige interface van Storybuilder nooit bedoeld was in een andere toepassing dan voor analisten, werd door de inspectie besloten de Storybuilder gegevens te verzamelen met de bestaande Enquête tool Enquido. Daartoe werden de vragen van Storybuilder onder toezicht van de werkgroep RGO van de inspectie aangepast. Alle inspecteurs werden gedurende een halve dag geïnstrueerd over het doel en gebruik van de toegevoegde vragen.
Vanwege de beperkingen van Enquido werd de webtool www.arbeidsinspecteur.nl voor de inspecteurs gemaakt, om deze tijdens een onderzoek te ondersteunen[13]. Halverwege 2012 vond een eerste conversie plaats van de op dat moment door de inspectie zelf ingevoerde gegevens t.b.v. Storybuilder database. De resultaten daarvan zijn vastgelegd in een separate rapportage[14]. Een vervolgproject is er op gericht dat uiteindelijk I-SZW zelf gegevens in kan voeren in Storybuilder. De database zal dan altijd recente ongevallen bevatten en daarop bevraagd kunnen worden.

7.2 Toekomstige mogelijke toepassingen van de database

Het leren van ongevallen zou er baat bij hebben als er meer uniformiteit komt in de methodes voor het analyseren van arbeidsongevallen. Zonder opbouw van kennis, op basis van gemeenschappelijk aanvaarde modellen, ongevals- en oorzaak categorieën, blijft men langs elkaar heen praten. Hierin kan Storybuilder een rol spelen, met inmiddels een zeer rijke database van in detail geanalyseerde ernstige ongevallen, volgens een vaste methode, over een tijdsbestek van 12 jaar. Iets vergelijkbaars is er niet. De toekomst zit in de verspreiding, het gebruik en het onderhoud van de database. Bij dat laatste heeft ook zeker de I-SZW een cruciale rol.

Er bestaan geen bewezen kant- en klare recepten voor ongevalsreductie. Maar we kunnen wel leren van ongevallen. Het koppelen van mogelijke oplossingen (verbetermaatregelen) aan de oorzaken, en het vervolgens uitwisselen daarvan

[13] *Integratie van Storybuilder in het analyse en registratieproces van de arbeidsinspectie, RIVM, VRM10.8038_R07_MM, versie 2 maart 2012*
[14] *121102 Rapport Conversie Enquido-Storybuilder*

kan daartoe bijdragen. Storybuilder Bouw is daarvan een goed voorbeeld, wat navolging verdient.

De Storybuilder database is voor iedereen kosteloos toegankelijk. Dit heeft naast grote voordelen ook nadelen. De huidige interface is niet “fool-proof”. Verkeerde interpretatie van eigen selecties, kan leiden tot onjuiste conclusies. Een voorbeeld daarvan is de gelaagdheid van de gegevens, waarbij de verschillende niveaus duidelijk van elkaar onderscheiden moeten blijven, omdat ze anders door elkaar worden gehaald. Het verband tussen de verschillende onderdelen in de modellen, is zelfs voor een getrainde gebruiker niet altijd direct zichtbaar. Ook zijn er onderdelen, die slechts slaan op een deel van de ongevallen, omdat de introductie daarvan later plaatsvond; zoals taalbeheersing, nationaliteit en categorieën van menselijke fouten (vanaf 2004). Met de herbouw van Storybuilder kunnen veel van deze problemen aangepakt worden.

8 Discussie en conclusies

8.1 Vertaling van ongevalsrapporten naar storybuildermodellen

Vanaf de start van het project was het maken van een goede vertaling van de ongevalsrapporten naar de modellen in de Storybuilder database een punt van aandacht. Uitgangspunt daarbij was om niet uit te gaan van een van te voren gedefinieerde classificatie maar de modellen op te bouwen op basis van een set regels en definities. Pas veel later zijn ook voorbeelden gegeven uit de onderzoeksrapporten om te laten zien hoe dit proces in de praktijk tot stand komt.

De modellen zijn geëvolueerd in de tijd. Door voortschrijdend inzicht zijn tussentijds wijzigingen aangebracht. Op dat moment zouden de bestaande ongevalspaden aangepast moeten worden. Dat betekent dat de ongevalsrapporten opnieuw gelezen moesten worden. Vanwege een beperking aan de tijd en het beschikbare budget voor deze onderhoudswerkzaamheden zijn niet bij iedere wijziging in een model alle ongevalsrapporten van de paden die het aangaat opnieuw gelezen. Vooral bij kleine wijzigingen werd steeds een afweging gedaan of dit al dan niet noodzakelijk was. Het laatste jaar worden alle wijzigingen in een excelbestand vastgelegd voor de kwaliteitscontrole.

Storybuilder is in de loop van het project ontwikkeld, waarbij een aantal personele wisselingen zijn opgetreden tijdens de tien jaar dat het project duurde. Dit was bijvoorbeeld het geval bij het team van analisten. Hoewel een aantal mensen altijd hebben deelgenomen in het team, kan dit hebben geleid tot verschillen in de vertaling van ongevalsrapporten naar de storybuildermodellen. Er is geen garantie dat alle ongevallen op exact dezelfde wijze zijn geanalyseerd. Belangrijk hierbij was wel dat het team gezamenlijk besluiten neemt over de verschillende aandachtspunten. Dit punt is dan ook onderdeel van de kwaliteitscontrole. De analisten hebben voorbeelden gemaakt van de originele ongevalsbeschrijvingen en hun classificatie. De voorbeelden en definities zijn bedoeld om consistentie te behouden als hulp voor de gebruikers. Tot op dit moment is het werk door vrijwel hetzelfde team van analisten uitgevoerd met vaste begeleiding. Door hun keuzes waar ongevallen in het model passen en hoe het model aangepast moet worden aan de ongevallen kunnen de betekenissen van componenten van het model wijzigen, afhankelijk van wat meegenomen wordt in een bepaald concept of idee.

De database is nu beschikbaar in het Engels en in het Nederlands. In het begin bestond alleen een Engelse database. Later is alles wat er op dat moment was in het Nederlands vertaald door de analisten van het vaste team. Dit is geen één op één vertaling geweest maar werd gaandeweg ingevuld. Vanaf dat moment werd zoveel mogelijk alles in twee talen onderhouden. Maar er bestaan soms subtiele verschillen in de benaming van de boxen en de uitgebreidheid van de beschrijvingen van de boxen. Dit is aan het licht gekomen toen dit een onderdeel werd van de kwaliteitscontrole van de vertaling van de ongevalsrapporten, die niet vanaf de start van het project werd uitgevoerd. Inmiddels worden de Engelse en Nederlandse beschrijvingen meer en meer met elkaar in overeenstemming gebracht. Dit is onderdeel van de werkzaamheden in 2013 en 2014.

Iedere omschrijving is een interpretatie van de werkelijkheid. Sommige aspecten zijn lastig eenduidig te verwoorden (onafhankelijk van of het Engels of Nederlands was). Gaandeweg zijn benamingen en omschrijvingen aangepast. Dit is niet altijd goed bijgehouden. Tijdens analyses bleek dan dat een bepaalde barrière van toepassing was op een nieuw incident, maar dat deze voor dat specifieke incident iets anders geformuleerd zou moeten zijn.

Er kunnen tegenstrijdigheden staan in de ongevalsrapportages. Bijvoorbeeld als het slachtoffer stelt geen instructie te hebben gehad, terwijl de bedrijfsleider dit wel aangeeft. Leidend daarbij is wat de inspecteur zelf neerschrijft als bevinding en of er een boete is die verwijst naar een artikel uit de wet waaruit kan worden opgemaakt welke achterliggende factor ontbrak of faalde. Maar de inspecteur is daar niet altijd duidelijk over geweest in de rapportages. Hierbij dient nog opgemerkt worden dat in de helft van de gevallen geen overtreding werd geconstateerd.

De ontwikkeling van de software en de modellen ging gelijk op. Soms kwamen er wekelijks updates van de software. Door ermee te werken kwamen de analisten erachter of en welke bugs er waren. De tijd tussen testen en daadwerkelijk gebruiken was dan vaak te kort.
Hierdoor werden er regelmatig nieuwe bugs geïntroduceerd, of kwamen oude onverwacht terug. Deze werden dan zo snel mogelijk verholpen. Zodra bugs werden geconstateerd, werd weer met de vorige versie gewerkt en werden de recent ingevoerde ongevallen nogmaals ingevoerd.

8.2 Gebruik van classificatiesystemen

De barrières die centraal staan in het model hebben allemaal een naam en een beschrijving gekregen van wat hierbij meegenomen wordt (succes/falen). Aangezien er geen classificaties bestonden van barrières op het niveau dat in Storybuilder gebruikt wordt, werd de classificatie van de barrières tijdens de voortgang van het project ontwikkeld, op basis van de ongevalsrapporten.

Voor andere componenten is er een keuze gemaakt tussen bestaande internationale of Europese vaste classificatiesystemen, zoals ESAW (European Statistics on Accidents at Work) voor het classificeren van type letsel en locatie van letsel of een classificatiesysteem dat specifiek voor dit project ontwikkeld is. Het probleem met classificatiesystemen die op de plank liggen is dat deze a) niet altijd classificeren zoals de gebruiker zou willen en b) niet vast/onveranderlijk/constant blijven. Bij revisies is het oude systeem niet eenvoudig in het nieuwe systeem om te zetten. Zo zijn de codes voor de verschillende sectoren in de database van de Inspectie SZW afkomstig van de Kamer van Koophandel. Deze werden in 2009 gewijzigd in een andere code, waardoor het probleem ontstond om verschillende codes naast elkaar te gebruiken of oude codes te wijzigen in nieuwe codes, hetgeen een lastige opgave is. De Europese classificatie NACE (Nomenclature générale des Activités économique dans les Communautés Européennes) is een andere classificatie die gebruikt had kunnen worden, maar niet gebruikt is. Niettemin, als de systemen die gebruikt zijn helder beschreven en gedefinieerd zijn moet het nog steeds mogelijk zijn om om te schakelen naar andere systemen.

Voor de classificering van betrokken voorwerpen en arbeidsmiddelen zijn later in het project verwijzingen opgenomen naar het ESAW systeem. Omdat de detaillelring van deze methode beperkt is, zijn in de meest gedetailleerde

niveaus eigen omschrijvingen gehanteerd. Er is op dit moment ook nog geen volledige uniformering doorgevoerd voor alle modellen.

In Storybuilder, waar zulke bekende systemen niet gebruikt zijn is getracht alles zo helder mogelijk te definiëren. Dit is redelijkerwijs beschreven in de database, maar verbeteringen zijn mogelijk. Hoewel de belangrijkste velden in de database een omschrijving hebben bevat de database nog onderdelen waar beschrijvingen ontbreken en de kennis van de analisten noodzakelijk is.

Enkele internationale systemen zijn expres niet gebruikt. Hierbij is meer vertrouwen geschonken aan de beschrijving van de inspecteur. Bijvoorbeeld bij het beroep van het slachtoffer, waar niet gebruik is gemaakt van een standaard systeem als ISCO, de standaard van de ILO (International Labour Organization)[15]. Het vertalen van de onderzoeksrapporten naar het model is makkelijker als de eigen woorden van de inspecteur gebruikt worden, maar introduceert onzekerheid over het beroep, aangezien er geen controleerbare set van definities is. Onderzoekers die de beroepen in een standaard classificatiesysteem zoals ISCO willen zetten kunnen dit doen door gebruik te maken van informatie over beroepen en sectoren.

De hierboven al genoemde wijziging in het registratieproces van de ongevallen door de Inspectie SZW heeft geleid tot een complicatie die nog niet opgelost is. In het verleden werkte de Inspectie SZW met BIK codes voor de sector waar het ongeval plaatsvond, later met SBI codes. Deze mix bemoeilijkt sectoranalyses, dus is besloten om alle BIK codes in de slachtofferdatabase om te zetten in SBI codes. Er is echter geen schema dat alle codes één op één omzet. Dit proces wacht momenteel op een procedure en de capaciteit om het te doen. Daarnaast is de SBI code is niet altijd een goede indicatie voor de activiteit waarbij het ongeval plaatsvond. Soms zijn afzonderlijke zoekopdrachten nodig van de database van de Inspectie SZW om te komen tot een goede analyse van een bepaalde sector.

8.3 Betrouwbaarheid van de kwantitatieve resultaten

De kwantitatieve resultaten gaan door een aantal controlerondes. Kleine fouten in het coderen van gebeurtenissen kunnen fouten veroorzaken in de resultaten, maar de grafische weergave van de bow-tie helpt om deze fouten te “zien”. De beste manier om te controleren is het maken van checklists via het exporteren van selecties van gegevens. Toch kunnen er nog fouten blijven bestaan, aangezien elke bow-tie een groot aantal (400-2000) boxes heeft zodat er 26.000+ boxen gecontroleerd moeten worden in het Nederlands en het Engels. De onderliggende MS Access database is erg eenvoudig en kan gemakkelijk onderzocht worden. Omdat er twee mogelijkheden zijn om te controleren, Storybuilder en Storyfilter, en omdat de analisten in het begin van het project telbewerkingen hebben uitgevoerd tijdens het omzetten van data naar de bow-ties, is dit zo goed mogelijk geregeld.

De database is onderdeel van een aantal kwaliteitscontroles, maar er zijn nog steeds aandachtspunten, omdat het lastig is een systematische kwaliteitscontrole te hebben als meerdere dimensies getest moeten worden. Er moet ook getest worden door een reële taak uit te voeren met meer complexe

[15] International Standard Classification of Occupations (ISCO) http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/, de Inspectie SZW gaat in 2014 starten met het gebruiken van deze code.

vragen (“testing in anger”) om onderliggende problemen aan het licht te brengen. Er zijn ook vraagstukken gerelateerd aan het feit dat er ongevallen zijn en slachtoffers en dat deze apart geteld moeten worden. Een ongeval kan meerdere slachtoffers met zich meebrengen. Er is software om de gebruiker hierbij te helpen, maar de gebruiker moet ook voldoende kennis en training hebben om dit uit te voeren.

De brongegevens van de database kunnen altijd gelokaliseerd worden omdat de nummers van de afzonderlijke ongevallen overeenkomen met de dossiernummers van de Inspectie SZW database (GISAI en I-NET). Dit is heel belangrijk. Als de originele bron echter zo gewijzigd wordt dat deze niet meer passen bij de ongevalsnamen kan deze verbinding verloren raken. Het is daarom altijd belangrijk dat de gegevensanalyse van voldoende hoge kwaliteit is dat in principe niet teruggegaan hoeft te worden naar de originele bronnen. Dit was een van de doelen van de kwaliteitscontrole.

8.4 Wetenschappelijke basis

De wetenschappelijke basis voor de Storybuilder database is stevig verankerd door de historische achtergrond (I-RISK/ARAMIS, zie §2.3) en modelinput van de Safety Science groep van TU Delft, de risicomodel expertise van Centrum Externe Veiligheid (nu Centrum Veiligheid) van RIVM, de risicomodellering expertise van de onderzoeksorganisatie Demokritos in Griekenland, de Health and Safety Executive in Engeland en de logica van de verschillende stappen in het proces. Er zijn veel publicaties over Storybuilder verschenen in peer reviewed tijdschriften, zie bijlage 17.

8.5 Oordeel

De Storybuilder database is een van de meest gedetailleerde databases die wereldwijd beschikbaar is en kan antwoord geven over causale verbanden op een gedetailleerd niveau van analyse (veiligheidsbarrières en hun onderliggende operationele en managementkanten). Een training in het begrijpen en gebruiken van de database is daarom noodzakelijk om alle mogelijkheden te begrijpen en te kunnen gebruiken. Storybuilder is met name een krachtige tool om een database op te bouwen waar lessen uit geleerd kunnen worden over een groter aantal ongevallen heen. Om de analyseresultaten van complexe individuele ongevallen te modelleren kunnen de generieke modellen aangepast worden. Storybuilder is qua diepgang tenminste vergelijkbaar met andere analysemethoden zoals Tripod.

De database wordt door de overheid beheerd en ter beschikking gesteld, zodat er geen commercieel belang is en iedereen er kan gebruik van kan maken. Om dit mogelijk te maken is privacy gevoelige informatie in een afzonderlijke, niet-openbare database opgenomen. Dit maakt het onmogelijk voor derden om analyses te maken waarbij informatie over sector, beroep, leeftijd, en jaar noodzakelijk is.

De basis van Storybuilder wordt gevormd door de ongevalsanalyses van de Inspectie SZW, waarbij duidelijke criteria zijn voor de ernstige, meldingsplichtige arbeidsongevallen die onderzocht worden. Sommige ongevallen (ongevallen op het water, in de mijnbouw, langs het spoor en op de weg) zijn daarom niet aanwezig in de database. Opgetekend moet worden dat er een bias in de rapportages aanwezig zal zijn. I-SZW zal in eerste instantie bekijken of er een beboetbaar feit is opgetreden na melding van een ongeval. Een onafhankelijk onderzoek dat niet deze bias heeft zal wellicht tot meer of andere oorzaken van

ongevallen kunnen leiden. Verwacht wordt dat de database toch waardevolle informatie oplevert over achterliggende oorzaken van ongevallen doordat er veel zaken worden geanalyseerd: de kracht van de getallen zal toch leiden tot een verdeling van ongevallen over barrières en achterliggende oorzaken zodat er zinvolle uitspraken gedaan kunnen worden over toekomstige inspecties of aanpakken van die barrières en oorzaken die leiden tot de ongevallen.

8.6 Conclusie en aanbevelingen

Het unieke karakter van de database in Europa, wellicht wereldwijd, zet Nederland in de voorste gelederen van de oorzakelijke analyse van arbeidsongevallen. De keerzijde is dat vele mensen dit kunnen beschouwen als alleen relevant voor de Nederlandse situatie met een beperkte reikwijdte (slechts de 1 % ernstige ongevallen). Maar zowel de technische aspecten als de gedragsaspecten kunnen als universeel toepasbaar worden beschouwd. Dit is een vraag voor het wetenschappelijke debat. Er bestaan veel grotere databases dan Storybuilder in Europa[16], maar deze hebben niet dezelfde mate van detail. De enorme hoeveelheid aan gegevens van 23.000 ongevallen is nog nauwelijks onderzocht. De beschikbaarheid van informatie over de blootstelling van de Nederlandse beroepsbevolking aan gevaren voegt hier nog een extra dimensie aan toe.

Het invoeren van onderzochte arbeidsongevallen gaat nog door, in de database ontbreken nog de jaren 2010 en 2011. Tegelijkertijd wordt er op ingezet dat de Inspectie SZW in de toekomst de ongevallen direct in Storybuilder kan invoeren. Op die manier is de database altijd actueel en direct beschikbaar voor bevraging. De toekomst zit in de verspreiding, het gebruik en het onderhoud van de database.

Storybuilder is een zeer rijke database van in detail geanalyseerde ernstige ongevallen, volgens een vaste methode, over een tijdsbestek van 12 jaar. Het kan daarmee de basis vormen voor het leren van ongevallen, in Nederland en daarbuiten. Er bestaan geen bewezen kant- en klare recepten voor ongevalsreductie. Deze zullen verschillen per bedrijfstak. De bouwsector heeft het voortouw genomen met Storybuilder Bouw. Hierbij worden mogelijke oplossingen (verbetermaatregelen) gekoppeld aan de oorzaken, en vervolgens uitgewisseld. Dit goede voorbeeld zou navolging verdienen.

De modellen en de Nederlandse gegevens kunnen als basis dienen voor vergelijkingen met gelijksoortige bedrijfstakken in het buitenland. Er wordt samengewerkt met de HSE voor het gebruik van Storybuilder voor de majeure ongevallen. Dit zou kunnen leiden tot een apart model voor analyse van majeure ongevallen die op Europees niveau gebruikt zou kunnen worden.

[16] Bijvoorbeeld de Deense database RAW (Register of Accidents at Work) bevat informatie over een half miljoen arbeidsongevallen

9 Literatuur

Ale, B.J.M. (2006). The Occupational Risk Model, Final report of the Workgroup on ORM, Risk Centre Technical University Delft

Arbeidsinspectie (2002). Voorstel opzet risico analyse model arbeidsomstandigheden. Intern AI document, Den Haag, juli 2002

Arbeidsinspectie (2003). Van blootgestelden naar prioriteiten, intern document, Den Haag, 21 juli 2003

Bellamy, L.J., Geyer, T.A.W., Astley, J.A. (1989). Evaluation of the human contribution to pipework and in line equipment failure frequencies. Health and Safety Executive, Bootle: HSE, 1989. ISBN 0717603245. HSE Contract Research Report 15/1989

Bellamy, L.J. and Geyer, T.A.W. (1992) Organisational, Management and Human Factors in Quantified Risk Assessment - Report 1 - HSE Contract Research Report 33/92

Bellamy L.J., Papazoglou I.A., Hale A.R., Aneziris O.N., Ale B.J.M., Morris M.I. and Oh J.I.H (1999). I-Risk: Development of an integrated technical and management risk control and monitoring methodology for managing and quantifying on-site and off-site risks. Contract ENVA-CT96-0243. Report to European Union. Ministry of Social Affairs and Employment, Den Haag

Bellamy L.J., Oh J.I.H., Ale B.J.M., Whiston J.Y., Mud M.L., Baksteen H., Hale A.R., Papazoglou I.A (2006). Storybuilder: The New Interface for Accident Analysis. Proceedings of the 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management [PSAM], May 13-19, New Orleans, ASME, New York, 2006, ISBN 0-7918-0244

Bellamy, L.J., Ale B.J.M., Geyer T.A.W., Goossens L.H.J., Hale A.R., Oh J.,Mud, M., Bloemhof A, Papazoglou I.A., Whiston J.Y. (2007). Storybuilder—A tool for the analysis of accident reports, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 735–744

Bellamy L.J., Ale B.J.M., Whiston, J.Y., Mud M.L., Baksteen H., Hale A.R., Papazoglou I.A., Bloemhoff A., Damen M. and Oh J.I.H. (2008). The software tool storybuilder and the analysis of the horrible stories of occupational accidents. Safety Science 46 (2008) 186-197

Bellamy L.J., Mud M., Damen M., Baksteen H., Aneziris A., Papazoglou I.A., Hale A.R., Oh, I.H. (2010). Which management system failures are responsible for occupational accidents? Safety Science Monitor, Volume 14, Issue 1, 2010

Bellamy, L.J. (2013). Verantwoordingsdocument: Storybuilder Database Audit Trail. White Queen WQ130321-75.

Bloemhoff, A., Eijkelestam, J., en Van Eijk, V. (2008). Verantwoordingsverslag Deelproject 4, Database Arbeidsveiligheid 1 november 2003 – 31 maart 2008, Stichting Consument en Veiligheid, Amsterdam

Eijk, V. van, en Mud M. (2013). Verantwoordingsverslag Storybuilderanalyses, VRM13.00113.R01, RPS.

Goossens, L. (2003). What is a barrier? TU Delft/TBM/Safety Science Group, 4 juli 2003

Groenweg J. (1998). Controlling the controllable, the management of Safety, 4th revised edition, DWSO Press, Leiden University, 1998

Hale, A.R., and Glendon, A.I. (1987). Individual behaviour in the control of danger. Amsterdam: Elsevier Science Publication

Hale, A.R., Bellamy, L.J., Guldenmund, F., Heming, B.H.J. and Kirwan, B. (1997). Dynamic modelling of safety management. In Guedes Soares (ed.) Advance in Safety & Reliability. 63–70. Pergamon. Oxford

Hale A.R., Goossens L.H.J., Ale, B.J.M., Bellamy L.J., Post J., Papazoglou I.A., Oh J.I.H. (2004). Managing Safety Barriers and Controls at the Workplace. In C. Spitzer, U. Schmocker, V.N. Dang (Eds.) Probabilistic Safety Assessment and Management (2004) 608-613. Berlin: Springer Verlag

Heinrich H.W., Petersen D., Roos, N.(1931). Industrial accident prevention, 1980 McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-028061-4.

Leidelmeijer, K., P. van Grieken, N. Pouw, H. Heemskerk (2003). Naar een risicomodel arbeidsongevallen Internationale inventarisatie van bronnen; verkenningen database en GISAI, Rapportnummer: 83540 . RIGO Research en Advies BV, Amsterdam

Lisbona, D. and Wardman, M. (2010). Feasibility of Storybuilder software tool for major hazards intelligence, Health and Safety Executive, research report RR778, Eng Health & Safety Laboratories

MAHB (2001). http://mahb.jrc.it/fileadmin/ARAMIS/downloads/ARAMIS_FINAL_USER_GUIDE.pdf, geraadpleegd op 1 september 2013

Marca, D.A. & MacGowan, C.L. (1988). SADT; Structured Analysis and Design Technique. New York: Mc Graw-Hill

Reason, James (1990). Human Error, Cambridge University Press 1990

Rimington, J., McQuaid, J., Trbojevic, V.M. (2003). Application of Risk Based Strategies to Workers Health and Safety Protection, UK Experience. Prepared for the Ministry of Social Affairs and Employment, The Hague, 15 May. ISBN 9059012755

RIGO (2012). Trends in ernstige arbeidsongevallen 2001-2009, Een kwantitatieve analyse, RIGO Nr.21350, December 2012

Swuste, P. Hale, A., Pantry, S. (2003). Solbase: A Databank of Solutions for Occupational Hazards and Risks. The Annals of Occupational Hygiene Volume 47, Issue 7, 541-547

Tweede Kamer (2003). vergaderjaar 2002–2003, 28 600 hoofdstuk XV, nr. 125, 14 augustus 2003

Uijt de Haag, P.A.M., G.M.H. Laheij, J.G. Post, B.J.M. Ale, L.J. Bellamy (2001). A method to judge the internal risk of establishments with dangerous substances, RIVM Report 610066014, aug 2001

Uijt de Haag, P.A.M., L.J. Bellamy, A. Burdorf, W. ter Burg, P. Eysink, D.J.J. Heederik, R.H. Klein Entink, H.J. Manuel, I.A. Papazoglou, A. Pronk, L.A. Smit, E. Tielemans, J. Timmerman (2012). Occupational health or occupational safety: which impact is larger? RIVM report 620480001/2011

WORM consortium (2009). Kwantitatieve risicoanalyse voor arbeidsveiligheid De ontwikkeling van een risicomodel en software. RIVM rapport 620801002/2009

10 Lijst van afkortingen en begrippen

Arbeidsongeval
Een ongeval dat tijdens het werk plaatsvindt – zie ook bijlage 14.

BIK
Bedrijfsindeling Kamer van koophandel. Sectorcode op basis van de inschrijving van de Kamer van Koophandel gebruikt door de Inspectie SZW.

Blootstelling
De tijdsduur of het tijdspercentage gedurende welke werknemers een activiteit verrichten waarbij ze zijn blootgesteld aan een bepaalde gevaarlijke omstandigheid. Voorbeeld:
– aantal uren per jaar dat wordt gewerkt op een ladder = aantal uren blootstelling aan een potentiële val van een ladder; of
– percentage van de tijd dat een ladder wordt gebruikt zonder antisliptreden = tijdspercentage dat een populatie gebruikers is blootgesteld aan het werken op ladders zonder antisliptreden.

Bow-tie
Het complete model bestaat uit een geheel van gebeurtenissen die samen een logische structuur vormen die met een zekere mate van waarschijnlijkheid van oorzaken naar ongevallen leidt. Dit model heet een bow-tie (vlinderdas).

Domino effect
Deze term wordt gebruikt om te verwijzen naar het ongevalsverhaal van een slachtoffer dat door meer dan een bow-tie gaat in Storybuilder voordat het uitkomt bij het uiteindelijke letsel . Tussen 1998-2009 zijn er 349 ongevalsverhalen geregistreerd met een domino effect uit een totaal van 33.799 verhalen (1,5%). De meeste hiervan gingen door twee bow-ties; vier ongevalsverhalen gaan door 3 bow-ties.

ESAW
European Statistics on Accidents at Work. Een project, uitgevoerd in opdracht van de Europese Commissie, met als doel om vergelijkbare gegevens over arbeidsongevallen in de Europese Unie te verzamelen en op te nemen in een databank.

Expert mode
Storybuilder kent twee manieren om data in te voeren. In expert mode worden data ingevoerd in grafische bow-tie diagrammen via klikken op boxen. Daarnaast kunnen de data worden geanalyseerd, eveneens door het klikken op boxen.

Gevaar
Een gevaar is iets dat potentieel schade kan berokkenen.

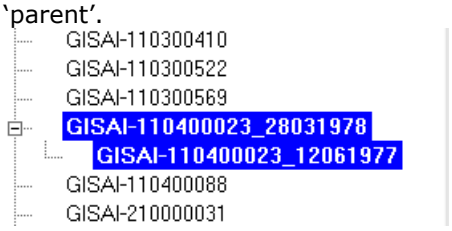
GISAI
Geïntegreerd InformatieSysteem ArbeidsInspectie, het geïntegreerde informatiesysteem van de Nederlandse Arbeidsinspectie.

I-NET
Data management systeem van de Inspectie SZW, dat de opvolger is van GISAI. Vanaf 2004 zijn alle door de Inspectie SZW onderzochte arbeidsongevallen in dit systeem opgenomen. Het I-NET-nummer is in Storybuilder gekoppeld aan een ongevalspad.

LITE mode
Storybuilder kent twee manieren om data in te voeren. In lite mode worden data ingevoerd in grafische bow-tie diagrammen via eenvoudige checklijsten. Er zijn 36 checklijsten, voor de 36 bow-ties. Het uitvoeren van analyses is niet mogelijk in Lite mode.

Ongeval
Zie bijlage 14.

Ongevalspad
Een ongevalspad is een gedefinieerde route door een structuur van gebeurtenissen in chronologische volgorde; deze structuur is een bow tie. Alle ongevalspaden lopen door de centrale gebeurtenis van een bow-tie. Alle ongevalspaden hebben een uniek nummer (GISAI of I-NET) gevolgd door een streepje (-), de naam van het dossier (zaak.id) en een code voor eventuele additionele slachtoffers. Op deze manier is hun oorsprong altijd traceerbaar. Een ongeval kan een pad hebben dat wordt uitgesplitst in subpaden, als er meer dan één slachtoffer is bij het ongeval en de effecten en/of gevolgen verschillen.
De additionele slachtsoffers zijn als 'children'gekoppeld aan het pas van de 'parent'.



ORCA
ORCA staat voor Occupational Risk Calculator, en is een instrument waarmee bedrijven gevaarlijke situaties op de werkplek kwantitatief in kaart kunnen brengen. Zie ook http://www.rivm.nl en onderwerp ORCA

Rapporteerbaar arbeidsongeval
Een rapporteerbaar arbeidsongeval is een onvoorziene en ongewilde gebeurtenis die plaatsvindt tijdens het uitvoeren van een betaalde beroepsactiviteit, zonder opzettelijke bedoeling om schade, letsel of de dood te veroorzaken, maar die toch resulteert in onmiddellijke schade aan de gezondheid en uiteindelijk in zwaar fysiek of mentaal letsel of zelfs de dood. Schade aan de gezondheid die binnen 24 uur na het ongeval leidt tot opname in het ziekenhuis voor observatie of behandeling, wordt beschouwd als ernstig letsel, evenals letsel dat redelijkerwijs als blijvend kan worden beschouwd. Werkgevers zijn wettelijk verplicht om ernstige arbeidsongevallen binnen 24 uur te melden bij de Arbeidsinspectie (Arbowet, artikel 9, lid 1).

RAW
Register Accidents at Work: de Deense instantie voor arbeidsomgevingen waar rapporteerbare arbeidsongevallen worden gemeld die hebben geleid tot ten minste een dag arbeidsverzuim.

Risico
Een risico is de waarschijnlijkheid dat een gevaar bepaalde schade aan iets of iemand zal toebrengen.

SBI
Standaard bedrijfsindeling. Sectorcode van de bedrijven op basis van de inschrijving van de Kamer van Koophandel gebruikt door Inspectie SZW.

Scenario
Een scenario is een chronologische reeks gebeurtenissen waarmee een ongeval wordt beschreven, de gebeurtenissen die het ongeval hebben veroorzaakt en de gebeurtenissen die tot de uitkomst ervan leiden.

Slachtofferbestand
Bestand dat alle informatie van slachtoffer en bedrijf bevat, zoals nationaliteit, leeftijd, geslacht en bedrijfsgrootte. Deze informatie is niet aanwezig in Storybuilder en wordt gebruikt om sectoranalyses te maken met behulp van het progamma Storyfilter.

Storyfilter
Programma dat niet openbaar is, en de slachtoffer- en bedrijfsgegevens uit Storybuilder koppelt aan de gegevens uit de database van de Inspectie SZW. Door deze koppeling kunnen met Storyfilter verschillende analyses gemaakt worden, zoals de frequentie van ongevallen in een bepaalde sector.

Superfile
Database van het programma dat de 36 bow-ties bevat met alle scenariomodellen en alle ongevalspaden. Het wordt ook wel het Storybuilder moeder database bestand genoemd.

WORM
Workgroup Occupational Risk Model. Het internationale onderzoeksteam dat het risicomodel ORCA heeft ontwikkeld.

Bijlage 1 Risk playing field discussion document

This document is based on the Noordwijk discussions, initial thinking and discussions with Linda Bellamy and Joy Oh (4.6.03), the first discussions with a company (Hoek Loos) and reading of various literature about classification systems. It is intended to be a working document which will build to an agreed report of Work Package 3 on Defining the Playing Field. There is some overlap (and occasionally conflict) with the documents posted by Linda in WP4 on the WORM site (some preliminary thoughts on falls from heights) and by Ben and Yannis in WP5 (bow-ties, their centre and the world of risk).

Objectives
The objectives of the model were discussed (4.6.03) in order to expand on what is already in the proposal. This led to the following (initial) objectives and to a number of questions for discussion:

1. It is primarily aimed at companies to enable them to prioritise their risks – which are of the most concern? In this respect it should link with the RIE and should show companies how to think in terms of scenarios when considering their hazards. In other words it is a micro-tool primarily aimed at the individual company or site level. It should help these companies to make sensible decisions about risk reduction measures to be taken – what to do and which measures to choose in order to achieve what level of risk reduction? This means that it should allow two sorts of prioritisation – which are the most important hazards to tackle to produce the greatest reduction in injury and damage? – which are the measures to take to have the maximum effect on the hazards chosen for action? Ideally these two parts of the model should be linked for policy makers purposes, but they could be separate modules for the company decision maker, if that made the visualisation more transparent and understandable.
2. This places a great emphasis on the ability to visualise the model for relatively untrained people in companies, and to provide them with a tool into which they can enter their own situation and hazards and their own ideas of prevention measures and priorities.
3. The model can have a spin-off use for groups of companies, or industries which want to define priorities for action at national or regional level.
4. It should secondly support the policy branch of SZW. Their first need is similar to point 3 above, namely to make risk-based decisions about policy initiatives and actions aimed at particular high priority hazards, industries, activities or aspects of management and culture. In order to do this, it must be possible for SZW to make links between hazards or preventive measures and the industries or activities in which they are most likely to occur (are they activity/industry/technology specific or general across many industries etc.?). The need for the classification system linking hazards to activities and through activities to industries (or hazards directly to industries) is therefore mainly to be devised for SZW. Discussions to decide how that classification matrix will be made will therefore be conducted mainly with those users. For the companies it is sufficient to have a matrix linking activity to hazard type.
5. The second need of SZW is to link their activities to the QRA models of VROM and V&W, so as to incorporate workers into off-site risk models. This use is mainly concerned with the role of workers in individual risk calculations. As from this year workers are now being counted in the group risk calculations and discussions which are going on between the ministries. For individual risk the objective is to be able to make decisions which have more shades of grey than the current black and white decisions, e.g. about

transport of dangerous goods. Currently the decision is made on land-use grounds – either a transport or a major hazard activity can or cannot be carried out at a particular place. What is necessary is that other options can be considered – e.g. increased protection of the workers, or acceptance of some low intrinsic hazard activities within a particular IR contour, whilst high intrinsic hazard activities are not allowed.

6. It also seems to me that the Arbeidsinspectie (AI = Labour Inspectorate) should be seen as a customer of the model. It can provide them with a template for inspection of the quality of the RIE and the link between that and the plan van aanpak = preventive measures to be taken. They are the people who monitor the company's prioritisation of risk and should be able to follow and influence the decisions about how the model supports that process. A number of the decisions already made by AI for their own risk model, and the data they have used to fill it, should be used in Worm.
7. The link between the model and the interventions in the complete SZW-project is not yet completely clear. The interventions are going to be aimed mainly at safety culture and safety consciousness. These aspects sit deep in the model as generic influences on how the structure of the SMS is used to control the range of hazards which are present in the company. It is questionable whether they can be linked sufficiently clearly and sufficiently soon to the bow ties so that the model can help in planning the interventions. The link may work more in reverse – the interventions, as planned and monitored may provide the opportunity to establish what the critical links are between the hazards and their direct control mechanisms, and the deeper cultural and behavioural aspects. See the discussion of the depth of the management model later.

Structure of the bow-tie and necessary definitions

We have to agree what the beginning (left-hand side - LHS), middle and end (right-hand side – RHS) of the bow ties will be. There was discussion at Noordwijk about this, but some agreed definitions are needed. See also Ben's document in WP5 on the WORM site. Here is my attempt, based on these documents and discussions, for comment:

1. The definitions are important for several reasons:
    a. Clarity for the modellers, particularly in quantifying the model
    b. Clarity for the data and monitoring groups about what information needs to be collected and which point in the bow tie the data points refer to.
    c. Primarily, however, clarity for the user as a way of visualising the question of risk prevention and how it should be tackled in the company.

It is a point of discussion whether one single formulation/presentation of the model can satisfy all of these requirements. In particular the discussion paper of Yannis makes it clear that he intends to abandon the time-line relationship of the influence factors on a particular loss of control event, in favour of a mathematically simpler and more elegant minimum representation. It is questionable whether such a presentation would appeal to, or be understood by, managers in (SME) companies, who will probably need to have the prop of a time-line relationship from hazard to loss of control to target. It will not matter for the project, as long as the different formulations of the model can be translated unequivocally into each other.

2. The main concentration of the model should be on factors that employers can influence. Those are the things they need to plan and prioritise. There is no immediate point in modelling things on the LHS which can only

be changed at the level of society (e.g. general supply of technically educated workforce, formulation of laws, preventive motivation provided by insurance system).
There is also no immediate point in modelling things on the RHS which are dealt with outside the company (e.g. hospital treatment for injuries, local authority disaster planning).
At both sides the boundary of the model should be the point at which the company negotiates the effect of these external factors on its own performance and sphere of influence – e.g. recruitment efforts, purchase of insurance, agreement of disaster plans with local authorities, rehabilitation policy. There will be some grey areas, since large companies have greater resources and competence to impose their views on how hazards should be controlled on the local and (inter)national society and so to influence how that local and (inter)national level changes the influences it has under its control.
This definition of the boundaries was given by Joy as contract principal. It therefore carries a lot of weight, but it is controversial in some respects. It means that we will not be able, from the model to say anything clear about the effect of broader societal changes (such as in the law, the insurance system, the provision of expert knowledge and advice, etc.). Does that matter? Is this what we should keep as a pragmatic boundary for the moment?

3. The bow-tie was presented at Noordwijk as a way of formulating the Delft deviation model of accidents (see appendix 1). This means that a bow tie has a distinct beginning (and end point) and is not purely a time-line causal tree stretching back infinitely to the left. The starting point which seems the most useful to define is the decision (by the company) to carry out an activity in such a way that there is exposure to one or more types of hazard. This is. For the purposes of Worm, the 'design' decision. We can then model, if we wish, the alternative decision, namely to carry out the function/work objective/activity in another way so as not to contain the hazard (or to reduce it). For falls from height this would be the decision not to carry out the work at heights (e.g. eliminate guttering on buildings, so that nobody has to go up ladders to clean and unblock it). If we use this as the formulation, we can combine it with the notation developed in the ARAMIS project (see point 7 below), which is based on the notion of the Hazard-Barrier-Target model (HBT). The decision to conduct an activity with built-in hazards is then equivalent to putting in place hazard sources, which threaten defined targets (mainly in Worm = people).
   If we define the LHS of the bow tie as a time-line developing from the decision to conduct the activity with a hazard type in it, the steps from there to loss of control are relatively short and limited to the failure of the different types of primary barrier which prevent the loss of control. Barriers are preventive measures which cut the development of the line in the scenario. They can be represented as an AND gate (i.e. as another failure event which must occur before the scenario proceeds), or they can be seen as a barrier across the development line. If we see them as AND gates, the lines which lead from the LHS into them are the things which need to be managed in order that they do not fail, and are therefore the links with the management model. If we see them as barriers across the development of the line, as they are shown in the classic pictures of the bow tie, then the management of them must be seen as linking via a line at right angles leading down into the management model. A third method of denoting the link between barriers and threats to them is the notation developed by

Bastiaan Schupp. See for explanation of these the paper made by Louis for the ARAMIS project (sent with this document).
See also the two pieces of software developed for the project in trial form so far:

a. one is a tool for drawing causal links and influences between steps and factors (Linda)
b. the other is a piece of software to represent HBT relations in activities (developed by Pieter Bots in TBM in Delft)

4. The centre of the bow tie should be the point at which there is loss of control of the hazard. This will need to be defined carefully for each type of bow tie. For example, for falls from heights a first definition is 'failure of the primary mechanism which is holding the person at the defined height'[17]. For collision with a moving vehicle we might have two possible middle points 'loss of control of the vehicle so that it leaves the correct/designed path' and/or 'entry of person into designed path of vehicle' (c.f. design envelope). For the danger of entanglement in machinery, the definition of the centre is more difficult. It could be the point at which contact between the person and the machine becomes inevitable, but then we have no scope on the RHS to avoid injury – but does this matter? It could be the point at which the last barrier between the person and contact is removed, but then we have to be very clear what that means for the barriers 'skill of the person' or 'person does not (need to) approach the danger point' which are effective barriers in many situations. These are issues which can be resolved for each bow tie in turn.
   The reason for choosing loss of control as a middle point is that it provides consistency across many different types of hazard.
5. The centre of the bow tie will then usually define a point where it is still possible to avoid any actually injury or damage. We may choose to call the occurrence of this event an incident, and to limit the use of the word 'accident' to the point to the right of this in the bow tie when actual damage to persons or other valued system elements occurs. The monitoring and data groups are not likely to find much data about the middle point as so defined. Their sources will be largely of the data points where actual damage has occurred.
6. The bow tie gives a picture of convergent time-lines of events developing on the LHS towards the central loss of control point and effect lines radiating out from it on the RHS. We need to be very clear how this picture translates into what we have to develop.
   The bow tie was developed by sticking a fault tree on the LHS together with an event tree on the RHS. This implies that there is one carefully defined homogeneous loss of control event in the centre, to which everything on the LHS can lead and which can lead to everything on the RHS. This can deal with alternative scenarios leading to the loss of control (an OR-gate), allowing us to split the main loss of control into sub-types. We shall need a (pragmatic) rule to decide when this is too clumsy and we begin a new bow tie; e.g. we could have one bow tie for all loss of containment of chemicals, or we may decide that this is too clumsy to cope with the whole range of gases, liquids, and solids (powders, pellets, etc), and with closed containments and open containments.
   Ben in his WP5 document represents scenarios as lines through the space he defines. Each scenario is then a single line, or a small bundle of alternative

[17] E.g. loss of equilibrium on or of ladder, collapse of scaffold, breaking of rope which is holding up a lift or gondola, loss of equilibrium by roof edge or hole in floor, etc.

lines with a lot of common features. We have already found in the ARAMIS project that this is not as simple at it sounds. Some types of hazard require an AND gate directly, or close before the main event, e.g. fires need flammable substance, ignition source and oxygen, all of which can in principle be controlled/prevented by barriers.

Boundaries of the playing field

There are two sorts of boundary for the playing field = the total of bow-ties and activities/industries that we have to develop:

1. The initial concentration of the project
2. The ultimate scope of the model.

This section is more concerned with the second issue – the final scope, but also indicates how the initial focus will be expanded to reach that point. During the meeting in Noordwijk we decided on the first concentration – the first six bow ties. These were (see appendix 2 for a critique of this choice):

1. Falls from heights (construction industry)
2. Loss of containment (gases)
3. Loss of containment (large spills)
4. Trip/cut/crush in highly automated machines
5. Trip/cut/crush in manual machinery
6. Loads falling

Types of hazard

The final scope can be decided on a number of grounds. A consistent one is the limits of the bow tie as modelling tool.

- This would tend to exclude stress and similar hazards such as sexual harassment, long hours of work, etc., since these do not easily match the idea of (deviation) pathways leading to loss of control of energy or exposure to harmful environments or substances. They fit far more to models of balance between demands and capacity to meet those demands. It is possible to define 'loss of control' as loss of that balance, but that stretches the modelling 'language' quite considerably. It also introduces a much greater element of individual difference in the point at which that balance is lost. These hazards will not be considered in WORM.
- Other accident and occupational hygiene risks can be treated successfully with the bow tie. Acute hazards are relatively simple, as the loss of control is sudden and usually well defined. Occupational hygiene hazards (noise, chemicals, etc.) can be quite easily modelled using the bow tie and deviation models. However, loss of control is then the release of the substance in such a concentration that it will lead to exposure to the hazard above the exposure limit, which may not be so clearly defined. For those types of chronic hazards the process leading from loss of control to damage is often longer and hence the amount of potential control which can be exercised on the RHS of the bow tie is greater. SZW indicates that these chronic hazards are not a high priority and wants to concentrate on the acute hazards, where there is a sudden loss of control leading in a short time to injury or damage. The chronic exposures and more complex hazards such as RSI will only be tackled later and in the WORM project only if there is time.
- Another contributor to the definition of the scope is in terms of 'intent'. We will limit ourselves to those acute hazards where there was no prior planned intent to cause the damage. Sabotage, terrorism, break-ins to premises or computers, vandalism of property and suicide and other self-inflicted injury would therefore be left out. Violence by fellow workers or public (passengers, patients, clients) is an issue on the margins, since it can be

considered not as planned in advance and it is a major source of injury and absence in a number of industries/activities (health care, government services, transport, police). This will not be one of the first priorities.

We have to choose some 20 bow ties to develop. The actual number will be partly dependent on the decision when one bow tie is split into two (see point 7 above). The choice has to be made from consideration of a comprehensive list of types of hazard.
There are a number of categorisations of hazards available. The SZW publication 'Naar een risicomodel arbeidsongevallen' reviews the main European and US classifications. The bow tie is based on the categorisation variously known as 'mechanism of injury' or type/kind of accident' or 'event exposure'. Other aspects of the classifications will be useful in constructing the scenarios in the different bow ties[18]. Other work useful in this respect is that done for the Solbase project, which had a similar approach to WORM to defining scenarios as sequences of events with loss of control. I have also referred to the document on the annual plan of AI based on their risk model as posted by Linda in WP4, since this indicates the categories where there are data from AI. The following list is compiled from these sources and would give the following as acute and chronic types of hazard or mechanisms of injury. Our initial concentration in WORM will be on the acute hazards, and only then the chronic ones.
NB. The names given here to the hazards are 'common or garden' terms, sometimes expressed in terms of the source of the harm agent, sometimes of the resulting harm, sometimes of the loss of control. We shall need to translate all of these into consistent terms across hazards. I suggest that these full definitions should always contain the type of energy involved, the loss of control and should also mention usually the (most common) damage caused. The ESAW classification has two separate categories, one for the deviation and one for the resultant injury. This is a consistent approach, which should be apparent in our scenarios. One of the major differences in the various classifications is whether they look more at injury or loss of control as basis for their classification.
* = first 6 bow ties chosen, # = incorporated in AI model, ^ = RIDDOR @ = ESAW

1. Acute hazards (23 main categories = 27 incl. sub-categories)
    1. Person falls from height * # ^@
    2. Person slips or trips and falls on same level ^@
    3. Object falls on person * # @^ part of moving/flying/falling object
    4. Building, trench, scaffold etc. collapses or overturns onto person^@
    5. Explosion * part of loss of containment ^ # explosive substances ?@ part of heat burns
    6. Fire * part of loss of containment ^ # flammable substances @ part of heat burns
    7. Contact with acute toxic/corrosive substance * part of loss of containment? ^ part of contact with harmful substance @
    8. Acute infection with biological agents * part of loss of containment? ^ part of contact with harmful substance
    9. Acute high level radiation exposure
        a. Ionising #? | maybe only chronic
        b. Non-ionising #? | covered
    10. Laser @? Arc/spark/lightning
    11. Cold or heat burns # ^ part of contact with harmful substance @ incl. naked flames = fire
    12. Electricity & electrical contact: ^@

[18] These categories are, for the Eurostat harminised classification, type of injury, part of body injured, type of workplace, sort of work, physical activity at time of accident, deviation involved, object directly involved in injury.

    a. High voltage alternating current #
    b. Low voltage alternating current #
    c. Direct current #
13. Acute muscular strain (incl. hernia) ^ part of handling @
14. Person strikes against fixed object ^ @
15. Person struck by flying or moving object(s) # ^ part of moving/flying/falling object @fly/swing
16. Person/structure sucked/blown over by wind, rapid air movement
17. Person struck by vehicle @ rotate/move | combined
18. Loss of control of vehicle (injury of those in the vehicle) | together # ^
19. Violence by:
    a. person # ^ | @ combined
    b. animal ^ | bite/sting/blow
20. Trapping/entanglement in moving machine * @ all trap/crush | combined
21. Cut/pierced by sharp object (hand power)^ part of handling @ | together # ^
22. Drowning & Asphyxiation # ^ @ two are separate
23. Decompression sickness (Diving & caisson) #

2. Chronic hazards (15 main categories, 22 incl. sub-categories)
    - Contact with substances chronically toxic for people/ecosystem:
        - carcinogenic, # (asbestos #, quartz #, other #)
        - mutagenic/teratogenic, #
        - allergenic,
        - irritant,
        - toxic # (volatile organics #, pesticides #, welding fumes #)
        - neurotoxic,
        - ecotoxic
    - Chronic infection with biological agents (categories 2#, 3#, 4#, legionella #)

    24. Exposure to chronic radiation
        a. Ionising #
        b. Non-ionising # (incl. electromagnetic fields, u/v, etc.)
    - Work in extreme temperatures #
    - Noise exposure # (also acute effect from explosive noise)
    - Vibration exposure #
    - Chronic injury using force # or moving (heavy) loads (incl. lifting, hauling, etc.)
    - Repetitive strain injury #
    - Static working posture (kneeling/squatting #, standing #)
    - Psychological stress (pressure of work #, excessive paced work #, excessive hours #, structural lack of rest #)
    - Bullying, sexual harassment #
    - Sick building syndrome
    - Eyestrain from poor lighting (lack of daylight #)
    - Work in draughts #
    - Work with VDUs # (mixed set of hazards?)

In a number of cases there is an arbitrary line to be defined between what is acute and what is chronic (e.g. radioactivity, chemicals, noise, posture & lifting). We may decide that we do not define such a line, but simply consider the two effects as separate scenarios in the same bow tie, but then we do not stick to the concentration on acute hazards which is desired. We need to resolve this question.

Hazards are included whether they come directly from the work process, from the situation under which the work is done, or from outside the work site (e.g. explosions/fires on neighbouring premises, transport vehicles crashing into premises, etc.). These aspects are handled in a number of the classification systems as separate categories.
It would seem logical to tackle the acute hazards first and to take account of the total contribution to the current accident/injury toll in deciding which to tackle earlier. There will also be a certain arbitrariness in which comes first, dependent on the availability of the data on scenarios for a given type of hazard. Given that many data sources will not be sorted for type of hazard, it is to be expected that work on developing many bow-ties will go on in parallel.

Place of work and persons at risk
We need to define who is covered by the model in as pragmatic a way as possible. The idea is to cover all persons present on site, when the work is carried out at a clear work site. This will include employees and self-employed, contractors, visitors, temporary workers, delivery personnel, volunteers, members of the family (for e.g. farms, home-workers, etc). It becomes more difficult if the place of work is mobile (e.g. transport drivers, sales representatives, etc.) or in the homes of others (installers, repair and service personnel). However, these should be included as a matter of principle. The proposal is to take a decision later as to whether transport vehicles as place of work should be included.

Linking industries, activities and hazards
The main focus of the Worm effort is on building bow-ties from scenarios. This means that we have chosen type of hazard as the main organising principle. This provides the most obvious link to preventive measures = barriers, and through barriers we can make the link to management systems (see WP9/10 document). This is the way which companies do, or should, see their prevention and risk control task. Companies are also required to make a RIE (risk inventory and evaluation). In order for this to structure the prevention task for the company, the RIE should make two types of link:
1. between activities in the company and the hazards in them which have to be controlled, when the hazards arise out of the activity
2. between places and hazards, if the hazards are not linked to activity but situation (e.g. effects of explosion/fire from outside, exposure to noise from other processes, people working above who can drop things, etc.)

For a company it is possible to use any arbitrary classification of activities and places, which fits the company's purpose. For Worm we need to have a harmonised link between hazards and activities over companies, or we will not be able to compare and summate. The existing classifications (e.g. BIC/BIK, NACE) are classifications into industry sectors, largely on the basis of what the sector produces (e.g. mining, agriculture, chemical process, construction, etc.), not on the basis of what the activities are to produce that product. It is activities which have a closer link to hazard types. The Solbase project made a start on classifying activities within industries in order to arrive at a way of linking activities (or functions) with alternative designs of process (with less built-in hazard potential) to achieve the same objective. The other purpose of the classification was also to be able to link solutions developed in one industry to possible applications in another industry with the same functional process, but called a radically different name. That classification is only relevant if Worm also wants to support decisions about preventive measures which radically alter the

design of the process, or to make the link between processes with similar hazards in different industries (so that one can learn from the other).

The main issue here, in deciding what classifications are relevant, is what will be done or decided based on the classification. We identify a few possible decisions below and invite additions or comments on these. Are they relevant? Are they complete? We need a lot of input from other work packages here, to understand what the possible needs for these classifications could be.

1. Decision makers want to be able to group together activities in a whole range of industries, which have the same sort of hazards, in order to target particularly the relevant companies and reduce the risk from that given hazard type.
2. Modellers want to translate employment figures, which are largely found classified by industry type, into estimates of exposure to different types of hazard.
3. We wish to look across different industries which use comparable processes achieve the same type of function (mixing of chemicals, surface treatment of materials, cleaning of objects, etc.) in order to compare how well they control their comparable risks and potentially transfer technology for risk control.

The depth of the management model

A final aspect of defining the playing field is the management model. This is included in the project because of the insight that it is primarily the management of companies which takes decisions as to how to prevent or control risk. The way in which a management system is structured and used will determine the success of the efforts for prevention. Management systems and the organisational culture relating to safety are also targets for the improvements and interventions being planned in the broader project of which Worm is a part. The major question to be answered in relation to the management model is the depth to which and the detail in which it should be developed. This depends in turn on the use to which it will be put (see also point 7 under the heading of Objectives earlier in this paper).
In the I-Risk project the management model was developed in order to quantify the relationship between good management and the level of risk in a company. The link between the risk model and the management model was made via the base events in the fault trees (master logic diagrams). The quality of the management of given parts of the management system was then used to shift the probability of failure, the time to repair, the probability of detecting unavailability during inspection, etc. from one end of a range to the other. Many fairly arbitrary assumptions had to be made in establishing these links and there was a considerable tension between the modelling requirements coming from the quantitative parts of the project and the requirements of transparency and completeness needed to run and audit the safety management systems.

It is inevitable that the same sort of issues will arise in the Worm project. The basis for the risk modelling has changed significantly, from fault trees to bow-ties and barriers. In the ARAMIS project, in which the same change has been made, the links have been worked out between barriers and their management and functioning (see document for WP9/10). In summary, the link is via the life cycle of the hardware, behavioural/ procedural and mixed barriers, which has to be managed. This requires a number of management processes and the provision of the necessary resources and criteria for them to operate. These processes are formulated as ‘delivery systems’, providing, for example,

competence, procedures, tools, equipment and interfaces, to keep the barriers functioning at their design level. The cultural factors in the organisation are seen as influencing the effectiveness of these structural management systems and processes. In this way three levels of influence on the effectiveness of barriers are defined:

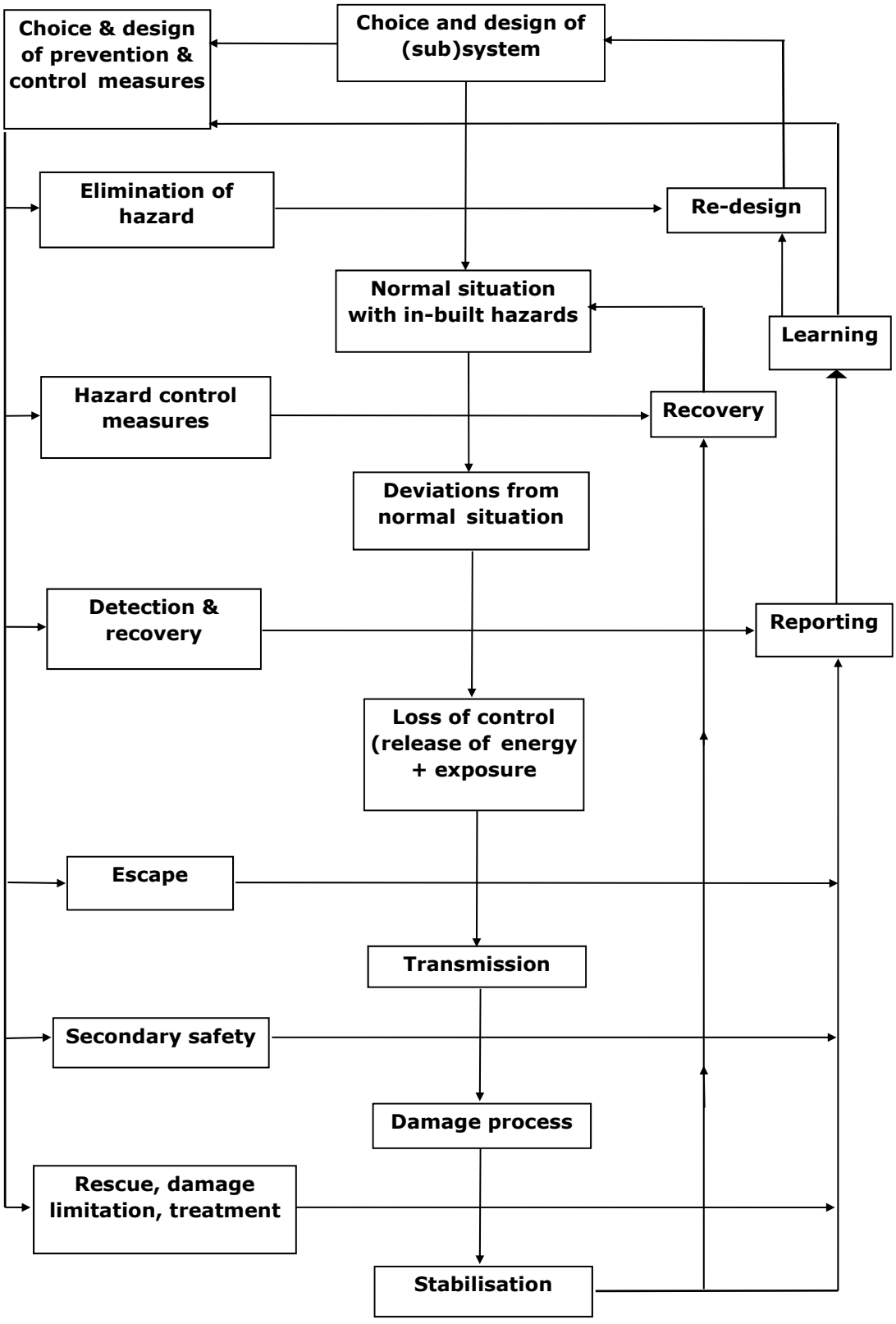
1. provision and use of the barriers = life cycle + risk control cycle
2. provision of resources and controls = delivery systems
3. cultural influences

Whilst this formulation is reasonably transparent and can be explained to managers as a way of designing and auditing their risk control, it does not make any easier the knotty problem of how to make quantitative links to risk. It is reasonable to assume that the link between the first level and barrier effectiveness is quite specific. The link between levels 2 and 1 is already more complex, with many-to-many links. The link between levels 3 and 2 is also likely to be fairly generic, though the research literature does not give so much guidance on this as yet. For quantification purposes, therefore, it is likely that culture assessments will be linked to broad and general performance in the control of most of the types of hazard in the given company. The data group could try to confirm or refute this by looking for accident data from good and poor companies operating the same process to see if the types of hazards leading to them stay in the same proportion despite an absolute difference in accident rate.

The project so far has only confirmed the expectations which the team had about the lack of consistent information in accident records about the influence of management factors, and the almost total lack of mention of cultural ones. In the I-Risk project a start was made with the use of expert judgement to decide on the priorities of the influence of given parts of the SMS on base events. A similar approach to define the influence of SMS elements on the effectiveness of barriers is also possible. However, this is a time-consuming process and it needs to be clear that it will produce useful support. Again here below are some possible decisions which model users might wish to take and look to the management model for support. Please add, subtract and comment.

1. Which aspects of the SMS should receive the most priority for improvement actions in order to produce the most reduction in risk in a given industry, across all industries?
2. How easy are certain types of prevention measure to manage and, hence, how should they be prioritised for use in companies with weak SMSs (e.g. SMEs)?
3. What are the organisational characteristics of companies which are successful in controlling given types of hazard, or all types of hazard?
4. What is the average state of development of the various elements of an SMS in a given industry, which can be used as a benchmark for deciding on actions to be taken in specific companies in that industry?

Annex 1. Delft deviation model



Annex 2. Critique of initial choice of bow ties

The definition of the 6 bow-ties initially chosen at Noordwijk is not pure according to the bow tie approach.

1. Falls from heights (construction industry)
2. Loss of containment (gases)
3. Loss of containment (large spills)
4. Trip/cut/crush in highly automated machines
5. Trip/cut/crush in manual machinery
6. Loads falling

Ad1.
Falls from heights is a good category: it defines the agent (the height, or more exactly the translation of potential energy into kI-NETic energy through the fall and its translation back into deformation of the body as it hits the surface) and the loss of control (the fall, or more exactly the loss of support of whatever was keeping the person at the defined height, or supporting them to move from one height to another or to the ground). The injury as a result is various, depending on the height fallen, the nature of the object or surface on which is fallen, any fall arresting mechanism or object and the skill of the person in landing. Limiting the bow-tie to the construction industry is not logical for scenario building, but may be for quantification

Ad2/3.
These define a loss of control, which is relatively clear-cut. Containment needs to be defined, especially for open containments of liquids (which can be spilled whilst transporting, or overflow if excess is added, or something drops into them) and 'heaps' or stacks of solids (which can be blown away by the wind, knocked over by contact, etc.).
More problematical here is that the agent and result are not defined. If we wish to maintain a distinction between acute and chronic hazards, we need to exclude losses of containment which lead only to chronic results (small leaks of toxic chemicals, releases of substances which have a low toxicity and flammability). Loss of containment can lead to a number of different acute results, depending on the properties of the agent and the quantity released. Gases can acutely poison or asphyxiate, burn or explode. Liquids can sweep away and injure, drown, burn, acutely poison by inhalation or ingestion, evaporate and explode, etc.
This variety in results on the RHS means that this category will not match, for example, the AI risk analysis model classifications.
The implication of dividing these two from each other is that they will form two bow-ties. Is this purely a pragmatic decision that the loss of containment step is very different for the two? Should they not be developed first together and only split if the bow-tie gets too broad?

Ad4/5.
The multiple natures of the results defined in these two categories indicate that these are not pure categories. We need to be more precise in defining them. We could dissect the categories out into a number of sub-categories such as are commonly found in classification of machinery hazards (see for example the HSE or Dutch documents based on the machinery directive): e.g. in-running nips, crushing between moving parts of a machine, crushing between machine part and fixed object, hair or clothing wrapped round rotating shafts, cutting on

sharp edges, struck by moving parts, etc.). We could try to group a number of these under the heading of 'entanglement' with machinery by entry of a body part into a defined danger zone.
The distinction between the two bow ties in 4 and 5 is not so much a matter of the hazard agents, but of the circumstances in which the person will come into contact with them. In the case of 4, it is largely during setting up, programming, modifying or maintenance that somebody enters potential danger areas, and the scenario is often characterised by the need to disable some of the safeguards protecting that zone. With 5 the contact is largely during the use phase and there may be extensive use of skill as a barrier because we are talking of a hand tool (e.g. boning carcasses in slaughterhouses, giving injections in hospitals, inserting rivets with a hand operated press in clothes or shoes, etc.). It may be necessary to tackle these scenarios in terms of the type of machine or tool being used, with all of its entanglement and contact risks, since the data may be only available in that form.

Ad6.
This is also a relatively straightforward category, though it would probably be best to define it not as 'loads falling' but as 'objects falling onto persons'. Loads is only a subcategory of these, implying that they are objects being transported. The broader category also covers stacks collapsing, objects falling over, things being dropped from or knocked off heights.

Bijlage 2. WORM deelnemers

Prof. dr. B. Ale	TU Delft/NIFV (Nederlands Instituut voor Fysieke Veiligheid)
Dr. O. Aneziris	NCSR Demokritos, Griekenland
Ir. J. Baksteen	Rondas Safety Consultancy
Dr. H.I. Beerens	RIVM
Dr. L.J. Bellamy	White Queen BV
Ir. A Bloemhoff	Stichting Consument en Veiligheid
Drs. M. Damen	RIGO
Prof. dr. R. M. Cooke	TU-Delft/EWI
J.P.S. Cooper	JPSC Ltd, United Kingdom
Ir. M. Van Delft	Abbott Risk Consulting
Ir. F. den Breejen	RIGO
Ir. J.C. Drost	Het Expertise Centrum
Ir. V van Eijk	Stichting Consument en Veiligheid
J. Eykelestam	Eykelestam Software
T. Geyer BSc	ERM Risk, United Kingdom
Dr. ir. L. H.J. Goossens	TU-Delft/VK
Drs. P. J.J. van Grieken	RIGO
Dr. F.W. Guldenmund	TU-Delft/VK
Prof. Dr. A. R. Hale	TU-Delft/VK
Dr. D. J. Klein-Hesselink	TNO
Dr. Dr. Kurowicka	TU-Delft/EWI
Dr. J.I. Kuiper	Stichting Consument en Veiligheid
Dr. K. Leidelmeijer	RIGO
Ir. M. Mud	RPS Advies B.V.
Dr.ir. S Mulder	Stichting Consument en Veiligheid
Ing. J.I.H. Oh	Ministerie SZW
Ir. C. Paas	TU-Delft/VK
Dr. I.A. Papazoglou	NCSR Demokritos, Griekenland
Dr. J.G. Post	NIFV
Ir. J. Quik	TU-Delft/VK
Ir. M. Samwel-Luijt	Stichting Consument en Veiligheid
Ir. J.P. van't Sant	RIVM
Dr. V.M. Sol	Ministerie SZW
Drs. P. Sprenger	RIGO
Dr. P.A.M. Uijt de Haag	RIVM
Drs. G. Van der Meij	Het Expertise Centrum
Ir. J. Versteegen	AT Osborne
Dr. J.Y. Whiston	Whiston Computing Ltd, United Kingdom
R. Whitehouse MA	HCRM Ltd., United Kingdom

Betrokken organisaties en mensen bij het maken van de modellen en kwaliteitscontrole (zie ook figuur 8 in hoofdstuk 3 en figuur B11.1 van bijlage 11).

Organisatie	**Afkorting naam**	**Naam**
TU Delft	AH	A. Hale
	CP	C. Paas
	JQ	J. Quick
RIVM	PU	P. Uijt de Haag
	HB	H. Baksteen
ARC/RPS	MM	M. Mud
	MDe	M. van Delft
RIGO	MD	M. Damen
	PG	P. van Grieken
Consument en Veiligheid (nu Veiligheid.NL)	AB	A. Bloemhoff
	VE	V. van Eijk
	MS	M. Samwel
NIFV (RIVM, TU Delft)	BA	B. Ale
White Queen	LB	L. Bellamy
HCRM Ltd	RW	R. Whitehouse

Bijlage 3. Data requirements for the occupational risk model

Introduction
This note was produced on 18 December 2002 and summarises all the basic data needs issues associated with the then proposed risk model. At the time health risks were also being considered but the modelling of chronic risk was not begun until the OHIA (Occupational Health Impact Assesment) project in 2010 (Uijt de Haag et al, 2001). Storybuilder has to be understood in the context of this note – fulfilling the requirements of the numerator part of the risk model.

Purpose
This note introduces some possible data collection and structuring requirements for the Occupational Risk Model to be developed by WORM. The idea is to:
- Give some broad pointers or recommendations
- Introduce issues to draw attention to where we need to draw up boundaries and stopping rules

Background and starting points
A meeting was held on 11 December with Ben Ale at RIVM to brainstorm the issues. The starting points were a list of areas drawn up from the WORM issues document (Bellamy, 2002):
- Illnesses (beroepziekten) from exposure and injury/death from accidents
- Activity at the time of exposure or accident
- Scenarios
- Frequency and consequences
- Management data
- Risks and different industries
- Risk reduction measures
- Costs of measures
- Validation data
- Demographic data

An AI document (AI, 2002) was also examined.

The discussion notes were then built on to provide more detail, and to highlight key points that emerged. Additional points discovered in the filling-in process have also been brought forward.

Summary of conclusions on starting points
N.B. Not all issues were discussed in detail. Key issues discussed were (1) the denominator and (2) the causal chain, while (3) Original data preservation is also a highlighted key issue.

Illnesses (beroepziekten) and injury/death from accidents
1. Both these types of outcomes (illness, injury/death) need to be examined. If a data collection study is being carried out just on accidents (e.g. the Rigo study), the researchers should not ignore occupational illness data if they come across it on the way (and vice versa).
2. Classification systems relating to the different points in the cause-consequence-outcome chain need to be well thought out (see 3), so any data collected should also be preserved in its original form (see 4) and any classification system should be defined very clearly (and double counting avoided/ identified)

3. Collecting and comparing standardised/common/well understood (etc.) lists (classification systems) would be very useful.
4. Maximising the level of detail in data fields can be an advantage rather than irretrievably sterilizing the data by losing what seems to be redundant information. So, maximize search and sorting possibilities in the database structure. Minimize pre-classifying but optimize search possibilities.
5. However, provide overviews which point to the higher risk areas (these will be the priorities)
6. Preserve the data within the population from which it was drawn (don't mix populations) e.g data for a population might include nationality, type of industry, type of job, numbers in that type of job, number of exposures/time on job, male/female, organizations (including name)
7. Identify the "standard cases" e.g. of occupational illness (the occupation-illness relationship is well established). These standard cases should be identified from the data.

Activity at the time

8. Provide a standard classification of activities e.g. see AI list of werkzaamheden (AI, 2002). A quick scan of what is out there suggests that a standard (e.g. European) classification may not exist
9. There appear to be standard classifications for occupations (but that is not the activities) e.g. the OSHA "SIC" classification in the US. A standard classification of jobs in the Netherlands (now and future) is needed.

Scenarios

10. Detailed stories of accidents and illnesses are needed
11. If we do not know the accident causes the data are useless (!!)
12. Are there standardized lists of causes?

requency and consequences

13. It is not only the statistics on outcomes that are needed (e.g. number of injuries amongst forestry workers). The denominator for the outcomes, the quantitative data on the population from which the outcome data are drawn, are required for the risk equation. E.g. deaths per number of trees felled, deaths per year per number of forestry workers, number of trees felled per year per forestry worker etc.
14. If data searches do not deliver the population data to calculate the denominator it may be necessary to carry out studies to define these population data.
15. For exposures, data on dose-response relationships would be useful where the relationship is gradual (such as with noise and hearing loss) and where there are significantly exposed groups. Can these groups be found?
16. The advantage of data on occupational illness is that the relationship between the occupation and the illness has already been established. So % of workers getting the illness from a particular occupation is likely to be very accessible data and detailed dose-response relationships are not needed.

Management data

17. This is an area with a lot of uncertainties so the key areas must be targeted. We need to establish what are "management" data.
18. All accidents/illnesses could be considered to be management failures
19. One thing to look for is management failures to deal with human risk denial : "Horrible stories" are needed here.

20. Where should the management aspects be targeted? E.g. in the major hazard chemical industry, management failure to properly review the design for hazards is the biggest area of weakness according to both the data analysis and informed judgement. We need studies for identifying management targets. What studies like these have been carried out already and where do we need further studies and expert judgement?

Risks and different industries

21. Target the priorities: the high risks. Where are they?

22. Target the well established cause and effect relationships. Which are they?

Risk reduction measures

23. What are the standard (preventive) measures? (e.g. see standard Safety Phrases associated with chemicals such as: S7/9 Keep container tightly closed and in a well-ventilated place)
24. What are the costs of measures?
25. Advice of experts may be needed.

Validation data

26. Tautological. If the risk model is built using data, there is not a separate data set that can be used to validate it. The validation must indeed be done with the data used to construct the model

Demographic data

27. Are there male-female differences in accidents for example (independent of other factors … therefore, again the denominator is important). This is the sort of question we might want to interrogate the data base with. So, what are the typical demographic characteristics of the population (which are available in the data/identified as important).

Drawing boundaries and starting and stopping rules

28. There needs to be an interactive process between WORM and Data Group so we can discuss whether the data pursuit in a particular area is worthwhile or not. What are the signals that we need to initiate that process?
29. WORM should begin with what we know well (e.g. the major hazards/chemicals) where there are data and models already, where we can do an internal risk assessment for chemical plants. WORM major hazard people are also aware of where we are missing data here and the sort of data analyses which have been useful for evaluating causal/correlational relationships useful for risk modelling.
30. Well established causal relationships are important starting points (and conversely poorly established ones important stopping points)
31. High risks are an important priority (and conversely low risks are low priority)

Detailed discussion

Risk and the importance of the denominator

Risk is defined as the probability of a specific effect occurring within a specified period or in specified circumstances (Uijt de Haag et al., 2001).
The risk of death of an activity may be calculated by dividing the number of deaths by the number of individuals exposed. For example, the risk of offshore

fishing is calculated as the ratio of the number of deep-sea fishermen killed during fishing within a specified period of time and the number of these fishermen employed in the same period of time. The number exposed is the "denominator" in the calculation of risk.
As the RIVM report (Uijt de Haag et al., 2001)points out, manipulating the denominator can mask areas of high risk, for example by using a denominator of all exposed persons on a site, say, instead of the most exposed.
For the purposes of data gathering, any data which does not also have information on the denominator is, for purposes of risk modelling, USELESS.
So for example, knowing that 50 welders a year are burned without knowing how many welders or how many welder hours is useless data. So, every time the Data group see a number they have to figure out the size of the exposed population.
Suppose we have a group called "forestry workers". Say that sawing a tree gives a chance that the tree will fall on the worker. The kind of information required would be not only the number of foresters killed or injured by tree falls but also how many foresters there are, how many trees a forester fells a year, see figure B3.1.
In order to look at the overall risk for foresters, the different activities of the forester need to be broken down e.g. he spends 40% of time behind a desk and 60% of time in the forest.

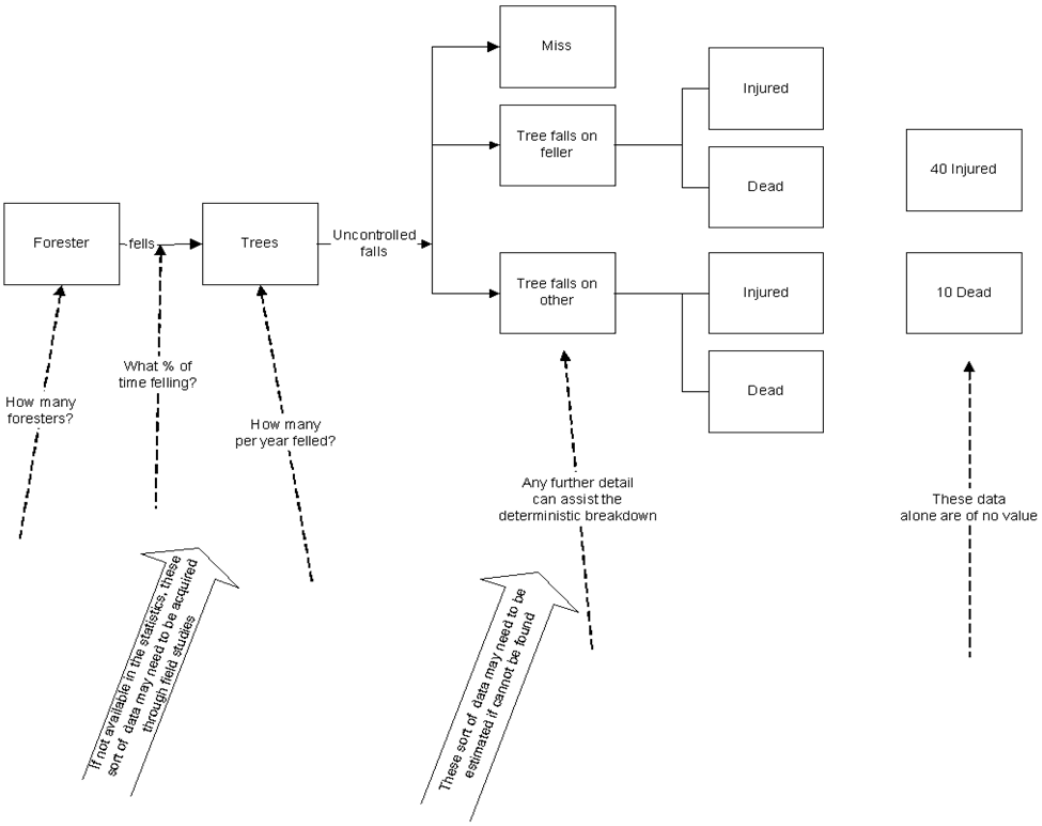


Figure B3.1 The hypothetical forester

The more detail we get, the more we can deterministically break down the causal chain. e.g.
Plant operator ---------10% of time in the field --------1% time working on flanges
---------90% of time in control room

The chain
The chain can be conceived of as something like:
Activity → Failure → Consequences/Effects → Outcomes (Death, injury, illness) etc. For example, the AI Document (AI, 2002) gives a classification of activity factors ("aandachtspunten") to be related to outcomes (gezondheidsprobleem, dood…).
Aandachtspunten ----------→ Outcomes

Correlations between activities, causes and outcomes are valuable. For example, the work on pipework failures (Bellamy et al, 1989) and vessel failures (Bellamy & Geyer, 1992) shows loss of containment (LOC) occurred with different frequencies for different activities and also gives the management failure contributions to causes of failure. For example, maintenance dominated the picture, but this could be split between accidents while doing maintenance and accidents because of not doing maintenance. 42 of 921 LOCs from pipework occurred during start-up, 33 during loading/unloading and 146 occurred during maintenance (which could be further broken down into % causes relating to insufficient isolation, working on wrong pipe, and not clearing out the pipework of hazardous material) etc. etc. etc. Similar work was done on vessel failures (Bellamy & Geyer, 1992). Further breakdowns indicated management failures relating to loss of containment, such as the extent to which failures to undertake routine maintenance was a contributor to failure caused by corrosion, for example.
These data were specifically collected with an external risk assessment model in mind and considering management contributions to failure. One of the important findings here was that beginning with pre-analysed data (e.g. results of searching TNO Facts database fields) was hopeless for generating any statistical data other than the important fact that searching for particular data in certain specified fields identified which accidents were of interest. Re-starting then with the original detailed descriptions of all the events surrounding the accident was the only way to proceed. The good thing about the TNO database was that, at the time, these original data had been preserved and were accessible. So, always keep the original data with the analysed data.

For the development of a database structure, from the point of view of looking at causal chains and having the freedom to sort data along the chain without the constraints of a predetermined framework it is very important to preserve the original data in full detail. In order to be able to search and sort such data, there also needs to be a classification system. For example, the AI system uses a classification (AI, 2002).

Searching for international standard classifications might be helpful. The current author noted particularly the absence of activity classifications. These are the kinds of activities one might find associated with job or task analysis, job descriptions etc. but a full and standard list does not appear to exist.

Job/industry type classification systems seem to be more prominent (e.g. OSHA had such a list – the SIC structure), and there are types of injury classifications US Bureau of Labour had a classification system etc.) …obviously there must be a lot of classifications of types of injury, illnesses etc. as well.

What to do about problems of open endedness? This may be a stopping rule for the Occupational Risk Model … like the ILO system: ILO list of occupational illnesses (beroepziekten) has for example "1.1.32. Diseases caused by any other

chemical agents not mentioned in the preceding items 1.1.1 to 1.1.31, where a link between the exposure of a worker to these chemical agents and the diseases suffered is established" or the European schedule of occupational diseases has such as "Skin diseases caused by substances and agents not included under other headings: 2.201 Allergic and orthoallergic skin ailments not recognized in Annex I 2.3. Diseases caused by inhaling substances not included under other headings:2.301 Pulmonary fibroses due to metals not included in the European schedule".
Mutually exclusive categories in any one branch of the classification is also important (and defining what they mean).

For capturing the "horrible stories" of scenarios the full original description should be preserved. These may be the full stories of individuals, such as in the case of an occupational illnesses such as respiratory disease, or detailed descriptions of accident investigations. Ben Ale provided some "horrible stories" examples for discussion such as the unhappy fate of wood mill workers who stood on the log transporting conveyor of a wood chipping machine when the logs jammed in order to free them (killing a worker on more than one occasion). Such stories are important pre requisites to identifying patterns in scenarios that can lead the way to more generic structures for modelling (observation first, classification later). Pre analyzing the data should be done in such a way as to provide directional indicators for scenario building e.g. showing that certain kinds of activities result in primarily foot injuries, for example.

Horrible stories can also illustrate the risk blindness or denial characteristics of human behaviour and management failure to prevent such behaviours
Detailed stories of this nature are also important for capturing management failures. Management failures may not be recognised e.g. removal of a protective device on a hand tool could be regarded as a failure of the operator (because he removed it) or a management failure to purchase tools with protective devices that cannot be removed (management failed to assess the risks).
All accidents could be considered management failures (or acts of god?). Brainstorming the management failure aspects in this respect may be an important framework-building starting point for a management data classification system.

References

AI (2002). Voorstel opzet risico analyse model arbeidsomstandigheden. Intern arbeidsinspectie document, juli 2002
Bellamy, Linda (2002). Workgroup occupational risk model (worm): the issues. SAVE, December 2002.
Bellamy, L.J., Geyer, T.A.W., Astley, J.A. (1989). Evaluation of the human contribution to pipework and in line equipment failure frequencies. Health and Safety Executive, Bootle: HSE, 1989. ISBN 0717603245. HSE Contract Research Report 15/1989
Bellamy, L.J. and Geyer, T.A.W. (1992). Organisational, Management and Human Factors in Quantified Risk Assessment - Report 1 - HSE Contract Research Report 33/92
Uijt de Haag, P.A.M., G.M.H. Laheij, J.G. Post, B.J.M. Ale, L.J. Bellamy (2001). A method to judge the internal risk of establishments with dangerous substances RIVM Report 610066014, aug 2001

Bijlage 4. Classificatiesystemen: de oorsprong van de 36 modellen

Belangrijke punten van AIRA (risico analyse model arbeidsinspectie)
Eind 2002 werd door de minister van SZW toegezegd aan de Algemene rekenkamer (brief van arbeidsinspectie AI/02/6859) en de Tweede Kamer (TK, 2003) dat de Inspectie SZW (toentertijd nog arbeidsinspectie genoemd) een risicoanalysesysteem zou ontwikkelen dat zou worden geïntroduceerd in 2003. De Inspectie SZW leverde een lijst van aandachtspunten gerelateerd aan gevaarlijk werk als input voor de ontwikkeling van het model. De uiteindelijke lijst bevatte alle oorzaken van gevaarlijk werk die voorzien waren door relevante wet- en regelgeving zoals de Arbowet, Kernenergiewet, Arbeidstijdenwet, en Productwetgeving. De lijst met belangrijkste punten wordt hieronder gegeven. De methode die gebruikt is om tot de risicogetallen te komen wordt hier niet gegeven en moet beschikbaar zijn via het archief van de Ispectie SZW. De lijst had een belangrijke invloed op de selectie en verdeling van de gevaren voor de 36 modellen van de Storybuilder database.

Tabel B4.1 Effect scores voor AIRA (Arbeidinspectie 2003)

H2 ARBOWET	score
agressie en geweld	13
ongewenste seksuele intimidatie	13
werkdruk	13
repeterende handelingen	13
H3 ARBOBESLUIT	
ondeugdelijke inrichting	13
verstikkingsgevaar	52
hoogspanning	104
laagspanning	13
valgevaar	104
H4 ARBOBESLUIT	
biologische agentia	52
legionella	13
overige biologische agentia	13
biologische agentia cat. 3	52
biologische agentia cat. 4	104
kankerverwekkende stoffen	104
kwarts	52
asbest	104
overige kankerverwekkende	104
gevaarlijke stoffen	52
vluchtige organische stoffen	52
lasrook	13
bestrijdingsmiddelen	52
bestrijdingsmiddelen biocide	52
huidirriterende stoffen	13
mutagene en reprotoxische	104
overige gevaarlijke stoffen	52
destructieve stoffen	104
pyrotechnische stoffen	104
brandbare en explosieve	104

H5 ARBOBESLUIT	score
beeldschermwerk	13
geknield/gehurkt werk	13
staand werk	0,5
kracht zetten (incl. tillen)	52
H6 ARBOBESLUIT	
schadelijk geluid	52
extreme hitte	13
extreme kou	0,5
caisson en duikarbeid	104
H7 ARBOBESLUIT	
koude en/of hete oppervlakken	13
aanrijdgevaar	104
wegvliegende, schietende	104
(om)vallende voorwerpen	104
hand-en arm trillingen	13
knel-/plet-/snijgevaar	104
ATW	
arbeidstijd algemeen	13
wekelijkse onafgebroken	13
dagelijkse onafgebroken	13
arbeidstijd	13
arbeid in nachtrust	13
arbeidstijd incl. overwerk	13
consignatie	13
KEW/H6 Arbobesluit	
ioniserende straling	13
schadelijke niet-ioniserende	0,5

Landelijke prioriteiten % blootgestelden t.o.v. BV NL effectwaarden wekenreeks	Effect-waarde	Kans-waarde	Risico-niveau
kracht zetten (incl. tillen)	52	24,6	1279
knel-/plet-/snijgevaar	104	8,4	876
(om)vallende voorwerpen	104	7,3	755
aanrijdgevaar	104	5,5	570
wegvliegende, schietende onderdelen	104	4,8	499
werkdruk	13	35,1	456
ondeugdelijke inrichting arbeidsplaats	13	31,0	403
schadelijk geluid	52	7,6	393
gevaarlijke stoffen	52	7,4	383
valgevaar	104	3,5	362
beeldschermwerk	13	25,6	333
arbeidstijd alg.	13	23,6	307
overige gevaarlijke stoffen	52	5,6	290
agressie en geweld	13	21,6	281
kankerverwekkende stoffen	104	2,6	271
arbeidstijd	13	18,9	245
arbeidstijd incl. overwerk	13	17,6	229
repeterende handelingen	13	16,3	212
geknield/gehurkt werk	13	16,2	211
dagelijkse rust	13	16,0	208
ongewenste seksuele intimidatie	13	14,1	183
arbeid in nachtrust	13	14,0	182
overige kankerverwekkende stoffen	104	1,2	127
consignatie	13	6,2	81
wekelijkse rust	13	6,1	79
hand-en arm trillingen	13	4,6	59
vluchtige organische stoffen	52	1,1	59
pyrotechnische stoffen	104	0,5	48
kwarts	52	0,9	44
koude en/of hete oppervlakken	13	3,3	43
mutagene en reprotoxische stoffen	104	0,4	38
verstikkingsgevaar	52	0,7	34
biologische agentia	52	0,5	27
bestrijdingsmiddelen gewasbescherming	52	0,5	26
hoogspanning	104	0,2	21
bestrijdingsmiddelen biocide	52	0,4	19
staand werk	1	36,0	18
ioniserende straling	13	1,2	16
biologische agentia cat. 4	104	0,1	15
huidirriterende stoffen	13	1,0	13
lasrook	13	1,0	13
laagspanning	13	0,8	11
biologische agentia cat. 3	52	0,2	9

asbest	104	0,1	8
extreme hitte	13	0,4	5
overige biologische agentia cat. 2	13	0,4	5
legionella	13	0,3	4
caisson en duikarbeid	104	0,0	3
extreme kou	1	0,0	0

Tabel B4.2 Landelijke prioriteiten I-SZW (Arbeidsinspectie 2003)

Classificatiesystemen

RIGO onderzocht een aantal classificatiesystemen (Leidelmeijer et al, 2003). De Safety Science afdeling van TU Delft vergeleek deze systemen met de prioriteitenlijst van de inspectie, tegelijkertijd met een andere classificatie van activiteiten, genaamd Solbase (Swuste et al, 2003). De resultaten van deze vergelijking staat in tabel B4.3. De oorsprong van de huidige 36 modellen wordt zichtbaar in vergelijking.

Tabel B4.3 Classificatiesystemen en relatie met prioriteitenlijst van Inspectie SZW

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
	1 kracht zetten (incl. tillen)	H5 vh arbobesluit, fysieke belasting	Group 5, Injured while handling, lifting or carrying (0520-0590) niet 0510!	64, Ongecoördineerde, onbeheerste of verkeerde bewegingen	2.15 Strain injury to muscles, joints, back, etc.
			0520 Injury through sprains/strains from body movement whether or not a load is involved	70, Bewegen van het lichaam met of zonder fysieke belasting (doorgaans leidend tot inwendig letsel) - niet gespecificeerd	From static working posture causing joint and muscle pain
			0530 Injured while manually handling or supporting a person	71, Optillen, dragen, opstaan	From lifting, holding and carrying heavy objects
				72, Duwen, trekken	From repetitive movements (usually fine and light) / tenosynovitis
			0540 Injured while handling/transferring a person using people handling equipment	73, Neerzetten, bukken	
			0550 Injury through lifting or putting down loads	74, Buigen, draaien, zich omdraaien	
			0560 Injury through pushing/pulling loads	75, Zwaarbeladen lopen, misstap of uitglijden zonder vallen	
			0570 Injury through carrying loads		
			0580 Injured while handling, lifting or carrying in another way not specified		

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			above		
			0590 Injured while handling, lifting or carrying - unknown way.	Bewegen van het lichaam met of zonder fysieke belasting (doorgaans leidend tot inwendig letsel): 79, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 70, niet vermeld bij 70, 71, 72, 73, 74, 75	
Trap / cut / crush in highly automated machines	2 knel- / plet- / snijgevaar	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden	0220 Hit by object(s) free falling from lifting machinery, vehicles and other equipment. Include components of machinery which may fall but still attached	40, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) over een machine, vervoer- of transportmiddel, handgereedschap, voorwerp, dier – niet gespecificeerd	2.17 Trapping / entanglement in machine
			0230 Hit by objects or material ejected whilst using machinery or hand tools	41, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een machine (inclusief onbedoeld starten) en over het met de machine bewerkte materiaal	2.18 Sharp object or hand tool
			0240 Hit by material under pressure during normal operation of machinery or other equipment	42, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een vervoer- of transportmiddel (al dan niet gemotoriseerd)	
			0260 Hit by handtools in use.	43, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			(Count here injuries where people strike themselves against handtools)	een handgereedschap (al dan niet gemotoriseerd) en over het met het gereedschap bewerkte materiaal.	
Trap / cut / crush in highly manually machinery				44, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een voorwerp (dat wordt gedragen, verplaatst,	
				45, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een dier	
			0510 Injured through cuts from sharp/coarse material or equipment or from trapped fingers. Injury is not through the weight of material, objects or equipment being handled.	49, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 40, niet vermeld bij 40, 41, 42, 43, 44, 45	
			Group 8, Trapped by something collapsing or overturning.	61, Op een snijdend voorwerp stappen	
			0810 Trapped by something collapsing or overturning	63, Door een voorwerp of de vaart daarvan gegrepen of meegesleept worden	
Loads falling	3 (om)vallende voorwerpen	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden	Group 2, Hit by a	30, Breken, barsten, glijden,	2.5 Falling / collapsing Work in a trench, pit or tunnel which can collapse in on someone
			0210 Hit by object(s) free falling from structures eg buildings, ladders,	33, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - hoger gelegen (op het slachtoffer vallend)	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			mine shaft	34, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - lager gelegen (het slachtoffer meeslepend)	Stack / pile of materials can collapse onto a person
			0270 Accidentally hit by another person eg hit by another person who tripped or fell onto them	35, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - op gelijke hoogte gelegen	Object or vehicle falls from temporary support
				Breken, barsten, glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp: 39, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 30, niet vermeld bij 30, 31, 32, 33, 34, 35	Object dropped unintentionally from above
			0280 Hit by a moving, flying or falling object in another way not specified above	44, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een voorwerp (dat wordt gedragen, verplaatst, gehanteerd enz.)	Object thrown or dropped delibarately from above
				63, Door een voorwerp of de vaart daarvan gegrepen of meegesleept worden	
			0290 Hit by a moving, flying or falling object - unknown way		
	4 aanrijdgevaar	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden	Group 3, Hit by a moving vehicle	42, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een vervoer- of transportmiddel (al dan niet gemotoriseerd)	2.16 Person striking against object
			0310 Hit by a vehicle moving forward. Runaway		

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			not driven counted under 0340)		
			0320 Hit by a reversing vehicle		
			0330 Overturning vehicle where overturn is injury causing factor		
			0340 Hit by a runaway vehicle not driven		
			0390 Hit by a moving vehicle – unknown way		
Loads falling	5 wegvliegende, schietende onderdelen	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden	Group 2, Hit by a moving, flying or falling object.	30, Breken, barsten, glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - niet	2.20 Struck by flying object
			240 Hit by material under pressure during normal operation of machinery or other equipment	32, Breken, barsten, waarbij scherven/ spanen ontstaan (hout, glas, metaal, steen, kunststof, overige)	
			0250 Hit by objects or material following an explosion or implosion of pressurised equipment eg tyres, jars. Count explosion from igniting materials at group 12).	Breken, barsten, glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp: 39, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 30, niet vermeld bij 30, 31, 32, 33, 34, 35	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
				44, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een voorwerp (dat wordt gedragen, verplaatst, gehanteerd enz.)	
				63, Door een voorwerp of de vaart daarvan gegrepen of meegesleept worden	
Vallen van hoogte	6 valgevaar	H3 vh arbobesluit, inrichting arbeidsplaatsen	Group 6, Slipped, tripped or fell on the same level	50, Uitglijden of struikelen met val, vallen van personen - niet gespecificeerd	2.4 Slip / Trip
			0610 Slipped on wet surface (water and other liquids) or other substance (grease, oil, food).	51, Vallen van personen - van hoogte.	2.4.1 When does the slipping / tripping hazard occur?
			0620 Slipped on dry surface (ceramic tiles, polished floors, smooth surface) or dry products/item on the surface	52, Uitglijden of struikelen met val, vallen van personen - op ± dezelfde hoogte	2.4.2 What type of hazard is it?
			0630 Tripped over obstruction (furniture, small items, work materials, boxes, waste).	59, Uitglijden of struikelen met val, vallen van personen: Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 50, niet vermeld bij 50, 51, 52	2.4.3 Are there circumstances about the task which increase the hazard?
			0640 Tripped over uneven floor surface (cavity, channel, drain, manhole).	63, Door een voorwerp of de vaart daarvan gegrepen of meegesleept worden	2.4.4 Is it possible to recover by holding onto something?

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			0680 Slipped, tripped or fell on the same level in another way not specified above. (Include lost footing on kerb stone/steps or on raised thresholds).		2.6 Person falls from height
			0690 Slipped, tripped or fell on the same level - unknown way.		2.6.1 Does the person have to carry out the work at a height? Yes / No
			Group 7, Fell from a height		2.6.2 What is supporting the person working at the height? Rope attached to person Cage or platform hanging from rope or cable Working on temporary structure (scaffold / platform) Working on permanent structure (roof / balcony / platform) Working on ladder / steps / other small moveable support
			0710 Fall from a height, over 2 metres		2.6.3 Can the fall be arrested? Yes / No
			0720 Fall from a height, upto and including 2 metres		2.6.4 What surface does the person fall onto? Hard surface Soft / loose surface Water

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
					Sharp or otherwise dangerous objects
			0790 Fall from a height – unspecified distance		
	7 koude en/of hete oppervlakken	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden	1040 Exposed to, or contact with, hot/cold objects/ liquids/material (scalds). The heat/cold is the injury causing factor	13 Contact met open vlam of met voorwerp of omgeving -	2.9 Heat
				14 Contact met voorwerp of omgeving - koud of bevroren	2.10 Cold
				Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	2.13 Fire
	8 hoogspanning	H3 vh arbobesluit, inrichting arbeidsplaatsen	Group 13, Contact with electricity or electrical discharge.	10, Afwijkende gebeurtenis als gevolg van een elektrische storing, explosie, brand – niet gespecificeerd	2.12 Electrical hazard
			1310 Contact with electricity or electrical discharge	11, Elektrische storing door een defect in de installatie - met indirect contact als gevolg	
				12, Elektrische storing - met direct contact als gevolg	
				10 Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof – niet gespecificeerd	
				11 Indirect contact met vlamboog, bliksem (passief)	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
				12 Direct contact met elektriciteit, een elektrische ontlading op het lichaam krijgen	
				Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
	9 Laagspanning	H3 vh arbobesluit, inrichting arbeidsplaatsen	Group 13, Contact with electricity or electrical discharge.	10, Afwijkende gebeurtenis als gevolg van een elektrische storing, explosie, brand – niet gespecificeerd	2.12 Electrical hazard
			1310 Contact with electricity or electrical discharge	11, Elektrische storing door een defect in de installatie - met indirect contact als gevolg	
				12, Elektrische storing - met direct contact als gevolg	
				10 Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof – niet gespecificeerd	
				11 Indirect contact met vlamboog, bliksem (passief)	
				12 Direct contact met elektriciteit, een elektrische ontlading op het lichaam krijgen	
				19, Contact met elektrische stroom, temperatuur,	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
				gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
Loss of containment (gases)	10 Legionella	H4 vh arbobesluit, gevaarlijke stoffen en biologische agentia	Group 10, Exposed to, or in contact with, a harmful substance \ (1010-1090) Zie 12 gevaarlijke stoffen	Zie schadelijke stoffen	2.7 Biological hazard
Loss of containment (large spills)			1050 Exposed to, or contact with, infectious substances, pathogens or biological material, including bacteria and cultured viruses, in blood or blood products, body fluids.		
	11 schadelijk geluid	H5 vh arbobesluit, fysieke belasting		72 Fysieke belasting - door straling, lawaai, licht, druk	2.2 Noise
					2.2.1 What is the type of noise which you have? Mainly high frequency Mainly low frequency Broad spectrum of frequencies
					2.2.2 What is the current

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
					level of noise? At source dBA? At the ears of the victims dBA?
					2.2.3 How and when are the victims exposed to the noise? during one or more phases of normal operation or maintenance of the proces
					2.2.4 How is the noise emitted? exhaust air gases/steam motor/generator revolving/reciprocating machinery flow of gas/steam/liquid in pipes product components striking against each other, or machine parts object falling from a height onto resonant surface deliberate removal of noise enclosure or entry into noisy area
					2.2.5 Which phase of the project? normal operation loading or unloading adjusting the machine cleaning the machine maintaining/repairing the

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
					machine due to an abnormal/unintended event, deviation or breakdown
					2.2.6 What sort of people are exposed to dangerous levels of the noise?
					2.2.7 How is the noise transmitted to those exposed?
					2.2.8 What is the distance from the source to the potential victim?
					2.2.9 Why are the victims in the vicinity of the noise source?
Loss of containment (gases)	12 gevaarlijke stoffen	H4 vh arbobesluit, gevaarlijke stoffen en biologische agentia	Group 10, Exposed to, or in contact with, a harmful substance	20, Afwijkende gebeurtenis door overlopen, kantelen, lekken, leeglopen, verdampen, vrijkomen - niet gespecificeerd	2.1 Chemical substances
			1010 Exposed to, or contact with, a harmful substance during handling, dispensing, filling, mixing	21, In vaste toestand - overlopen, kantelen	2.1.1 What type of hazard does the chemical give?
			1020 Exposed to, or contact with, harmful substance due to failure, leak or burst from equipment or	22, In vloeibare toestand - lekken, sijpelen, leeglopen, spatten, sproeien	2.1.2 How large is the quantity being used at one time?

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			machines, or other unplanned release		
Loss of containment (large spills)			1030 Exposed to, or contact with, harmful substance during normal operation with no fault of equipment/machine or vehicle. (Not accidentally released)	23, In gasvormige toestand - verdampen, aërosolvorming, gasvorming	2.1.3 In what form is it emitted?
			1040 Exposed to, or contact with, hot/cold objects/ liquids/material (scalds). The heat/cold is the injury causing factor	24, In poedervorm - rookontwikkeling, stof, deeltjes	2.1.4 When does emission occur in relation to the process? During one or more phases of the normal operation or maintenance of the process?
			1050 Exposed to, or contact with, infectious substances, pathogens or biological mate-rial, including bacteria and cultured viruses, in blood or blood products, body fluids.	Deviation by overflow, overturn, leak, flow, vaporization, emission: 29, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 20, niet vermeld in 20, 21, 22, 23, 24	2.1.5 Which phase does the emission mainly occur in?
			1060 Exposed to high/low ambient temperature in	30, Breken, barsten, glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - niet	2.1.6 What sort of people are exposed to the chemical substance?

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			atmosphere. Injury causing factor is excessive heat/cold in the open air or inside structure	gespecificeerd	
			1070 ?	31, Breken van materiaal, op de voegen of verbindingen	2.1.7 How is the substance transmitted to those exposed?
			1080 Exposed to, or contact with, a harmful substance in another way not specified above.	32, Breken, barsten, waarbij scherven/ spanen ontstaan (hout, glas, metaal, steen, kunststof, overige)	2.1.8 What is the distance from the source to the potential victim?
			1090 Exposed to, or contact with, a harmful substance – unknown way	33, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - hoger gelegen (op het slachtoffer vallend)	2.1.9 Why do victims come Into contact with the substance in that place?
				34, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - lager gelegen (het slachtoffer meeslepend)	2.1.10 How does the substance enter and or damage the victim?
				35, Glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp - op gelijke hoogte gelegen	
				Breken, barsten, glijden, vallen, instorten van het betrokken voorwerp: 39, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 30, niet vermeld bij 30, 31, 32, 33, 34, 35	
				15 Contact met gevaarlijke	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
				stoffen – via de neus, mond, ademhaling	
				16 Contact met gevaarlijke stoffen – op of via de huid of de ogen	
				17 Contact met gevaarlijke stoffen – via de spijsvertering door inslikken, opeten	
				Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
	13 agressie en geweld	H2 vh arbowet, arbeidsomstandig-hedenbeleid	Group 15, Physically assaulted by a person.	45, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een dier	
			1510 Physically assaulted by a person	80, Verrassing, schrik, geweldpleging, agressie, bedreiging, aanwezig zijn - niet gespecificeerd	
				81, Surprise or shock without physical contact	
				82, Geweldpleging, agressie, bedreiging tussen personeelsleden van de werkgever	
				83, Geweldpleging, agressie, bedreiging door buitenstaanders jegens de slachtoffers in het kader van hun	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
				beroepsuitoefening (bankoverval, buschauffeurs enz.)	
				84, Aangevallen, omvergelopen worden - door een dier	
				85, Aanwezig zijn van het slachtoffer of van een ander waardoor gevaar voor de persoon zelf en eventueel ook voor anderen ontstaat	
				Verrassing, schrik, geweldpleging, agressie, bedreiging, aanwezig zijn: 89, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 80, niet vermeld bij 80, 81, 82, 83, 84, 85	
	14 hand- en arm trillingen	H7 vh arbobesluit, arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden		40, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) over een machine, vervoer- of transportmiddel, handgereedschap, voorwerp, dier – niet gespecificeerd	2.3 Vibrations
					2.3.1 What is the type of vibration which you have? low frequency (high amplitude) causing resonance of body parts hand/arm vibration due to vibration tools shocks/vibrations to other parts of the body
					2.3.2 What is the level of exposure?
					2.3.3 When and how are people exposed to the

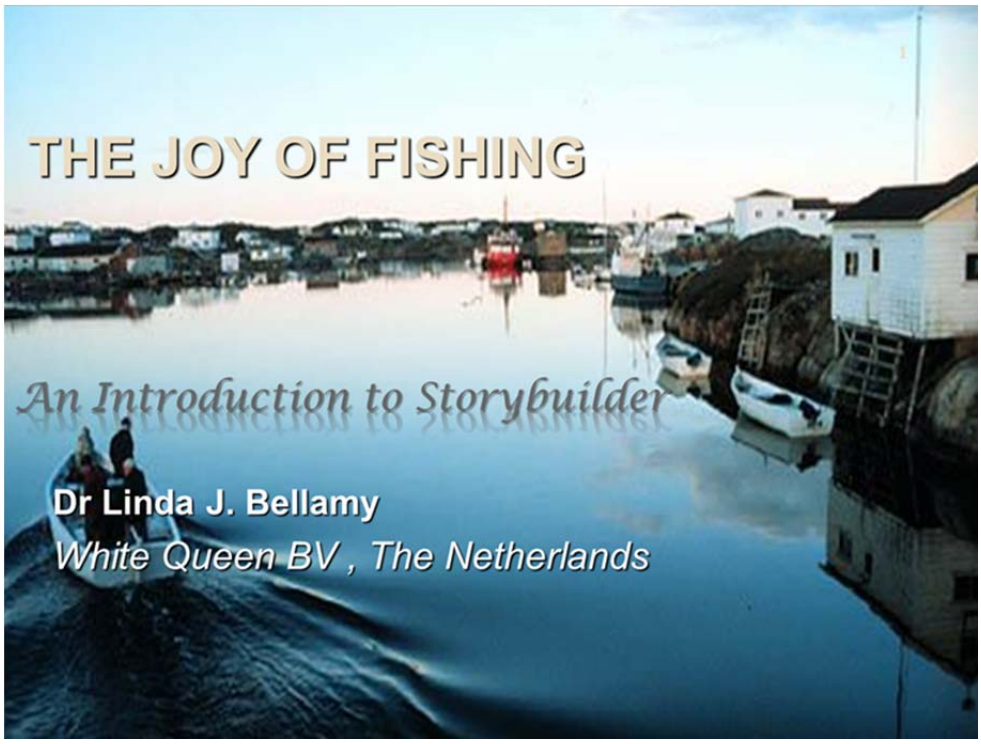
1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
					vibration?
				41, Verlies van controle (geheel of gedeeltelijk) - over een machine (inclusief onbedoeld starten) en over het met de machine bewerkte materiaal	2.3.4 How is vibration transmitted?
					2.3.5 What are the potential victims in the vicinity of the vibration source?
Loss of containment (gases)	15 Verstikkingsgevaar	H3 vh arbobesluit, inrichting arbeidsplaatsen	Group 9, Drowned or asphyxiated	15 Contact met gevaarlijke stoffen – via de neus, mond, ademhaling	
				16 Contact met gevaarlijke stoffen – op of via de huid of de ogen	
			0930 Asphyxiation or near asphyxiation due to engulfment in material eg in silos, towers	Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
Loss of containment (large spills)			0940 Asphyxiation due to lack of oxygen in confined area eg due to displacement by non-toxic gas (eg nitrogen) or absorption of oxygen due to ground conditions	20, Afwijkende gebeurtenis door overlopen, kantelen, lekken, leeglopen, verdampen, vrijkomen - niet gespecificeerd	
			0950 Asphyxiation due to choking	21, In vaste toestand - overlopen, kantelen	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			0980 Drowning or asphyxiation in another way not specified above (excluding decom-pression sickness)	22, In vloeibare toestand - lekken, sijpelen, leeglopen, spatten, sproeien	
			0990 Drowning or asphyxiation - unknown way	23, In gasvormige toestand - verdampen, aërosolvorming, gasvorming	
				24, In poedervorm - rookontwikkeling, stof, deeltjes	
				29 Deviation by overflow, overturn, leak, flow, vaporization, emission: 29, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 20, niet vermeld in 20, 21, 22, 23, 24	
	16 ioniserende straling	KEW/H6 vh arbobesluit		72 Fysieke belasting - door straling, lawaai, licht, druk	2.8 Radiation Ionising / non-ionising
	17 Extreme hitte	H5 vh arbobesluit, fysieke belasting	1060 Exposed to	13 Contact met open vlam of	2.9 Heat
			Group 11, Exposed to fire	19 Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: 19, Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
			1110 Exposed to fire or fumes from	10, Afwijkende gebeurtenis als gevolg van een elektrische	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
			uncontrolled fire	storing, explosie, brand – niet gespecificeerd	
				14, Brand, Vuurzee	
				19 Deviation due to electrical problems, explosion, fire: 19, Overige afwijkende gebeurtenissen, behorend tot groep 10, niet vermeld in 10, 11, 12, 13, 14	
	18 Caisson en duikarbeid	H5 vh arbobesluit, fysieke belasting	0910 Drowning or near drowning in water eg swimming pools, bath, lake, river, quarry lagoon, subsea	20 Verdrinking, begraving, insluiting - niet gespecificeerd	
			0920 Drowning in other liquids eg in containers, vessels, tanks, slurry pit	21 Verdrinking in een vloeistof	
			0990 Drowning or asphyxiation - unknown way	22 Begraving door een vaste stof	
				23 Insluiting of omgeving door gassen of zwevende deeltjes	
				Verdrinking, begraving, insluiting: 29 Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 20, niet vermeld bij 20. 21, 22, 23	

1st six bow-ties	Prioriteitenlijst I-SZW (AIRA)	NL Wetgeving	RIDDOR(UK HSE)	ESAW (deviatie of wijze van verwonding)	Solbase activity classification
	19 Extreme kou	H5 vh arbobesluit, fysieke belasting	1060 Exposed to high/low ambient temperature in atmosphere. Injury causing factor is excessive heat/cold in the open air or inside structure	14 Contact met voorwerp of 19 Contact met elektrische stroom, temperatuur, gevaarlijke stof: Overige contacten - wijzen van verwonding, behorend tot groep 10, niet vermeld bij 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	2.10 Cold

Bijlage 5. The Joy of Fishing



Accident data and the Storybuilder method

2

- Purpose of "Storybuilder":
  - Tailor made tool to capture the richness of accident "stories"
  - To better understand accident causation
  - To capture elements of the dominant repeating stories so can prioritise action
- Problems:
  - Getting accident data with sufficient information
  - Extracting the data without biases from preconceived classifications

Example from the fishing industry

3

- Early in project found example from the fishing industry
- Had the kind of stories we were looking for to develop the Storybuilder concept

See

http://www.med.mun.ca/sf/interviews.htm

Interviews with Newfoundland fishermen about the dangers of their jobs

Why I am a fisherman

4

"I enjoy it yah. I really do...I wouldn't give it up, not unless I was offered an excellent job....I likes to see fish coming in. It is a challenge. Cause he's the smartest fish, he's not a stupid fish, a cod fish"

Exposure to the risks

5

- *"You goes 3-4 o'clock in the morning, and you don't be in till 1-2 in the day.*
- *Oh, we'd probably leave here at about 4 in the morning, and probably wouldn't get home until 8 or 9 o'clock in the night, right. And some nights you probably wouldn't get home 'til 10 or 11, all according to what fish you had....*
- *It's load and go, day and night, steady go. No stop at all. "*

Out partying doubles the risk

6

- *"I would say the risks and dangers come and go.....*
- *If some fellow is not prepared for the days work, if he was up too late the day before with not enough sleep, or was out partying and that kind of thing, but that would be a risk in any occupation, but doubly so if that situation exists on a fishing day.*
- *How frequent it is, I don't know."*

What risks?

7

- *"Yes boy, it is [common], really. Rope burns, cuts, injured arms, hands mostly.*
- *the knife will slip or you'll slip and fall moving from the back of the boat to the head of the boat or the other way around.*
- *slipping on the bottom of small boats, or slipping on decks of longliners and falling, and you know, breaking ribs, or catching your back, disc trouble, slipping on slippery boards and boats, fish guts or kelp, and that type of thing. "*

Accidents are horrible stories

8

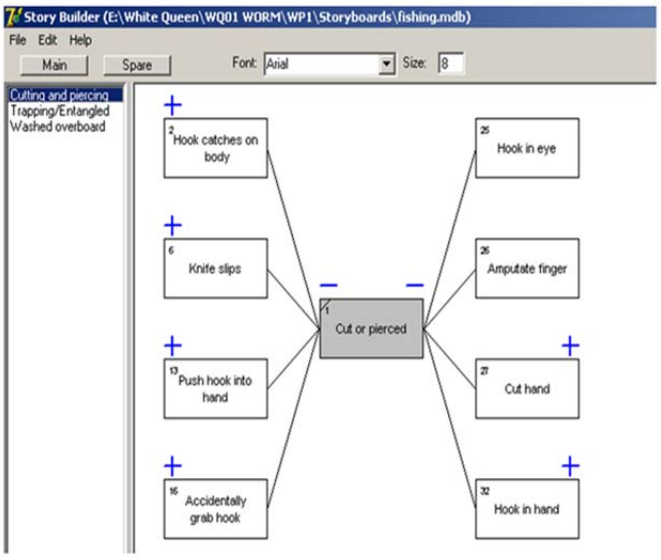
- *"I gashed my eye open there a couple of times with hooks flying.....Cut my eye open right down across there. I lost a lot of blood, it went pretty deep when the hook hit my eye"*

  (it hooked between the bridge of his nose and his eye and tore upwards about 1 and a half inches.) "

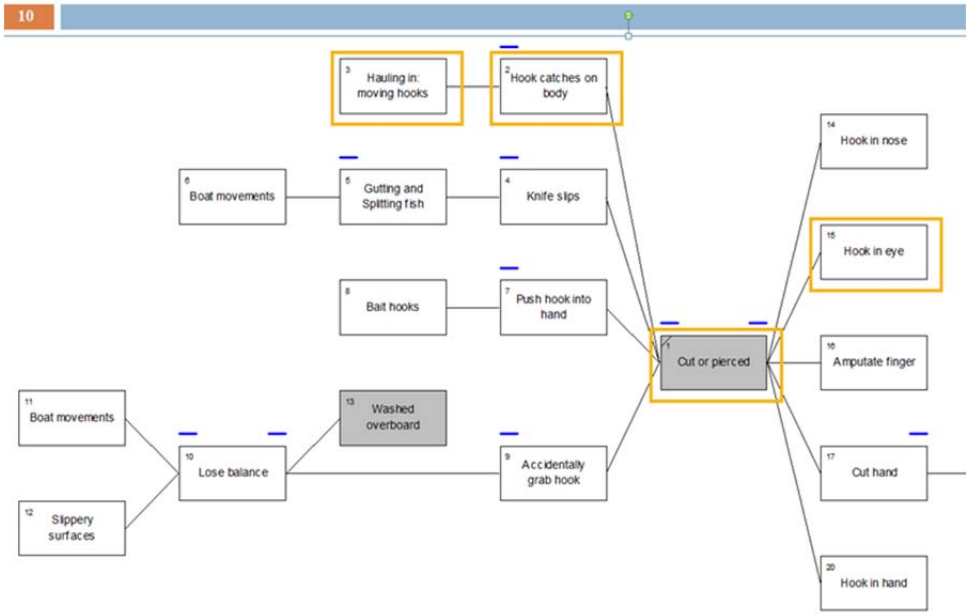
This man's loose-fitting oilskin slicker became snagged in the winding rope, pulling it into the winch head. His hand and then his arm were drawn in and crushed in the machine, flipping him over and completely out of his boat

We can build on these stories

9



Story becomes a scenario



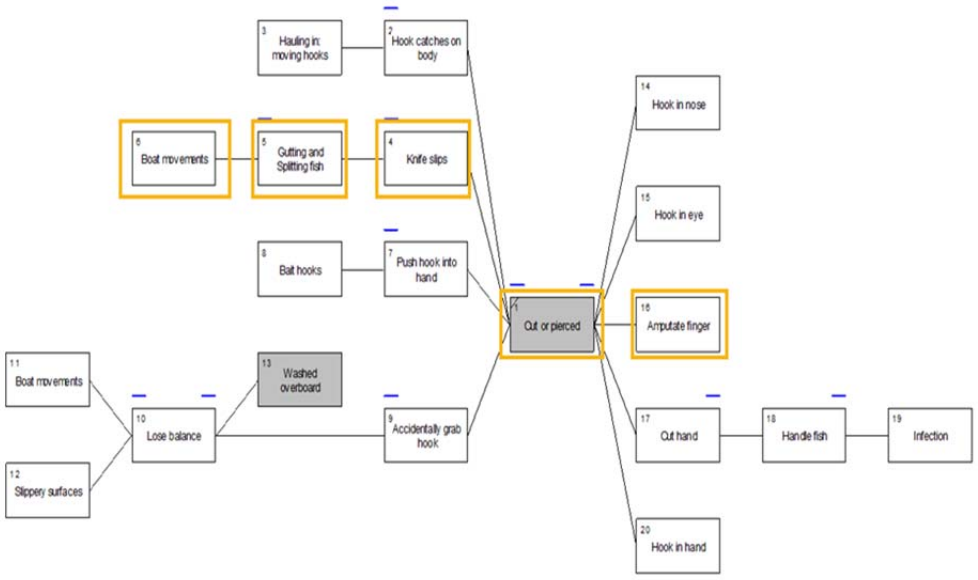
Identifying factors affecting the chance of an accident

"I've seen, in my time, people get some very serious cuts:

- *especially where you are involved in salting fish, you know, splitting the fish, that's pretty precise…*
  ….what you're doing, with a splitting knife, that was the real danger there
  [ACTIVITY, TYPE OF EQUIPMENT]
- *especially with the boat rolling, again that was done on board the boat in harbours….*
  ..a lot of times now you're gutting fish at sea because that's almost mandatory now."
  [RISK INCREASING FACTOR]

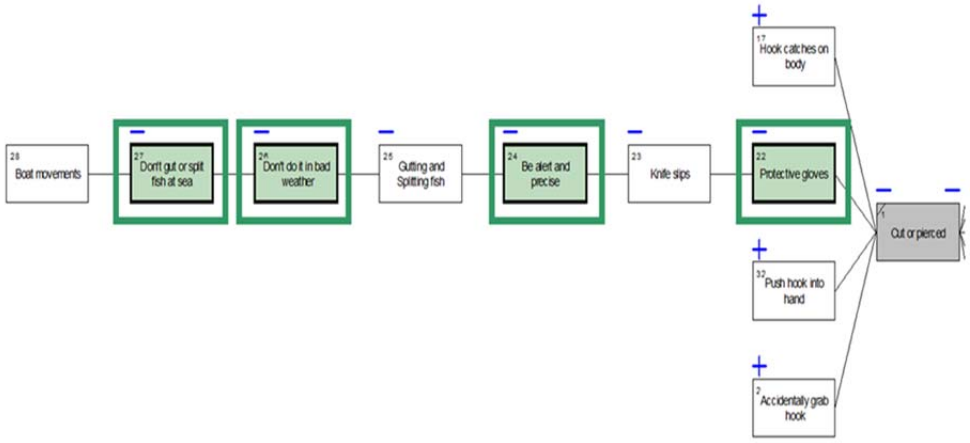
The story

12

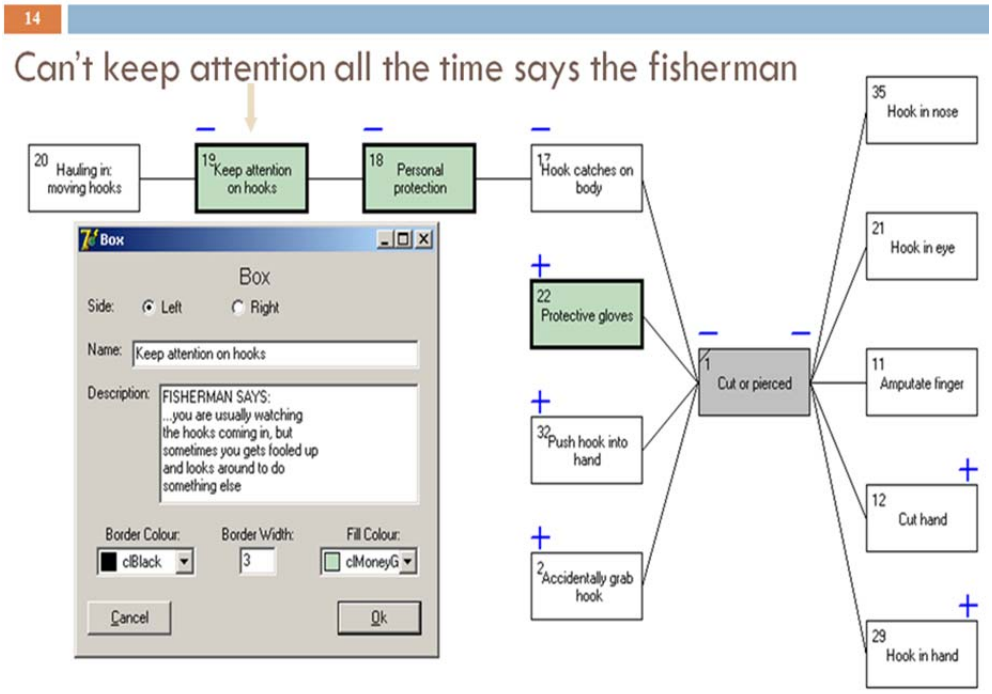


Avoiding accidents – Safety Barriers

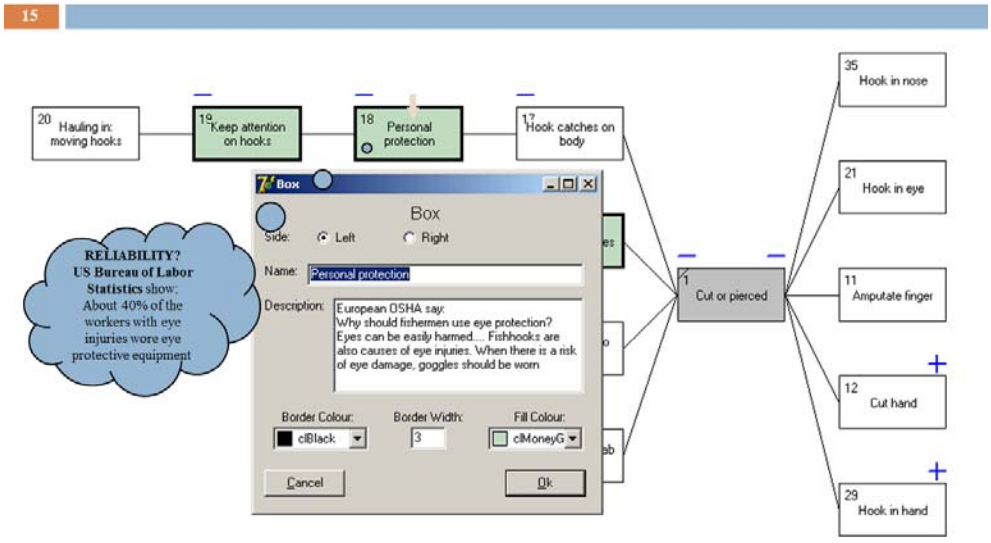
13



Barriers are not perfect

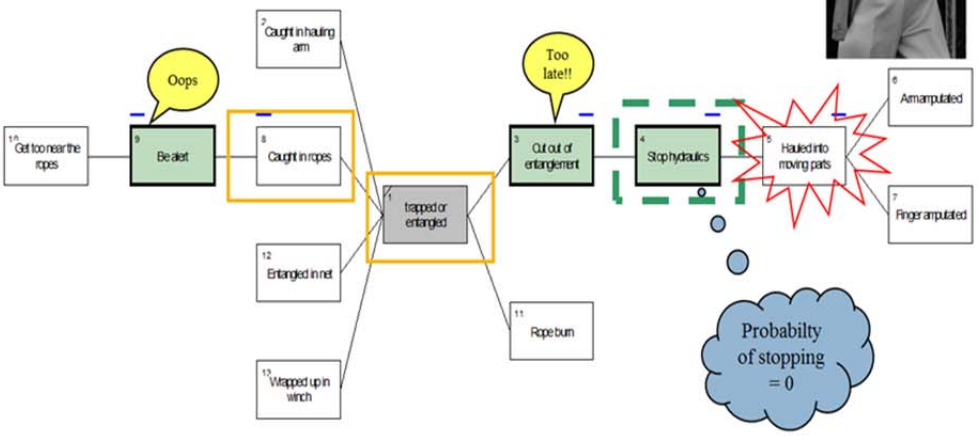


Protection doesn't always work



Those hydraulics won't stop for anyone says the fisherman

16



Cost benefit analysis

17

- *"As a matter of fact there's safety equipment for my boat now, I wants to get, and I'd love to have it, but I just can't afford to get it, really. I keeps my flares and everything updated, but that's a fortune there. I'm supposed to have search light on my boat, and he's not on it, and the sound signalling device is gone, got to be replaced, and I just can't afford to do it. ....."*

What would actually be the best risk reduction approach?
What are the most frequent/dominant causes of accidents?
What barriers are failing and why?

From structured information to reducing accidents

18

INHERENT HAZARDS

Slippery surfaces
Moving equipment
Boat movements
Working with hooks and knives

Say 250 calendar days a year spent fishing

Factors affecting Accident Scenario Probabilities

Being in rough sea
Attention/Distraction
Personal protection
Overloading
Rhythm of work
Hurrying (time pressures)
Tidiness of boats
Type of fish
Seaworthiness of boat
Radio

Where can we get accident reduction?

CONSEQUENCES

Drowning
Broken legs
Squashed fingers
Cut hands
Hook in eye
Contaminated cut

Say..In 1 year, of 1000 fishermen, 10 had medical treatment for cut hands

Risk of person having cut hands requiring treatment = 1 in 100 per person per year or 1 in 25,000 per person per fishing day

Bijlage 6. Definities van de barriére

What is a BARRIER?

Preamble
Within the ARAMIS project the safety barrier has turned out to be crucial. Safety barriers are the measures to reduce the risk of major hazards establishments. For that reason, ARAMIS focuses on barriers and puts management efficiency high on the list of priorities. Several discussions on barriers took place and several documents were prepared. Eventually the ARAMIS meeting of the 19th of June 2003 in Maastricht came to conclusions. I tried to formulate our conclusions in this note and noticed that the problem of barrier definition is not solved yet. That is what I try to put down in this note to see whether we all understand and agree the current status of definition of safety barrier.

Risk assessments keep boggling the mind. The point is that one needs to model event sequences and causal factors of potential accidents, and one has to predict the consequences to human beings, or the environment or even to business interruptions. Relatively recently the *bow-tie* model is found to be quite convenient in modelling the relevant accident scenarios. The risk eventually calculated depends, however, on the effectiveness of the safety barriers which pop up in the bow-tie.

System design
First, we must identify the starting point (which life in the life cycle) of the system where barriers are placed. The starting point *chosen* is the final *design* of the system. That is, the state the system should be in, once built and operable. The design consists of principal choices made to achieve the system goals. For instance, for major hazards establishments the goal is the production of specific products, which requires particular chemical substances, reaction processes, unit operations and other process elements. Although *inherently* safer[19] design approaches are getting more and more common in the design phase, this does not mean that there are no risks. Furthermore, plant owners make choices in how inherent their inherent safer design[20] is, and one could argue whether the choice of a less hazardous substitute for a hazardous substance is already a safety barrier. I think not. The inherently safer design principles are *management strategies*[21] aiming at designing "un-safety out" of the chemical installation. This does not mean that there are no safety barriers involved in the design process. On the contrary, by choosing a design option risk reducing strategies are also chosen[22]. Thus safety barriers come into play[23].

[19] One speaks of inherently *safer* and not of inherently *safe*. Safe would mean zero risk.
[20] The principles of inherently safer chemical process designs have been advocated by Trevor Kletz; see e.g., T. Kletz, *Plant design for safety*, Hemisphere Publ. Corp., New York, 1991; and T. Kletz, *process plants; A handbook for inherently safer design*, Taylor & Francis, Philadelphia (PA), 1998. The principles are: 10 intensification, 2) substitution, 3) attenuation, 4) limitation of effects, 5) simplification, 6) avoiding knock-on effects, 7) making incorrect assembly impossible, 8) make status clear, 9) tolerance, 10) ease of control, and 11) administrative controls / procedures.
[21] Designers have to make choices between changes in the design (to achieve an inherently safer design) and what they want to arrange later (that are the add-on barriers given a design configuration).
[22] Some risk reducing measures are almost automatically chosen without the explicit notion of abating risks. Examples are wall thickness of vessels or pipe material for particular chemicals. We will see that these measures happen to be safety barriers eventually.
23 Schupp and Lemkowitz explain the terminology of risk reduction as follows: first Prevent hazard by eliminating or reducing the hazard (design a different technology to get minimised inherent hazards), then Protect target by building barriers around hazard and/or target (design additional technology: e.g., layers of protection, passive, active, procedural to get minimised process risk), and then (also) Mitigate by reducing

One basic point to keep in mind is that the design options mentioned above are related to the *primary processes* of the system and so are the associated risk prevention, risk limiting and risk mitigation strategies. They are not directly related to occupational safety. This entails that ergonomics, working at heights, and the like are not (always) taken into account in the process design and may pose additional risks to workers. But these occupational safety risks can also be modelled with bow-ties with their own safety barriers.

Hazard – Barrier – Target model

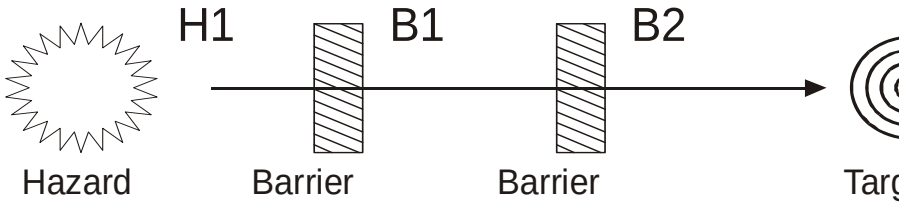


Figure B6.1. Hazard – Barrier – Target model

Within the safety science, for more than 30 years potential accidents are modelled with the Hazard – Barrier – Target model[24] (Figure B6.1). In the model the target is the human being, or the environment, or the company economy. The hazard is the physical or chemical phenomenon that causes harm to the target once released outside its design envelope. Barriers are put in place to prevent the hazard from harming the target.
The Hazard – Barrier - Target model is originally based on a paper by William Haddon jr[25]. Haddon identifies a logical sequence of ten *principles* to achieve loss prevention (Haddon uses the term energy damage process, because the undesired transmission of energy does always seem to be the invariant in damage processes):
These principles are not only barrier principles, but also principles for inherently safer design?

I. Prevent marshalling (build-up) of energy
II. Reduce the amount of energy marshalled
III. Prevent the release of this energy
IV. Modify the rate of spatial distribution of the energy from its source
V. Separate the susceptible structure in space or in time
VI. Use separation by interposition of a "barrier"
VII. Modify the contact surface between source and susceptible structure
VIII. Strengthen the susceptible structure
IX. Mitigate or stop the damage process when it is occurring
X. Fast recovery to the pre-event status, or at least to some stabilised but structurally modified status

Though Haddon did not yet use the terms Hazard and Target explicitly, the HBT model is already embedded in the principles. Principles I-IV deal with the energy that causes the damage process, thus with the *hazard*. Principles V-VII deal with

accident severity, or by increasing the ability to recover (add mitigation systems to get reduced harm to the target).
[24] In particular, occupational accidents have been modelled with the use of hazard-barrier-target models.
[25] Haddon Jr. W. 1973. *Energy Damage and the Ten Counter-Measure Strategies.* In: Human Factors Journal, August.

barriers, while the remaining principles act on the susceptible structure, or the *target.* In our approach we also regard principle VIII-X to be barriers.

Where Haddon refers to the energy damage process in his application of the HBT model, and puts barriers only between the Hazard and the Target, Schupp[26] refers to damage processes in general and puts barriers before the Hazard, and between the Hazard and the Target. This is illustrated in figures 2 and 3. The example is a toxic solvent S in an open containment which may harm workers. The solvent is hazardous because workers may inhale the fume. When used cold the vapour pressure is negligible. In figure 2 the solvent is not hazardous because of operating conditions are chosen appropriately. The operating conditions work as a *preventive* barrier. Figure 3 shows another option, whereby the toxic fume is kept in a containment system. This works as a *protective* barrier.

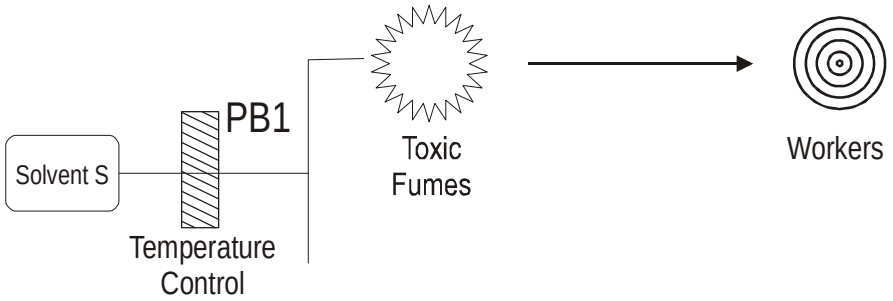


Figure B6.2: Preventive Barrier added to protect workers from toxic fumes by controlling the operating conditions so that no fumes escape

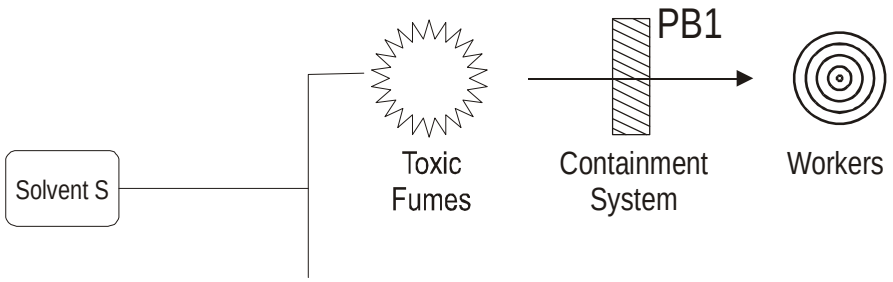


Figure B6.3: Protective Barrier added to protect workers from toxic fumes by adding a containment system

Primary and Functional Hazards

Schupp distinguishes two types of hazards: Primary Hazards and Functional Hazards. Primary Hazards are hazards that are directly harmful to humans, the environment, or the economy. These targets are called Primary Targets. Functional Hazards are hazardous to functions of the process (or plant) system. A functional hazard may become indirectly hazardous to humans; for instance, corrosion is a common functional hazard. Corrosion may cause the containment system to fail, thus releasing a Primary Hazard.

Typical Primary Hazards include:

- Toxic substances or atmospheres
- Flammable and explosive substances

[26] Bastiaan Schupp currently does a Ph.D. research project on Design For Safety (DFS) at TUDelft. Many papers from his hand have been published in Conference Proceedings. Parts of the text in this note are taken from Schupp's work.

- Potential or KI-NETic Energy sources (e.g. moving objects)
- Various types of radiation
- Hazard that may cause long-term health problems, e.g. physical or emotional strain.
- Events that may cause economic damage such as business interruption and poor product quality

Typical Functional Hazards include:

- Corrosion, vibration, large stresses or forces, heat
- Loss of Utilities, failing support systems such as pumps and electronics
- Wrong composition of products
- Loss of control, such as runaways (a runaway is NOT a Primary hazard)
- Various kinds of aging
- Various design and construction errors
- Bad maintenance
- Wrong use, operation or modification

In the Design for safety (DFS) methodology Schupp introduces the concept of *recursion* to properly position both types of hazards. The Top Level HBT model of each process element consists of a Primary Hazard followed by one or more barriers before the Primary Target. The release of this Primary Hazard is the *centre of the bow-tie*. Recursion occurs and is important because barriers that are designed to protect against Primary Hazards may fail because of Functional Hazards. Additional barriers must prevent the release of this Functional Hazard. For instance, a barrier against corrosion may be paint, or anodic protection. The recursion continues however, paint may be damaged because of mechanical impacts, or the weather (which are two Functional Hazards for paint). An anodic protection system may fail because of power failure. Hence, also additional barriers may be required to protect against these Functional Hazards. An example of Primary and Functional Hazards is shown in Annex A.

Safety functions and safety barriers

Up till now, nothing has been said about what a safety barrier really is. In order to make that clear the *safety function* is introduced.

In order to properly model occupational safety strategies Swuste[27] developed a design analysis that distinguishes three hierarchical levels. At each level questions are asked about the primary process:

- At the top level: what should be designed, i.e., the *production function*
- At the intermediate level: how should it be designed, i.e., the *production principle*
- And at the bottom level: by use of what should it be designed, i.e., the *production form*.

Each choice made at each level will lead to particular physical and/or chemical exposure to workers. Once the production function has been decided, there is limited space for choosing among production principles, and once the production principle has been chosen, there is limited room for the choice of the production form. This determines how the design is going to look like at the *execution level*. This also determines the room for risk prevention and the associated safety management implications and policies.

A similar reasoning can be taken for safety strategies :

[27] P.H.J.J. Swuste, *Occupational hazards, risks and solutions,* Ph.D. Thesis TUDelft, 1996

- At the top level: what should be safeguarded, i.e., the *safety function* describing the Hazard – Target relation
- At the intermediate level: how should it be safeguarded, i.e., the *safety principle*
- And at the bottom level: by use of what should it be safeguarded, i.e., the *safety barrier form*.

The safety principles were earlier in this note already associated with Haddon's principles. The safety barrier comprises both the safety principle and the safety barrier form.

- The safety function was associated with verbs in slightly differed wording in WP1[28] and WP3[29]. In the discussions[30] the action verbs for *safety functions* were reduced to three: To prevent
- To limit, and
- To mitigate.

In line with what has been said earlier (see figures 2 and 3) one could restrict to two verbs:

- To prevent, and
- To protect.

The advantage of doing so, is that the Hazard comes in the "middle" being the Loss of Containment or Loss of Physical Integrity. In the example of the toxic solvent S (LoC), the toxic fume is the hazardous agent which is released. In case of a fire (LPI), the release of the hazardous agent may be heat radiation, toxic smoke, and high temperatures (in total 3 hazardous agents coming from one hazard: fire).

[28] In the ARAMIS Work Package 1 document on the Identification of safety functions and barriers to put on the event tree (Faculté Polytechnique de Mons, Belgium, February 2003) the following definition is used: A safety function is a technical or organisational function, and not an object. In the fault tree, the purpose of the safety function is to avoid or prevent the occurrence of an event (and the critical event of course) or to limit the size of an event (and the critical event) or to reduce the probability of an event (and the critical event). In the event tree, the purpose of the safety function is to avoid, prevent or reduce the consequences of the critical event and to mitigate its effects on the surroundings of the equipment (individuals, neighbouring equipment, and environment). In the fault tree, the safety functions may shift a scenario from one frequency category to another, whereas in the event tree, the safety functions may reduce the consequences of a scenario and mitigate its effects."" This definition is in line with the definition quoted in footnote 9.
In the ARAMIS Work Package 1 document on the Identification of safety functions and barriers to put on the event tree (Faculté Polytechnique de Mons, Belgium, February 2003) the following verbs are used: 1) to avoid = to make the event impossible, 2) to prevent = to hinder, to put obstacles in the way of occurrence of the event, 3) to detect = to detect visually or by any mean or measure the event, 4) to control = (for the fault tree) to bring back the system to a "safe" state, and to control = (for the event tree) to get the event under control and return to a "safe" state, and 5) to limit, to reduce or to mitigate = to limit the event in time and/or space or to reduce its magnitude or to mitigate the effects of a dangerous phenomenon on the neighbouring equipment, on the human beings or on the environment.

[29] See the ARAMIS WP3 paper to be presented at the ESREL2003 Conference in Maastricht, the Netherlands (15-18 June 2003). Some of the following texts are copied from this paper.
In the framework of the ARAMIS project it has been proposed to classify the safety functions into five main categories described by five action verbs:

- *To avoid*: these functions aim at suppressing all the potential causes of an event by changing the design of the equipment or the type of product used. E.g. the use of a non-flammable product is a way to avoid fire.
- *To prevent*: these functions aim at reducing the probability of an event by suppressing part of its potential causes or by reducing their intensity. E.g. to prevent corrosion, a better steel grade can be used. This is probably not sufficient to suppress it but it may reduce its probability.
- *To detect*: the detection is not sufficient by itself to suppress an event or to limit its probability or its consequences but it is generally a necessary condition for action. The detection can be automatic or performed by humans.
- *To control*: the control functions aims at limiting the deviation from a normal situation so that it does not become an unacceptable one. A pressure relief system performs a control function. So does a computerized supervision system (even if its initial aim is not necessarily safety).
- *To protect*: once an event has occurred, it is necessary to protect the environment from its consequences. This holds for a critical event, which leads to undesirable effects such as heat or pressure wave. It holds also for normal situations e.g. the protection of pipes against corrosive products.

[30] At the ARAMIS meeting of 19 June 2003 in Maastricht.

Note that, in line with taking the design as the starting point, the verb to avoid is no longer adequate as this entails redesign. Also the verb to detect is of no use as a safety function and it is only effective if something is done (to control) afterwards.

Schupp distinguishes 4 types of barriers:
- Normal barriers, special parts of the design with a preventive or protective role, like relief valves, or dikes
- Inherent barriers, changes in design parameters with a preventive or protective role, like thick pipe and vessel walls, lower pressure
- Mitigating barriers, reducing the hazard potential or the influence of the hazard on the target, but unable to prevent entirely, like sprinkler systems, personal protective equipment, fire brigade (add-on systems)
- Inherently mitigating barriers, changes in the design with a mitigating effect, like reducing contents, increasing distances.

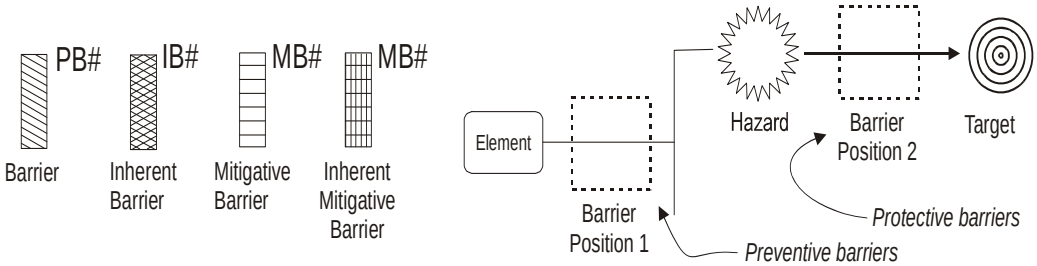


Figure B6.4: Different types of Barriers and positions at which these can occur. Barriers that occur at position 1 are called **Preventive**; those occurring at position 2 are called **Protective**.

One can distinguish the following safety barrier principles from the above list:
- Preventive or protective
- Entirely stopping or mitigating
- Add-on or inherent.

Thus, a barrier may have eight different roles in a design

Now, having gone through all this, we can define a *safety barrier* as a system element that prevents, or protects or mitigates[31] the release of a hazardous agent[32]. In the example in Annex A the primary barriers[33] are associated with the Primary Hazards and the secondary barriers with the Functional Hazards.

[31] Here we have to decide whether to use the verb to protect or to mitigate (I would say mitigate and protect are two different things that a barrier can achieve).
[32] See The NOTE by Nijs-Jan Duijm on More about barriers in relation to sensitivity of these barrier's efficiency to safety management quality dated June 2003.
[33] Duijm's proposal (see note in footnote 10) is:
A barrier is a system or system component that prevents, limits or mitigates an unconfined flow of energy (UFOE).
Note that MORT distinguishes between barriers, with the sole objective of protection, and controls that channel energy to do work. Many controls have protection as a byproduct in the MORT terminology. Following that terminology, a pipe wall is not a barrier. In my view, controls and components that have their main function as a production tool (channelling energy to do work), can still be considered barriers if they simultaneously prevent UFOE (such as a pipe wall). These barriers can often be considered primary barriers, while secondary barriers control the function of the primary barrier (e.g. corrosion protection).
A primary barrier is a barrier that - when functioning – is sufficient to prevent an UFOE
examples: pipe wall, pressure control, level control (Basic Process Control System BPCS)
A secondary barrier is a barrier that a) supports the functioning of a primary barrier or b) prevents, limits or mitigates and UFOE in case of malfunction of a primary barrier.
examples: corrosion protection (type a)), pressure relief valve on a vessel with a pressure control system, High-high level alarm on a tank with a level control system

According to a typology, which is largely derived from a recent publication by Hollnagel[34], the safety barriers can be classified regarding their nature, following five main categories slightly differently worded by WP1[35] and WP3[36]. The recent discussions[37] led to a simpler division of barrier categories, namely:

- Passive barriers
- Active barriers
- Human action barriers.

In many cases, however, a barrier does not consist of a purely human action[38]. There is often (always) a "hardware" component involved, specially a detector (level indicator, alarm, warning) or an activator (remotely operated valve). A barrier in general consists of passive and/or active hardware components, software components (programmable logic) and/or human actions (where human action is to be interpreted broadly, i.e. it includes observation by all senses, communication, thinking and physical activity). For that reason, it might be better to divide into:

- Passive barriers
- Active barriers
- Procedural barriers[39].

An overall typology could distinguish between barriers being (functioning) *permanent*, independent of the state of the process (all passive barriers are permanent, but active corrosion prevention systems are permanent too), and those being *activated* by the state of the process. The latter barriers can either disable actions (interlock systems, preventing certain actions from being performed) or initiate[40] one or more actions (opening of a relief valve).

Activated barriers always require a sequence of *detection – diagnosis – action.* This sequence can be performed by using hardware, software and human action as building blocks alone or in combination[41].

Faults in activated barriers can occur in each of the three phases (faulty detection, faulty diagnosis, and faulty action). The complexity of the barrier depends on the number of triggering signals and the number of possible actions. The higher the complexity is, the higher the number of possible faulty states is, and thus a lower reliability and possibly higher management dependence is at stake.

[34] Hollnagel, E. (1999): *Accident analysis and barrier functions*. Accidents and barriers Project TRAIN 99/09/30

[35] In the ARAMIS Work Package 1 document on the Identification of safety functions and barriers to put on the event tree (Faculté Polytechnique de Mons, Belgium, February 2003) the following five main categories are used: physical barriers, process instrumentation and control, detection systems, safety systems, and work systems, which they call at the level of the RCMS the *lines of defence*.

[36] WP3 used the following words material or physical barriers, process instrumentation and control, functional (active or passive) barriers, symbolic barriers, and immaterial barriers

[37] Much of the following text has been taken from Duijm's note on

[38] Much of the following text in this section is taken from Duijm's note on More about barriers in relation to sensitivity of these barrier's efficiency to safety management quality dated June 2003.

[39] This typology has also been adopted by the Center for Chemical Process Safety of the American institute of chemical engineering. See for instance their books on Inherently Safer Design.

[40] At this moment it is not sure whether the difference between disabling and initiating is relevant with respect to the barrier reliability or management dependence.

[41] Examples are:

A gardener observes the level of the bucket by eye (detection), judges when it becomes too full (diagnosis), and closes the tap (action).

In a safety relief valve the pressure force on the lid is balanced by a spring (detection). If the force becomes too high (diagnosis), the lid is lifted from its seat, thus opening the valve (action).

Software alone cannot perform physical action (it needs a physical detector and actuator). If a human being performs the diagnosis, the activation is always manual, but it will often include activation of a remote device (emergency stop, hydraulic valve, etc.). The reliability of the whole activation chain determines the reliability of the barrier. See for an example Annex B.

Safety barrier management

These safety barriers are recognisable at all levels of the organisation. At the *policy level* decisions are made on the appropriate safety functions. At the *Risk Control and Monitoring System (RCMS) level* where the identification and evaluation of hazards takes place in an organisation decisions are made on the implementation and associated organisational structure of the safety barriers. The effectiveness of the barriers depends on:

1. The proper hazard identification (factor 1),
2. Proper barrier selection (factor 1, both wrt. safety function (, principle) and form
3. Proper management of barrier "maintenance" (factors 2, 4 to 9)
4. Proper monitoring of the barrier (factor 3)

At the *execution level* the primary process is run and the safety barriers are present as physical artefacts and human actions.

Generic safety barriers[42]

A generic safety barrier is the combination of one of the three safety barrier categories proposed with one of the safety principles to fulfill a particular safety function, and the event to which it is applied. For instance, a generic safety barrier could be "a material device to prevent corrosion" in order to "prevent the release of chemical substances" (Haddon's safety principle III) to fulfill the safety function "to prevent". Each generic safety barrier can then be implemented depending on the context[43] of the company, its safety structure and culture. The generic barrier "material device to prevent corrosion" could be implemented through a protective coating or through galvanic protection depending on the material and environment. In many circumstances several different barrier systems are used together to achieve a common purpose. The description of the action to be done by a safety function leads to a list of different safety barrier systems able to fulfil the action. All these systems are

[42] See the ARAMIS WP3 paper to be presented at the ESREL2003 Conference in Maastricht, the Netherlands (15-18 June 2003). .

[43] The context at other levels than the execution level. Choosing and positioning the appropriate barriers are two related steps in safety management; maintaining, ensuring the use of, and improving the barriers over time are additional, required steps. The approach to be developed in the ARAMIS project consists of the identification of a generic set of management functions or actions that are required to both establish the appropriate barriers and to ensure and maintain their use. This means that a reference list of generic fault and event trees, barriers, and safety management functions will be produced following the lines described in the sections above. For a given industrial site, the actual conditions can be mapped onto these generic data sets, i.e. a subset of the generic fault and event trees will apply, and, in order to speak about a reasonable or good level of safety management, a minimum number of the corresponding generic barriers and safety management functions, as identified, need to be implemented in practice with a certain level of management quality. So the ARAMIS safety management model will provide a definition of the components that need to be included in an ideal or reference safety management system and which elements link most strongly to which types of barrier. By comparing the actual implementation with this reference definition, both with respect to what components are omitted and what is added (and whether that addition is functional or unnecessarily complex), a judgement can be made about how effective the implementation is. This text has been quoted from See the ARAMIS WP3 paper to be presented at the ESREL2003 Conference in Maastricht, the Netherlands (15-18 June 2003).

part of the same generic barrier. For that purpose generic fault trees[44] and generics event tree[45] were developed within the ARAMIS project.

Safety barrier quantification[46]

The ultimate goal of a safety barrier is to decrease the failure probability of an event (e.g., the release of the hazard agent at the centre of the bow-tie, any event on the left side of the bow-tie fault tree) or to shift the outcome of an accident to less severe consequences for the target (e.g., human beings) resulting in lower conditional probabilities in the event trees on the right side of the bow-tie (leading eventually to a lower individual risk and/or group risk. A decrease of probabilities can be achieved if

- The effectiveness of the safety barrier acts as a decrease of the component failure rates and human error rates
- The effectiveness of the safety barrier acts as a decrease of the resulting intermediate events in a fault tree by adding one or more control events (an AND-gate in the fault trees)
- The effectiveness of the safety barrier acts as a decrease of the conditional probabilities of the severe consequences branches in the event trees (dose-response relations).

The generic fault trees[47] as used by the Seveso inspection teams in the Netherlands only deal with the left hand side of the bow-tie[48]. For instance, for *corrosion* as direct cause the direct cause intermediate events are either

- corrosion of protected containment
- corrosion of unprotected containment.

Both events are constructed from several basic events. Corrosion of protected containment has been constructed with the basic events:

1.1 protection not maintained
1.2 accelerated deterioration of protection
1.3 installation error
1.4 design error
1.5 damaged AND not replaced/repaired

Corrosion of unprotected containment has been constructed with the basic events :

1.6 containment not maintained (repaired/replaced)
1.7 changes in external environment accelerate corrosion
1.8 installation error
1.9 design error
1.10 caused by other agents
1.11 caused by product.

[44] See Fault trees and Methodology for the building of fault trees by ARMINES St Etienne, January 2003, and Methodology for the definition of safety functions for the prevention of the critical event by ARMINES St Etienne, February 2003

[45] See Identification of safety functions and barriers to put on the event tree (Faculté Polytechnique de Mons, Belgium, February 2003)

[46] This section on quantification is still the original text of the note and must be rewritten. It must also take account of the ideas of SIL classifications as proposed by INERIS.

[47] The generic fault trees have first been described by René van der Mark, Generic Fault Trees and the modeling of management and organisation, Ministry of Social Affairs in the Netherlands and Delft University of Technology, Report, 1996

[48] Within the ARAMIS project the fault trees representing the left hand side of the bow-tie, have been developed, see the report of WP1 on Fault trees, by ARMINES EdM St Etienne, January 2003. The safety barriers of the fault trees have not been published yet. But a similar trend of the functioning of safety barriers can be seen as with Dutch GFTs explained in the main text.

In all the above-mentioned basic events, the safety barrier would act with a decrease of the failure probability of that basic event. But, for instance, for the generic fault tree on *overpressure* one intermediate event has been identified as overfilling vessel causes overpressure that consists of the following AND-gates:

- filled beyond normal level, AND
- failure to detect rising level, AND
- high level protection fails to prevent excessive overpressure, AND
- high pressure protection fails to prevent excessive overpressure, AND
- pressure relief fails to prevent excessive overpressure.

In the first basic event, a safety barrier would act with a decrease of the failure probability. In the other four basic events, a safety barrier could be the basic event if not installed yet, or it could act with a decrease of the failure probability of existing process control instrumentation.

Conclusion[49]

As outlined above there are three important levels in implementing risk-reducing strategies: safety functions, safety principles and safety barrier form. The *safety function* plays its role on the policy level and should be mentioned in a policy document[50], for which the company management is responsible.

The *safety principles* act on the RCMS[51] level and either prevent or protect/mitigate the release of a hazard and its consequences. That is the level where the Safety Management System is active and provides the necessary deliveries[52] to the execution level (where the primary processes take place and accidents might occur). At the RCMS level the technical, procedural and organisational consequences are identified. The role of the company management is to provide the means for implementing these consequences. The role of the safety engineers and officers at the RCMS level is to deliver the resulting safety barriers for the primary processes.

The *safety barriers* are the technical, procedural and human implementations of the safety principles at the execution level: passive, active or procedural. They appear in the bow-tie as "bars".

One issue that is not addressed in this note, is the *independence*[53] of safety barriers. This entails that a safety barrier must be independent of the initiating event it is responding to, and of components or any other safety barrier already claimed for the same scenario. It is not entirely clear how far this independence should reach as all safety barriers are organised by the same RCMS level in a company which has been recognised as a common cause failure in the I-RISK project.

Louis Goossens, TUDelft/TBM/Safety Science Group, 4 July 2003

[49] This section on conclusions is still the original text of the note and must be rewritten.
[50] For Seveso companies the safety functions should be mentioned in the MAPP document (MAPP = Major Accidents Prevention Policy) that is mandatory for all (both low and high tier) Seveso establishments.
[51] RCMS = Risk Control and Monitoring System
[52] The 8 delivery systems as defined in the I-Risk project are: 1. Availability of sufficient manpower at critical times, 2. Competence of individuals for safety critical tasks, 3. Commitment, appraisal & motivation systems, 4. Communication & coordination of groups, 5. Conflict resolution at organisational level, 6. Procedures, rules, goals, 7. Hardware and interface, and 8) Spares.
[53] The issue of independence is extensively discussed in the CCPS book on Layer of Protection Analysis, 2001

ANNEX A Example of Primary and Functional Hazards
Example taken from Bastiaan Schupp.

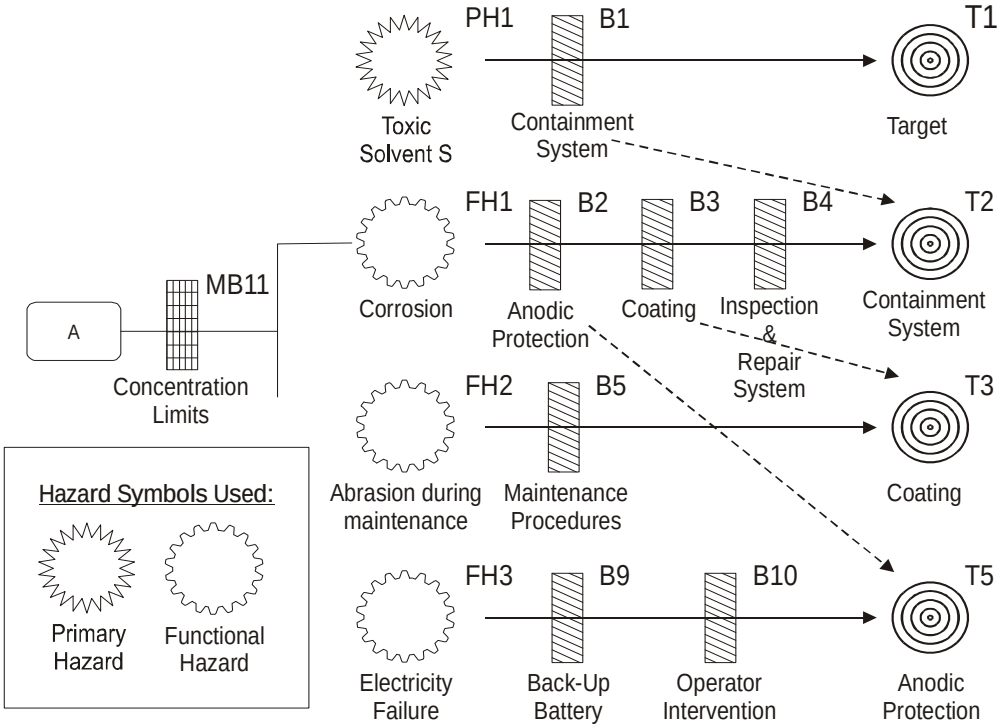


Figure B.1

If A is a corrosive substance, it may cause the containment system to corrode. Because of this corrosion, the containment system will sooner or later fail, thus releasing the toxic solvent to its targets. The containment system may be protected against corrosion by a number of barriers. In this case, a system of four barriers is used; a combination of keeping A within certain concentration limits to slow down the corrosion when it occurs (hence this is an inherent mitigative barrier), anodic protection, a coating, and inspection procedures. (Note that the latter barrier, the inspection & repair system cannot be simply an inspection system, as the repair action is a necessary part of the barrier)
The next recursion occurs because of these four barriers. As A is known at this early stage, it will be known which type of coating can be used. Now, it is possible to look up which functional hazards exist that may compromise the coating. For instance, the coating may become damaged during cleaning because abrasive tools are used. The coating can be protected against this by maintenance procedures. Similarly, the anodic protection system may fail when the electricity fails. A backup battery and operator intervention may protect against this. Also the mitigative barrier that should keep A within a specified concentration range and the inspection and repair system can be ´harmed´ because of various hazards, but these are not shown.
The recursions will also continue on the barriers that protect against abrasion and electricity failure. For instance, maintenance procedures may fail because of inadequate training and poor communication. Operator intervention may fail because the operator has to divert his attention to the multitude of other things that will go wrong when the electricity fails. In fact this can continue to infinity; the SML does not specify any stop criterion. A group of designers will go as deep as they consider useful or practical. Other designers who must implement a barrier might go even deeper; as deep as is necessary for their purposes.

ANNEX B Examples of Detection – Diagnosis – Action strategies

barrier	detection	diagnosis	action
permanent – passive (pipe wall)	none	none	hardware
permanent – active (active corrosion protection)	none	none	hardware
activated – hardware (physical device, pressure relief valve or interlock with "hard" logic, sprinkler installation)	hardware	hardware	hardware
activated – automated Programmable automated device or control system	hardware	software	hardware
activated – manual (human action triggered by on one or more detections)	hardware	human	human/remote control
activated – assisted (software presents diagnosis to the operator, e.g. using an expert system)	hardware	software – human	human/remote control
activated – procedural observation of local conditions (e.g. storing of bulk material, charging of batch processes) (not using instruments)	human	human	human/remote control
activated – emergency Ad-hoc observation of deviation (not by instruments, e.g. fire and release detection, noise, vibration, color)	human	human	human/remote control

Action part: about distinction between hardware and human/manual: "manual" if there is an immediate feed back from the state of the barrier (using a fire hose and see the result, manually turning a valve wheel and feeling the stop, positioning a bag and seeing it), Hardware if the action is somewhat remote and instruments are needed to monitor de state of the required action: remotely (pneumatic, hydraulic, electric) controlled valves, pumps, etc.

Bijlage 7. Beschrijving taken en managementfactoren

Taak	**Omschrijving**
Falen van het verschaffen (provide)	De barrière bestaat niet, is niet goed ontworpen, ontbreekt, of is niet voldoende of niet gemakkelijk beschikbaar als men deze wil gebruiken. De barrière is de veiligheidsfunctie (uitgedrukt als fysische entiteit – object, staat of conditie) waarmee het ongevalspad had kunnen worden doorbroken. Bijvoorbeeld: het niet beschikbaar zijn van de juiste gereedschappen om een taak veilig te kunnen uitvoeren.
Falen van het gebruiken (use/ operate)	De juiste barrière is verschaft, maar de barrière wordt niet, verkeerd of maar gedeeltelijk gebruikt. Het is ook een 'gebruikersfout' als een gebruiker kiest voor een andere barrière dan degene die beschikbaar is. Bijvoorbeeld: de juiste gereedschappen zijn beschikbaar, maar niet gebruikt. *Let op; indien de gebruikersfout voornamelijk toe te schrijven is aan gebrekkig toezicht, kies dan voor "Toezien op" als falende taak.*
Falen van het onderhouden (maintain)	De barrière is niet meer in goede staat, waardoor deze niet (meer) zijn beoogde veiligheidsfunctie kan vervullen. Dit kan slaan op de volgende aspecten: - onderhoud, inspectie en testen (bijvoorbeeld de doorgeroeste afscherming van de machine brak af); - het in stand laten (bijvoorbeeld de randbeveiliging werd tijdelijk verwijderd); - het beleid bij wijzigingen (bijvoorbeeld een pakking werd vervangen door een ander type); - gewijzigde omstandigheden (bijvoorbeeld een verandering in bedrijfsvoering en/of procescondities). Voorbeelden van falen van onderhouden voor een actieve menselijke barrière (waarbij een menselijke actie is vereist): - het verlies van evenwicht door een onverwachte kracht zoals door een windvlaag; - het verlies van evenwicht door een plotselinge knal; - het verlies van de rijvaardigheid door vermoeidheid.
Falen van het toezien op (monitor/ supervise)	Het (juiste) gebruik van de barrière wordt niet gecontroleerd, gemeten, geobserveerd. Deze taak slaat op het houden van toezicht (supervisie) op het gebruik van de barrière.

Management factor	**Omschrijving**
Plannen & procedures	Procedures beschrijven gedetailleerd specifieke prestatiedoelstellingen. Hiermee wordt gezorgd dat taken uniform worden uitgevoerd. Hulpmiddelen hierbij zijn:

Management factor	Omschrijving
	checklijsten, takenlijsten, stappenplannen, plannen, gebruikershandleidingen, etc. Plannen verwijzen naar expliciet omschreven activiteiten in een tijdspad, dus de frequentie van onderhoud of wanneer en wie onderhoud pleegt (maand, shutdown-tijd, etc.). Het onderhoudsregime, onderhoudsschema, test- en inspectieactiviteiten. Tot deze taak behoren ook de regels, vergunningen, programma's en risico-inventarisaties.
Beschikbaarheid	Beschikbaarheid verwijst naar de beschikbaar gestelde hoeveelheid tijd of hoeveelheid van competente en voor de taak geschikte werknemers (incl. antropometrie en biomechanica). Zijn de juiste werknemers op de juiste tijd aanwezig als de taak verricht moet worden?
Competentie	Competentie verwijst naar de kennis en vaardigheden van de personen die de taak moeten uitvoeren. Ook de selectie en trainingsprocedure van het bedrijf wordt hiermee bedoeld, zodat de werknemers voldoende kennis hebben om hun taak goed uit te voeren. "Is de juiste persoon wel op de juiste plaats gezet?". De werknemer moet voldoende kennis hebben om de barrière effectief te verlenen, te gebruiken, te onderhouden of de barrière te monitoren.
Communicatie, samenwerking	Samenwerking verwijst naar de interne communicatie en de coördinatie. Impliciet of expliciet wordt er bij iedere activiteit gecommuniceerd. Interne communicatie is de communicatie die er tijdens het uitvoeren van een taak voor zorgt dat deze wordt uitgevoerd volgens de geldende relevante richtlijnen. Bij communicatie wordt ook verwezen naar werkinstructie en communicatiekanalen (zoals vergaderingen, logs, telefoon en radio). *Let op: deze taak is alleen relevant als er 2 of meer personen aan een activiteit samenwerken waarbij er samengewerkt moet worden.*
Motivatie, Betrokkenheid en Alertheid	Motivatie, Betrokkenheid en Alertheid verwijst naar de intentie en motivatie waarmee medewerkers hun taak uitvoeren. Een voorbeeld is de motivatie concentratie van een medewerker, is deze wel voldoende groot om zijn taak veilig uit te voeren? Onder deze managementtaak valt ook de alertheid van een medewerker, zorg en attentie, veiligheidsbewustzijn voor zichzelf en anderen, risicomijdend gedrag en de wil om te leren en te verbeteren. • *Deze taak is zeer nauw gerelateerd aan tegenstrijdige belangen (conflict oplossing). Het raakvlak is dat de medewerkers werk verkiezen boven veiligheid, gemakzucht boven veiligheid, tijdsbesparing, etc.* • *Organisatorische aspecten worden geplaatst bij tegenstrijdige belangen.* • *Meer persoonlijke aspecten zoals het niet*

Management factor	Omschrijving
	naleven van procedures worden in deze groep geplaatst.
Tegenstrijdige belangen (Conflict oplossing)	Tegenstrijdige belangen verwijst naar de afweging tussen veiligheid en andere bedrijfsdoelstellingen. Het hangt samen met mechanismen (als toezicht, monitoren, procedures, studeren en een open cultuur) waar eventueel een conflict tussen veiligheid en andere criteria bestaat, zoals het beschikbaar stellen van voldoende personeel, materiaal, kennis. Hierbij prefereert de operatie in plaats van de veiligheid. • *Deze taak is zeer nauw gerelateerd aan motivatie/commitment. Als een individu de keuze maakt om andere zaken boven veiligheid te kiezen dan valt deze onder motivatie/commitment.* • *Tegenstrijdige belangen (Conflict oplossing) dekt de organisatorische aspecten.*
Ergonomie (Ergonomics)	Ergonomie/ Man machine interface (MMI) bekijkt de fit tussen de gebruiker en de machine. Het refereert aan al het gebruikte / bediende materiaal dat wordt ingezet bij de inspectie of het onderhoud om barrières aan te bieden, te gebruiken, te onderhouden of te monitoren. Deze taak verwijst naar enerzijds de geschiktheid van de bedieningspanelen om de taken uit te voeren, anderzijds naar de gebruiksvriendelijkheid om de taken uit te voeren. Het houdt in: • *Geschiktheid van de gereedschappen, hulpmiddelen en software;* • *Robuuste/ geschikte/ goede bediening en labelling, en* • *Gemakkelijk onderhoud en inspectie* Ergonomie/ MMI verwijst ook naar: • *design and lay-out van controle kamers en handbediend materieel;* • *locatie en ontwerp van testfaciliteiten;* • *onderhoudsvriendelijkheid van het materieel;* • *ergonomie van de gebruikte gereedschappen en de wijze van onderhoud.*
Materiaal (Equipment)	Materiaal verwijst naar de benodigde hardware om de barrières beschikbaar te stellen, te onderhouden en te monitoren. Hierbij wordt gekeken of het materiaal geschikt is voor de taak (geschiktheid, kwaliteit) en naar de beschikbaarheid van de materialen als ze gebruikt moeten worden. Hierbij wordt ook de beschikbaarheid van reserve onderdelen (en de gereedschappen om de hardware te repareren) bekeken.

Bijlage 8. Overzicht van de 36 modellen met centrale gebeurtenis

Naam en Nummer model	**Beschrijving centrale gebeurtenis**
Vallen	
1.1.1 Vallen van ladder of trapje	De centrale gebeurtenis betreft de val van (mobiele of vaste) ladders of trapjes, inclusief touwladders. Exclusief geïntegreerde treden of sporten zoals deze op voertuigen of machines aanwezig zijn, of om ladders die bevestigd zijn aan steigers. Vaste ladders zijn ladders die duurzaam bevestigd zijn aan de te beklimmen constructie, bijvoorbeeld kooiladders of ladders, bevestigd aan een opslagtank of tankwagen.
1.1.2 Vallen van steiger	Heeft betrekking op vallen van mobiele of vaste steigers. Hefsteigers vallen hier niet onder (zie 1.1.5.1) Inclusief instortende steigers met slachtoffer er op en kamersteigers. Het kan gaan om het werken op de steiger, maar ook om het opbouwen of afbreken.
1.1.3 Vallen van dak, verdieping, plateau	De hoogte van de verdiepingsvloer, dak, balkon, werkbordes, niet mobiele (werk) vloer of platform is het sleutelwoord en de centrale gebeurtenis is de val. Beweegbare platforms zijn hier uitgesloten (zie 1.1.5.2). Betreft zowel het vallen door iets heen als vallen over de rand. Het slachtoffer valt over een verticale afstand (er is dus sprake van een duidelijk hoogteverschil). Inclusief instortende constructies en platforms (met uitzondering van steigers en ladders) en instortende gebouwen, waar de persoon valt met het instorten. Ook een val in een liftschacht hoort hierbij. Het gaat NIET om steigers en steigervloeren, rolsteigers, (stilstaande) bouwliften, hoogwerkers en magazijnstelling vloeren.
1.1.4 Vallen van gat in de grond	Dit model gaat over het vallen in een gat put of opening in de grond (wel of niet afgedekt en/of (met randbeveiliging) afgeschermd) Inclusief vallen van een rand op de begane grond bijvoorbeeld een kanaal, een bouwput, etc. waar de wanden verticaal zijn. Het gat moet diep en breed genoeg zijn om 'ruimte' te geven voor een val. Diep genoeg kan al zo diep zijn als beenlengte. Een val in een liftschacht zal worden beschouwd als een 1.1.3. Ook vallen door/van een verdiepingsvloer naar een lager niveau wordt gecategoriseerd als bow-tie 1.1.3. Voorbeelden zijn: Grote niet afgedekte niveauverschillen als bouwputten, stortplaatsen, ondergrondse containers of zitkuilen (niet als onderdeel van het interieur, maar in de buitenruimte);

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
	Meterputten, riool- of waterputten, depots voor vloeistoffen (die niet tot de rand zijn gevuld); Kleinere openingen als uitsparingen en schachten voor luchtkokers en kabeldoorvoer; Kruipruimtes en man-gaten; Putten voor de opvang van vast (zaagsel, schroot) of vloeibaar (smeerput, verfput) afvalmateriaal. Het gaat NIET om grote uitsparingen en/of openingen in verdiepingsvloeren en daken, voor bijvoorbeeld trap of lichtkoepels of nog aan te brengen installaties zoals een lift (1.1.3).
1.1.5.1 Vallen van bewegend platform	De centrale gebeurtenis is het moment dat het contact is verloren met het beweegbare platform. Het slachtoffer hoeft niet de grond raken - valbeveiliging kan dat voorkomen - om in aanmerking te komen voor deze bow-tie. Val van een stilstaand voertuig valt hier niet onder (zie 1.1.5.2), tenzij de val van een beweegbare laadvloer/ klep/ lift is. Ongevallen in/op bewegende voertuigen is 11, zelfs als het voertuig zelf valt. Bijvoorbeeld: (Bouw)liften voor transport van personen of voor transport van personen en goederen samen, die (deels) open zijn en die niet aan alle kanten beschermen tegen vallen. Werkbak voor vervoer van personen van hijstoestellen of kranen Platforms/cabines op schaarliften (ook pluklorries) en hoogwerkers met knik- of telescooparm. Werkbak op lepels van heftrucks of andere voertuigen met vorken/lepels Plukplatforms of andere aan rails of kettingen bevestigde beweegbare platforms.
1.1.5.2 Vallen van stilstaand voertuig	Het voertuig staat stil: Val van het dak van de cabine, laadbak of oplegger, of de zijkanten van stilstaande voertuigen. Het kan gaan om allerlei typen voertuigen: Vrachtwagens, vrachtwagencombinaties, opleggers, tankwagens, brandweerwagens, vuilniswagens, militaire voertuigen Hijskranen, vorkheftrucks, shovels of agrarische voertuigen maar dan niet in de cabine en niet op beweegbare platforms en ook niet de mast of arm (van hoogwerkers of heftrucks) Passagiers- of goederentreinen Vliegtuigen tijdens het laden of lossen, of tijdens de schoonmaak of reparatie aan de buitenkant

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
	Auto's, bussen, bestelwagens. Val van een voertuig met een (verticaal) beweegbaar platform zoals een hoogwerker is bow-tie 1.1.5.2. Als het voertuig zelf stil staat maar er onderdelen bewegen, zoals op een vuilniswagen, en er valt iemand van af, dan valt dit onder deze bow-tie 1.1.5.3.
1.1.5.3 Vallen van hoogte – onbeschermd	Dit betreft vallen van overige objecten. In principe objecten die niet ontworpen zijn om op te klimmen, en waar men dan ook niet of niet onbeveiligd/ ongezekerd op mag klimmen. Voorbeelden zijn het beklimmen van een machine, een tafel, een stelling, een installatieonderdeel (buis, pijp), etc. Een bijzonder geval is het vallen van objecten die wel bedoeld zijn om op te klimmen zoals sporttoestellen. deze komen ook in deze bow-tie (tenzij er sprake is van een val en geen bewuste sprong; zie in dat geval bow-tie 25).
1.2 Vallen op gelijke hoogte	Het struikelen of uitglijden met een val op (min of meer) gelijke hoogte.
1.3 Vallen van trap of helling	Val van een vaste of verrijdbare trap (zoals een vliegtuigtrap).
Contact met arbeidsmiddel waarmee wordt gewerkt	
2 Aanrijding (van een voetganger) door een voertuig	Aanrijding van een slachtoffer, dat zich buiten het voertuig bevindt (meestal een voetganger). Voertuig kan ook een mobiele kraan zijn. Exclusief geraakt worden door een stationair maar zwaaiend voertuig (bijvoorbeeld een draaiende graafmachine: zie 8.2).
7 Contact met handgereedschap	Het handgereedschap wordt door het slachtoffer zelf gehanteerd. Kan gaan om aangedreven handgereedschap (slijptollen, hoge drukreinigers, lasers, branders, lasapparaten) of niet aangedreven handgereedschap (messen, hamers, beitels, etc.).
8.1 Contact met bewegende delen van een machine	Hierbij gaat het om een vast opgestelde machine, inclusief bijvoorbeeld mobiele zaagtafels. Voorbeelden van machines zijn machines voor het bewerken en verwerken van materialen (zoals draaibanken, boormachines, zaagmachines, snijmachines, persen), machines voor oppervlaktebewerking (schaven, schuren, reinigen), voor assemblage, voor het conditioneren, vullen of verpakken, transporteren (transportbanden bijvoorbeeld), grondbewerkings- en landbouwmachines, pompen, ventilatoren, compressoren, aandrijvingen, motoren, etc.
8.3 Beknellingen (tussen	Kenmerkend is hier het bekneld raken tussen een machine of onderdeel daarvan, en een constructief deel

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
een machine en een ander object)	van een ander object, gebouw (zoals een muur) of een andere machine. Bijvoorbeeld het bekneld raken in een liftschacht onder de lift, of tussen een op rails bewegende machine en de muur. Inclusief het bekneld raken tussen een last en iets anders. Als het gaat om een beknelling tussen iets wat handmatig wordt gedragen, gehanteerd, gebruikt (zoals een gewone deur) : ga dan naar bow-tie 6.
11 In/op bewegend voertuig met verlies van controle	Het slachtoffer bevindt zich (deels) op het voertuig zelf, en crasht dan, valt omlaag of om, of men valt uit het rijdende voertuig (zoals door te vroeg uitstappen bij een nog doorrijdende heftruck). Met bewegend wordt niet alleen het rijden van voertuigen bedoeld, maar ook bewegingen zoals het omhoog/omlaag gaan, roteren etc. van voertuigen (zoals bij kranen, hoogwerkers etc.).
Getroffen door voorwerpen, producten of onderdelen daarvan	
3.1 Contact met vallend object – kranen of hangende lasten	Iemand wordt geraakt door een vallende last, een omvallende kraan of van een kraan vallende onderdelen. Inclusief omvallende objecten die geraakt zijn door een kraan of de last daarvan (m.u.v. val van een aangestoten ladder of steiger: zie resp. 1.1.1 en 1.1.2). Als het slachtoffer zich op een omvallende kraan bevindt: zie bow-tie 11. Het kan gaan om personen die betrokken zijn bij het aanslaan, plaatsen, begeleiden en/of losmaken van de hangende lasten.
3.2 Contact met vallend object – niet kranen of hangende lasten	Geraakt door een vallend object, of een omvallend/ instortend object, ook als het slachtoffer zich daarop bevindt (tenzij sprake is van een voertuig: zie bow-tie 11).
4 Contact met wegschietend of wegvliegend object	Contact met een wegvliegend of wegspringend object, onderdeel of deeltjes. Ten gevolge van mechanische impact (zoals splinters bij hameren), druk of spanning (zoals een veer), het uiteenspatten van iets, of ten gevolge van andere energie bronnen (weggooien, wegblazen, wegschieten, etc.). Ook bijvoorbeeld wegwaaiende bouwmaterialen, openwaaiende deuren etc.
5 Contact met rollende of glijdende objecten	Het object wat het slachtoffer raakt rolt of schuift over de grond (voorbeelden zijn rolcontainers, schuivende containers, (gestapelde) platen, staven, pijpen, containers, dozen, vaten, stenen, zand of andere losse materialen, winkelwagentjes of rekken met wieltjes, of voorwerpen die via een transportband of transportgoot worden verplaatst, etc.).
6 Contact met object dat wordt	Het voorwerp wordt handmatig gehanteerd en/of verplaatst, waarbij verwonding plaatsvindt door/ tijdens het hanteren. Bijvoorbeeld door een scherpe rand, door

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
gehanteerd of gedragen	dat er iets scharniert, de vingers ergens klem komen te zitten (zoals een deur of een klaptafel, etc.) Kan ook ten gevolge van het hanteren door iemand anders (Laurel&Hardy met een ladder). Ook indien het contact met handgereedschap is, tenzij de verwonding plaatsvindt doordat het slachtoffer zelf het handgereedschap hanteert (zie bow-tie 7) of omdat de verwonding opzettelijk is (zie 20.1 menselijke agressie). - het met de hand verplaatsen of dragen van lasten, materialen of producten - het aan- en afkoppelen van voorwerpen zoals aanhangers - het met de hand(en) laden, lossen, of verplaatsen van (zware) voorwerpen)
8.2 Contact met zwaaiende objecten/ hangende lasten	Hierbij hangt het object waardoor het slachtoffer wordt geraakt aan bijvoorbeeld een kraan, of is er sprake van een rondzwaaiend onderdeel (graafarm) of een door de wind openvliegende deur.
9 Contact met een object door aanstoten/ tegen aanlopen	Tegen iets aanlopen, aanstoten, ergens langs strijken (scherp iets). Het gaat om onbedoeld contact. Enkele voorbeelden van situaties zijn de volgende: - met kracht tegen een voorwerp of persoon botsen door een bruuske en\of onhandige beweging (bijvoorbeeld tijdens sport, spel, rennen, gehaast lopen) - achter een voorwerp blijven haken (bijvoorbeeld door het dragen van een ring) - het botsen tegen of grijpen in een scherp voorwerp (bijvoorbeeld bij schoonmaak- of reparatiewerkzaamheden)
10 Bedolven onder een massa	Bedolven raken onder aarde, deeltjes uit een silo, waardoor men verstikt of door de impact van de bulk massa wordt verdrukt. Bijvoorbeeld het ineenstorten van een te steil gegraven geul.
13 Contact met heet oppervlak of open vlammen	Direct contact met hete oppervlakken, onderdelen of door hittestraling of direct vlamcontact (niet door brand: zie bow-tie 17). Voorbeelden zijn producten die erg heet of koud uit het verwerkingsproces komen, of machines, uitlaten, koelvoorzieningen, ovens, koelwater- of condensafvoer, verhitte onderdelen (assen, staven, bouten). Het gaat ook om machines, apparatuur, installaties en instrumenten die onder afwijkende omstandigheden heet of koud kunnen worden of waarbij open vlammen kunnen ontstaan. Bij open vlammen gaat het niet om brand, maar om gecontroleerde vlammen, zoals bijvoorbeeld van branders, fornuizen, lasapparaten.
Contact met gevaarlijke stoffen of atmosfeer, brand of explosie	

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
14.1 Uitstroming uit een open vat of omhulsel	Contact met een gevaarlijke stof afkomstig uit een open insluitsysteem (verpakking, vat, drum, fles, pan, tank, container, etc.). Bijvoorbeeld door lekkage, opspatten, overlopen, laten vallen, etc. Betreft acute toxiciteit of corrosiviteit/ bijtende stoffen, of hete vloeistoffen (water, olie) of biologische agentia. Onder gevaarlijke stoffen worden verstaan biologische, radioactieve, giftige, bijtende, irriterende, hete, zeer koude stoffen en/of stoffen die onder hoge druk kunnen ontsnappen. Hieronder wordt niet verstaan de gevolgen door ontsteking van ontvlambare stoffen (zie 17 brand of 27 explosie).
14.2 Contact met een gevaarlijke stof zonder verlies van omhulsel	Het contact vindt plaats, zonder dat er een ongewenste uitstroming aan vooraf gaat. Bijvoorbeeld door het rechtstreeks toepassen/ blootgesteld zijn aan bijtende of giftige stoffen (door inademing, oog-/ huidcontact, inslikken, etc.). Onder gevaarlijke stoffen wordt verstaan biologische (bv. legionella), radioactieve, giftige, bijtende, irriterende stoffen (waaronder ook bijv. schoonmaakmiddelen, verf met oplosmiddelen, ontvettingsmiddelen etc.) en/of extreem koude/hete stoffen (zoals vloeibare metalen, frituurvet, water, stoom, koffie, thee, soep). Het gaat hier NIET om situaties waarbij de stof PER ONGELUK uit een vat of container stroomt.
15 Uitstroming uit een normaal gesloten omhulsel (container, vat, leiding, fles, etc.)	Contact met een gevaarlijke stof afkomstig uit een normaal gesloten insluitsysteem (verpakking, leiding, vat, bus, drum, fles, tank, container, etc.). Bijvoorbeeld door lekkage, breuk, catastrofaal falen, etc. Betreft acute toxiciteit of corrosiviteit/ bijtende stoffen, of hete vloeistoffen (water, olie) of biologische agentia. Hieronder wordt niet verstaan de gevolgen door ontsteking van ontvlambare stoffen (zie 17 brand of 27 explosie). Er kan dan sprake zijn van een dominoscenario (eerst LoC dan explosie).
17 Brand	Brand. Er is dan sprake van een abnormale situatie (dus geen normaal brandende oven). Kan een dominoscenario opleveren (bijvoorbeeld val uit raam na wegvluchten voor brand). Dit kunnen werkzaamheden zijn waarbij ontstekingsbronnen aanwezig zijn of kunnen ontstaan door vonken of heet worden. Voorbeelden zijn het werken met lasmachines, branders, slijpmachines, maar ook koken, boren, zagen. Of het werken met brandbare en/of brandgevaarlijke stoffen (zoals zuurstof) of het in de directe nabijheid zijn. Of brandbestrijding en\of reddingsactiviteiten bij een brand (inclusief branden die worden aangestoken ten behoeve van oefeningen).

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
22.1 Contact met een gevaarlijke atmosfeer – in besloten ruimten	Bij deze bow-tie gaat het om een slachtoffer die in een besloten ruimte in contact komt met een schadelijke atmosfeer. De gevaren die schade veroorzaken zijn inherent aan de beslotenheid van de ruimte en de condities er binnen (koude, warmte, inademing schadelijke atmosfeer/ zuurstof tekort). Met besloten ruimtes worden bijvoorbeeld vriescellen, (gier)kelders, opslagtanks, transporttanks, scheepsruimen, installatieonderdelen, rioleringen, etc. bedoeld. Het gaat om besloten ruimtes waar zich een gevaarlijke atmosfeer kan bevinden (bijv. door de aanwezigheid van toxische stoffen, een tekort aan zuurstof etc.). Bij direct contact met een gevaarlijke stof welke niet direct is gerelateerd aan de beslotenheid van de ruimte, zie bow-tie 14.2.
22.2 Contact met een gevaarlijke atmosfeer – door ademapparatuur	Wanneer contact met een schadelijke stof/ atmosfeer plaatsvindt via de ademapparatuur (bijvoorbeeld verkeerde samenstelling van de ademlucht of verontreinigde ademlucht). Denk aan duikwerkzaamheden (perslucht) of werkzaamheden in vervuilde lucht, waarbij door middel van een slang schone lucht wordt aangevoerd.
27 Explosie	Gaat om zowel om chemische explosies (zoals damp of gaswolkexplosies en explosies van explosieven) als om fysische explosies. De schadelijke energie komt vrij in de vorm van drukgolven, rondschietende fragmenten of explosieve verbranding (deflagratie, vuurbal).
Contact met elektriciteit	
12 Contact met elektriciteit	Contact met elektriciteit. Er gaat een stroom door het lichaam van het slachtoffer, ofwel men wordt geraakt door de ontlading/ vlamboog bij kortsluiting of doorslag.
Verdrinken of te snelle (de)compressie	
23 Impact door onderdompeling - verdrinking	Verdrinking ten gevolge van onderdompeling in water (of een andere vloeistof). De aanwezigheid in het water kan onbedoeld zijn (ten gevolge van een andere bow-tie) maar ook bewust (zoals tijdens training of recreatieve activiteiten met het personeel).
24 Te snelle (de)compressie	Overdruk of onderdruk treedt op bij te snelle afdaling, respectievelijk te snelle stijging in het water, en/of onjuist gebruik of falen van decompressietank bij duiken, of bij een verkeerde samenstelling van de ademlucht in combinatie met het duikschema, mogelijk gerelateerd aan de fysieke gesteldheid van de duiker zelf.
Overig	
20.1	Het gaat om het fysieke contact door het opzettelijk

Naam en Nummer model	Beschrijving centrale gebeurtenis
Slachtoffer van menselijke agressie	toebrengen van letsel door een ander (al dan niet toerekeningsvatbaar) persoon. Bijvoorbeeld door bijten, steken, schoppen slaan, schieten, ergens tussen pletten, etc. Men werkt bijvoorbeeld met publiek, klanten, cliënten en/of patiënten. Het werk bestaat bijvoorbeeld uit balie- of kaswerkzaamheden en/of men werkt in de horeca, bij het openbaar vervoer, in de beveiliging, in het onderwijs, bij de politie/ambulance, in een inrichting, in een gevangenis, in een zorginstelling, een opvangcentrum etc.
20.2 Slachtoffer van het gedrag van dieren	Het gaat hier om letsel ten gevolge van het fysieke contact door het gedrag van een dier. Voorbeelden zijn omgeduwd worden door een koe, vallen van een paard, bekneld raken door een stier en een hek, aangevallen worden door een leeuw of een nest wespen, etc..
25 Ongevallen ten gevolge van overmatige belasting van lichaamsdelen	Hierbij gaat het om ongecontroleerde bewegingen zoals verstappen, verkeerd afspringen, teveel kracht zetten, zich verdraaien, verrekken, etc. Het gaat hierbij om een effect dat optreedt ten gevolge van een plotselinge gebeurtenis, en dus niet om langdurige blootstelling bij lichaamsbelasting (dat zou een arbeidshygiënisch aspect zijn, en geen ongeval). Denk aan het op- en afklimmen van voertuigen, fysieke trainingen, en ook sport onder werktijd

Bijlage 9. Beschrijving overige onderdelen van de modellen in Storybuilder

Ieder model (Bow-tie) bestaat uit de volgende onderdelen:

Onderdeel Bow-tie	**Boxcode**	**Korte omschrijving**
Informatie over het slachtoffer		
Algemeen • Nationaliteit • Beheersing van de voertaal	GEN	Geeft een situatieschets van het ongeval waarin onder meer het type werknemer, het materieel, machines of producten worden beschreven of geïdentificeerd. *Bijvoorbeeld: met een kraan werd een balk gehesen* In iedere bow-tie komen variabelen voor die specifiek voor dat model gelden. Ze zijn altijd gecodeerd als GEN: • *Installateur steiger (1.1.2)* • *Competentie installateur (1.1.2)* • *Beroepsinformatie: diverse modellen* • *Hellingshoek (1.1.3)* • *Staat/ conditie van dak/ vloer/ platform (1.1.3)* • *Transportwijze gebruiker (1.1.3)* • *Functie gat (1.1.4)* • *Afdekking gat (1.1.4)* • *Etc.*
Informatie over het ongeval		
Binnenkomende bow-ties	BWI	wanneer er sprake is van een domino effect met meer dan een ongevalstype
Omgevingsfactoren	ENV	Bijvoorbeeld bij aanrijding door voertuig: Locatie voertuig
Activiteit	A	Beschrijft activiteiten die betrekking hadden op, of aanzet gaven tot het ongeval. *Bijvoorbeeld: bij het aanslaan van de last*
Betrokken arbeidsmiddel	ET	Het betrokken arbeidsmiddel verschilt per model. Soms zijn er meerdere groepen gemaakt voor verschillende soorten arbeidsmiddelen. Voor het model contact met vallend object – niet van kranen zijn er bijvoorbeeld de groepen "Object valt van" en "Vallend object".
Overtreden wetten en regels	REG	Hier wordt aangegeven of, en zo ja welke, wetten en/of besluiten volgens de arbeidsinspecteur mogelijk zijn overtreden. *Bijvoorbeeld: Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 3.17*
Uitgaande bow-ties	BWO	wanneer er sprake is van een domino effect met meer dan een ongevalstype

Causale informatie		
Achterliggende oorzaken	DS	Management factoren zijn de middelen, motieven en prioriteiten, die als output van het management systeem de barrière taken in stand dienen te houden. Het falen van een management factor kan gezien worden als een onderliggende (basis) oorzaak van een ongeval. *Bijvoorbeeld: de werknemer wist niet goed hoe de strop gebruikt moest worden (b.v. enkel in plaats van dubbel aanslaan)*
Management taken om de barrière in stand te houden	T	Dit is de taak die moet worden verricht om de barrière te managen en zijn veiligheidsfunctie te behouden. Deze taken vormen een beheerscyclus: verschaffen (voorzien) –gebruiken - onderhouden – toezien op (monitoren). Door de taken worden de barrières van het technisch systeem in stand gehouden, zodat ongevallen worden voorkomen en/of de gevolgen beperkt blijven. *Bijvoorbeeld: de strop werd verkeerd gebruikt.*
Menselijke fouten	TIF	Dit zijn de menselijke factoren bij de taak "gebruiken" van barrières, ingedeeld naar overtredingen, vergissingen en uitglijders en afdwalingen. .
Primaire veiligheidsbarrière	PSB	Een PSB is de primaire veiligheidsfunctie van een systeem of proces. Het bepaalt alleen of met andere PSB's of de centrale gebeurtenis (centre event) optreedt *Bijvoorbeeld: de verbinding tussen de hijskraan en de last die voorkomt dat de last valt (strop).*
Falende barrière	BFM	Een barrière is een fysieke entiteit (object, status of conditie) dat fungeert als obstakel in een ongevalspad. Barrières kunnen gecreëerd of bekrachtigd worden door acties(maatregelen) en worden gecontroleerd om effectief te blijven. *Bijvoorbeeld: de strop was niet sterk genoeg.*
Incident factoren	IF	Per BFM kunnen verschillende IF worden aangegeven. Een IF geeft aanvullende informatie over de oorzaak van het falen. *Bijvoorbeeld: de last was te zwaar*
Verliesbepalende gebeurtenissen	LCE	Een loss control event is een gebeurtenis die plaatsvindt wanneer een primaire veiligheidsbarrière faalt. In het ongevalspad is dit de directe oorzaak die leidt naar de centrale gebeurtenis. Verliesbepalende gebeurtenissen kunnen ook aan de rechterzijde van het model staan als deze direct leiden tot één van de consequenties. *Bijvoorbeeld: de last valt of kantelt.*
Centrale gebeurtenis	CE	Een bow-tie is ontworpen op een specifieke centrale gebeurtenis, meestal is dit het moment waarop het slachtoffer letsel oploopt. *Bijvoorbeeld: geraakt door een vallend object*
Dosis bepalende factoren	DDF	De dosis bepalende factoren hebben invloed op de ernst van de consequenties van het de centrale gebeurtenis. Deze zijn altijd te vinden aan de rechterzijde van het model *Bijvoorbeeld: het gewicht van de last of de hoogte waar deze vanaf is gevallen*
Gevolgen		

Verwond lichaamsdeel	INJP	Hier wordt aangegeven waar het slachtoffer het letsel heeft opgelopen *Bijvoorbeeld: hoofd en enkel*
Type verwonding	INJT	Hier wordt aangegeven welk soort letsel het slachtoffer heeft opgelopen *Bijvoorbeeld: een open wond en een botbreuk*
Ziekenhuisopname	HOSP	Hier wordt aangegeven of het slachtoffer naar aanleiding van het letsel in het ziekenhuis is opgenomen
Ernst van de gevolgen (blijvend letsel)	FO	Het gevolg is onbekend
	FOI	(Waarschijnlijk) geen blijvend letsel
	FOP	(Waarschijnlijk) wel blijvend letsel, eventueel aangevuld met informatie over de mate van arbeidsongeschiktheid
	FOD	Het letsel had een dodelijke afloop tot gevolg
Afwezigheid van het werk (verzuim)	ABS	Hoe lang was het slachtoffer afwezig als gevolg van het ongeval *Bijvoorbeeld: langer dan een week maar korter dan een maand*

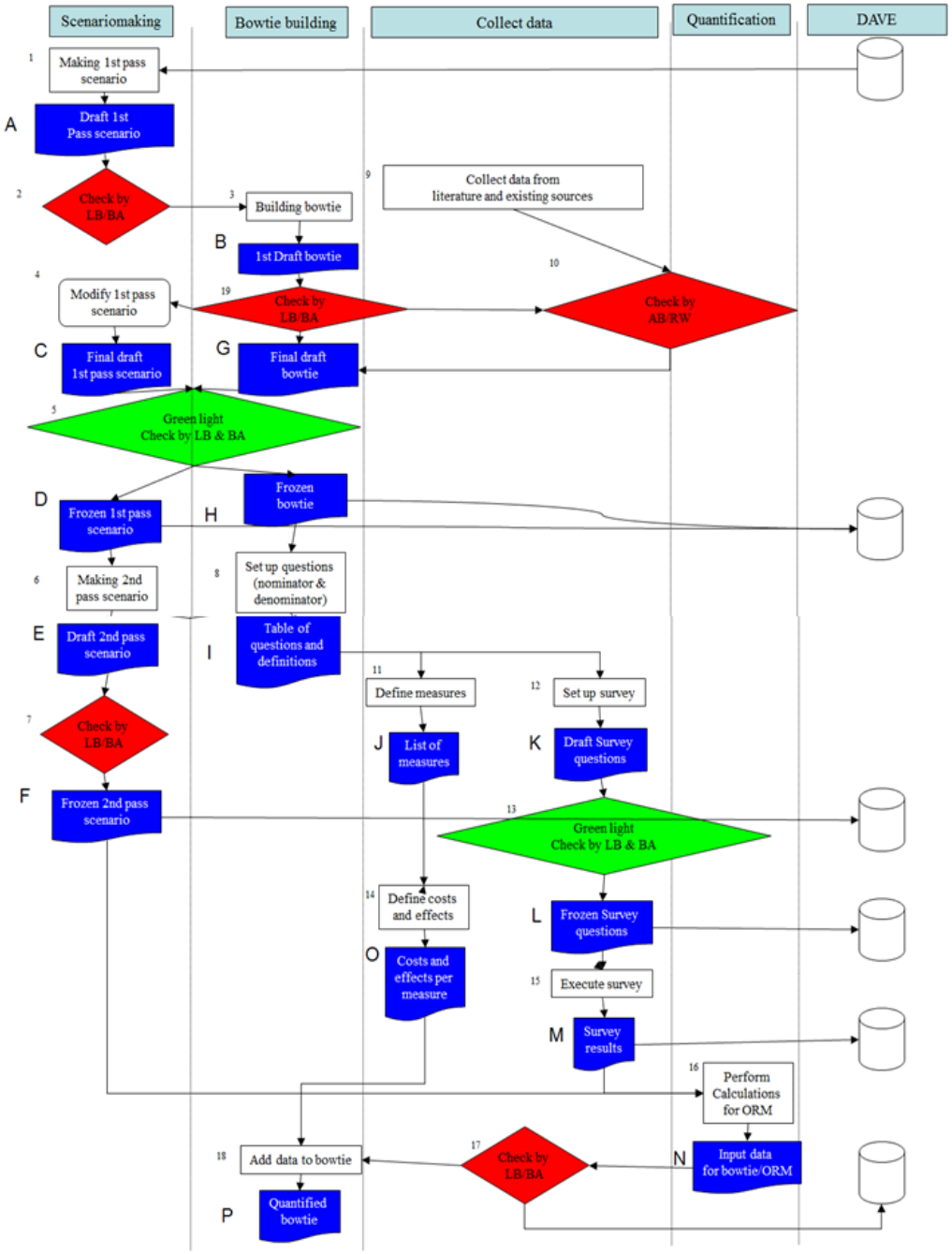
Bijlage 10. Menselijke factoren

Menselijke fout	**Omschrijving**
Situationele overtreding (Situational violation)	Een overtreding waar de regels worden geschonden als gevolg van druk om de taak te voltooien, of omdat het moeilijk is om aan de regels te voldoen onder de lokale omstandigheden.
Exceptionele overtreding (Exceptional violation)	Dit zijn zeldzame overtredingen onder bijzondere omstandigheden, zoals noodsituaties.
Routine overtreding (Routine violation)	Een gebruikelijke overtreding, d.w.z. dat het breken van het voorschrift de normale manier van werken is.
Vergissing op kennisniveau (Knowledge based mistake)	Een fout die ontstaat door ontoereikende kennis en als gevolg waarvan een verkeerde handeling/maatregel kan worden gekozen. Fouten in bewust gedrag op kennisniveau (knowledge based niveau). Knowledge based niveau heeft betrekking op nieuwe problemen en vaak ook nieuwe acties die moeten worden uitgevoerd en zijn daardoor het minst geautomatiseerd.
Vergissing op procedure niveau (Rule based mistake)	Procedure bepaalde vergissing (UK: rule-based mistake) Een vergissing die ontstaat doordat de (voorschriften van) bestaande protocollen, dagelijkse routines en afspraken niet of verkeerd worden toegepast.
Uitglijder (Slip)	Fout ten gevolge van verlies van concentratie of aandacht.
Afdwaling (Lapse)	In wezen een tijdelijk geheugen verlies, vaak als gevolg van een onderbreking of ten gevolge van 'multitasking'

Bijlage 11. Kwaliteitsproces toegepast bij de ontwikkeling van de eerste Storybuilder structuren en invoer van ongevallen

Overzicht van het proces
Voor het ontwikkelen van de bow-tie moeten scenario's gebouwd worden van verhalen over ongevallen en incidenten, hiertoe werd storybuilder ontwikkeld. In essentie organiseert storybuilder de verhalen rond een enkel type van gebeurtenis, die later de centrale gebeurtenis wordt. Het is essentieel dat goed wordt bijgehouden welke stappen en keuzes gemaakt worden bij de analyses. In veel gevallen moeten discretionaire keuzes gemaakt worden door de analist. Later kunnen andere analisten echter terugkeren naar de analyse bijvoorbeeld om een bepaald onderdeel meer in detail te bekijken. Goede documentatie kan de noodzaak wegnemen om de analyse helemaal opnieuw te doen.

Het maken van de modellen gebeurde in twee fasen. In de zogenaamde 'first pass' werden ongeveer 100 ongevallen gebruikt om de structuur te maken. In de 'second pass' werd gecontroleerd of de analyse van meer ongevallen nog wijzigingen in deze structuur tot gevolg zou hebben. Als dat niet het geval was werd de scenario structuur vastgesteld en gebruikt als basis voor de bow-tie. De volgende tabellen geven een beeld van de werking van de procedure. De kwaliteit werd gecontroleerd door L. Bellamy (White Queen) en B. Ale (RIVM/NIVF/TU Delft). Alleen de eerste twee kolommen in Figuur B11.1 zijn van belang voor de Storybuilder database. De controles die werden uitgevoerd zijn te vinden op een afgeschermde website. De initialen van de verantwoordelijke personen zijn te vinden in bijlage 2.



Figuur B11.1 Procedure storybuilder 1 juni 2005. In table B11.1 worden de verschillende stappen beschreven.

Tabel B11.1 Beschrijving van de verschillende stappen in stroomschema figuur B11.1

Box	Activity	Required Input	Description	Output	Responsible
1	Making 1st pass scenarios	GISAI-data	Transforming the accident reports from GISAI to a structure with a centre event, barriers, consequences and management influences, according to the "Rules for scenario modelling", by LB a.o.	A: Draft 1st pass scenario	Scenarios builder
2	Check by LB/AB	A: Draft 1st pass scenario	Check on the quality of the structure, number of accidents, number of victims. After approval send to bow-tie builder.	Approval	LB/AB
3	Building bow-tie	A: Draft 1st pass scenario	Transforming the approved draft 1st pass scenario structure to a mathematical structure, the bow-tie. Defining Primary and Support Safety Barriers. Inform Scenario builder if adaptations to the scenario model are necessary. Send Draft Bow-tie to LB. Put output on WORM-website.	B: 1st Draft bow-tie	IAP/HB
4	Modify 1st pass scenarios	B: 1st Draft bow-tie	Modify the scenario based on the comments from the Bow-tie builder. Send Final 1st pass scenario to LB.	C: Final draft 1st pass scenario	Scenarios builder
5	Green light check by LB & BA	C: Final draft 1st pass scenario G: Final Draft bow-tie	Check on inconsistencies between Final draft 1st pass scenario and Final draft Bow-tie. Adapt structures if necessary Put output on WORM-website.	D: Frozen 1st pass scenario H: Frozen bow-tie	LB & BA
6	Making 2nd pass scenarios	D: Frozen 1st pass scenario	Add accident paths from GISAI accidents to the frozen 1st pass scenario. Mark cases that do not fit the frozen structure and discuss this with MM.	E: Draft 2nd pass scenario	Scenario builder
7	Check by	E: Draft	Check on the number of	F: Frozen	LB/AB

Box	Activity	Required Input	Description	Output	Responsible
	LB/AB	2nd pass scenario	accidents, number of victims, etc. Send to RW for calculations. Put output on WORM-website.	2nd pass scenario	
8	Set up questions (nominator & denominator)	H: Frozen bow-tie	Define questions to be answered in order to quantify the bow-tie structure, for both the nominator and denominator. Define barriers and status of the barriers Send questions to AB. Put output on WORM-website.	I: Table of questions and definitions	Bow-tie builder
9	Collect data from literature and existing sources		Find answers for the questions, based on literature and existing sources. Define information deficiency.		AB
10	Check by AB/RW	B: 1st Draft bow-tie	Check on the possibilities to answer the questions for the draft bow-tie set up.	G: Final draft bow-tie	AB/RW
11	Select barriers	I: Table of questions and definitions	Select the barriers that are mentioned in the bow-tie structure.	J: List of barriers	AB
12	Set up survey	I: Table of questions and definitions	Make question set to solve the information deficiency for management influences, exposure and probabilities of failing for secondary barriers. Define target group. Contract a survey company.	K: Draft Survey questions	AB
13	Green light check by LB &BA	K: Draft Survey questions.	Check whether the question set from the survey matches with the data requirements from the bow-tie. Put output on WORM-website.	L: Frozen Survey questions	LB & BA
14	Define costs and effects	J: List of barriers	Collect data on the costs of barriers and the risk reducing effects of the barriers.	O: Costs and effects per barrier	AB

Box	Activity	Required Input	Description	Output	Responsible
15	Execute survey	L: Frozen Survey questions	Send out questions, collect answers.	M: Survey results	AB
16	Perform calculations for ORM	F: Frozen 2nd pass scenario M: Survey results	Calculate (conditional) probabilities for bow-tie blocks, based on frequencies from Frozen 2nd pass scenario and survey results. Calculate management influence per barrier. Send results to Bow-tie builder. Put output on WORM-website.	N: Input data for bow-tie	RW
17	Add data to bow-tie	N: Input data for bow-tie/ORM O: Costs and effects per barrier	Replace dummy data from frozen bow-tie structure with Input data for bow-tie. Put output on WORM-website.	L: Quantified bow-tie	Bow-tie builder

Tabel B11.2 Definities van producten in het stroomschema figuur B11.1

Box	Product	Description
A	Draft 1st pass scenario	Scenario created in Storybuilder, based on about 100 cases from GISAI, or as much as required to get a stable structure. The sb-file will be accompanied with a word document with definitions.
B	1st Draft bow-tie	Logical representation of the scenario, with primary and support barriers. The sb-file will be accompanied with a word document with definitions.
C	Final draft 1st pass scenario	Adapted scenario, based on comments from the bow-tie builder, in order to be able to conserve the representation of the accidents. The sb-file will be accompanied with a word document with definitions.
D	Frozen 1st pass scenario	Scenario of which the structure is frozen. No boxes can be added anymore. Cases that do not fit within the frozen structured are marked and stored for later review. The sb-file will be accompanied with a word document with definitions.
E	Draft 2nd pass scenario	After the scenario is frozen, the rest of the cases are added within the structure.
F	Frozen 2nd pass scenario	All cases that are marked for that specific bow-tie have been added to the structure and the scenario is checked for errors in counting, etc. All cases that are marked for this bow-tie after it has been frozen, will be addressed in one last pass at the end of the project.
G	Final draft bow-	The 1st draft of the logical representation of the

Box	Product	Description
	tie	scenario has been checked to make sure that data can be gathered to quantify the structure.
H	Frozen bow-tie	The final draft bow-tie structure has been compared with the final draft 1st pass scenario to make sure that both structures represent the same kind of accidents.
I	Table of questions	Based on the frozen bow-tie, the data requirements for quantification are specified, resulting in a table of questions, for both the nominator and denominator data.
J	List of measures	The probability of barrier failure can be influenced by taking measures. A measure can be defined by one of the four management tasks. ('Provide a safety training' or 'Use a helmet') Some of the measures are prescribed in norms and standards. All possible measures per barrier from the bow-tie structure are listed.
K	Draft Survey questions	Based on the table of questions and the available data, draft survey questions are set up.
L	Frozen Survey questions	The draft survey questions are checked to make sure that the answers will match with the data requirements from the bow-tie.
M	Survey results	Plain table with the answers from all respondents to the questions stated in product L.
N	Input data for bow-tie/ORM	The combination of the frequencies from the frozen 2nd pass scenario and the analysed survey results. This product contains the answers on product I.
O	Costs and effects per measure	The factors that influence the probabilities of barrier failure and the corresponding costs.
P	Quantified bow-tie	Frozen bow-tie structure, quantified based on real data.

Voorbeeld van resultaat van toepassing van proces SB and BT Check 1-3_Fall down stairs or ramp

Hieronder staat de complete geschiedenis van het proces (woord voor woord uitgeschreven) uit het originele rapport. De onderstreepte schuinstaande tekst geeft de reactie van de analist weer.

1.3 Fall down stairs or ramp
L. Bellamy & B. Ale, 25 November 2005
051017WP4&5_1.3_FallStairs_MM&OA_rev2__Cg.doc
050630 WP4 1-3 Fall_down_stairs_or_ramp_MM_rev8_Cg.sb
051014 WP5_BT_1.3_STAIRS OR RAMP_OA_Gg.xml
OK FROZEN
Give status D (for SB) and H (for bow-tie) and DH for doc AND correct revision numbers
L. Bellamy & B. Ale, 6 October 2005
BT Check
050928 WP5_BT_1.3_STAIRS OR RAMP_OA_B_rev1.xml
050928WP5_BT_1.3_STAIRS OR RAMP_OA_B_rev1.doc
Changed to G
Reissue as Gg. It can then be frozen for survey when docs finally checked by BA/LB/AB/RW
Structure and connection should be limited to the support of the stairs. NOW steps missing occurs both in structural failure and in construction failure, so these are no longer mutually exclusive. The equations in the bow-tie are fine: they assume independence. *OK. Steps missing is only Construction Failure*
Make sure structure and connection in the bow-tie and the SB ONLY refers to the surrounding structure and the fixing of the stairs/ramp to this structure and "construction" refers to the structural integrity of the stairs/ramp itself. (may be you have to reallocate some paths in the storybuild). The bow-tie in itself then is ok
In the Bow_tie document specify what is meant by success and failure for ALL barriers *OK Done*
The doc should be merged with that of the Storybuilders and this should be consistent between the two. *OK done*
Respond to comments in this document together with the storybuilders.*OK Done*
SB Check
050630 WP4 1-3 Fall down stairs or ramp_MM_rev7_Acc.sb
Changed to C
Reissue as Cg when have responded to comments. (It is then frozen 1st pass) *OK will be reissued as rev8 and Cg*

See comments on BT check above. Fix the 7. Structural failure and 12. Construction failure which are confusing. Then reissue as C, along with the doc. Respond to comments in this document, together with the bow-tie builders.*OK done*
The doc should be merged with that of the Bow-tie and this should be consistent between the two.*OK done*
L. Bellamy & B. Ale, 23 september 2005
SB Check
050630_WP4_1.3_Fall_down_stairs_or_ramp_MM_rev7_Acc_MM.sb
050630_WP4_1.3_FallStairs_MM_Acc_rev1.doc
There were 2 files supplied by JV. We took the 22 september version. 310200607 misses the LCE. *OK corrected*
The three BF'boxes could have been better structured. For instance: there are many events that are coded as substandard design AND substandard surface. Would have been better if substandard surface resulting from substandard design would have been ONE path and substandard surface

resulting from OTHER causes than design was another. Then have third independent BFfailure path which is user ability failure. These are the failures which do NOT involve substandard design or substandard surface. So choose and make scenario's simpler. *Cannot be done. Sometimes it is a design failure as well as an ability failure, or substandard design as well as substandard surface..*
Paths that go through BF 17 only (ability of user) also go through the management block of 12 (which they should not). (410200406 and 981100624)
Check the others for the same type of error. *OK done*
210200640 stops at the centre event.*OK extended*
SB has 101 paths. Doc says 100. in 1.0 and 101 in 2.2 *OK done*
Incorporate revisions. This should have been a C. So it still has to be returned for a green light check. Return it as a C when fixed. *OK done*

L. Bellamy & B. Ale, 6 June 2005
SB Check
See file :
050530 WP4 1-3 Fall down stairs or ramp_MM_rev6.2_Ac.sb
File was renumbered

1. Change the wording in all the boxes to reflect that it stairs and ramps. Ladders should not be anywhere.*OK model completely revised, is now stand alone and only relevant for stairs (not ladders)*
2. What is the wrong location of stairs? *See remark under 1.*
3. Placement of stairs does not have any meaning *See remark under 1.*
4. How is the height of the fall defined *The difference of the height of the victim before and after the fall*
5. Remove irrelevant boxes such as being struck by vehicle *See remark under 1.*
6. Fall arresters or safety nets are irrelevant for stairs *See remark under 1.*
7. Were there no ramps? *NO*
8. How come there is a no casualty in GISAI (ie what is it) *was mistake, is now corrected*
new sb file 050630 WP4 1-3 Fall down stairs or ramp_MM_rev 7_Ac_MM

Bow-tie documents
Een beschrijving van dit proces en het resultaat werd vastgelegd in een zogenaamd ”Bow-tie document”, een document voor elk van de 36 bow-ties. Deze staan op een afgeschermde website.

Bijlage 12. Overzicht van ongevalsanalyses en rapporten

Tabel B12.1 Overzicht van ongevalsanalyses en rapporten

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004 (with only 2002-3 for BT 3 and 8.1)	WORM team managed by TU Delft & CenV	F d11 Overview of Accident Frequencies in Storybuilder 070621 LJB.doc (became Annex 6 Accidents per Storybuild.pdf to Technical Report 3 of RIVM Report 620801001/2008)	def	Storybuilder information sheet – overview of accident frequencies in Storybuilder	22.892* (10,237 of these had no offence or investigation report and were not analysed)	12655	9142. Only years 2002-3 were done for Story builder bow-ties 3 and 8.1	9142	Not stated	LB		2006	D-d-0-5-Superfile storybuilds-061010-LJB.sb	1st and 2nd pass QA 2004-2006. Every bow-tie has a QA report. See Viadesk: WORM1 OLD>XX WP Projectbureau>06 Management >Te checken documenten	Deze ongevallen waren opgenomen in het risicomodel. Tevens werden een complete set van 'facts & figures' geproduceerd (Annex 10 in TR3 van RIVM rapport 620801001/2008)

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004	RPS	KVM08.8070.R01	v1	Storybuilder ongevalsanalyse van de aan de arbeidsinspectie gemelde en onderzochte ongevallen in de periode januari 1998 t/m februari 2004	22.892	12.656 accidents (including Amercentrale)		12.543	13.094	EvB, RD, RH, MM	MM en VvE	22 juni 2009	090417 Superfile storybuilds v17.sb GISAI20090423.mdb		Sectie 3.3 bevat Voorbeelden van achterliggende oorzaken
1998 t/m feb 2004	RPS	KVM08.8070.R01	rev2	Storybuilder ongevalsanalyse van de aan de Arbeidsinspectie gemelde en onderzochte Ongevallen in de periode januari 1998 t/m Februari 2004, KVM08.8070.R01 revisie 2	22.892	12.656 accidents (incl. Amercentrale)		12.543	13.094	EvB, RD, RH, MM	MM en VvE	27 mei 2010	Not stated in the report		It is not clear what the changes to this revision are. RPS reports do not include a revision history. Section 3.3 contains Voorbeelden van achterliggende oorzaken

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004	RPS	KVM08.8070.R02	v0	Storybuilder ongevalsanalyse van de aan de Arbeidsinspectie gemelde en onderzochte Ongevallen in de periode januari 1998 t/m Februari 2004,. samenvatting van KVM08.8070.R0, revisie 1	x					RD, VvE		23 juni 2009			
1998 t/m feb 2004	RPS	KVM08.8070.R03	definitief	Opvallende zaken in de Storybuilder Analyse van 12.656 ongevallen KVM08.8070.R03	x							5 juni 2009			

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
2007-2009 niet-neder Landse	RPS	VRM10.8043.R02	v2 (definitief)	Analyse van ongevallen met slachtoffers met een niet-Nederlandse nationaliteit over 2007 t/m 2009	8728 (Victims)	5878	770 accidents with 774 niet-Nederlandse victims			EvB, RD en MM	"gecontroleerd door LB. No internal	november 2010		Report number VRM10.8043 Kwaliteitsborging: Overzicht communicatie betreffende QA/QC "Analyse van ongevallen met slachtoffers met een niet-Nederlandse nationaliteit over 2007 t/m 2009" EvB, November 2010	QA by White Queen subcontracted to RPS. This report IS NOT definitief

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
2007-2009	RPS	VRM10.8038.R01	v1	Storybuilder analyse van meldings plichtige ongevallen over 2007 t/m 2009	8728 (Victims)	5878	5317 accidents and 5412 victims (including niet-Nederlandse)	17.860	18.506	EvB en RD	MM	augustus 2011	110720 Superfile v19D_NL - MOTHER.sb	Report nr: WQ110731-43 Quality Assurance Accident Analysis 2007-2009 Author: Linda J. Bellamy, Date: 31 July 2011,	

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004 & 2007-2009								17.860	18.506			12 dec 2011	Frozen database: 111212 Superfile MOTHER CREATION 25.sb.		Tested for release with software Storybuilder 2.2.21 …does not have 2005-6 data. Originally based on 110624 Superfile v19D_NL - MOTHER.sb. All steps in the Lite checklist now also in NL

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
2005 en 2006	RPS	VRM11.8049.R01	v0.1 Concept	Storybuilder analyse van meldings plichtige ongevallen over 2005 t/m 2006	4274	3669	RPS report states 3446 accidents and 3504 victims. QA report states 3.445 accidents and 3.502 victims (confirmed in the following report)	21.305	22.008	EvB en RD	MM	december 2011	Warm database: 120215 Superfile v19D_NL - MOTHER.sb	Report number: WQ120314-65 Quality Assurance Accident Analysis 2005-2006 & Total database Author: Linda J. Bellamy Date: 14 March 2012 (same as below)	14.272 changes to the database made by RPS since March 2011. In relation to previous frozen version 6863 changes in EN and 6445 boxes in NL component of database. This caused a big demand on the QA subsequently

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004 & 2005 t/m 2009	RPS	VRM11.8 049.R02	versie 1	Storybuilder analyse van meldings plichtige ongevallen over 1998 t/m februari-2004 en 2005 t/m 2009	?	?	Was there an extra 77 accidents with 78 victims added? ? Where is this stated? ?? Where are they from?	21.382	22.086	EvB, RD, MM,, JvA en RH	"gecontroleerd door LB. No internal	februari 2012	120124 Superfile v19D_NL-MOTHER.sb + 120112 Victims.mdb; 120206 Superfile v19D_NL-MOTHER.sb + 120112 Victims.mdb; 120215 Superfile v19D_NL-MOTHER.sb + 120213 Victims.mdb 120206 Modifications to superfile.xls	Report number: 120314-65 Quality Assurance Accident Analysis 2005-2006 & Total database Author: Linda J. Bellamy Date: 14 March 2012 (same as above)	See above

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998 t/m feb 2004 & 2005 t/m 2009	RPS	VRM11.8049.R02	versie 2	Storybuilder analyse van meldings plichtige ongevallen over 1998 t/m februari-2004 en 2005 t/m 2009	?	?		21.382	22.086			mei 2012			
1998-2009	RPS	VRM12.00208.R01 (Concept)	versie 1 Concept	Storybuilder analyse van alle aan de Arbeidsinspectie gemelde en onderzochte Ongevallen in de periode 1998 t/m 2009	?	?	?	23.001	23.769	EvB	MM	augustus 2012	120824 Superfile v19D – MOTHER.sb I-NET-file: 120822 Victims.mdb	No QA here because RPS added another 30 victims.(see below)	Needs updating - RPS added 30 more victims

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1998-2009	RPS	No report supplied						23.030	23.799				120928 Superfile v19D_NL-MOTHER v2.sb I-NET: 120928 Victims.mdb	Report number: WQ121206-73 Quality assurance of the accident database of reportable serious accidents 1998-2009 in Storybuilder. Linda Bellamy, White Queen.16 dec 2012	Matching report not supplied. The sb file had to be modified to adapt the Lite Checklists to all the agreed changes, 14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121218v4 was produced.

Gerapporteerde analyse periode	Analisten	Document ref	Status	Titel	Gemelde ongevallen	First pass sub selectie van meldingsplichtige	Additionele ongevallen	Gecumuleerde totale aantal ongevallen per rapport	Gecumuleerd totale aantal slachtoffers per rapport	Auteurs	Goedgekeurd	Rapport Datum	Bestanden	QA Rapport (White Queen)	Commentaar
1999-2009													14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121218v4		Official database release with Storybuilder 2.3.0.11. In the released versions issues were resolved with IFs only in the anonymous files. This version has descriptions for all the BFMs in both NL and EN
1998-2009	RPS	VRM12.00208.R01	versie 2	Storybuilder analyse van alle aan de Arbeidsinspectie gemelde en onderzochte Ongevallen in de periode 1998 t/m 2009	?		?	23.030	23.799	EvB	MM	Dec-12	14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121218v6.sb I-NET-file: 121207 Victims.mdb		Not provided for the QA (received 8 feb 2013). Changes from rev 1 not stated therefore unknown

Bijlage 13. Originele (april 2005) en huidige (december 2012) lijst van bow-ties

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
	NOTE: The storybuilder diagram can combine a number of bow-tie (sub)groups provided these can be separated out into separate bow-tie diagrams later (eg. Like stepladders and fixed ladders) Maintain information about different equipment types and activities in case we need to make separate sub-bow-ties			
1	Falls			
1.1	Fall from height:			
1.1.1	Fall from height ladder	Placement (mobile) ladders, fixed (cat) ladders, rope ladders, step(ladder)s. Includes ladder collapse. Steps are not stairs	01.1.1 Fall from height ladders	The centre event includes fall from step ladders (steps), placement (mobile) ladders, fixed (cat) ladders, rope ladders, step(ladder)s. Includes ladder collapse. Steps are not stairs
1.1.2	Fall from height scaffold	Includes scaffold collapse	01.1.2 Fall from height scaffold	Refers to falls from mobile or fixed scaffolds. Includes scaffold collapse while victim on it.
1.1.3	Fall from height roof/floor/ platform	The height is the operative word and the bow-tie centre is the fall and not the going over the edge. So falling through something, over a vertical edge etc. they are all falls from height if the person falls a vertical distance. Includes collapsing structures (except scaffolds 1.1.1 and ladders 1.1.2) and would include a collapsing fixed crane and collapsing buildings where the person falls with the collapse. So any	01.1.3 Fall from height - roof/platform/floor	The height of the floor, roof or fixed (working) platform is the operative word and the bow-tie centre is the fall and not the going over the edge. So falling through something, over a vertical edge are all falls from height 1.1.3 if the person falls a vertical distance. Includes collapsing structures and platforms (except scaffolds 1.1.1 and ladders 1.1.2) and collapsing buildings

[54] The term "Stone" bow-tie list comes from the English expression "cast in tablets of stone" which means something cannot be changed

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
		falls caused by a collapsing/toppling structure where the person is on the structure at height (except scaffolds and ladders) goes here. Moving vehicles which topple over while moving go to 11 if the victim is inside and 3 if it topples onto someone. The person may end up in a liquid. If this is followed by loss of buoyancy it is a domino effect and transferred to loss of buoyancy...23.2. If they fall into a suffocating substance, not being a liquid, they go to 10. Counting must be in the bow-tie where the person ends up (killed or injured)		where the person falls with the collapse. So any falls caused by a collapsing/toppling structure where the person is on the structure at height (except scaffolds and ladders) goes here.
1.1.4	Fall from height hole in the ground	Deep enough hole/pit to be a fall from height. Includes falling from an edge on ground level e.g. a canal, an excavation pit etc. where the walls are vertical. If wall are sloping go to 1.3. The falling person might fall into a liquid and lose buoyancy then transfer to 23.2. If after the fall the pit collapses and this is cause of suffocation it transfers to bow-tie nr.10. but if the object collapsing onto the person causes the injury it goes to 3. Counting must be in the bow-tie where the person ends up (killed or injured)	01.1.4 Fall from height - hole in the ground	The centre event is defined as "fall into a hole in the ground". A hole needs to be deep and wide enough to 'accommodate' a fall. Includes falling from an edge on ground level e.g. a canal, an excavation pit etc. where the walls are vertical. Falling through a floor or opening in a floor not on ground level is categorised as bow-tie 1.1.3 The centre event takes place the moment contact is lost with sides or edges of the hole. If there is no fall it is mostly 8.3 trapped against/between or 25 Extreme muscular exertion. Deep enough can already be as deep as leg-length. Holes are normally situated on the ground floor but there can be

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				holes on other floors as well as long as people do not fall from one floor to another, which is 1.1.3 Fall from roof/platform/floor. A fall into an elevator shaft will be considered as as 1.1.3. Note that a person can be inside a hole, against the side walls and fall. That is considered to be 1.1.4.
1.1.5	Fall from height other	Specified others. Reserve category; needs specification later. Parking space for cases we don't know yet were to put them in (should be empty in the end) e.g. a person falls off his chair (and then if he falls through a wall with a rough surface it becomes bow-tie 9.3). Falling down a lift shaft would be a fall from height but if the lift fails with people in it it goes to 11	See below	
			01.1.5.1 Fall from height - moveable platform	A centre event takes place the moment contact is lost with the moveable platform. The victim does not have to hit the ground – fall arrest could prevent that – to qualify for this bow-tie. To distinguish this bow-tie from others some rules were defined. Falls from vehicles while the vehicle is standing still are considered to be part of 1.1.5.2 (Fall from non-moving vehicle). Accidents with falls from tail lifts are part of 1.1.5.1. Accidents on moving vehicles are part of 11, even if the vehicle itself is falling.

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
			01.1.5.2 Fall from height - non-moving vehicle	If the vehicle has specially designed working platforms (like a moveable platform) the fall accidents will not be analysed for this bow-tie (but in 1.1.5.1.). Accidents due to moving vehicle parts (tip container, garbage intake, tail lift) – on a non moving vehicle - are also included here in 1.1.5.2.
			01.1.5.3 Fall from height - working on height unprotected	This is the bow-tie of falls from objects people are not supposed to be on. A typical scenario is a victim climbing a machine, installation, containment or storage facility (to clear a blockage or retrieve something). The object being climbed upon is not intended to be climbed at all unprotected. This includes climbing moveable platforms, cranes) or (non-moving vehicles, if the victim works from or climbs something else than the cabin or platform (like the beams or lift construction). Another scenario is a victim using or climbing a construction (tree, mast, pole, rope) that offers no support or protection and fails to creates a safe environment by other means (climbing gear). This also includes the use of specialised equipment for ascent and decent (think of abseiling) A third scenario is the victim using a self made height like stacked pallets, crates or furniture. A special scenario that is included here is

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				fall from recreative/ sports equipment. Like the trapeze, the rings or the beam or tightrope.
1.2	Fall on same level	Type of level.. Can end up in the water eg. A swimming pool, the beach. The difference between same level and height is gradual…use your judgement. In those case where the difference between this one and the 1.1 category is ambiguous it doesn´t really matter what you choose (keep a record of the height and if it becomes important we can sort it out later). The falling person might fall into a liquid and lose buoyancy then transfer 23.2. and if it is quicksand then it is 10. Falls from animals goes to 20.2	01.2 Fall on same level	Slip or trip on a surface, floor. Not followed by a fall to a lower level.
1.3	Fall down stairs or ramp	Stairs, ramp, slope etc. This includes slopes eg. A sloping wall of a pit. Falling down an escalator would be a fall to include here but entanglement in escalator would be an 8. The person may end up in a liquid. If	01.3 Fall down stairs or ramp	Fall from stairs, ramp, slope etc. This includes slopes e.g.. A sloping wall of a pit. Falling down an escalator would be a fall to include here but entanglement in escalator would be an 8.

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
		this is followed by loss of buoyancy it is a domino effect and transferred to loss of buoyancy...23.2. If they fall into a suffocating substance, not being a liquid, they go to 10. Counting must be in the bow-tie where the person ends up (killed or injured)		
2	Struck by moving vehicle			
2	Struck by moving vehicle	The moving vehicle must be moving (a non-fixed machine). Includes robots moving freely and vehicles on limited set of rails. So it also includes being struck by a moving gantry crane. Basically vehicles move about. A gantry crane is a vehicle when the accident is caused by contact with the moving gantry crane. If a person is struck by a vehicle which has lost control toppling/collapsing onto them it goes to 3.	02 Struck by moving vehicle	The victim is outside the vehicle. The vehicle must be moving. Includes robots moving freely and vehicles on rails. So it also includes being struck by a moving gantry crane. Does not include stationary vehicles that swing with their arms or top part around their axes: go to bow-tie 8.2
3	Contact with falling/dropped/collapsing object/person/wall/vehicle/crane which is falling under gravity			
3	Contact with falling/dropped/ collapsing object/person/ wall/vehicle/ crane which is falling under gravity	The object drops/falls/collapses due to gravity and person not on the structure is harmed by the falling structure. Includes cases where consequence is being knocked off scaffold/ladder by falling object. Includes collapsing walls, stacks, etc. (if the cause of injury is suffocating -> bow-tie 10). Also includes	See below	

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
		toppling/collapsing cranes/vehicles when they collapse onto someone even if they are moving vehicles (NOT 2). If the person is in or on the thing when it collapses it goes to bow-tie 11 if it is moving (eg. mobile crane) and 1.1 if it is fixed and the person falls (e.g. 1.1.3 if it is a fixed crane or a building). Counting must be in the bow-tie where the person ends up (killed or injured)		
			03.1 Contact with falling objects from cranes/ hoists	The object drops/falls/collapses due to gravity and person not on the structure is harmed by the falling object(s). Note that bow-tie 3.1 it is either the hoisted load that falls, and/or the hoisted load that hits another object that falls, or a collapsing/ turning over crane that falls, or parts of cranes that fall down. Does not include cases where consequence is being knocked off scaffold/ladder by falling object (see 1.1.1) Does not include hit by collapsing walls by a crane or hanging load (see 3.2). If the person is in or on the crane when it collapses it goes to bow-tie 11 if it is moving (e.g.. mobile crane) and 1.1.5.1 if it is fixed and the person falls
			03.2 Contact with falling objects NOT from cranes/ hoists	The object drops/falls/collapses due to gravity and person not on the structure is harmed by the falling object(s). Includes collapsing walls, stacks, etc.

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				(even if the cause of the falling wall is hit by a crane or hanging load).
4	Contact with flying object = missile			
4	Contact with flying object = missile	This a bow-tie where the agent is a missile This does not include a person being hurled or blown against something which would be 9. Does not include hit fingers with hammer (go to bow-tie 7), because the hammer is not a missile.	04 Contact with flying/ ejected objects	Contact with object ejected from disintegrating object. This a bow-tie where the agent is a missile. Includes objects ejected due to mechanical stress/ tension, pressure, by a machine or other energy sources (wind, air, mechanical, or thrown by man (other than aggression). Contact could be with part(s) of (disintegrated) objects or whole objects flying free through the air or objects flying through the air while still partly connected (such as cut wires or hoses under pressure). Does not include hit fingers with hammer (go to bow-tie 7), because the hammer is not a missile.
4.1	Contact with object ejected from machine		See above	
4.2	Contact with object ejected from exploding, igniting, disintegrating object, object under pressure	This may come from a domino of a LOC bow-tie right hand side when the explosion is related to a chemical LOC and it causes fragments to fly around	See above	
4.3.	Contact with		See above	

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
	object blown by wind			
5	Hit by rolling/sliding object or person			
5	Hit by rolling/sliding object or person	Bit of a catchall eg. person on boat hit by sliding object. Object is moving over a surface. Object is NOT falling NOT hanging and NOT a vehicle and NOT blown by wind	05 Hit by rolling/sliding object	Object is moving over a surface, e.g. rolling container. Object is NOT falling NOT hanging and NOT a vehicle and NOT blown by wind
6	Contact with object person (self or other) is carrying or using			
6	Contact with object person is carrying or using	e.g. Can be hit by a ladder carried by self or other or have head cut off by other person. But if it is a hand held tool operated by self, go to 7. Does not include doors or hatches (Go to 8.2). Could also be that a person bumps into other person accidently. If it done on purpose it goes to aggression 20.1.	06 Contact with object used/ carried	Object is carried and or handled by hand, and then victim typically get trapped, cut or hit by (parts of) the object being handled (e.g. trapped with fingers). Even if gravity is involved it would be bow-tie 6 (like with folding tables or a heavy cab lifted by hand). Can be hit by a ladder carried by self or other or being hit by hand tool held by another person. But if it is a hand held tool operated by self, go to 7. Hit by collapsing, falling or dropped objects is 3. Does also not include hit by hanging and swinging objects such as doors or hatches (Go to 8.2), unless one gets trapped with their fingers when opening or closing a door or a hatch.
7	Contact with hand held tools operated by self			

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
7	Contact with hand held tools operated by self	Incl. hammer fingers, nail bits of body, cut off head with saw, burn self with blowtorches and steam guns and lasers.	07 Contact with handheld tools	Handheld tool is operated by self. Could be either powered or non-powered handheld tool. Includes hammer (hitting fingers) nails out of a nailing tool (hit body), burns self with blowtorches, hit by steam/ high pressure cleaner, guns and lasers, etc.
8	Contact with moving parts			
8	Contact with moving parts	We need to include doors. hatches. folding tables etc. i.e. sometimes the machinery is manually operated.	See below	
8.1	Contact with moving parts of a fixed machine	Includes entanglement. If it is being strangled by a rope attached to a winch it goes here (NOT under 10)	08.1 Contact with moving parts of machine	This refers to contact with moving parts of a fixed machine.
8.2	Contact with hanging/ swinging objects	New bow-tie necessary e.g. for loads hanging in cranes. Includes opening doors and hatches.	08.2 Contact with swinging/hanging objects	Contact refers to contact of body (part) with these swinging or moving loads or (hanging) objects including jip, hanging loads, counterweight/ upper works. Includes being hit by a stationary dragline rotating around. Includes being hit by a swinging door when external force is involved (such as wind).
8.3	Trapped between/against	Not being part of 8.1. eg. An aerial lift used for cleaning windows can cause this, but if person falls from one this is fall (1) and if it overturns with the passengers this is (11). Or other moving parts not being part of a machine where body (parts) are being crushed in between eg. sliding doors.	08.3 Trapped between/ against	Between a machine as a whole (or major part) and an object (including construction parts such as walls, sliding doors, etc.) or between machines or between objects if moved by a machine/ vehicle Includes being trapped between (parts of) a lift, crane, load, fork lift and something else.

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				If entrapped between objects moved by hand then bow-tie 6). If a pedestrian is struck by a vehicle and subsequently trapped/ crushed, then this is bow-tie 2.
9	Moving person strikes against something			
9	Moving person strikes against something		09 Moving into an object	includes walking, jumping, blown, thrown or otherwise moving or being moved against/ into an object (blunt or sharp), while contact is not intended.
9.1	Blown/thrown against something eg. by wind or waves or water canon		See above	
9.2	Walk, jump into object	Numerically to be combined with 9.1.	See above	
9.3	Contact with rough or sharp surface or object	E.g. kneel on, tread on, brush against a sharp surface or object etc.	See above	
10	Buried/ suffocated			
10	Buried/suffocated in material	Engulfed in material such as earth. fine particles, including from trench walls collapsing, falling into silos and being suffocated. Buried and suffocation are the important words. If strangled by a rope it is either human aggression 20.1 or 8.	10 Buried by bulk mass	Engulfed in bulk material such as earth. fine particles, including from trench walls collapsing, falling into silos and then being buried, suffocated or victim of multiple injuries due to the mechanical impact of the collapsing bulk mass pile. In a typical scenario a trench/pit/dig wall collapses (because it is too steep and not supported) on a person working in the trench. Other scenarios are not handling a stock pile correctly or loss of

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				containment of bulk mass from an elevator/silo.
11	In or on moving vehicle which has loss of control			
11	In or on moving vehicle which has loss of control	Must be in or on a MOVING vehicle which loses control by crash/overturn/etc. This is passenger/driver orientated and includes people crushed in. falling off. thrown out. moving vehicle or vehicle crane toppling or being in a lift which is falling out of control. Vehicle does not have to be moving in a horizontal direction. It can also fall over an edge but it is still in this category so long as it is moving. The people outside the vehicle struck by it go in 2 unless it collapses onto them in which case it is 3. It includes lifts which fall (because they are vehicles which have lost control and it includes moving at the time).	11 In or on moving vehicle with loss of control	Must be in or on a MOVING vehicle which loses control by crash/overturn/etc. This is passenger/driver orientated and includes people crushed in, falling off, thrown out, moving vehicle or vehicle crane toppling or being in a lift which is falling out of control. Vehicle does not have to be moving in a horizontal direction. It can also fall over an edge but it is still in this category so long as it is moving. The people outside the vehicle struck by it go in 2 unless it collapses onto them in which case it is 3. It includes lifts which fall (because they are vehicles which have lost control and it includes moving at the time).
12	Contact with electricity			
12	Contact with electricity		12 Contact with electricity	Contact e.g. with charged power lines, machine tool appliances or charged electrical components while working on them. Includes direct contact with electric current as well as contact through the electric arc/discharge.

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
12.1	Person contacts already charged object		See above	
12.1.1	Contact charged "Hidden" power lines	eg. underground. overhead. behind walls	See above	
12.1.2	Contact charged Machine tool appliance	Some kind of unintended breach of insulation	See above	
12.1.3	Contact charged electrical components while working on them	Where insulation is not present or may be deliberately breached	See above	
12.2	Contact Electric arc/discharge		See above	
12.3	Lightning strike (think about special cases such as at height or open spaces)	No bow-tie will be built for this act of God, (Engelenburg 16/3/2005)	NONE	
13	Contact with extreme hot or cold surfaces or open flame			
13	Contact with extreme hot or cold surfaces or open flame		13 Contact with extreme hot or cold surfaces or open flame	Direct contact with hot parts, surface or by heat radiation or direct flame contact (other than by fire: go to bow-tie 17).
14	Exposure to hazardous substances in open container			
14	Exposure to hazardous substances in open container	Hazard includes all hazards where the effect on human is immediate (toxic. hot and cold. Corrosive, biological agents etc.). It excludes cases of ignition of flammables/explosion	See below	

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
14.1	Release out of open containment	Includes spills, splashes, boiling over, container breaks	14.1 LoC Open containment	Includes spills, splashes, boiling over, leakage, or catastrophic failure of the normally open containment. Hazard includes exposure to hazardous substances in open container where the effect on human is immediate (acute toxicity, extreme temperature (e.g. hot water), corrosive, or by biological agents etc.). It excludes cases of ignition of flammables/explosion.
14.2	Contact with hazardous substance without LoC	If contact hazardous thing without a spill (eg. Put your hand in boiling water, nitric acid etc.)	14.2 Contact with hazardous substance without LOC	Contact without an accidental release: hazard occurs e.g. by applying a hazardous substance outside its containment that causes hazardous contact: e.g. eye/ skin contact, inhalation, ingestion.
15	Loss Of Containment of hazardous substance from normally closed containments			
15	Loss Of Containment of hazardous substance (active) from normally closed containments	Concerns the risk during specific activities when persons are active barriers in controlling risk and are particularly exposed during the activity to risk…higher risk dose than time averaged dose. Active in scenario….short term high exposure. Include biological agents.	15 Loss of Containment from normally closed containments	Consists of two phases: "the "Release of a hazardous substance out of a closed containment", followed by the exposure/ contact of the victim with the hazardous substance. These include not only toxic and corrosive/irritating substances (e.g. acids/caustics) but also hot or cold substances and substances under pressure which at room temperature and pressure would not be harmful (e.g. water, vegetable oil). Could be active victim when adding/filling, removing contents (depressurising/draining/bleeding/

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				emptying/purging), sampling, transporting, loading/unloading, lifting, opening, packing, unpacking or closing a containment, or a passive victim: person at risk is present when LOC happens.
15.1	LOC during active adding/filling	eg. batch process operations from fixed installations (not to be confused with 15.5)	See above	
15.2	LOC during active removing contents (depressuring/ draining/bleeding emptying/purging		See above	
15.3	LOC during active sampling	Taking samples from sample point.	See above	
15.4	LOC during active transporting	eg. Driving tanker. trucks loaded with drums etc	See above	
15.5	LOC during active loading/unloading	eg. Filling road tankers, rail cars, ships	See above	
15.6	LOC during active lifting/set down of containment		See above	
15.7	LOC during active opening/working on open containment	eg. includes cooking the crème brulee	See above	
15.8	LOC during active closing/shutting down		See above	
15.9	LOC during active packing/		See above	

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
	unpacking			
15.1	Other	eg. carrying out non-chemical process activity such as excavating and hit a gas pipeline with digging tools	See above	
16	LOC hazardous substances (passive)			
16	LOC hazardous substances (passive)	No Bow-tie. Person at risk is present when LOC happens (the generic time averaged QRA risk contours) = "innocent bystander"	NONE	
17	Fire			
17	Fire	Various kinds has many other causes and domino effects. In this bow-tie the fire is always a deviation. The injury effect of fire is burning but it is also likely to be one of the domino bow-ties (e.g. causes from LOC, or escape from fire may be a cause of slip/trip/fall --->1).	17 Fire	In this bow-tie the fire is always a deviation. The injury effect of fire is burning but it is also likely to be one of the domino bow-ties (e.g. causes from LOC, or escape from fire may be a cause of slip/trip/fall --->1).
18	Exposure to damaging noise dose			
18	Exposure to damaging noise dose	Bow-tie will not be quantified, Engelenburg 16/3/2005. Explosive noise. not chronic hearing loss	NONE	
19	Exposure to damaging non-ionising radiation dose			
19	Exposure to damaging non-ionising radiation dose	Bow-tie will not be quantified, Engelenburg 16/3/2005.	NONE	
20	Victim of human aggression or animal behaviour			
20	Victim of human aggression or animal behaviour		See below	

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
20.1	Victim of Human aggression	Deliberate harm intended (accidental is bow-tie 6)	20.1 Victim of Human Aggression	Deliberate harm was intended by physical contact. Contact can be direct (hit, bite, kick) or indirect (shot, cut, crushed against/ between, etc.). Also includes cases of hostile, injurious or destructive behaviour when caused by frustration.
20.2	Victim of Animal behaviour	Animals include insects. The operative word is animal. Accidentally pushed or trodden on by animal stays here. Falling from a horse or an elephant etc stays here	20.2 Victim of animal behaviour	The operative word is animal behaviour. Animals include insects. Accidentally pushed or trodden on by animal stays here. Includes falls from animals.
21	Trapped in hazardous space			
21	Trapped in hazardous space	eg. cold room, furnace, submarine, (means of escape not possible and conditions are hazardous if you stay there. (will be numerically combined with bow-tie 22)	See 22	
22	Deprived of oxygen supply			
22	Deprived of oxygen supply	Includes liquid manure cellars. Sewerage, cold room, furnace, submarine, (means of escape not possible and conditions are hazardous if you stay there.)	See below	
22.1	Deprived of oxygen in confined space		22.1 Contact with hazardous atmosphere in confined space	Main issue here is that workplace is confined. Includes being trapped in hazardous space (means of escape not possible and conditions are hazardous if you stay there (e.g. inside a cold room, furnace), or any other confined space deprived of oxygen

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				Excluded are accidents of direct contact (skin, oral, inhalation) with hazardous substances (14.2) in non-confined places.
22.2	Portable oxygen delivery fails in unbreathable atmosphere		22.2 Contact with hazardous atmosphere through breathing apparatus	Examples portable oxygen delivery fails in unbreathable atmosphere, oxygen delivery connected to wrong supply, substandard air.
22.3	Oxygen delivery connected to wrong supply	eg. Connect to nitrogen rather than oxygen	See 22.2	
23	Lost buoyancy in water or other liquid in which the person is in due to the activity (or as a domino effect from another bow-tie)			
23	Lost buoyancy in water or other liquid in which the person is in due to the activity (or as a domino effect from another bow-tie)	The right hand side might be drowning but may also be some other effect eg. Fall into sewage. nitric acid.	23 Impact by immersion in liquid	Lost buoyancy in water or other liquid in which the person is in due to the activity or by accident as a domino effect from another bow-tie (fall, loss of control of vehicle). The right hand side is typically drowning (but may also be some other effect e.g. fall into sewage, nitric acid).
23.1	Floating structure loses buoyancy		See above	
23.2	Person loses buoyancy	This might include cases where a person falls into water as a domino from another bow-tie	See above	
24	Too rapid decompression			
24	Too rapid decompression		24 Too rapid (de)compression	Diver rises or descends too quickly, or decompression tank (operation) failure. The centre event is here is the moment at which a harmful effect to the human

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				body starts.
24.1	Diver rises too quickly		See above	
24.2	Caisson loses pressure too fast		See above	
25	Extreme muscular exertion			
25	Extreme muscular exertion		25 Extreme muscular exertion	I.e. sudden overload of the human body as a result of sudden and extreme muscular exertion. Includes uncontrolled movements, or deliberate excess muscular force on load (lift, push, pull, carry etc).
25.1	Extreme movement of body (no load). uncontrolled movement		See above	
25.2	Excess muscular force on load (lift. push. pull. carry etc)		See above	
26	Office risk (standard)			
26	Office risk (standard)	Bow-tie will not be made, as agreed Engelenburg 16/3/2005. We will take a standard value of risk per exposure time.	NONE	
27	Explosions			
27	Explosion	Fragments goes to 4, blown persons go to 9 and eardrums stay here because 19 is not being done.	27 Explosion	In this case the hazardous agents released are the physical effects like pressure wave, causing damage directly by noise, or via translation of persons),

	Name 2005 (Original Stone bow-tie list)	Description 2005 (Original Stone[54] bow-tie list)	Number and Name 2012	Description Dec 2012 (14 CREATIONS MOTHER SUPERFILE 121207v4.sb)
				ejected fragments, flash fires. Explosion can be chemical or physical.

Bijlage 14. Definities van ongevallen

Introductie
De tekst in deze bijlage is geschreven in oktober 2003 en zette de Nederlandse definities van ongevallen in een Europees perspectief. De Nederlandse classificaties zijn gebaseerd op vereisten voor ongevalsregistratie in Arbowet.

Accident at Work
ESAW Definition (2001):[55]
"A discrete occurrence in the course of work which leads to a physical or mental harm".
The phrase "in the course of work" means "whilst engaged in an occupational activity or during the time spent at work".
This includes accidents in the course of work outside the premises of his business, even if caused by a third party, and cases of acute poisoning. It does not include occurrences having only a medical origin (such as heart attack at work) or occupational illness.

The Arbowet 1998 (Dutch Law) defines an accident as s sudden event with immediate consequences for health and which leads to absence through illness or death more or less immediately.
"*Werkgevers zijn verplicht op grond van artikel 9 van de Arbowet 1998 bepaalde ernstige arbeidsongevallen te melden bij de Arbeidsinspectie.*
Volgens genoemde wet is een arbeidsongeval een aan een werknemer in verband met het verrichten van arbeid overkomen ongewilde, plotselinge gebeurtenis, die schade aan de gezondheid tot vrijwel onmiddellijk gevolg heeft gehad en heeft geleid tot ziekteverzuim, of de dood tot vrijwel onmiddellijk gevolg heeft gehad (Arbowet, artikel 1, lid 3 onder i).

Volgens dezelfde wet zijn meldingsplichtig die arbeidsongevallen die ernstig lichamelijk of geestelijk letsel of de dood ten gevolge hebben. Onder ernstig geestelijk of lichamelijk letsel wordt verstaan: schade aan de gezondheid, die binnen 24 uur na het tijdstip van de gebeurtenis leidt tot opname in een ziekenhuis ter observatie of behandeling, dan wel naar redelijk oordeel blijvend zal zijn (Arbowet, artikel 9, lid 1).
*In de Memorie van toelichting op artikel 9 van de Arbowet wordt een uitzondering gemaakt voor ongevallen die plaatsvinden tijdens het woon werkverkeer en die daarom niet behoren tot het toezichtgebied van de Arbeidsinspectie. Verkeersongevallen op de openbare weg vormen een aparte categorie. Als daar mensen bij betrokken zijn die aan het werk waren (vertegenwoordigers; beroepschauffeurs) is er in principe sprake van een arbeidsongeval. In de praktijk worden deze ongevallen op basis van de Wegenverkeerswet door de politie onderzocht. In de hier gepresenteerde cijfers zijn verkeersslachtoffers dan ook niet begrepen. Ongevallen die plaatsvinden tijdens het woon-werkverkeer zijn in dit rapport beschouwd als verkeersongeva*l." [56]

So, notifiable accidents are work accidents which cause serious physical or mental injury or death. Serious can be understood as meaning damage to health

[55] EU Eurostat project (2001) European statistics on accidents at work (ESAW) Methodology. 2001 Edition (DG Employment and Social Affairs)
[56] From Arbeidsinspectie Centraal Kantoor, Afdeling Monitoring en Beleidsinformatie (2002) Meldingsplichtige en dodelijke arbeidsongevallen. Cijfers over het jaar 2001. Rapport December 2002. H. Leertouwer, P.J.M. Martens, H.F.H. Lommers

which within 24 hours of the time of the accident leads to hospital admission for observation or treatment or which is by reasonable judgement deemed to be permanent.
Exceptions are Commuter traffic accidents even in the case of work. These are traffic accidents and not incorporated in Labour Inspectorate data.

Not all work accidents are reported. Other sources of information include the Letsel Informatie Systeem (LIS) (injury information system) of the Consumer and Safety Institute (Stichting Consument en Veiligheid) The sources are patients who register by the emergency department of a hospital (*Met behulp van LIS wordt informatie over patiënten die zich melden op de Spoedeisende Hulpafdeling (SEH) van een ziekenhuis geregistreerd.)*

There are also other sources of data including CBS EBB (Enquête beroepsbevolking): Industrial accidents (Central Bureau of Statistics: Inquiry into the Working Population). Respondents were asked whether they had had an accident at work in the previous twelve months. An accident is defined as a sudden unintentional and unforeseen event resulting physical injury; incidents of intentional violence or food poisoning are not included. Industrial accidents resulting in fatalities are also excluded.

Fatal accident
ESAW Definition (2001): The definition adopted by the ESAW project is that of "accidents at work leading to the death of the victim within a year (after the day) of the accident". In practice the majority of the Member States send the cases of fatal accidents at work counted in their national statistics. In fact, the majority of the accidental deaths occur either immediately at the time of the accident, or within a few days or a few weeks after the accident.

Accidents with more than 3 days absence
ESAW Definition (2001): For non-fatal accidents, only accidents with more than 3 days' absence (resumption of work the fifth day or later after the day of the accident) are considered by the ESAW methodology.
A large number of Member States cannot make a distinction between working days or not, because the work stops are prescribed in calendar days, the concept of "3 calendar days", i.e. more simply "3 days", was retained for ESAW.
The concept of "more" than 3 days of absence from work has been implemented in the following way in the ESAW methodology (summary in Table 1):
Only full working days of absence from work of the victim have to be considered excluding the day of the accident. Consequently, "more than 3 days" means "at least 4 days", which implies that only accidents with a resumption of work not before the fifth day after the day of the accident or later should be included.
Following on from this, the " number of days lost " has to be counted beginning with 4 days lost if the resumption of work takes place the fifth day following the day of the accident, 5 days lost if the resumption of work takes place the sixth day, etc. .

Table B14.1 Concepts of "accidents with more than 3 days' absence from work" and of numbers of counted "days lost" in the ESAW methodology

Resumption of work on the...	...same day of the accident	..first to fourth day after the accident	...fifth day after the accident	...sixth day after the accident / or beyond
Accident included in ESAW	NO	NO	YES	YES
Number of days lost	not included	not included	4	5 / or more

Accidents with less than 3 days absence

As can be seen from Table B14.2 below, the Netherlands does not require accidents with less than 3 days absence to be notified apart from "serious injuries".

Table B14.2 Categories of non-fatal accidents at work reported in the European Union

Accidents are notifiable in case of:	B	DK	D	EL	E	F	IRL	I	L	NL	A	P	FIN	S	UK	NO
No absence or resumption of work the same day of the accident([3])	Y	N	Y([1])	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y
Resumption of work the first, second or third day after the day of the accident([3])	Y	Y	Y([1])	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y
Resumption of work the fourth day after the day of the accident([3])	Y	Y	Y([1])	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y
Resumption of work the fifth day or later after the day of the accident	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Other										([2])						

([1]) D: The accidents with less than 4 days' absence are covered by the compensation system but are not included in the national statistics.

([2]) NL: Only "serious injuries " are reported.

([3]) Accidents without work absence or with a work absence of less than 4 days (resumption of work from the same day to the fourth day after the day of the accident) are not covered by the ESAW methodology and are not included by the Member States in the ESAW data.

Legend: Y = Yes, reported; N = No, not reported.

SZW initial suggestions for WORM project

SZW: The following classification for the severity of occupational accidents was suggested by SZW (email J.Oh 30 september 03). These data are more or less used throughout Europe:

a) fatal accidents at work (accidents leading to death within a year)
b) accidents at work resulting in more than 3 days' absence from work (further: 1/2 year, 1 year absence, permanently disabled etc.)
c) accidents at work resulting in 1 – 3 days' absence from work
d) accidents that lead to injury but not resulting in absence from work

SZW say that the known classifications in the Netherlands are based on the methodology of registration;

1) fatal – 2) medical treatment – 3) no-medical treatment (Dutch questionnaire)
1) fatal – 2) permanent injury – 3) hospital treatment (Labour Act - *Arbowet*)

WORM concerns with this classification:

1. It is not clear what the extent and availability of the data for registrations by EBB and LIS are.

2. It is not clear how the consequence categories a)-d) can be distilled from the available Dutch data for the suggested categories.
3. There is concern that the more than 3 days category is too broad for modeling purposes and that it would make sense to split this into narrower categories. It would be useful for dose-response modeling, for example, to have categories that could be reasonably achieved in dose-response models (e.g. fractures, asphyxiation, death etc). It had been suggested also that the dose response calculation could link the result to a category such as more than 3 days absence.

Dutch reportable accidents
Employers are obliged to report serious occupational accidents to the Dutch Labour Inspectorate (DLI). Accidents are reportable according to article 9 of the Dutch Working Conditions Act (Arbowet 1998) if they are occupational accidents resulting in serious physical or mental injury or death. A reportable accident has to be reported within 24 hours.

Hospitalisation
Serious physical and/or mental injury is harm to one's health, which leads to observation or treatment in hospital within 24 hours after the event or harm. The stay in the hospital lasts at least 24 hours. Observation without treatment also qualifies as hospitalisation. If victims have no injuries and no further absence from work after the observation period, this was still a reportable accident.

Permanent injury
Also if the harm is (probably) permanent (like amputations and loss of sight) this is serious injury. In some cases it is not immediately clear if the injury is permanent. Up to a maximum of two years after the accident the employer has to report the accident if the injury is permanent as a consequence of the accident.
For some injuries it is difficult to say whether it is permanent or not (e.g. is loss of teeth or of a small part of a finger an amputation and thus permanent? Is scar tissue and discolouration of skin permanent injury?).
Under some circumstances scars can be seen as permanent injury. This is the case if the victim experiences a permanent (physical or mental) burden. In the decision of whether the injury is permanent, inspectors take the expected function loss into account, the visibility of the scars (in the face or on the hands) and the pain. This is difficult to judge directly after the accident. Scars normally do not appear directly after the accident. These accidents are not investigated, because they do not meet the definition in article 9 of the Arbowet.
If after some time scars appear and the victim contacts the Labour Inspectorate, because he or she experiences this as permanent injury (physical or mental) this has to be confirmed by a doctor or psychiatrist. Then the DLI will investigate the accident.

Death
Death is defined as death of the victim within a year after and as a consequence of the accident. Natural death or suicide is not included in GISAI.

Inclusions and exclusions
Accidents are reportable if the victim was working under someone’s authority or the victim’s safety was someone’s responsibility.

Self-employed: Accidents to self-employed people are reportable when they work under someone's authority. Other accidents to self-employed are not reportable.
Employer: Accidents to the employer himself are not reportable.
Geographical boundaries: The Dutch Labour Inspectorate only works on Dutch territory. This means that accidents that occur in Dutch companies which operate abroad are not investigated. (Accidents to foreign employees who work on Dutch territory are reportable)
Traffic accidents: Accidents that happen when travelling to and from work are not reportable. Traffic accidents involving employees during their work are reportable (e.g. involving drivers), but in practice these accidents are investigated by the police. If these accidents are reported, they are investigated.
Accidents that are always investigated are:
traffic accidents at (closed) company sites
accidents during loading/unloading
accidents at or as a result of road works
Boilers and pressure vessels: In some cases het Stoomwezen investigates the accident.
School: Serious accidents that happen to students during school-hours are reportable (e.g. accidents with machines or during chemistry or sport and play accidents during gym courses, swimming course or playtime).
Private: Private accidents are not reportable.
Employees of the ministry of defence: Almost all accidents are reportable.

Accidents that are investigated
An accident is always investigated if it is reportable according to the Dutch Working Conditions Act (Arbowet 1998), even if the accident is not reported immediately.
An accident which is not reportable may still be investigated on the basis of the following criteria:

- A (probably) serious offence
- Relevant for policy, for example:
    - A complex accident, where the relation between the cause and effect is not clear
    - It fits in with the enforcing strategy with respect to the company and/or sector
    - Publicity, political or social sensitivity
- Other considerations:
    - The accident could have been serious
    - Several in themselves not reportable accidents within the same company.

Cooperation with other inspection services
The Labour Inspectorate investigates accidents which fall under their authority. They made the following agreements with other inspectorates.
Equipment or devices for entertainment or recreation (like fairground attractions or amusement parks): Accidents where victims are users or bystanders are investigated by the Food and Consumer Product Safety Authority (Voedsel en Waren Autoriteit). Accidents to employees during building, maintenance, normal use and dismantling are investigated by the Labour Inspectorate.
Air: Accidents on board of airplanes stationary on the ground are investigated by the Labour Inspectorate, as far as they concern work of non-aircrew and/or aircrew who are not involved in the flight. Other accidents (during activities

related to or during the flight) are investigated by the Netherlands Aviation Authority (Nederlandse Luchtvaart Autoriteit/NLA).
Sea: Accidents related to activities on or in seagoing ships (including fishing boats and seagoing dredgers) which are built, rebuilt, repaired, maintained, cleaned or broken up in the Netherlands and accidents related to loading and unloading activities are investigated by the Dutch Labour Inspectorate.
Accidents on board seagoing ships and specific during loading or unloading of seagoing ships by the crewmembers themselves, without the assistance of a cargo handling company, are investigated by the Shipping Inspectorate (Scheepvaartinspectie/SI).
With respect to the inland waterways, reports concerning sailing boats are settled by the National Police Services Agency (Korps Landelijke Politiediensten/KLPD)
Rail: Accidents at rail, subway and tram companies are investigated by the Labour Inspectorate. Also the National Traffic Inspectorate (Rijksverkeersinspectie/RVI), division Railway Supervision (Spoorwegtoezicht/ST) has authority. All serious accidents as a consequence of a crash or of electrocution are investigated without discussion with ST.
Road traffic: The Labour Inspectorate investigates accidents involving companies of professional goods transport, private bus transport and taxi transport. (No traffic accidents)
Extraction of natural oil and gas: Accidents at drilling sites, for the exploration and exploitation of minerals are the working area of the State Supervision of Mines (Staatstoezicht op de mijnen). Accidents at all other drilling sites, such as for scientific research, the exploitation of geothermal energy and research into ground water or waste storage are investigated by the Labour Inspectorate.

Process
An operator receives the message by telephone that an accident occurred. He notes the name of the victim, the name of the company the victim worked for, the place the accident happened and the first data about the location and nature of the accident (partly in coded fields) and the cause of the injury (*telefonische melding*). He gives this new file a casenumber (*zaaknummer*). After that he decides if the accident is reportable (*meldingsplichtig*).
Then the case is assigned to an inspector. If he is unsure about the reportability he checks this first. He can also make this decision after a visit to the company and/or when he has spoken to the victim or witnesses. If the accident is not reportable, he stops the investigation.
At the start of an investigation, all fields in GISAI that are known are filled in. Some have default values. After the investigation the data in GISAI has to be updated with the new information. In practice this does not always happen. Sometimes the reports give more detailed and more recent information than GISAI.
The accident investigations are driven by identifying if someone is responsible for a possible offence of the Arbeidsomstandighedenbesluit/ Arbeidsomstandighedenwet. Most reports consist of the alleged breach, observations, findings, conclusions and witness statements.
Three types of investigation reports are used. See below.

Ongevalsrapport

- If the accident is reportable with no causal breaches of the *Arbeidsomstandighedenbesluit/wet* an *ongevalsrapport* is made. These are not very elaborate and normally without witness statements or statements about the injury being permanent or not.

- If it is reportable with causal breaches but the employee is to blame, the fines are almost never given and an *ongevalsrapport* is made.
- If it is not reportable and there is no offence it is possible that the inspector writes an investigation report. See also 'which accidents are investigated'. If the victim is working under someone's authority, the place was a workplace and equipment (arbeidsmiddelen) was used and the labour inspectorate has the authority to investigate the accident an *ongevalsrapport* is made depending on how serious the accident was. Usually this includes witness statements.
- If it is reportable and the Inspector can not find proof for a (suspected) breach the Inspector will make an *ongevalsrapport* but with all the witness statements.

Boeterapport

- If the accident is reportable with no breaches but it is not reported or reported too late and it can be proven that the company is to blame for that a *Boeterapport* is made. Although it will focus on the reasons for not reporting, it still will have the observations and statements on the accident itself.
- If it is reportable and breaches are found and fines are given the inspector makes an ongevallen- *boeterapport*. These are the most elaborate reports, just like the proces verbaal. In case of a *proces verbaal*, an *economisch delict* has happened.
- If the accident is not reportable but breaches of rules have been established by the inspector, the inspector will draw up a *Boeterapport*. Those are very elaborate with witness statements.

Proces verbaal

If the company is prosecuted then a *process verbaal* is made for an *economisch delict*. This is the most elaborate of the investigation reports (just like the *ongevallen-boeterapport*).

Under reporting

Not all reportable accidents are reported. The exact percentage is unknown but may be considerable.

Over reporting

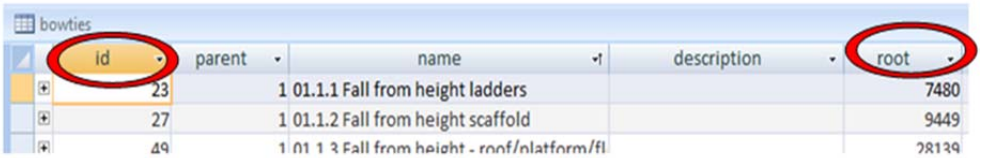
There is also some over-reporting. Some of the reported accidents are not reportable according to the definition or they are not occupational accidents. Some employers report for example illness, traffic accidents, private accidents or accidents with no serious physical or mental injury or death. In 1998 also damage > € 90.000,- had to be reported.

Bijlage 15. Onderliggende database

De *sb database is een MS Access database en kan met dit programma geopend worden. De database in het "moeder superbestand" bevat een aantal tabellen. Deze tabellen worden uitgelegd in de technische documentatie (Storybuilder Program Documentation v5.0 WQ 121016-72 October 2012).

Wanneer de database (met .sb extensie) wordt geopend of een andere bow-tie wordt geselecteerd in een al geopende database zijn de volgende tabellen aanwezig:

Bow-ties
In de tabel *bow-ties* worden het identificatienummer (id) en de waarde van het root field gegeven voor de geselecteerde bow-tie. Het id is het interne identificatienummer van de bow-tie en de root is het interne identificatienummer van de root box of the bow-tie. The root box wordt altijd gebruikt voor de centrale gebeurtenis van de bow-tie. Het is de uiteindelijke 'parent'. Alle andere boxen zijn 'children'. Zie bijvoorbeeld figuur B15.1 voor de bow-tie vallen van ladders. De id is 23 en de root box id is 7480.


bowties

id	parent	name	description	root
23	1	01.1.1 Fall from height ladders		7480
27	1	01.1.2 Fall from height scaffold		9449
49	1	01.1.3 Fall from height - roof/platform/fl		28139

Figuur B15.1. Bow-tie tabel: interne id van bow-tie en interne id van root box

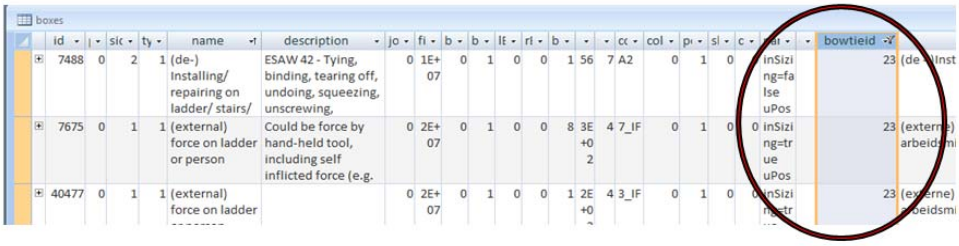
Boxen
De tabel *boxes* bevat alle informatie over de boxen en gebruikt het veld bow-tieid om de relevante boxen te identificeren die een relatie hebben met de bow-tie, zie figuur B15.2.

boxes

borderW	lExtend	rExtend	boxPos	boxNum	shape	code	collapse	popUpT	showPop	compre	params	evalua	bowtieid
3	1	1	4	9	4	1_DDF	0	5	0	0	inSizing=true uPos=false uX=-160		> 3.5 me
2	1	1	2	553	4	DDF	0	4	0	0	inSizing=true uPos=false		30 < 5, 20 kg

Figuur B15.2 Het veld bow-tieid in boxen tabel= id in *bow-tie*s tabel

Voor bijvoorbeeld id 23 van de ladders bow-tie ziet de tabel er uit als figuur B15.3. Een beschrijving van de verschillende velden is opgenomen in tabel B15.1.


boxes

id	name	description	bowtieid
7488	(de-) Installing/ repairing on ladder/ stairs/	ESAW 42 - Tying, binding, tearing off, undoing, squeezing, unscrewing,	23
7675	(external) force on ladder or person	Could be force by hand-held tool, including self inflicted force (e.g.	23
40477	(external) force on ladder		23

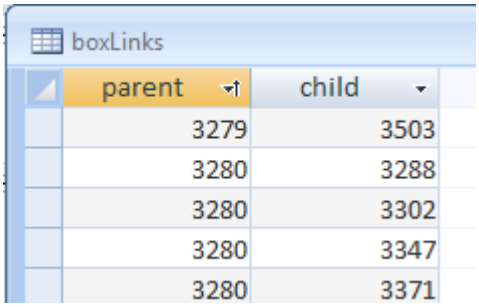
Figuur B15.3 *Boxes* tabel met selectie 23 (val van ladders in de bow-tietabel). De eerste kolom (id) is de interne box id. Het veld bow-tieid in de *box* tabel= id

van *bow-tie* tabel. Zie voor een beschrijving van de verschillende velden tabel B15.1.

Tabel B15.1 Omschrijving van de velden in de boxen tabel

veldnaam	Data Type	Lengte	Beschrijving
id	Auto Nummer		Automatische gegenereerd nummer
parent	Nummer		Geeft de 'parent' van de box aan
side	Nummer		Geeft de positive van de box aan, dit kan links of rechts zijn. Een waarde van 1 betekent links en 2 betekent rechts.
type	Nummer		Geeft het Box type (0=root)
naam	Tekst	255	Box Naam.
description	Memo		Beschrijving van de box.
join	Nummer		Link to join
fillClr	Nummer		Kleur aom de box te vullen.
borderWidth	Nummer		Border width van de box.
borderColour	Nummer		Border kleur van de box.
rExtended	Nummer		Indicates whether the right branch is expanded or collapsed. Value=1 implies expanded.
boxnum	Nummer		Box identificatie nummer.
shape	Nummer		Shape of the box. The various shape values are rectangleShape=1, ellipseShape=2, scrollShape=3, rhombusShape=4, largeEllipseShape=5, smallRectangleShape=6. noShape=7.
code	Tekst	255	Code van de box.
Extended	Nummer		Indicates whether the left branch is expanded or collapsed. Value=1 implies expanded and Value=0 implies the opposite.
boxPos	Nummer		Indicates the vertical ordering of the children. The lower boxPos numbers are displayed higher up.
collapsed	Nummer		Niet langer in gebruik.
popupType	Nummer		Elke box heft een popuptype die loopt van 0 tot 5. (Zie gebruikershandleiding.)
showPopups	Nummer		If 1 then all children of this box will be shown irrespective of popup type.
compressed	Number		Niet langer in gebruik.
bow-tieid	Nummer		id from bow-ties table
nameNL	Tekst	255	Box Naam in Nederlands
descriptionNL	Memo		Beschrijving van de box in Nederlands
nameUser	Tekst	255	Box Naam in taal door gebruiker gedefinieerd
descriptionUser	Memo		Beschrijving over de box in taal door gebruiker gedefinieerd

'Parent'-'child' relaties
The root box is de allerlaatste/uiteindelijke 'parent' (gebruikt voor de centrale gebeurtenis van de bow-tie). Alle andere boxen zijn gemaakt als 'children' aan de linker of rechter zijde van de root box. Deze 'children' kunnen zelf weer 'children' hebben enzovoorts. De 'parent'-'child' relaties zijn gegeven in de tabel *boxLinks* die de identificatienummers van de tabel *boxes* gebruikt. De tabel *boxLinks* definieert welke boxen verbonden zijn door een lijn (gebruikt de identificatienummers van de *boxes* tabel).

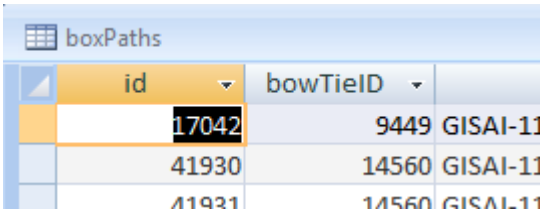

boxLinks

parent	child
3279	3503
3280	3288
3280	3302
3280	3347
3280	3371

Figuur B15.4 'Parent'-'child' relaties van boxen in tabel *boxLinks*

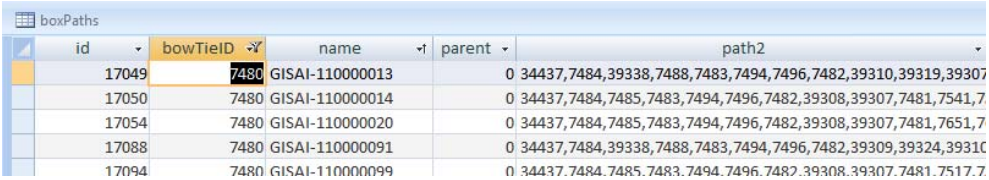
Voor handmatig toegevoegd lijnen staan deze in de tabel *Boxlines*. Deze specificeert de start en einde (identificatienummer van de *boxes* tabel).

Paden
De tabel *boxPaths* gebruikt de bow-tie root (verwarrend) geheten bow-tieID. In figuur B15.5 bijvoorbeeld is het eerst getoonde nummer 9449 het interne identificatienummer van de root box in de *bow-ties* tabel voor de bow-tie vallen van steiger.


boxPaths

id	bowTieID	
17042	9449	GISAI-11
41930	14560	GISAI-11
41931	14560	GISAI-11

Figuur B15.5 Boxpaths tabel. Deze kolom (bow-tieID)= root in de *bow-ties* tabel. Het is de root box interne identificatienummer.


boxPaths

id	bowTieID	name	parent	path2
17049	7480	GISAI-110000013	0	34437,7484,39338,7488,7483,7494,7496,7482,39310,39319,39307
17050	7480	GISAI-110000014	0	34437,7484,7485,7483,7494,7496,7482,39308,39307,7481,7541,7
17054	7480	GISAI-110000020	0	34437,7484,7485,7483,7494,7496,7482,39308,39307,7481,7651,7
17088	7480	GISAI-110000091	0	34437,7484,39338,7488,7483,7494,7496,7482,39309,39324,39310
17094	7480	GISAI-110000099	0	34437,7484,7485,7483,7494,7496,7482,39308,39307,7481,7517,7

Figuur B15.6 De root is 7480 (vallen van ladders). De pad naam (name) en volgorde van paden (path2) wordt gegeven. De pad volgorde is het identificatienummer van de box tabel (eerst kolom).

Bijlage 16. Het maken van de Lite checklijst

Een Lite checklijst is een a set van stappen gemaakt uit de database. In het volgende voorbeeld worden 17 stappen gemaakt uit het originele grafische model. Elke stap bestaat uit een aantal box groepen.

Checklist for 01.2 Fall on same level

STEP 1 ACTIVITY OF VICTIM ←STEP NAME

***ACTIVITY* ←BOX GROUP NAME**

A – Walking **←BOX NAME**

BOX CODE→A - Walking with hasty pace/ running

A - Carrying objects

A - Walking/ Moving backwards

A - Stepping on floor/ surface

A - stepping on floor to/from vehicle

A - Recreation / sport activity

A - Other

STEP 2 INCOMING BOW-TIES (DOMINO SCENARIO)

INCOMING BOW-TIES

BWI - Bow-tie 03.1 Contact with

BWI - Bow-tie 03.2 Contact with falling objects NOT cranes

BWI - Bow-tie 06 Contact with object used carried

BWI - Bow-tie 08.3 Trapped between/

BWI - Bow-tie 09 Moving into an

BWI - Bow-tie 11 In or on moving vehicle with loss of control

BWI - Bow-tie 12 Contact with electricity

BWI - Bow-tie 17 Fire

STEP 3 VICTIM INFORMATION

VICTIM NATIONALITY

GEN - Dutch nationality

GEN - Non-Dutch Nationality

GEN - Unknown nationality

VICTIM LANGUAGE SKILLS

GEN - Insufficient understanding of used language

GEN - Low literacy or illiteracy

GEN - Unknown language skills

STEP 4 SURFACE TYPE

***SURFACE TYPE LEVEL 1* ←HIERARCHY**

ET1 - ESAW 20.99.01 Indoor

ET1 - ESAW 20.99.02 Outdoor

ET1 - Unknown

***SURFACE TYPE LEVEL 2*←HIERARCHY**

ET2 - ESAW 99.00.05 Asphalt

ET2 - ESAW 99.00.04 Carpet

ET2 - ESAW 99.00.01 Concrete

ET2 - ESAW 99.00.01 Concrete

ET2 - ESAW 01.02.02 Frozen ground/ soil

ET2 - ESAW 99.00.08 Hard surface not further specified

ET2 - ESAW 99.00.08 Hard surface not further specified

ET2 - ESAW Linoleum

ET2 - ESAW 99.00.00 other

ET2 - ESAW 99.00.03 Roof tiles

ET2 - ESAW 01.02.02 Soft ground/ soil

ET2 - ESAW 99.00.02 Steel

ET2 - ESAW 99.00.02 Steel

ET2 - ESAW 99.00.05 Stone/ pavement

ET2 - ESAW 99.00.06 Tiles

ET2 - ESAW 99.00.03 wood

ET2 - ESAW 99.00.03 wood

ET2 - Unknown material

ET2 - ESAW 99.00.00 unknown material

SURFACE TYPE LEVEL 3

ET3 - ESAW 99.00.01 Coated concrete

ET3 - ESAW 99.00.02 Grid/ grating

ET3 - ESAW 99.00.02 Grid

STEP 5 REGULATIONS VIOLATED

REGULATIONS VIOLATED LEVEL 1

REG 1 - Working Conditions Act

REG 1 - Working Conditions Decree

REG 1 - No violation

REGULATIONS VIOLATED LEVEL 2

REG 2 - Working conditions decree Article 3.11. Floors, walls and ceilings of workplaces

REG 2 - Working conditions decree Article 3.13. Doors, movable gates and other passageways

REG 2 - Working conditions decree

Article 3.14. Connecting roads

REG 2 - Working conditions decree Article 3.16 Preventing danger of falling

REG 2 - Working conditions decree Article 3.17. Avoiding danger of moving objects

REG 2 - Working conditions decree Article 3.2. General requirements

REG 2 - Working conditions decree Article 28. Stability and strength

REG 2 - Working conditions decree Article 3.3. Stability and strength

REG 2 - Working conditions act Article 5 Risk inventory and assessment

REG 2 - Working conditions decree Article 5.2. Avoiding hazards

REG 2 - Working conditions decree Article 7.3. Suitability of work equipment

REG 2 - Working conditions decree Article 7.4. Soundness of work equipment and unintended events

REG 2 - Working conditions decree Article 7.5. Assembly, disassembly, maintenance, repair and cleaning of work equipment

REG 2 - Working conditions act Article 8 Information and training

REG 2 - Working conditions decree Article 8.3. Availability and use of personal protection equipment

REG 2 - Working conditions decree Article 8.4. General requirements of health and safety signs

STEP 6 BARRIER STATES BEFORE FALL

BARRIERS STATES BEFORE FALL←DEPENDENCY

1_BFM - Uneven or damaged floor

1_BSM - Even, flat and undamaged floor

2_BFM - Obstacles in the way

2_BSM - No obstacles in the way

3_BFM - Loss of grip on surface/ floor

3_BSM - Suitable surface roughness of floor for the activity

4_BFM - Loss of control of body/balance

4_BSM - Successful control of body/ balance

5_BFM - External force exertion control failure or collision prevention failure

5_BSM - External force exertion control or collision prevention successful

BSM - All barriers in this group successful

BSU - Unknown state of preventive barriers in this group

INCIDENT FACTORS BEFORE FALL←DEPENDENCY

1_IF - Edges, thresholds, small step

1_IF - Floor in bad condition

1_IF - Holes

1_IF - Not paying attention

1_IF - Obstructed view/ substandard visual conditions

1_IF - Slope

1_IF - Unstable ground/ floor

1_IF2 - Vinyl and carpet

1_IF2 - Obstructed view by object person is carrying

1_IF2 - Low visibility of (small) differences in floor level

1_IF2 - Substandard eye sight

1_IF2 - Insufficient lighting

2_IF - cable, wire, hose, cords or ropes not routed safely

2_IF - Height of obstacle

2_IF - loose tools, equipment, materials, furniture

2_IF - No warning sign

2_IF - Not paying attention

2_IF - Obstructed view/ substandard visual conditions

2_IF - Temporary changes

2_IF2 - loose shoe-laces

2_IF2 - fork of fork lift truck

2_IF2 - Below knee

2_IF2 - Above knee

3_IF - Slippery - floor just cleaned

3_IF - Slippery - ice, snow, frost

3_IF - Wet/slippery - insufficient drainage/drying

3_IF - loose objects

3_IF - Slippery objects in floor/ surface

3_IF - Slope

3_IF - Slippery due to spillages, dust, dirt
3_IF - Substandard shoes
3_IF - Slippery floor - not specified further
3_IF - Inadequate/ absence of signs/ signalling
4_IF - Distraction
4_IF - Substandard physical condition
5_IF - Hit by/ collision with other people
5_IF - External force other
5_IF - Force on body exerted by self
5_IF2 - Wet shoes
5_IF2 - Substandard footwear
5_IF2 - unanchored rugs or mats, loose carpets, cloths
5_IF2 - Too many people with insufficient space
5_IF2 - Panic
5_IF2 - Bumping into other people

BARRIER TASK FAILURE BEFORE FALL←DEPENDENCY

2_T - Provide
2_T - Use/Operate
2_T - Maintain
2_T - Monitor/ supervise
2_T - Unknown task failure
3_T - Provide
3_T - Use/Operate
3_T - Maintain
3_T - Monitor/ supervise
3_T - Unknown task failure
4_T - Provide
4_T - Use/Operate
4_T - Maintain
4_T - Monitor/ supervise
4_T - Unknown task failure
5_T - Provide
5_T - Use/Operate
5_T - Maintain
5_T - Monitor/ supervise
5_T - Unknown task failure
1_T - Provide
1_T - Use/Operate
1_T - Maintain
1_T - Monitor/ supervise
1_T - Unknown task failure

HUMAN ERROR TASK IFS BEFORE FALL←DEPENDENCY

1_HE - Human Error Task IF's
1_TIF - Violation
1_TIF - Situational violation
1_TIF - Exceptional violation
1_TIF - Routine violation
1_TIF - Mistake
1_TIF - Knowledge based mistake
1_TIF - Rule based mistake
1_TIF - Slip or lapse
1_TIF - Attentional slip
1_TIF - Memory Lapse
2_HE - Human Error Task IF's
2_TIF - Violation
2_TIF - Situational violation
2_TIF - Exceptional violation
2_TIF - Routine violation
2_TIF - Mistake
2_TIF - Knowledge based mistake
2_TIF - Rule based mistake
2_TIF - Slip or lapse
2_TIF - Attentional slip
2_TIF - Memory Lapse
3_HE - Human Error Task IF's
3_TIF - Violation
3_TIF - Situational violation
3_TIF - Exceptional violation
3_TIF - Routine violation
3_TIF - Mistake
3_TIF - Knowledge based mistake
3_TIF - Rule based mistake
3_TIF - Slip or lapse
3_TIF - Attentional slip
3_TIF - Memory Lapse
4_HE - Human Error Task IF's
4_TIF - Violation
4_TIF - Situational violation
4_TIF - Exceptional violation
4_TIF - Routine violation
4_TIF - Mistake
4_TIF - Knowledge based mistake
4_TIF - Rule based mistake
4_TIF - Slip or lapse
4_TIF - Attentional slip
4_TIF - Memory Lapse

5_HE - Human Error Task IF's
5_TIF - Violation
5_TIF - Situational violation
5_TIF - Exceptional violation
5_TIF - Routine violation
5_TIF - Mistake
5_TIF - Knowledge based mistake
5_TIF - Rule based mistake
5_TIF - Slip or lapse
5_TIF - Attentional slip
5_TIF - Memory Lapse

DELIVERY SYSTEMS BEFORE FALL←DEPENDENCY

1_DS - Availability of people
2_DS - Availability of people
3_DS - Availability of people
4_DS - Availability of people
5_DS - Availability of people
1_DS - Communication/ Collaboration
2_DS - Communication/ Collaboration
3_DS - Communication/ Collaboration
4_DS - Communication/ Collaboration
5_DS - Communication/ Collaboration
1_DS - Competence
2_DS - Competence
3_DS - Competence
4_DS - Competence
5_DS - Competence
1_DS - Conflict resolution
2_DS - Conflict resolution
3_DS - Conflict resolution
4_DS - Conflict resolution
5_DS - Conflict resolution
1_DS - Equipment
2_DS - Equipment
3_DS - Equipment
4_DS - Equipment
5_DS - Equipment
1_DS - Ergonomics/ MMI
2_DS - Ergonomics/ MMI
3_DS - Ergonomics/ MMI
4_DS - Ergonomics/ MMI
5_DS - Ergonomics/ MMI
1_DS - Motivation/ Awareness
2_DS - Motivation/ Awareness
3_DS - Motivation/ Awareness
4_DS - Motivation/ Awareness
5_DS - Motivation/ Awareness
1_DS - Plans and procedures
2_DS - Plans and procedures
3_DS - Plans and procedures
4_DS - Plans and procedures
5_DS - Plans and procedures
1_DS - Unknown
2_DS - Unknown
3_DS - Unknown
4_DS - Unknown
5_DS - Unknown

STEP 7 LOSS OF CONTROL EVENT

LOSS OF CONTROL EVENTS BEFORE FALL

LCE - Trip
LCE - Substandard body position
LCE - Substandard body movement
LCE - Slip

CENTRE EVENT

CENTRE EVENT

CE - Fall on same level

STEP 8 LOSS OF CONTROL EVENTS - AFTER CE

LOSS OF CONTROL EVENTS - AFTER CE

LCE - Impact by fall

STEP 9 OUTGOING BOW-TIES (DOMINO SCENARIO)

OUTGOING BOW-TIES

BWO - Bow-tie 02 Struck by moving vehicle
BWO - Bow-tie 03.2 Contact with falling objects NOT cranes
BWO - Bow-tie 06 Contact with object used/ carried
BWO - Bow-tie 07 Contact with handheld tools
BWO - Bow-tie 08.1 Contact with moving parts of machine
BWO - Bow-tie 13 Contact with extreme hot or cold surfaces or open flame
BWO - Bow-tie 14.1 LOC's Open containments
BWO - Bow-tie 14.2 Contact with hazardous substance without LOC

STEP 10 EMERGENCY RESPONSE

BARRIER STATES - EMERGENCY RESPONSE

6_BFM - Emergency Response failure
6_BSM - Adequate emergency response

BSU - Emergency response unknown

BARRIER TASK FAILURE EMERGENCY RESPONSE

6_T - Provide

6_T - Use/Operate

6_T - Maintain

6_T - Monitor/ supervise

6_T - Unknown task failure

HUMAN ERROR TASK IFS EMERCENCY RESPONS

6_HE - Human Error Task IF's

6_TIF - Violation

6_TIF - Situational violation

6_TIF - Exceptional violation

6_TIF - Routine violation

6_TIF - Mistake

6_TIF - Knowledge based mistake

6_TIF - Rule based mistake

6_TIF - Slip or lapse

6_TIF - Attentional slip

6_TIF - Memory Lapse

DELIVERY SYSTEMS EMERGENCY

6_DS - Availability of people

6_DS - Communication/ Collaboration

6_DS - Competence

6_DS - Conflict resolution

6_DS - Equipment

6_DS - Ergonomics/ MMI

6_DS - Motivation/ Awareness

6_DS - Plans and procedures

6_DS - Unknown

STEP 11 LOSS OF CONTROL EVENT - EMERGENCY RESPONSE

LOSS OF CONTROL EVENT – EMERGENCY RESPONSE

LCE - Deterioration of emergency condition

STEP 12 DOSE DETERMINING FACTORS [DDF]

FALL ON OBJECT

DDF - Fall on/ against object

DDF - Glass

DDF - Sharp object

STEP 13 PART OF BODY INJURED

PART OF BODY INJURED LEVEL 1

INJP - 00 Part of body injured, not specified

INJP - 10 Head, not further specified

INJP - 20 Neck, inclusive spine and vertebra in the neck

INJP - 30 Back, including spine and vertebra in the back

INJP - 40 Torso and organs, not further specified

INJP - 50 Upper Extremities, not further specified

INJP - 60 Lower Extremities, not further specified

INJP - 70 Whole body and multiple sites, not further specified

INJP - 99 Other Parts of body injured

PART OF BODY INJURED LEVEL 2

INJP - 11Head (Caput), brain and cranial nerves and vessels

INJP - 12 Facial area

INJP - 13 Eye(s)

INJP - 14 Ear(s)

INJP - 19 Head, other parts not mentioned above

INJP - 31 Back, including spine and vertebra in the back

INJP - 39 Back, other parts not mentioned above

INJP - 41 Rib cage; Ribs including joints and shoulder blades

INJP - 42 Chest area, including organs

INJP - 43 Pelvic and abdominal area, including organs

INJP - 48 Torso, multiple sites affected

INJP - 51 Shoulder and shoulder joints

INJP - 52 Arm, including elbow

INJP - 53 Hand

INJP - 54 Finger(s)

INJP - 55 Wrist

INJP - 61 Hip and hip joint

INJP - 62 Leg, including knee

INJP - 63 Ankle

INJP - 64 Foot

INJP - 65 Toe(s)

INJP - 68 Lower extremities, multiple sites affected

INJP - 78 Multiple sites of the body affected

STEP 14 TYPE OF INJURY

TYPE OF INJURY LEVEL 1

INJT - 000 Type of injury unknown or unspecified

INJT - 010 Wounds and superficial injuries

INJT - 020 Bone fractures

INJT - 030 Dislocations, sprains and strains
INJT - 040 Traumatic amputations (Loss of body parts)
INJT - 050 Concussion and internal injuries
INJT - 060 Burns, scalds and frostbites
INJT - 070 Poisonings and infections
INJT - 080 Drowning and asphyxiation
INJT - 090 Effects of sound, vibration and pressure
INJT - 100 Effects of temperature extremes, light and radiation
INJT - 110 Shock
INJT - 120 Multiple injuries
INJT - 999 Other specified injuries

TYPE OF INJURY LEVEL 2

INJT2 - 011 Superficial injuries
INJT2 - 012 Open wounds
INJT2 - 051 Concussion and
INJT2 - 052 Internal injuries and
INJT2 - 061 Burns and scalds
INJT2 - 062 Chemical burns
INJT2 - 063 Frostbites
INJT2 - 069 Other types of burns,
INJT2 - 071 Acute poisonings
INJT2 - 079 Other types of poisonings
INJT2 - 091 Acute hearing loss
INJT2 - Loss of function

STEP 15 HOSPITALISATION

HOSPITALISATION

HOSP - Hospitalised
HOSP - Not hospitalised
HOSP - Hospitalisation Unknown

STEP 16 CONSEQUENCESS [FO]

CONSEQUENCES

FO – Death
FO - (Probably) Permanently injured
FO - (Probably) Non-permanently injured
FO – Unknown
FO - No consequences

STEP 17 ABSENCE FROM WORK [ABS]

ABSENCE FROM WORK LEVEL1

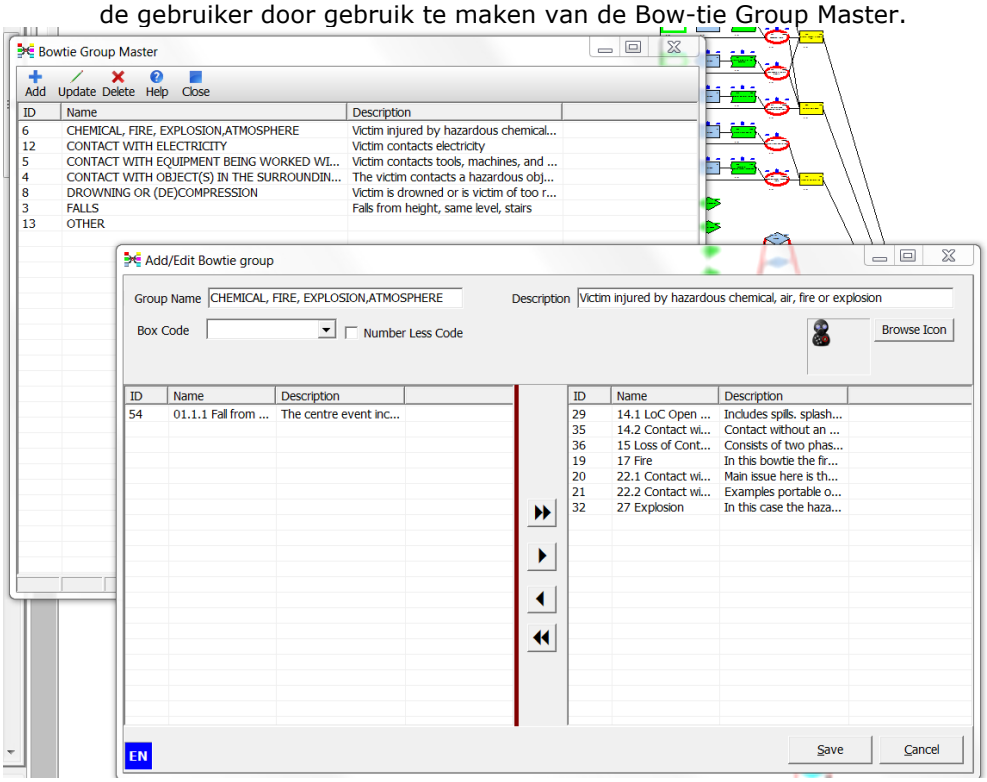
ABS - <= 1 day
ABS - 1 day < absence <= 1 week
ABS - > 1 week
ABS - > 1 month
ABS – Unknown

ABSENCE FROM WORK LEVEL 2

ABS - > 6 months
ABS - 1 month < absence <= 6 months
ABS - 1 week < absence <= 1 month

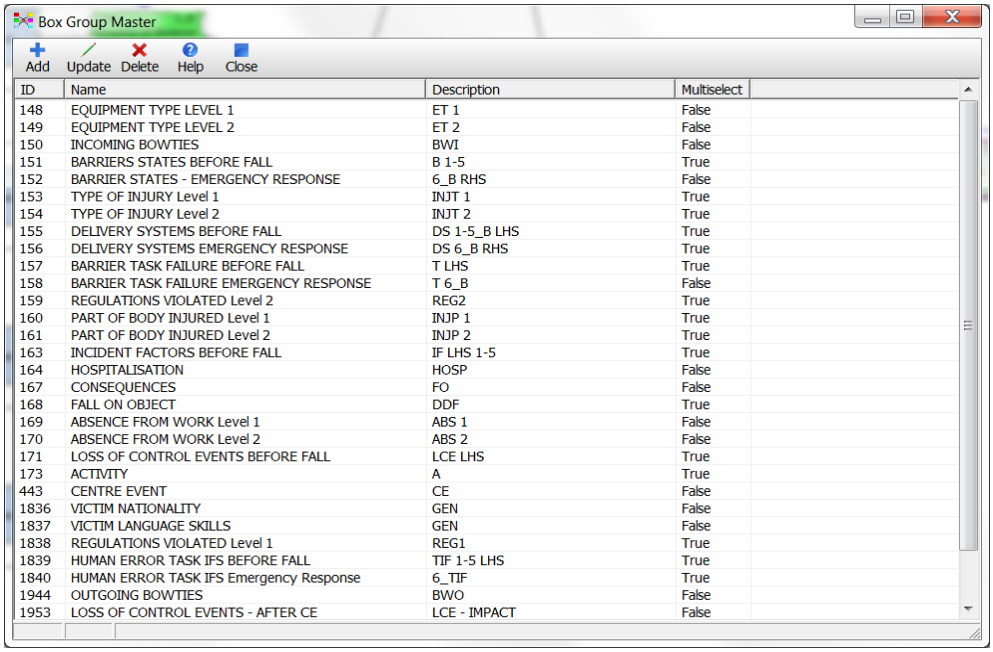
Om een checklijst te maken op basis van de grafische interface in Expert mode wordt de tab *Create List* gebruikt:

1. Met behulp van de *Bow-tie Group* knop kunnen alle Storybuilder bow-ties gesorteerd in bow-tie groepen met de eigen naam en ontwerp van de gebruiker door gebruik te maken van de Bow-tie Group Master.



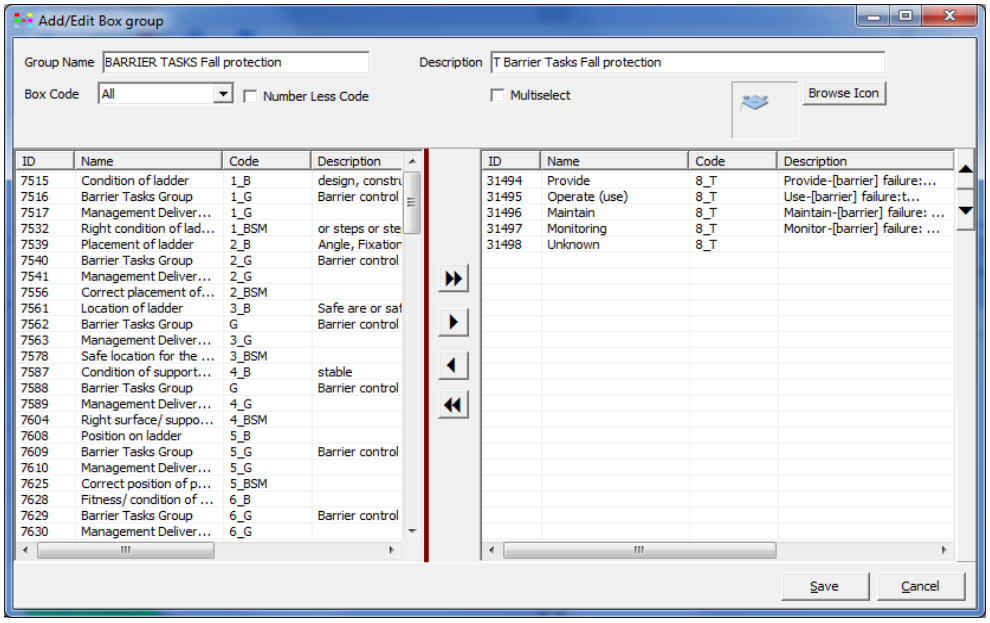
Figuur B16.1 Maak bow-tie groepen in *Creations*

2. Door middel van de Boxes knop worden de boxen dan gesorteerd in groepen per bow-tie volgens het type van box gespecificeerd door de code. Deze box groepen kunnen uiteindelijk worden toegevoegd aan stappen in de checklijst. Het gebruik van box codes is noodzakelijk voor sortering. Als het nummer vooraan staat, zoals in 8_T betekent dit dat de box hoort bij bow-tie 8. Een stap kan een set van barrières groeperen die bijvoorbeeld een “line of defence” representeren, dus het zal verschillende barrières bevatten.



ID	Name	Description	Multiselect
148	EQUIPMENT TYPE LEVEL 1	ET 1	False
149	EQUIPMENT TYPE LEVEL 2	ET 2	False
150	INCOMING BOWTIES	BWI	False
151	BARRIERS STATES BEFORE FALL	B 1-5	True
152	BARRIER STATES - EMERGENCY RESPONSE	6_B RHS	False
153	TYPE OF INJURY Level 1	INJT 1	True
154	TYPE OF INJURY Level 2	INJT 2	True
155	DELIVERY SYSTEMS BEFORE FALL	DS 1-5_B LHS	True
156	DELIVERY SYSTEMS EMERGENCY RESPONSE	DS 6_B RHS	True
157	BARRIER TASK FAILURE BEFORE FALL	T LHS	True
158	BARRIER TASK FAILURE EMERGENCY RESPONSE	T 6_B	False
159	REGULATIONS VIOLATED Level 2	REG2	True
160	PART OF BODY INJURED Level 1	INJP 1	True
161	PART OF BODY INJURED Level 2	INJP 2	True
163	INCIDENT FACTORS BEFORE FALL	IF LHS 1-5	True
164	HOSPITALISATION	HOSP	False
167	CONSEQUENCES	FO	False
168	FALL ON OBJECT	DDF	True
169	ABSENCE FROM WORK Level 1	ABS 1	False
170	ABSENCE FROM WORK Level 2	ABS 2	False
171	LOSS OF CONTROL EVENTS BEFORE FALL	LCE LHS	True
173	ACTIVITY	A	True
443	CENTRE EVENT	CE	False
1836	VICTIM NATIONALITY	GEN	False
1837	VICTIM LANGUAGE SKILLS	GEN	False
1838	REGULATIONS VIOLATED Level 1	REG1	True
1839	HUMAN ERROR TASK IFS BEFORE FALL	TIF 1-5 LHS	True
1840	HUMAN ERROR TASK IFS Emergency Response	6_TIF	True
1944	OUTGOING BOWTIES	BWO	False
1953	LOSS OF CONTROL EVENTS - AFTER CE	LCE - IMPACT	False

Figuur B16.2 Creation van box groepen voor bow-tie struikelen of uitglijden.

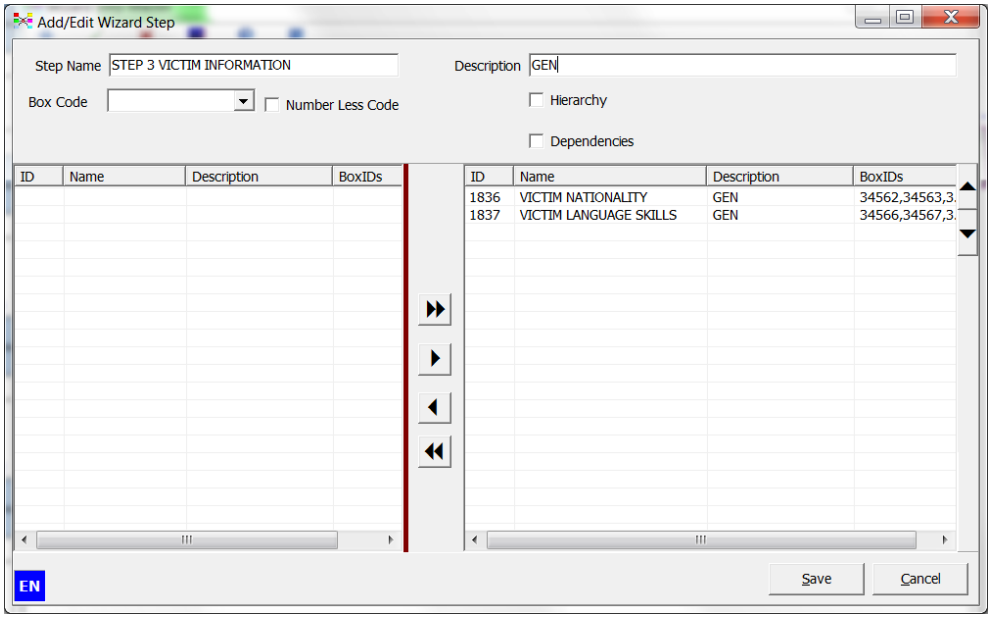


ID	Name	Code	Description
7515	Condition of ladder	1_B	design, constru
7516	Barrier Tasks Group	1_G	Barrier control
7517	Management Deliver…	1_G	
7532	Right condition of lad…	1_BSM	or steps or ste
7539	Placement of ladder	2_B	Angle, Fixatior
7540	Barrier Tasks Group	2_G	Barrier control
7541	Management Deliver…	2_G	
7556	Correct placement of…	2_BSM	
7561	Location of ladder	3_B	Safe are or sat
7562	Barrier Tasks Group	G	Barrier control
7563	Management Deliver…	3_G	
7578	Safe location for the …	3_BSM	
7587	Condition of support…	4_B	stable
7588	Barrier Tasks Group	G	Barrier control
7589	Management Deliver…	4_G	
7604	Right surface/ suppo…	4_BSM	
7608	Position on ladder	5_B	
7609	Barrier Tasks Group	5_G	Barrier control
7610	Management Deliver…	5_G	
7625	Correct position of p…	5_BSM	
7628	Fitness/ condition of …	6_B	
7629	Barrier Tasks Group	6_G	Barrier control
7630	Management Deliver…	6_G	

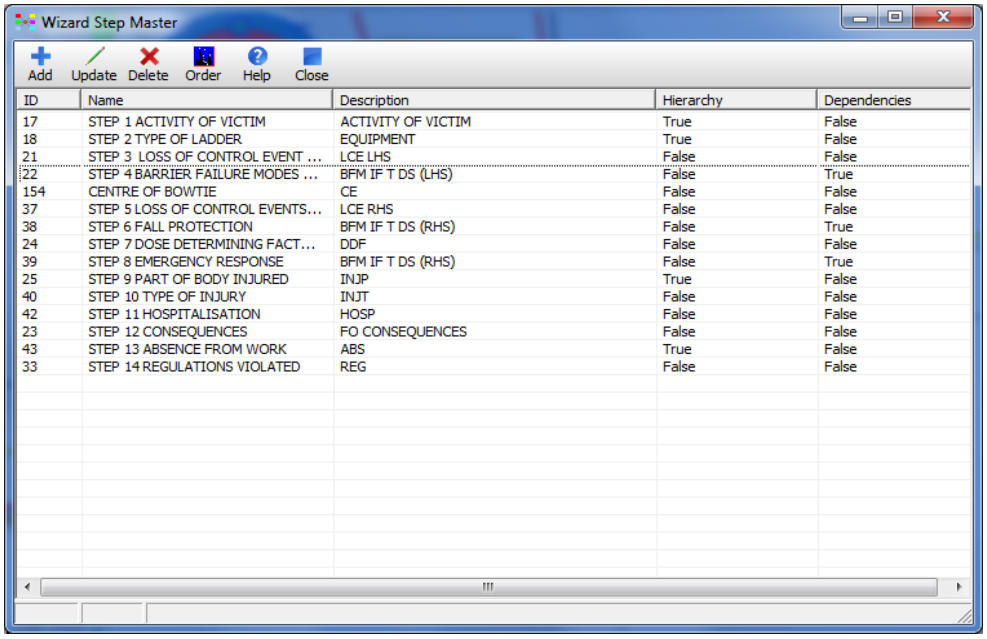
ID	Name	Code	Description
31494	Provide	8_T	Provide-[barrier] failure:…
31495	Operate (use)	8_T	Use-[barrier] failure:t…
31496	Maintain	8_T	Maintain-[barrier] failure: …
31497	Monitoring	8_T	Monitor-[barrier] failure: …
31498	Unknown	8_T	

Figuur B16.3 Aanpassen van box groep voor een set van barrière taken. Beschikbare boxen worden links getoond. De gemaakte box groep staat rechts.

3. Vervolgens worden box groepen gecombineerd binnen de stappen. Er kan een enkele box groep zijn of meerdere boxgroepen in een stap. Als er meerdere boxgroepen zijn kunnen ze geen relaties hebben met elkaar of in een hiërarchie staan, bijvoorbeeld apparaten-hiërarchie, of ze kunnen nummer afhankelijk zijn zoals het geval is bij barrière nummers.

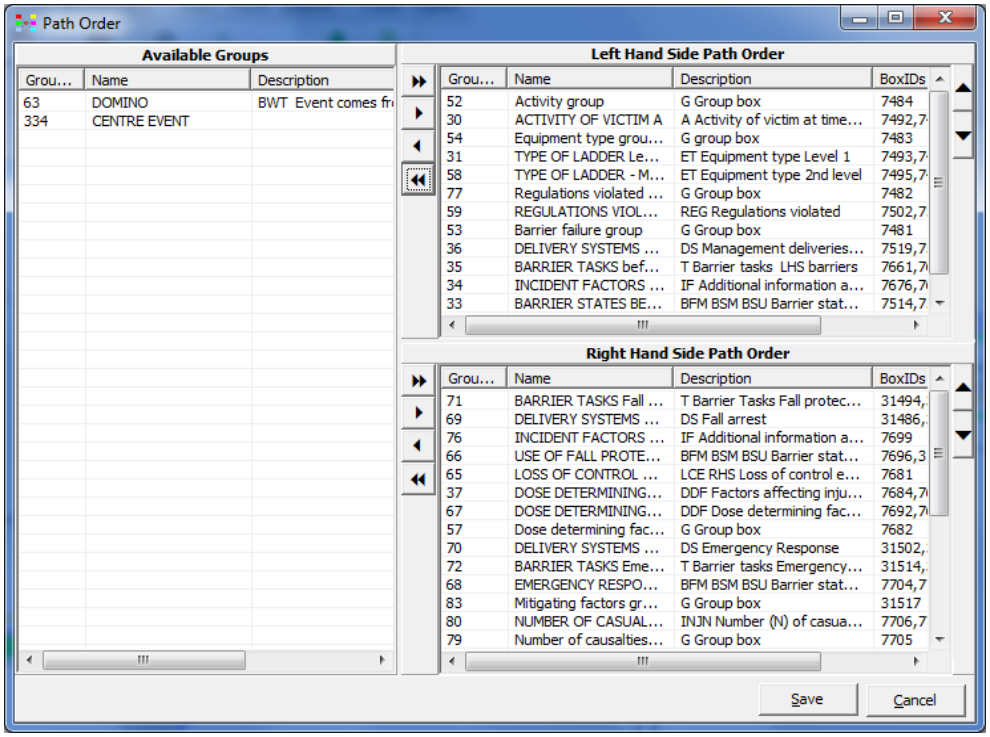


Figuur B16.4 Box groepen opgenomen in het linker veld kunnen opgenomen worden in een stap door te schuiven naar het rechter veld.



Figuur B16.5. Wizard step master

Ten slotte dient de pad volgorde te worden gespecificeerd. Dit wordt gedaan door een volgorde te maken uit de box groepen. Het pad start bovenaan de lijst en eindigt onderaan.



Figuur B16.6. Path order master

Bijlage 17. Overzicht van publicaties

Ale B.J.M. (2006). The Occupational Risk Model, Final report of the Workgroup on ORM, TU Delft, the Netherlands

Ale B.J.M., Bellamy L.J., Papazoglou I.A., Hale A.R., Goossens L.H.J., Post J., Baksteen, H., Mud M.L., Oh J.I.H., Bloemhoff A., Whiston, J.Y. (2006). ORM: Development of an integrated method to assess occupational risk, International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, May 13-19, 2006, New Orleans, ASME, New York, ISBN 0-7918-0244

Ale B.J.M., Bellamy L.J., Baksteen H., Damen M., Goossens L., Hale A.R., Mud M.L., Oh J.I.H., Papazoglou I.A., Whiston J.Y. (2007a). Accidents in the construction industry in the Netherlands: An analysis of accident reports using Storybuilder. Reliability Engineering and System Safety 2008; 93(10):1523-33

Ale B.J.M., Baksteen H., Bellamy L.J., Bloemhoff A., Goossens L., Hale A.R., Mud M.L., Oh J.I.H., Papazoglou I.A., Post J., and Whiston J.Y. (2007b). Quantifying occupational risk: The development of an Occupational Risk Model. Safety Science, 2008; 46(2): 176-85

Ale B.J.M., Bellamy L.J., Baksteen H., Damen M., Goossens L.H.J., Hale A.R., Mud M.L., Oh J.I.H., Papazoglou I.A., Whiston J.Y. (2007c). Using Storybuilder to analyse accident reports for causes and cures in Aven and Vinnem eds, Risk, Reliability and Societal Safety, Taylor and Francis, ISBN 978-0-0415-44786-7 pp 1217-1224

Aneziris O.N, Papazoglou I.A., Baksteen H., Mud M.L., Ale B.J.M, Bellamy L.J., Hale A.R., Bloemhoff A., Post J., Oh J.I.H. (2007). Quantified risk assessment for fall from height. Safety Science, 46 (2008) 198-220

Aneziris O. N., Papazoglou I.A., Mud M.L., Damen M., Kuiper J., Baksteen H., Ale B.J.M., Bellamy L.J., Hale A.R., Bloemhoff A., Post J.G., Oh J.I.H. (2008). Towards risk assessment for crane activities. Safety Science 46 (2008) 872–884

Aneziris O.N., Papazoglou I.A, Kallianiotis D. (2010). Occupational Risk of tunnelling construction, Safety Science 48 (2010) 964–972

Aneziris O.N., Papazoglou I.A, Doudakmani O. (2010). Assessment of occupational risks in an aluminium processing industry, International Journal of Industrial Ergonomics 40 (2010) 321–329

Aneziris O.N., Topali E., Papazoglou I.A., Occupational risk of building construction, Reliability Engineering and Safety Systems 105 (2012), 36-46

Aneziris, O.N., I.A. Papazoglou,I.A., Konstandinidou, M, Baksteen, H., Mud, M., Damen, M., Bellamy, L.J., Oh, J. (2013). Quantification of occupational risk owing to contact with moving parts of machines, Safety Science 51 (2013), 382-396

Bellamy L.J. Oh J.I.H., Ale B.J.M., Whiston J.Y., Mud. M.L, Baksteen H., Hale, A.R., Papazoglou, I.A. (2006). Storybuilder: The new interface for accident analysis, International Conference on Probabilistic Safety Assessment and

Management, May 13-19, 2006, New Orleans, ASME, New York, ISBN 0-7918-0244

Bellamy L.J., Ale B.J.M., Geyer T.A.W., Goossens L.H.J., Hale A.R., Oh J.I.H., Mud M.L., Bloemhoff A, Papazoglou I.A., Whiston J.Y. (2007). Storybuilder—A tool for the analysis of accident reports, Reliability Engineering and System Safety 92 (2007) 735–744

Bellamy L.J., Ale B.J.M., Whiston, J.Y., Mud M.L., Baksteen H., Hale A.R., Papazoglou I.A., Bloemhoff A., Damen M. and Oh J.I.H. (2008). The software tool Storybuilder and the analysis of the horrible stories of occupational accidents. Safety Science 46 (2008) 186-197

Bellamy L.J. (2009). Process safety indicators: Response to Andrew Hopkins, Safety Science 47 (2009) 472-473

Bellamy L.J., Mud M., Damen M., Baksteen H., Aneziris O.N., Papazoglou I.A., Hale, A.R., Oh J.I.H. (2010). Which management system failures are responsible for occupational accidents? Safety Science Monitor 14 (2010) article 3

Bellamy L.J., Lisbona D., Johnson M., Kooi E., Manuel H.J. (2011). Major Accident Failure Rates Report, HSE report RR915, 2011

Bellamy L.J., Mud M.L., Manuel H.J., Oh J.I.H. (2013). Analysis of Underlying Causes of Investigated Loss of Containment Incidents in Dutch Seveso Plants Using the Storybuilder Method, J. of Loss Prev. in the Proc. Ind., in press

Hale, A.R., Goossens L..H.J., Ale B.J.M., Bellamy L.J., Post J., J.I.H. Oh, Papazoglou I.A., 2004, Managing Safety Barriers and Controls at the Workplace, PSAM7 (C.Spitzer , U.Smocker and V.N. Dang eds), ISBN 185233827X, Springer

Hale, A.R., Ale B.J.M., Paas C., Quik J.T., Mud M.L., Bellamy L.J., Whiston J., Baksteen H., Post J., Uijtdehaag P.A.M., Geijer T., Oh J.I.H., Papazoglou I.A. (2005). Using Barrier concepts to understand priorities in the prevention of occupational accidents, in Kolowrocki (ed), Advances in Safety and Reliability, Taylor and Francis Group, London, UK, ISBN, 0 415 38340 4

Hale, A.R. Ale B.J.M., Goossens L.H.J., Heijer T., Bellamy L.J., Mud M.L., Roelen A., Baksteen H., Post J., Papazoglou I.A., Bloemhoff A., Oh J.I.H. (2007). Modeling accidents for prioritizing prevention Reliability engineering and system safety 92 (2007) 1701-1715

Kurowicka, D., Cooke R.M., Goossens L.J.H., Ale B.J.M. (2006). Expert Judgement study for Placement Ladder Bow tie, in C.Guedes Soares and E. Zio (eds) Safety and Reliability for Managing Risk, pp 21-28, London, Taylor and Francis Group

Lisbona D., Johnson M., Millner A., McGillivray A., Maddison T., Wardman M. (2012). Analysis of a Loss of Containment Incident Dataset for Major Hazards Intelligence Using Storybuilder, J. of Loss Prev. in the Proc. Ind., Vol. 25, Issue 2, Pages 344-363, March 2012

Manuel, Henk Jan, Kooi, Eelke S., Bellamy, Linda J., Mud, Martijn L., and Oh, Joy I.H. (2013). Deriving major accident failure frequencies with a storybuilder

analysis of reportable accidents, Process Safety Progress 2013, (Vol.31, No.4), 381-389

Mud M.L. (2005). Modellering van arbeidsongevallen in Nederland, NVVK congres 2005, http://www.veiligheidskunde.nl/upl_documents/sessie%20D,%20Martijn%20Mud.pdf

Mud, M.L. (2006). Modellering van arbeidsongevallen – contact met agressor, Tijdschrift voor Veiligheid 2006 (5) 2

Mud M.L., Bellamy L.J. et al. (2006). NVVK workshop Storybuilder Oct and Nov 2006, http://www.veiligheidskunde.nl/upl_documents/1461.pdf, NVVK; www.Storybuilder.eu/catalog.htm

Mud M.L. (2007). Storybuilder en de analyse van ongevallen, NVVK info februari 2007

Oh J.I.H., Sol V. (2008). The policy program improving occupational safety in the Netherlands: an innovative view on occupational safety, Safety Science 46 (2008) 155- 163

Papazoglou I.A., Bellamy L. J., Hale A. R., Aneziris O. N., Ale B.J.M., Post J.G. and Oh J I.H. (2003). I-Risk: development of an integrated technical and management risk methodology for chemical installations, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 16, Issue 6, 575-591

Papazoglou I.A, Aneziris O., Post J., Baksteen H., Oh J.I.H., Bellamy L.J., Mud M.L., Bloemhoff A. (2006). Logical Models for Quantification of Occupational Risk: Falling from Mobile Ladders. 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management [PSAM], May 13-19, 2006, New Orleans, ASME, New York, 2006, ISBN 0-7918-0244

Papazoglou I.A., Ale B.J.M. (2007). A logical model for quantification of occupational risk, Reliability Engineering & System Safety 92 (6): 785-803, JUN 2007

Postma P., F. de Gouw (2007). Business plan ORM-model, Paul Postma Marketing Consultancy, Nieuwegein, the Netherlands

Samwel, M., van Eijk, V. (2007). Toepassing van de analysetool Storybuilder in de beoordeling van risico's van consumentenproducten. Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 20 (2007-02) supplement 152-156

Sol V., Manuel H.J., Bellamy L.J., Damen M., Mud M.L., Oh J.I.H (2011). Berekening van arbeidsveiligheidsrisico's: Nieuwe instrumenten om risico's te wegen, Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 24 (2011-04) 131-136

Sol V., Manuel H.J., Bellamy L.J., Damen M., Mud M.L., Oh J.I.H. (2012). Afwegen van kosten en baten voor reductie van arbeidsongevallen in de kartonfabricage, Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 25 (2012-01) 16-21

Bijlage 18. Overzicht van uitgevoerde analyses van arbeidsongevallen in/bij/met specifieke sectoren, activiteiten, groepen, processen en apparatuur

Er zijn 36 ad hoc analyses uitgevoerd. Deze zijn beschreven in het rapport RAM Masterplan – Ad hoc analyses KVM08.8071.R01 (april 2009). De onderwerpen staan in onderstaande tabel.

Ad hoc analyse	BIK
Analyse van ongevallen over de diverse sectoren en bedrijfsgrootte	-
Dienstbetrekking	-
Kinderen in de landbouw	111 112 121 122 130 141 142
Voeding en genot - Slachterijen en vleesverwerking	151
AGF sector	153 en 5131
Papier en kartonindustrie	21
Grafimedia (drukkerijen en aanverwante activiteiten)	222
Verfindustrie	243
Rubber en kunststofindustrie	25
Vervaardiging van bouwmaterialen	26
Vervaardiging van producten van beton, cement en gips	266
Metaal en Electro sector	27 t/m 35
Metaal en Electro -inclusief jongeren	27 t/m 35
Metaalbewerking	28 en 29
Scheepsbouw en reparatie	351
Sociale werkvoorziening	36631
Afvalsector	37 en 90
Bouwnijverheid	45
Bouwnijverheid met leeftijdsanalyse	45
Horeca	55
Vervoer over land en diensten voor vervoer	60 en 63
Reiniging van gebouwen	74701
Brandweer	7525
Beknellingen tussen voertuigen en objecten	Diverse
Onderhoud van gebouwen	Diverse
Heftruck gerelateerde ongevallen	-
Bewerkingsmachines (ESAW 10.10)	-
Haakse slijpers	-

Ad hoc analyse	BIK
Kranen (ESAW 11.03)	-
Liften	-
Vaste steigers	-
Mobiele steigers	-
Explosieven	-
Agressie (center event 20.1)	-
Besloten ruimten (center event 22.1)	-
Gasunie : analyse ten behoeve van opleiding Gasunie inspecteurs (niet openbaar)	-

Naast de ad hoc analyses zijn er ook andere analyses uitgevoerd met Storybuilder. Deze staan in onderstaande tabel. De ad hoc analyses en overige analyses zijn beschikbaar via de RIVM website.

Overige analyses	Rapportnummer RPS
Risicomodel brandveiligheid in de zorg - haalbaarheidsstudie	KVM08.8095.R04 (april 2009)
Ongevalsanalyse jongeren en flexwerkers in de metaalindustrie	KVM09.8064.R01 (november 2009)
MHC ongevallen[57] 1 januari 2008-1 oktober 2010	VRM10.8072 R01 (oktober 2010)
Voeding- en genotmiddelenindustrie	VRM10.8120.R01 (november 2010)
Analyse van ongevallen met slachtoffers met een niet-Nederlandse nationaliteit over 2007 t/m 2009	VRM10.8043.R02 (november 2010)
MHC 2006 tot en met 2010	VRM11.8018_R02 (september 2011)
Ad hoc analyse GWW sector	VRM11.8091.R01 (maart 2012)
MHC ongevallen- aanvulling	VRM 12.00939 (2012)
Sector analyses - Heftrucks - Metaal - Persoonsliften - Steigers - Uitzendkrachten - Zelfstandigen	VRM 12.00208 (2012)
Ongevaltrendanalyse voor de bakkerij- & zoetwarensector	VRM11.8013.R01 (september 2011)
Factsheet ongevallen havensector	Mei 2011

[57] MHC staat voor major hazards control. Het betreft majeure ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen kunnen vrijkomen met ernstig gevaar voor de gezondheid van de mens en het milieu. Deze ongevallen zijn onderzocht door de directie Major Hazards Control van de Inspectie SZW.

Analyse van arbeidsongevallen door menselijke agressie	VRM11.8013 (juli 2011)
Factsheet ongevallen met landbouwtrekkers	VRM11.8013 (september 2010)
Analyse van ongevallen door vallen van hoogte bij werknemers van onderhoudsbedrijven	VRM11.8013 (november 2009)
Analyse Hout, Timmer en Meubel-branche	VRM11.8013 (maart 2010)
Maintenance (geen Nederlandse versie)	VRM11.8013 (april 2010)
Factsheet ongevallen procesindustrie (bij storingen, onderhoud)	VRM11.8013 (mei 2010
Ongevaltrendanalyse voor de voeding- en genotmiddelenindustrie	VRM11.8013 (november 2010)
Garagebedrijven	VRM11.8013 (april 2011)

Dit is een uitgave van:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl