



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

# Analyse van incidenten met **gevaarlijke stoffen** bij Seveso-inrichtingen 2024



# **Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Seveso-inrichtingen 2024**

RIVM-rapport 2024-0019

## Colofon

© RIVM 2024

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.

DOI 10.21945/RIVM-2024-0019

H.J. Manuel (auteur), RIVM  
J.H.J. Wijten (auteur), RIVM  
M.P.N. Spruijt (auteur), RIVM  
A.G. Wolting (auteur), RIVM

Contact:

Henk Jan Manuel  
Veiligheid\Arbeidsveiligheid, Perceptie en Gedrag  
henkjan.manuel@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110080/24/IA – Incidentanalyse

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Visuele samenvatting



### Incidenten

Bij de vijftien geanalyseerde incidenten kwamen dertien keer gevaarlijke stoffen vrij, ontstond eenmaal een directe explosie en eenmaal een directe brand.

### Gevolgen

Vier slachtoffers liepen letsel op. Drie hadden vermoedelijk herstelbaar letsel, eenmaal was het onbekend of er blijvend letsel was.

### Oorzaken

Materiaalverzwakking door corrosie of slijtage en vermoeing kwam achtmaal als directe oorzaak voor. Viermaal werden er (door gebrekkige organisatie) menselijke fouten gemaakt.

### Preventie

Bij tien incidenten was de toestand van de installatie niet onder controle. Bij vier incidenten werden processen en activiteiten niet-veilig opgestart.

### Repressie

Bij tien incidenten werden gevolgen met een of meer maatregelen beperkt. Bij vier incidenten ging iets mis bij het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.



## Publiekssamenvatting

### **Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Seveso-inrichtingen 2024**

Het RIVM analyseert elk jaar de aard, omvang en oorzaak van incidenten bij bedrijven in Nederland die met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen werken. Deze bedrijven worden Seveso-inrichtingen genoemd (voorheen Brzo-bedrijven). Het RIVM heeft dit keer vijftien incidenten met gevaarlijke stoffen geanalyseerd.

Net als de vorige analyses toonden, blijkt dat veel van de incidenten te voorkomen zijn. Bedrijven zijn ervoor verantwoordelijk dat installaties op orde zijn en werknemers de werkzaamheden veilig kunnen uitvoeren. Het is daarom belangrijk dat bedrijven leren van deze incidenten en maatregelen nemen om ze te voorkomen.

Dit keer is ook een analyse gemaakt van twintig jaar incidentenonderzoek. Hieruit blijkt dat er niet één onderwerp is aan te wijzen waarmee alle incidenten zijn te voorkomen. Ze zijn dus ook niet te voorkomen met één groep maatregelen. Wel komen bepaalde zaken vaker terug: bij 50 procent van de incidenten worden afwijkingen niet opgemerkt. Ook worden procedures niet altijd opgevolgd zoals ze zijn bedoeld. Verder is het moeilijk om vooraf in te schatten wat er mis kan gaan. De database met geanalyseerde incidenten geeft wel inzicht daarin.

Bij de vijftien nieuwste incidenten die dit jaar werden geanalyseerd, kwamen dertien keer gevaarlijke stoffen vrij. Eén keer explodeerde een installatie en één keer ontstond brand toen de stoffen vrijkwamen. Vier mensen raakten gewond: drie liepen chemische brandwonden op en één ademde een mengsel van giftige stoffen in.

Bij tien incidenten was de toestand van de installatie niet in orde. Er is bijvoorbeeld materiaal gebruikt voor een installatieonderdeel dat daarvoor niet geschikt is. In de helft van de incidenten zijn afwijkingen van de veilige procesomstandigheden niet opgemerkt, waardoor gevaarlijke stoffen konden ontsnappen.

Bij elf incidenten schoten plannen en procedures voor de werkzaamheden te kort. Soms waren deze niet gemaakt, omdat de gevaren van tevoren niet waren verwacht. Of hield het bedrijf niet goed in de gaten of instructies voor werkzaamheden waren uitgevoerd.

Het ministerie van SZW gaf de opdracht om incidenten te analyseren. Bedrijven en de Arbeidsinspectie kunnen de resultaten gebruiken voor inspecties, en bedrijven om het veiligheidsbeleid met maatregelen te verbeteren.

**Kernwoorden:** majeure ongevallen, incidentanalyse, Staat van de Veiligheid, Seveso-richtlijn, Storybuilder, leren van ongevallen, gevaarlijke stoffen





## Synopsis

### **Analysis of incidents involving hazardous substances at installations to which the Seveso-III Directive applies in 2024**

Each year, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) analyses the nature, impact and cause of incidents at companies in the Netherlands that work with large volumes of hazardous substances. These companies are referred to as 'installations to which the Seveso-III Directive applies' (previously: 'companies to which the Major Accidents (Risks) Decree applies'). On this occasion, RIVM analysed 15 incidents involving hazardous substances.

As highlighted by earlier analyses, many such incidents turn out to be avoidable. Companies have a responsibility to ensure their installations are in good working order and workers are able to perform their duties safely. For this reason, it is important that companies learn from these incidents and take measures to prevent them.

This year, RIVM also performed an analysis of 20 years of incident investigations. This showed that there is no single way to prevent all incidents, nor can all incidents be prevented with a single group of measures. However, a number of recurring patterns were identified. First, 50 per cent of incidents involve a failure to detect a deviation. Second, procedures are not always followed in the way in which they were intended. Third, it is difficult to estimate beforehand what can go wrong. The database of analysed incidents can provide insight into this.

Of the 15 most recent incidents analysed this year, 13 times hazardous substances were released. One incident involved the explosion of an installation, and one led to a fire upon the release of the substances. Four people suffered injuries. Three of these sustained chemical burns and one inhaled a mixture of noxious substances.

In 10 incidents, the installation concerned was not in good working order. Reasons for this included the use of unsuitable material for an installation component. Half of all incidents involved a failure to detect a deviation from safe process conditions, resulting in the release of hazardous substances.

In 11 incidents, the operating plans and procedures were found wanting. In some cases, these had not even been drawn up because no danger had been anticipated, or the company involved had not adequately monitored compliance with the operating instructions.

The incident analysis was commissioned by the Dutch Ministry of Social Affairs and Employment. Companies and the Netherlands Labour Authority can use the results to aid inspections. Companies can use them to take measures to improve their safety policies.

Keywords: major accidents, incident analysis, State of Safety, Seveso-III Directive, Storybuilder, learning from accidents, hazardous substances



## Inhoudsopgave

### **Samenvatting — 11**

#### **1 Inleiding — 15**

##### 1.1 Leeswijzer — 16

#### **2 Kenmerken van de incidenten — 17**

##### 2.1 Aard van de bedrijven — 17

##### 2.1.1 Wettelijk regime — 17

##### 2.1.2 Type bedrijf — 17

##### 2.1.3 Bedrijfsfase — 18

##### 2.2 De gevaarlijke stof — 18

##### 2.2.1 Aard van de stoffen — 18

##### 2.2.2 Hoeveelheden — 19

##### 2.3 Type ongeval — 19

##### 2.4 Installaties en gebeurtenissen — 20

##### 2.4.1 Betrokken installatieonderdelen — 20

##### 2.4.2 Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie of waarbinnen mensen zijn blootgesteld — 21

##### 2.4.3 Locatie van de uitstroming — 21

##### 2.5 Gevolgen — 22

##### 2.5.1 Slachtoffers — 23

##### 2.5.2 Materiële schade — 23

##### 2.5.3 Milieuschade — 23

##### 2.6 Overtredingen — 23

#### **3 Oorzaken van de incidenten — 25**

##### 3.1 Directe oorzaken van de incidenten — 25

##### 3.2 Maatregelen en Lines of Defence — 26

##### 3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten — 29

##### 3.3.1 Procesbeheersing — 30

##### 3.3.2 Herstel van afwijkingen — 32

##### 3.3.3 Noodmaatregelen — 34

##### 3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 35

##### 3.5 Achterliggende oorzaken — 37

##### 3.5.1 Verschaffen van, gebruiken van, onderhouden van en toezien op maatregelen — 38

##### 3.5.2 Managementfactoren en maatregelen — 40

##### 3.5.3 Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen — 42

#### **4 Vergelijking data 2019-2024 met de vijftienjaars-analyse — 45**

##### 4.1 Vergelijking met de conclusies uit eerdere meerjaren-rapportages — 45

##### 4.2 Opvallende zaken uit twintig jaar analyses — 49

##### 4.2.1 Trends — 49

##### 4.2.2 Veelvoorkomende scenario's — 49

##### 4.2.3 Veelvoorkomende achterliggende oorzaken — 52

#### **5 Discussie en conclusies — 55**

##### 5.1 Discussie (over vijftien incidenten uit 2023) — 55

##### 5.2 Conclusies over vijftien incidenten uit 2023 — 56

##### 5.3 Conclusies over twintig jaar incidentenanalyse — 59

5.4 Slotwoord — 61

**Bijlage 1 Afkortingen- en begrippenlijst — 67**

**Bijlage 2 Omschrijvingen van de incidenten — 71**

## Samenvatting

Het RIVM heeft in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid vijftien incidenten met gevaarlijke stoffen geanalyseerd. De Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA) heeft deze incidenten onderzocht en het incidentonderzoek in 2023 afgesloten. Twee incidenten zijn ook (of alleen) door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) onderzocht. De incidenten traden op bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen, de zogenoemde Seveso-inrichtingen. De NLA kan de analyse-uitkomsten voor inspectie- en handhavingsstrategieën gebruiken. Bedrijven kunnen deze gebruiken voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

De uitkomsten van de analyses zijn daarnaast vergeleken met de resultaten uit een eerdere incidentenanalyse uit 2019 [10]. In 2019 is eenzelfde analyse uitgevoerd, maar dan op basis van meer incidenten (ongeveer 300) en over een langere periode (2004-2018). De huidige conclusies worden vergeleken met de conclusies uit 2019 [10] om te bepalen of deze nog steeds gelden.

In de analyse is gekeken naar overeenkomsten en verschillen in de kenmerken van de incidenten, zoals de gevolgen voor het installatie-onderdeel dat faalde en de gevolgen voor mens en omgeving. Ook is geanalyseerd welke maatregelen voor het voorkómen van incidenten en voor het beperken van de gevolgen wel of niet werkten. De analyse is uitgevoerd met het wetenschappelijk onderbouwde model Storybuilder-MHC [1].

### **Gevolgen voor mens en omgeving**

Vier slachtoffers liepen letsel op. Drie kregen spetters styreen of salpeterzuur over zich heen en liepen brandwonden op en één ademde een mengsel van gevaarlijke stoffen in. Drie hadden vermoedelijk herstelbaar letsel, eenmaal was het onbekend of er blijvend letsel was.

Bij de vijftien incidenten raakten tienmaal installaties beschadigd en trad bij vijf incidenten geen (relevante) materiële schade aan installaties op. Qua milieuschade was er bij negen incidenten geen sprake van milieuschade, bleven driemaal effecten beperkt tot het eigen terrein, kwam eenmaal vervuild bluswater in het oppervlaktewater terecht na een overstroming van het opvangbassin en was de milieuschade tweemaal onbekend.

### **Kenmerken van de incidenten**

Bij de vijftien incidenten kwamen dertien keer gevaarlijke stoffen vrij, explodeerde één installatie en ontstond eenmaal een directe brand.

De incidenten vonden overwegend plaats bij hoge-drempelinrichtingen<sup>1</sup>, waarbij verschillende soorten gevaarlijke stoffen betrokken waren. De specifieke betrokken installatieonderdelen waren telkens anders.

### Maatregelen en oorzaken

Om incidenten te voorkomen en gevolgen te beperken, nemen bedrijven maatregelen. Er is voor de vijftien geanalyseerde incidenten op verschillende manieren gekeken waar en hoe zaken fout gingen:

1. Door te kijken naar de **directe oorzaak**: het allerlaatste wat fout ging voordat het incident gebeurde.
2. Door te bekijken welke **maatregelen** er waren (of ontbraken) om incidenten te voorkomen en wat daar faalde.
3. Door te kijken naar de **achterliggende oorzaken** op organisatieniveau: heeft de organisatie de zaken op orde, op het gebied van procedures, opleiding personeel, goed materieel, et cetera. Alleen dan kunnen maatregelen op een effectieve manier ingezet worden.

Bij elk van deze onderdelen zijn zaken op te merken die nu en voorheen fout gingen en waarvoor aandacht nodig is en maatregelen getroffen kunnen worden om incidenten te voorkomen:

1. **Directe oorzaak.** Bij de directe oorzaak was materiaalverzwakking de belangrijkste oorzaak bij meer dan de helft van de incidenten. Verbeterpunten waaraan gewerkt kan worden door bedrijven, betreffen het testen van materialen, bijvoorbeeld na binnenkomst na aankoop, het ontwerp van installaties en het bijhouden waar welke materialen worden ingezet. Foutief menselijk handelen, veroorzaakt door onvolkomenheden in het managementsysteem, speelde een rol bij vier van de incidenten. Juiste en volledige procedures behoeven hier aandacht: bij drie van de vier incidenten werden de procedures wel juist opgevolgd, maar bleken ze onjuist of onvolledig.
2. **Maatregelen.**
  - a. Dit jaar waren er opvallend veel incidenten waarbij iets misging bij de beheersing van de toestand van de installatie (tien van de vijftien geanalyseerde incidenten). Driemaal betrof dit het gebruik van een verkeerd materiaal van het insluitsysteem. Viermaal faalde het ontwerp van de installatie en had beter getest kunnen worden hoe dit ontwerp zich in praktijk gedraagt en of dit zich in de tijd zo blijft gedragen. Bij de laatste drie werden de condities voor materiaaldegradatie niet goed beheerst.
  - b. Als er afwijkingen in procesbeheersing optreden, kunnen die opgevangen worden, zodat het proces terugkeert naar een veilige toestand. Net als voorgaande jaren blijken in de helft van de incidenten de signalen die wijzen op deze afwijkingen gemist te worden (niet geïdentificeerd). Het is belangrijk dat er adequate instrumentatie aanwezig is om afwijkingen te

<sup>1</sup> Bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen (Seveso-inrichtingen) vallen onder de omgevingswet. De Europese Seveso-richtlijn is in Nederland geïmplementeerd via de Omgevingswet en maakt onderscheid in zogenoemde lage-drempelinrichtingen en hoge-drempelinrichtingen. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de vergunde hoeveelheden gevaarlijke stoffen. Aan hoge-drempelinrichtingen (met meer gevaarlijke stoffen) worden strengere eisen gesteld aan veiligheidsbeheersing en gelden meer rapportageverplichtingen.

kunnen meten of alarm te slaan. Ook testen zoals zeeptesten/lektesten, moeten goed werken en passen bij de praktijk. Het is belangrijk dat er geregeld gekeken wordt of risico's niet zijn veranderd in de tijd.

- c. Noodmaatregelen zijn niet altijd mogelijk. In ongeveer de helft van de onderzochte incidenten waren noodmaatregelen wel mogelijk, maar niet aanwezig, of hebben ze niet goed gewerkt. Er werden bijvoorbeeld bij een van de incidenten verspanende werkzaamheden uitgevoerd naast een gevulde leiding zonder te werken met een afscherming.
  - d. Maatregelen die de gevolgen moeten beperken, waren in bijna de helft van de incidenten succesvol om escalatie te voorkomen of te beperken. Helaas ging het bij persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) geregeld mis. PBM's werden bijvoorbeeld niet beschikbaar gesteld door de organisatie. Ook was geregeld toezicht op het adequaat gebruik van PBM's afwezig.
3. **Achterliggende oorzaken.** Allerlei achterliggende oorzaken op organisatieniveau spelen een rol. Het is maatwerk voor bedrijven hoe hiermee om te gaan. De achterliggende oorzaak 'plannen en procedures' kwam wederom vaak voor: bij elf van de vijftien incidenten. Hoewel de incidenten verschillen, is er een aantal overkoepelende categorieën aan te wijzen:
- a. Soms waren er geen (adequate) werkplannen of instructies, omdat het risico niet werd onderkend. Via het VBS-element (veiligheidsbeheersysteem) 'identificatie en beoordeling van gevaren' zou deze achterliggende oorzaak vooraf geïdentificeerd moeten worden. Het voorliggende rapport en eerdere rapporten kunnen hierin helpen, doordat ze voorbeelden geven van zaken die misgingen en die gebruikt kunnen worden om incidenten met vergelijkbare achterliggende oorzaken bij andere organisaties te voorkomen.
  - b. Soms waren er wel instructies, maar was er onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies. De instructies werden soms ook niet als 'veiligheidskritisch' gezien. Deze achterliggende oorzaak had via het VBS-element 'controle op de exploitatie' vooraf geïdentificeerd moeten worden.

### **Vergelijking data 2019-2024 met de vijftienjaars-analyse.**

Data van de afgelopen vijf jaar zijn vergeleken met het rapport uit 2019 waarin het RIVM conclusies trok over incidentanalyses uit de voorgaande vijftien jaar. Ten opzichte van dat rapport treden er geen veranderingen in de conclusies op: incidenten lijken te blijven voorkomen met min of meer dezelfde kenmerken en achterliggende oorzaken.





## 1 Inleiding

Incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven kunnen een ernstig gevaar opleveren voor medewerkers, voor mensen in de omgeving en voor het milieu. Om te leren van dergelijke incidenten en om de kans op nieuwe incidenten te verkleinen, heeft het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) het RIVM gevraagd om deze incidenten op een gestructureerde manier te analyseren. Concreet gaat het om een nadere analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen die door de Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA) zijn onderzocht en die zijn geregistreerd als 'ongeval MHC'<sup>2</sup>. In één geval gaat het om een incident dat alleen is onderzocht door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV).

Sinds 2015 wordt in het kader van de Staat van de Veiligheid Seveso-bedrijven jaarlijks gerapporteerd over de recentste bevindingen [2]-[9]. Het voorliggende rapport bespreekt vijftien incidenten waarvan het incidentonderzoek in 2023 is afgesloten, waaromtrent geen strafrechtelijke zaken meer lopen en waarover voldoende informatie te vinden was voor het uitvoeren van een analyse.<sup>3</sup> In 2019 heeft het RIVM een rapport uitgebracht over de bevindingen van vijftien jaar incidentenanalyse [10]. De incidenten in het voorliggende rapport worden vergeleken met die rapportage, waar dat illustratief is.

In hoofdstuk 4 vergelijken we data uit de rapportages van de afgelopen vijf jaar met de data over vijftien jaar incidentenanalyse. Centrale vraag is of er significante afwijkingen zijn te vinden ten opzichte van die eerdere overzichtsrapportage.

De analyses zijn gedaan met het wetenschappelijk onderbouwde model Storybuilder-MHC, dat specifiek is ontwikkeld voor grote chemische incidenten [1]. Met het model zijn onderzochte incidenten op gestructureerde wijze te analyseren. In 'Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC' [11] staat een recente beschrijving van het model en de wijze waarop kenmerken van incidenten met gevaarlijke stoffen worden ingevoerd. Voor de analyses is uitgegaan van de informatie in het NLA-informatiesysteem, inclusief eventuele analyses door derden. Van twee incidenten (incidentnummers 5 en 16 in de bijlage) waren alleen rapporten van de OvV beschikbaar. Van een ander incident was naast het NLA-onderzoek ook een OvV-onderzoeksrapport beschikbaar.<sup>4</sup> Het model en bijbehorende database zijn verkrijgbaar via een e-mail naar de auteurs van dit rapport.

<sup>2</sup> MHC staat voor *Major Hazard Control*. Incidenten bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen, die worden onderzocht door de NLA, worden met de CODE MHCON (MHC Ongeval) aangegeven in het elektronische systeem van de Inspectie (INET).

<sup>3</sup> In het INET-systeem van de NLA zijn 25 MHC-zaaknummers afgesloten tussen 1 jan 2023 en 31 december 2023. Daarvan bevatten twaalf zaaknummers onvoldoende informatie voor een analyse, of is de informatie afgeschermd, omdat deze onder strafrecht valt. Daarnaast is er een zaaknummer onder strafrecht, die nog niet is afgesloten, maar waarvan een OvV-rapport verschenen is. Tenslotte is er een OvV-rapport verschenen waarvoor geen zaaknummer is gemaakt. In totaal leidt dit tot vijftien geanalyseerde incidenten. De incidenten vonden allen plaats in de periode van 2019 tot en met 2023.

<sup>4</sup> Om de herleidbaarheid tot individuele bedrijven te voorkomen, zijn hiervan geen referenties gegeven.

De opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid om dit onderzoek uit te voeren, wordt beëindigd. Dit rapport is dan het laatste rapport in een serie.

## **1.1 Leeswijzer**

Lezers die onbekend zijn met het Storybuilder-model vinden in het gebruiksvoorschrift [11] in paragrafen 1.2 en 1.3 (pag. 5-10) een algemene beschrijving van Storybuilder- en het MHC-model. Een toelichting op de gebruikte begrippen in dit rapport en de voorgevallen incidenten staan beschreven in Bijlagen 1 en 2 van het voorliggende rapport.

Hoofdstuk 2 beschrijft de kenmerken van de bedrijven om aan te geven welk soort incidenten in deze rapportage zijn geanalyseerd. Hoofdstuk 3 gaat in op de oorzaken van de incidenten en de maatregelen om incidenten te voorkomen of effecten te beperken. Het hoofdstuk beschrijft of deze maatregelen aanwezig waren en waarom ze wel of niet gewerkt hebben. In blokken met een blauwe achtergrond worden voorbeelden gegeven uit de geanalyseerde incidenten. Deze voorbeelden geven inzicht in hoe onderdelen van het Storybuilder-model werken en hoe ze terugkomen in verschillende incidenten. Hoofdstuk 4 vergelijkt de data van de laatste vijf jaar aan incidentanalyses met de eerdere vijftienjaars-analyse. In hoofdstuk 5 worden de bevindingen bediscussieerd. Ook staan in dit hoofdstuk conclusies van zaken die het beeld uit de vijftienjaars-analyse bevestigen of die juist opvallend afwijken.

## 2 Kenmerken van de incidenten

Dit hoofdstuk bespreekt de belangrijkste kenmerken van de incidenten, zoals de typen bedrijven waar ze plaatsvonden, de aard van de incidenten en de gevolgen.

### 2.1 Aard van de bedrijven

#### 2.1.1 Wettelijk regime

Alle vijftien incidenten vonden plaats bij Seveso-inrichtingen.<sup>5</sup> Veertien daarvan zijn hoge-drempelinrichtingen, één is een lage-drempelinrichting.<sup>6</sup> Van de 410 Seveso-inrichtingen in Nederland is 65 procent een hoge-drempelinrichting<sup>7</sup> [13]. Bij hoge-drempelinrichtingen zijn grotere hoeveelheden gevaarlijke stoffen aanwezig. Het aantal handelingen en activiteiten met gevaarlijke stoffen zal in het algemeen ook groter zijn.

#### 2.1.2 Type bedrijf

Tabel 1 geeft de industrie-code van de bedrijven waar de incidenten plaatsvonden volgens de Standaard Bedrijfsindeling<sup>8</sup> (SBI). Zes van de vijftien incidenten (40%) vonden plaats bij bedrijven die chemische producten maken (SBI 20). Dit is de SBI-code die ook in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar het meeste voorkomt (54%).

Tabel 1 Type industrie volgens de SBI-classificatie

Industriesector	Aantal incidenten
Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10)	1
Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19)	1
Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)	6
Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24)	1
Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling (SBI 38)	2
Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46)	2
Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52)	1
Overig/onbekend	1

<sup>5</sup> Sinds 1 januari 2024 wordt de milieubelastende activiteit Seveso-inrichting in paragraaf 3.3.1 van het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving) aangewezen. Vanaf 8 juli 2015 tot 1 januari 2024 was het Brzo 2015 (Besluit risico's zware ongevallen 2015) van kracht en alle in dit rapport geanalyseerde incidenten vielen in de tijdsperiode.

<sup>6</sup> De Seveso-III-richtlijn onderscheidt voor het veiligheidsbeleid van inrichtingen twee regimes. Het geldende regime hangt af van de op de inrichting aanwezige hoeveelheden gevaarlijke stoffen in relatie tot de drempelwaarden die in Bijlage I van de Seveso-III-richtlijn zijn vermeld.

<sup>7</sup> De laatste vijf jaar is deze ratio nagenoeg gelijk geweest. Vermoedelijk geldt dit voor de gehele periode van twintig jaar.

<sup>8</sup> SBI: Standaard Bedrijfsindeling. Opgesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek.

## 2.1.3

**Bedrijfsfase**

Negen incidenten ontstonden tijdens normaal bedrijf. In de vijftienjarige analyse [10] gebeurde 60 procent van de incidenten tijdens normaal bedrijf, net als in de huidige analyse.

*Tabel 2 Bedrijfsfase waarin het incident plaatsvindt*

Bedrijfsfase	Aantal incidenten	
Normaal bedrijf	9	
Waarvan: normaal opstarten		3
Waarvan: normaal stoppen/afschakelen		1
Waarvan: tijdelijk dicht gezet/uit gezet		1
Waarvan: onbekend		4
Onderhoud, inspectie en reiniging	1	
In gebruik nemen	4	
Uit bedrijf nemen	1	

## 2.2










**De gevaarlijke stof**

## 2.2.1

*Aard van de stoffen*

In Tabel 3 zijn de stoffen weergegeven die vrijkwamen bij de vijftien incidenten, ingedeeld in zeven categorieën<sup>9</sup>. Stoffen kunnen in meer dan één categorie zijn ingedeeld.

*Tabel 3 Aantal incidenten met één of meer betrokken stoffen per gevaarcategorie. Stoffen kunnen in meer categorieën zijn ingedeeld; het totaal is daardoor groter dan vijftien.*

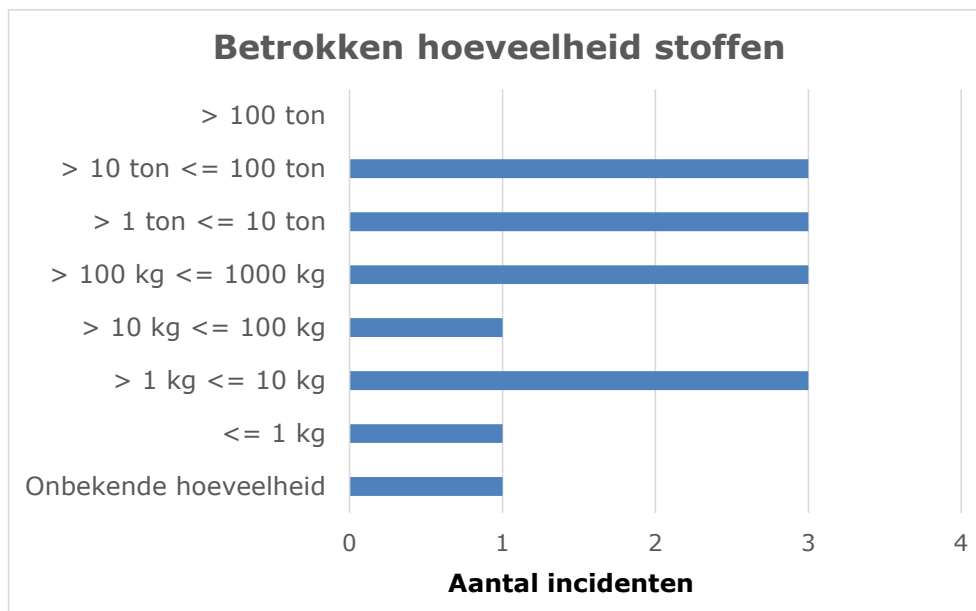
Label	Pictogram	Samenvatting gevaar <sup>9</sup>	Aantal incidenten
GHS01		Ontploffbare stoffen	0
GHS02		Ontvlambaar	9
GHS03		Oxiderend	3
GHS04		Gassen onder druk	4
GHS05		Corrosief/bijtend	3
GHS06		Acuut toxisch	7
GHS07		Irriterend	5
GHS08		Lange termijn schadelijke effecten/carcinogeen	8
GHS09		Milieugevaar	2

<sup>9</sup> Voor deze tabel is gebruikgemaakt van de gevarenpictogrammen die stoffen volgens de Europese Verordening betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels (de CLP-richtlijn) moeten voeren. Voor het leesgemak is een eigen omschrijving toegevoegd.

### 2.2.2

#### Hoeveelheden

De hoeveelheden gevaarlijke stoffen die bij de incidenten zijn vrijgekomen, staan in Figuur 1.



Figuur 1 Betrokken hoeveelheid stoffen, die bij de incidenten zijn vrijgekomen.

Drie incidenten (nummers 2, 4 en 15) waren op grond van de vrijgekomen hoeveelheden meldingsplichtig volgens de Seveso-III-richtlijn.<sup>10</sup> Deze incidenten hadden betrekking op het vrijkomen van 40 ton etheen, ongeveer 280 kg nikkelerbindingen en 26 ton kookgas.

Bij één incident (nummer 13) was de hoeveelheid vrijgekomen gevaarlijke stof niet bekend uit de informatie. Het ging daarbij om een explosie in een glutendroger.

### 2.3

#### Type ongeval

Het analysemodel maakt op hoofdlijnen onderscheid tussen uitstroming van gevaarlijke stoffen, brand en/of explosie in een insluitsysteem en blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een besloten ruimte. In Tabel 4 is een uitsplitsing gegeven naar de verschillende typen ongevallen. Bij deze vijftien incidenten ging het dertien keer om uitstroming van gevaarlijke stoffen, eenmaal om een directe explosie en eenmaal om een directe brand. Blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een besloten ruimte kwam bij deze incidenten niet voor. De explosie betrof een stofexplosie in een glutendroger. De directe brand ontstond toen brandbare stoffen boven hun zelfontbrandingstemperatuur vrijkwamen uit warmtewisselaars. Zie paragraaf 2.4.3 voor meer details over de locaties waar stoffen zijn uitgestroomd.

<sup>10</sup> De drempelwaarden voor registratie hangen af van de gevaareigenschappen van de stoffen die vrijkomen en zijn gelijk aan 5% van de hoge-drempelwaarden van de Seveso-richtlijn. Deze hoge-drempelwaarden zijn vermeld in kolom 3 in Bijlage II van de Seveso-III-richtlijn. In Bijlage VI van de richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie. Dit zijn de zogenoemde MARS-meldingen (Major Accident Reporting System). Het betreft onder meer betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade.

Tabel 4 Type ongeval (centrale gebeurtenis)

Type ongeval/uitstroming	Aantal incidenten	
Uitstroming van gevaarlijke stof	13	
Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		4
Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		4
Vanuit falende of losse verbinding		4
Catastrofaal falen		1
Explosie in een insluitsysteem (stofexplosie)	1	
Directe brand	1	

## 2.4 Installaties en gebeurtenissen

### 2.4.1 Betrokken installatieonderdelen

Deze paragraaf geeft een overzicht van de installatieonderdelen die betrokken waren bij het incident zelf, of die relevant waren voor de toedracht. Het gaat bijvoorbeeld om onderdelen die defect raken, verkeerd zijn ontworpen, verkeerd zijn geïnstalleerd, die opengaan of barsten. Zie hiertoe in detail, Tabel 5. Per incident zijn vaak meerdere installatieonderdelen betrokken, waardoor het totaal groter is dan vijftien. De incidenten in deze rapportage waren divers van aard. Hoewel voornamelijk procesinstallatie-onderdelen betrokken waren, springen er geen onderdelen uit die veel vaker voorkomen dan andere.

Tabel 5 Betrokken installatieonderdelen bij het incident. Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal betrokken onderdelen is daardoor groter dan vijftien.

Installatieonderdeel	Aantal onderdelen
Mobiele tanks en verpakkingen	1
Overige onderdelen in procesinstallaties	
Procesleiding	3
Pomp in procesinstallatie	3
Compressor in procesinstallatie	1
Warmtewisselaar	2
Destillatiekolom	1
Installaties voor vullen, malen en verpakken	1
Pakkingen en afdichtingen	
Pakkingen	2
Transfer	
Leidingen, slangen en armen	2
Pomp (transfer)	3
Utilities	
(Pers)luchtsysteem	1
Afgassysteem	2
Turbine	1
Afvalwatersysteem (incl. riolering en drainage)	1
Vaste opslagtanks	
Atmosferisch	4
Onder druk (> 0,5 barg)	1
Vaten in procesinstallaties	

<b>Installatieonderdeel</b>	<b>Aantal onderdelen</b>
Scheiders	1
Verdamper (inclusief reboiler)	1
Verbindingen en koppelingen	
Flensverbinding	1
Schroefverbinding	1
Flexibele verbinding	2
Voorzieningen op/aan/in equipment	
Afsluiter/afsluitklep	5
Overige kleppen (inclusief drukventiel)	3
Aftappunt	2
Instrumentatie in/op installatie	1
Explosieluik/-paneel	1

#### 2.4.2 *Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie of waarbinnen mensen zijn blootgesteld*

In Tabel 6 staan de installatieonderdelen vermeld die direct gerelateerd zijn aan de centrale gebeurtenis. Het betreft onderdelen waaruit product vrijkomt, waarin de brand of explosie plaatsvindt of waarbinnen mensen zijn blootgesteld. Procesleidingen komen als enige vaker dan één keer in de lijst voor.

*Tabel 6 Installatieonderdelen met betrekking tot de uitstroming, brand of explosie of waarbinnen mensen zijn blootgesteld. Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal betrokken onderdelen is daardoor groter dan vijftien.*

<b>Installatieonderdeel</b>	<b>Aantal onderdelen</b>
Mobiele tank of verpakking	
Drum	1
Overig	
(Nood)afblaassysteem	1
Overig onderdeel procesinstallatie	
Procesleiding	4
Warmtewisselaar	1
Destillatiekolom	1
Installatie voor vullen, malen en verpakken	1
Transfer	
Leidingwerk (korte leidingen)	1
Flexibele slang of leiding	1
Pomp	1
Utilities	
Afgassysteem	1
Vaste opslagtank	
Ondergrondse tank	1
Vaten in procesinstallatie	
Verdamper (inclusief reboiler)	1
Overig	1

#### 2.4.3 *Locatie van de uitstroming*

Tabel 7 geeft de uitstroomblocatie van de incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn uitgestroomd. Hoewel uitstroming op meerdere plekken kan plaatsvinden, betrof het bij deze incidenten telkens één locatie.

Opvallend is dat in elf incidenten stoffen vrijkwamen via voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen. Deze 73 procent is groter dan de 43 procent in de vijftienjaars-analyse.

Tabel 7 Locatie van de uitstroming

Installatieonderdeel	Aantal onderdelen
Omhulling	
Omhulling (wand)	2
Breekplaat/explosieluik	1
Voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen	
Aftap-/afvoerpunt (inclusief drain)	1
Afsluiter/afsluitklep	4
Verbinding (inclusief flens)	3
Koppeling	1
Overig	2
Overig	1

## 2.5 Gevolgen

In Tabel 8 is het effect qua verspreiding van stoffen bij de vijftien incidenten vermeld. Acht keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij vijf van die incidenten werd de uitstroming of verdamping door mitigerende maatregelen beperkt. Dit betrof het gebruik van waterschermen, spoelen en oplossen van vrijkomende stoffen en noodopvangen.

Vijfmaal trad geen relevant effect op qua verspreiding naar de omgeving na de centrale gebeurtenis:

- Bij incident nummer 3 kwamen spetters salpeterzuur op een operator terecht bij slijpwerkzaamheden, waarna 500 l zuur uitstroomde op een vloestofdichte vloer.
- Bij incident nummer 6 kwam ongeveer 2 kg benzeen vrij door drukopbouw. Na deze initiële uitstroom kwam er verder geen materiaal vrij.
- Bij incident nummer 7 kwam een beetje pyrofore stof vrij, werd de pomp gestopt en kwam er na deze initiële uitstroom geen materiaal meer vrij.
- Bij incident nummer 10 brak brand uit bij een warmtewisselaar. Na afsluiten van de toevoer en toevoegen van stikstof werd de brand snel gestopt en kwamen er geen verdere verbrandingsproducten meer vrij.
- Bij incident nummer 11 kwam materiaal in het bedrijfsriool terecht, vanwaar het naar tankauto's werd overgepompt zonder verdere verspreiding.

Bij twee incidenten trad brand op na de centrale gebeurtenis. Bij incident 13 na een explosie waarna delen van het gebouw vlamvatten en bij incident 5 nadat heet materiaal uitstroomde en ontstak.



Tabel 8 Type effect van het incident

Type effect	Aantal incidenten	
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	8	
Waarvan: niet gecontroleerd of beperkt		3
Waarvan: gecontroleerd of beperkt		5
Geen relevant effect na de centrale gebeurtenis	5	
Brand	2	

### 2.5.1

#### Slachtoffers

In totaal hebben vier slachtoffers letsel opgelopen, waarbij drie vermoedelijk herstelbaar letsel hadden en van één slachtoffer het type letsel onbekend was uit de informatie. Bij incident 1 kregen twee operators spetters styreen over zich heen, waarbij één persoon voor brandwonden en irritatie een nacht in het ziekenhuis werd opgenomen en de andere ter plekke behandeld kon worden. Bij incident 3 werd een monteur geraakt door spetters salpeterzuur en ter observatie van zijn brandwonden een nacht in het ziekenhuis opgenomen. Bij incident 8 ademde een operator een wolk van een mengsel gevaarlijke stoffen in, voelde zich onwel en bezocht daarna het ziekenhuis voor behandeling, maar werd niet opgenomen. Bij twaalf incidenten vielen geen slachtoffers.

Tabel 9 Aantal slachtoffers en type letsel

Type letsel	Aantal slachtoffers	
Vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel	3	
Waarvan: geen ziekenhuisopname		2
Waarvan: ziekenhuisopname		1
Onbekend ernst letsel	1	
Waarvan: ziekenhuisopname		1

### 2.5.2

#### Materiële schade

Tienmaal werden installaties beschadigd. Bij vijf incidenten trad geen (relevante) materiële schade aan installaties op, buiten de kosten voor het verlies van grondstoffen of producten of door productieverlies.

### 2.5.3

#### Milieuschade

Bij negen incidenten was er geen sprake van milieuschade. Het betrof dan kleinere hoeveelheden, en/of deze zijn opgevangen en direct opgeruimd. Bij drie incidenten bleven de effecten beperkt tot het eigen terrein. Dit betrof het verwijderen van neergeslagen etheen/propeen, vrijgekomen paraphenyleendiamine en vrijgekomen salpeterzuur. Bij incident nummer 10 traden ook effecten buiten het eigen terrein op toen vervuild bluswater in het oppervlaktewater terecht kwam, doordat het opvangbassin nog deels gevuld was met hemelwater en daardoor overstroomde. Bij de laatste twee incidenten was de schade onbekend.

## 2.6

### Overtredingen

Per incident wordt geregistreerd welke overtreding volgens de NLA is begaan. Er kunnen meerdere overtredingen zijn begaan. Bij vijf van de vijftien incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen zijn weergegeven in Tabel 10. Overtredingen van het Brzo 2015 artikel 5 lid 1 of artikel 7 lid 6 zijn ook overtredingen van de Arbeidsomstandighedenwet artikel 6. Bij

acht incidenten zijn geen overtredingen geconstateerd en/of de informatie daarover ontbrak. Tweemaal werd een overtreding geconstateerd maar was onbekend uit de informatie welke overtreding dit betrof.

*Tabel 10 Geconstateerde overtredingen bij de incidenten. Per incident kunnen meerdere overtredingen worden geconstateerd. Het totaal is daardoor groter dan vijftien.*

<b>Geconstateerde overtreding</b>	<b>Aantal incidenten met overtreding</b>
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 2015	
Art 5 lid 1 (maatregelen voorkomen zware ongevallen)	2
Art 7 lid 6 (uitvoering preventiebeleid)	3
Overtreding van Regeling risico's zware ongevallen	
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	
Art 6 (voorkoming zware ongevallen)	3
Art 32 (strafbepaling)	1
Overtreding van de Wet Milieubeheer	
Art 17.2 (melden ongewoon voorval)	3
Onbekende overtreding	2
Geen geconstateerde overtreding (of de informatie daarover ontbrak)	8

Handhavend werd opgetreden met een wettelijke eis tot naleving (2×), een wettelijke eis tot stillegging (1×), een proces-verbaal (2×), een strafrechtelijk onderzoek (3×) en een bestuurlijke boete (1×). Driemaal werd de gedifferentieerde aanpak ongevalsonderzoek (GAO) ingezet, waarbij het bedrijf werd gevraagd om zelf het onderzoek uit te voeren en een plan van aanpak op te stellen [16].

## 3 Oorzaken van de incidenten

### 3.1 Directe oorzaken van de incidenten

In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo, [14]) en in deel 6 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 6, [15]) staan tien typen oorzaken die de directe aanleiding kunnen zijn van incidenten.<sup>11</sup> Deze directe aanleidingen noemen we in de praktijk vaak 'directe oorzaken' of 'Rrzo-scenario's'. De directe oorzaak geeft geen informatie over achterliggende factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van een incident. Soms is er sprake van meerdere directe oorzaken, zoals een verslechterde materiële toestand van de installatie in combinatie met een te hoge druk. In dat geval is nagegaan welke parameters buiten veilige grenzen (de 'safe envelope') waren. De directe oorzaken van de vijftien onderzochte incidenten staan vermeld in Tabel 11. Hoewel er meerdere directe oorzaken per incident kunnen spelen, betrof het bij deze incidenten telkens één directe oorzaak.

Tabel 11 Directe oorzaken van de incidenten

Directe oorzaak van het incident	Aantal	
Materiaalverzwakking (inclusief corrosie en erosie)	8	
Waarvan: corrosie		3
Waarvan: overig (vermoeiing, brosheid, kruip, slijtage, enzovoort)		3
Waarvan: onbekend		2
Menselijke fout	4	
Waarvan: onjuiste procedure, correct gevolgd		3
Waarvan: onbekende fout		1
Te hoge druk	1	
Trillingen	1	
Impact/botsing	1	

Bij acht incidenten (53%) werd materiaalverzwakking als directe oorzaak gevonden. Deze 53 procent is opvallend hoger dan de 25 procent in de vijftienjaars-analyse. Het is duidelijk van belang om te blijven letten op oorzaken die materiaalverzwakking kunnen veroorzaken:

- Bij incidentnummer 4 werd een verzwakte niveausensor gebruikt.
- Bij incidentnummers 7 en 8 sloten een verouderde pakking (nummer 7) en een hergebruikte pakking (nummer 8) niet meer goed af, waardoor dampen konden vrijkomen.
- Driemaal werden materialen gebruikt, die niet bestand waren tegen de gebruikte procesvloeistoffen:
  - nikkelkoper in plaats van RVS, niet bestand tegen salpeterzuur (nummer 9);
  - koolstofstaal in plaats van RVS, niet bestand tegen een oplossing van formaldehyde en methanol (nummer 11).

<sup>11</sup> De tien 'directe oorzaken' zijn in 2017 aan het model toegevoegd en voor alle incidenten in de database ingevuld. Deze betreffen corrosie, erosie, externe belasting, impact, overdruk, onderdruk, lage temperatuur, hoge temperatuur, trillingen en menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud. Ook 'overig' en 'onbekend' zijn aan het model toegevoegd.

- een kunststof-pomp die niet bestand was tegen salpeterzuur (nummer 12).
- Bij incidentnummer 10 lekten flensafsluitingen, doordat deze niet bestand waren tegen sterke temperatuurschommelingen.
- Bij incidentnummer 13 werd het onderhoud aan de zeven in een installatie verwaarloosd, waardoor deze hevige slijtage vertoonden, met uiteindelijk een explosie tot gevolg.

In de vijftienjaars-analyse werd de directe oorzaak 'menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' (veroorzaakt door gebrekkige organisatie) in 31 procent van de incidenten aangegeven. Het hier gevonden percentage van 27 procent wijkt hier niet veel van af. Hoewel gesproken wordt over menselijke fout, dekt 'ongewenste menselijke handeling' de lading beter. Vaak is er geen sprake van een individuele fout, maar van een systeem dat ruimte biedt voor ongewenste menselijke handelingen, of dat de kans daarop vergroot. Daarom wordt ook bekeken of er sprake was van 'onjuiste procedure correct gevolgd' of 'correcte procedure onjuist gevolgd'. Dat bleek nu voornamelijk 'onjuiste procedure correct gevolgd' te betreffen. Het geeft aan dat het belangrijk is te blijven volgen of procedures (waaronder instructies, werkplannen, vergunningsystemen, et cetera) voldoen aan de omstandigheden waarin ze gebruikt moeten worden.

#### **Onjuiste procedure correct gevolgd**

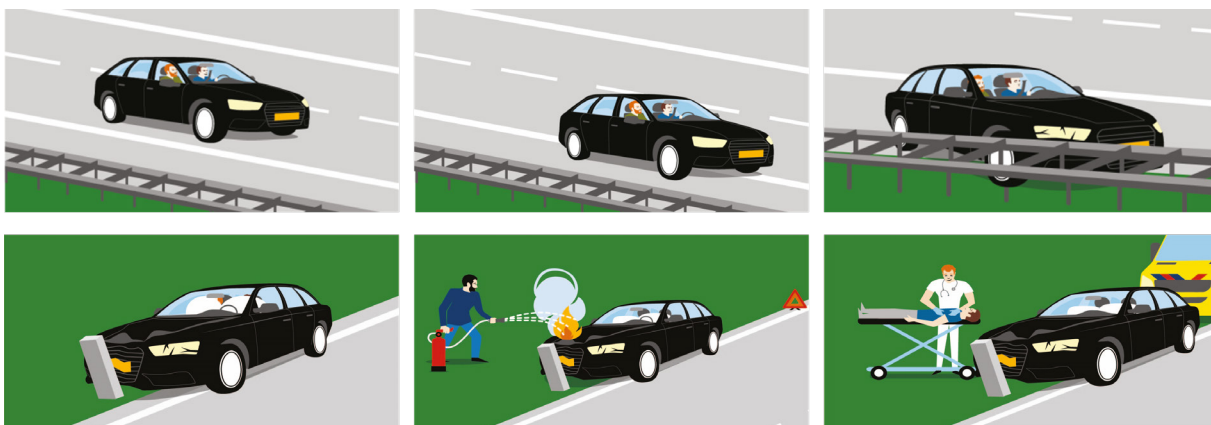
Bij incidentnummer 3 werd een monteur gevraagd om werkzaamheden uit te voeren aan een leidingbrug. Hij kreeg een mondelinge opdracht hiervoor. Intern werd een werkbond gebruikt en omdat de monteur een vaste contractor is bij het bedrijf werd er verder geen veiligwerkvergunning opgesteld en niet verder gekeken naar de situatie ter plekke. Daarom waren daar ook geen beschermende voorzieningen getroffen en was het proces nog in normaal bedrijf, zodat er een straal salpeterzuur uit de leiding naast de leidingbrug kon spuiten toen de monteur uitschoot met een haakse slijper en de leiding doorboorde.

### **3.2 Maatregelen en Lines of Defence**

Bedrijven treffen maatregelen om incidenten te voorkomen (preventieve maatregelen) en gevolgen te beperken (mitigerende maatregelen). Deze maatregelen zijn in het Storybuilder-MHC-model onderverdeeld in zes verschillende 'Lines of Defence' (LoD's). In de analyse wordt bekeken welke maatregelen aanwezig hadden kunnen zijn en wat er misging bij die maatregelen. Paragrafen 3.3 en 3.4 behandelen de maatregelen per LoD. Ook wordt aangegeven hoe vaak er zaken misgingen en staan er ter illustratie concrete voorbeelden in.

Om de betekenis van deze LoD's te verduidelijken, is een analogie bedacht met het rijden van een auto op de snelweg.

De auto hoort hierbij op de rijbaan te blijven en er zijn maatregelen getroffen om auto-ongelukken te voorkómen en gevolgen te beperken, zoals hieronder is gevisualiseerd.



In onderstaande tekst wordt links de analogie met het wegverkeer gegeven en rechts de situatie in een procesomgeving voor de zes LoD's omschreven.

### **Procesbeheersing**

In het verkeer moet de rijbaan markeringen hebben. De auto moet binnen de markeringen gehouden worden door een competent persoon (rijbewijs). De auto (APK) en de weg moeten onderhouden worden.

In een chemisch proces dient het ontwerp goed te zijn om binnen veilige grenzen te kunnen blijven. Parameters zoals druk en temperatuur dienen onder controle te zijn. Apparatuur en processen moeten onderhouden blijven.

### **Herstel van afwijkingen buiten operationele grenzen**

Herstel moet mogelijk zijn als de auto buiten de rijbaan raakt. Indicaties die dit aangeven, zijn ruwe wegmarkeringen die te horen en te voelen zijn of technische systemen als lane-assist. Een kundige chauffeur reageert hierop door terug te sturen naar de rijbaan

In een procesomgeving heb je indicatoren nodig om afwijkingen aan te kondigen (bijvoorbeeld met een druk- of temperatuurmeter). Operators horen kennis te hebben om indicatoren te kunnen aflezen en de juiste vervolghandeling te kunnen doen om te herstellen naar een veilig niveau.

### **Noodbescherming**

Er moet worden voorkomen dat het voertuig van het wegdek geraakt. Bijvoorbeeld door een vangrail te plaatsen.

Noodopvang van de afwijking door bijvoorbeeld een secundaire opvang voor de chemische stof, of een overdrukventiel om druk af te laten.

### **Beperken van de uitstroming (impact)**

Er moet worden gezorgd voor een beperkte impact bij een incident. In eerste instantie kan dit met

In een procesomgeving valt de impact van een incident te reduceren door bijvoorbeeld de

behulp van kreukelzones in de auto, gordels en airbags.

plek van uitstroming in te blokken met kleppen.

---

### **Voorkomen van escalatie**

Er moet worden gezorgd dat het incident niet erger wordt. Een beginnende brand moet bijvoorbeeld snel worden geblust om uitbreiding te voorkomen.

Er moet worden gezorgd dat het incident zich niet uitbreidt door bijvoorbeeld blussen of een schuimdeken welke verdamping voorkomt.

---

### **Persoonlijke bescherming en hulpverlening**

Een slachtoffer moet zo snel mogelijk worden behandeld om de gevolgen te beperken. Hiertoe moet EHBO en professionele hulpverlening worden geregeld.

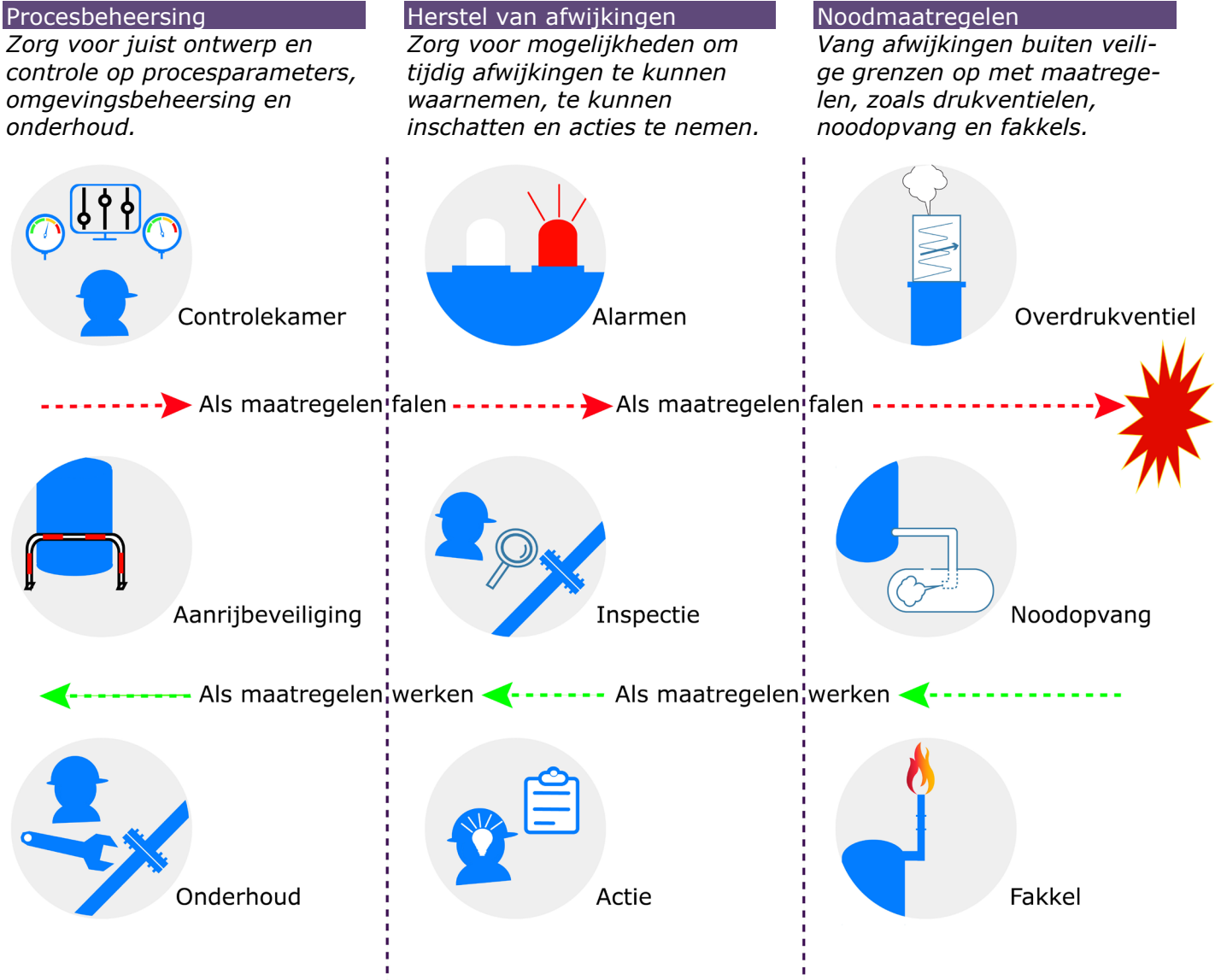
Letsel moet worden voorkomen door evacuatie van de werknemers en juist gebruik van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen. Ook slachtofferhulp (BHV) valt hieronder.

---

Dit is de opzet van het analysemodel. Bedrijven zijn verplicht om de veiligheid van de werknemer afdoende te beschermen, maar ze mogen zelf bepalen hoe. Net als dat een wegbeheerder een vluchtstrook of vangrail niet altijd nodig vindt (denk aan lokale wegen), kunnen ook bedrijven zelf bepalen hoe ze de veiligheid willen borgen en welke maatregelen daarvoor nodig zijn. In plaats van een vluchtstrook of vangrail kan misschien ook de maximale snelheid worden verlaagd. De bovenstaande indeling wordt ook gebruikt bij het analyseren van incidenten. Het analysemodel laat zien welke beschermingslagen mogelijk zijn en welke bij het incident aanwezig waren.

### 3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten

#### Visuele samenvatting van maatregelen die het incident hadden kunnen voorkomen (LoD1 t/m LoD3)



#### Maatregelen die faalden

Bij tien incidenten was de installatie niet op orde (qua ontwerp, corrosiebescherming, juiste materialen). Viermaal werden processen en activiteiten niet-veilig opgestart. Tweemaal werden procesparameters (processtromen) niet beheerst, tweemaal de omgevingsparameters (voorkomen externe impact).

#### Maatregelen die faalden

Bij de incidenten werden afwijkingen niet opgepakt. Zevenmaal was er geen indicatie van een afwijking door ontbrekende instrumentatie, een inadequate zeepbeltest of ontbreken van een gevarenbeoordeling. Bij de overige incidenten werd de afwijking niet gedetecteerd (5x), niet goed ingeschat (2x) of was onbekend (1x).

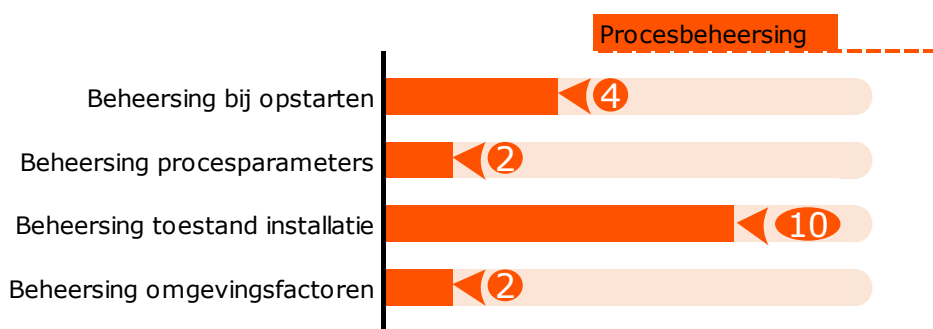
#### Maatregelen die faalden

Bij acht incidenten hadden noodmaatregelen het vrijkomen van gevaarlijke stoffen of brand/explosie nog kunnen voorkomen. De mogelijke typen bescherming liepen sterk uiteen: tegen overdruk, bij doorslag, te hoog niveau, opheffen van opsluiting, voorkomen van ontsteking en bescherming tegen externe impact.

De 'preventieve maatregelen' zijn in het Storybuilder-MHC-model onderverdeeld in drie verschillende, algemeen toepasbare, 'Lines of Defence' (LoD's), die voorafgaan aan het optreden van een incident. De eerste betreft de veilige procesbeheersing door onder meer juist ontwerp, juist gebruik van materialen, adequaat onderhoud met betrekking tot veroudering en goede beheersing van de procescondities. Mocht er iets fout gaan in de procesbeheersing, dan kan de afwijking in de tweede LoD worden waargenomen en hersteld, namelijk door een juiste indicatie, detectie en diagnose van afwijkingen en een juiste respons. Als ook het herstel van de afwijking faalt, zijn er soms in een derde LoD nog noodmaatregelen denkbaar waarmee de uitstroom van gevaarlijke stoffen kan worden voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn noodkoeling, nooddrukaflaat en secundaire insluitsystemen. Het rapport over de bevindingen van vijftien jaar incidentenanalyse bevat een gedetailleerde omschrijving van de betekenis van de verschillende LoD's [10].

### 3.3.1 Procesbeheersing

In Figuur 2 staan de preventieve maatregelen die in de eerste LoD faalden bij de vijftien incidenten. Er kunnen meerdere maatregelen falen. Hierdoor worden meer falende maatregelen weergegeven dan de vijftien geanalyseerde incidenten.



*Figuur 2 Aantal incidenten met falende maatregelen op procesbeheersing in de eerste LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen; het totaal telt niet op tot vijftien incidenten.*

Opvallend bij deze vijftien geanalyseerde incidenten is het relatief grote aandeel waarbij er iets faalde bij de beheersing van de toestand van de installatie (67%). In de vijftienjaars-analyse was dit 41 procent. Het ging hierbij om falende beheersing van:

- de condities met betrekking tot materiaaldegradatie (3×);
- het materiaal van het insluitsysteem (3×);
- het ontwerp van de installatie(onderdelen) (4×):
  - bij incident 4 was het ontwerp van de verpakkingsinstallatie inadequaat, waardoor zuurstof kon lekken naar een pyrofore stof;
  - bij incident 5 werden open afsluiters/drainen gebruikt, waar deze volgens de HAZOP afgeblind hadden moeten zijn;
  - bij incident 8 leidde het ontwerp/de lay-out ertoe dat er veel pakkingen vervangen moesten worden, waarbij een lek optrad na gebruik van een te smalle hergebruikte pakking;



- o bij incident 10 lekten de nieuw ontworpen warmtewisselaars, omdat ze niet bestand waren tegen sterke temperatuurverschillen bij opstarten na onderhoud.

### **Falende beheersing van de condities met betrekking tot materiaaldegradatie**

Bij incidentnummer 2 viel van een etheensectie van een fabriek een compressor uit door onvoldoende smering. Automatisch zou dan de distributie naar andere fabrieksonderdelen moeten worden gereduceerd of gestopt. De distributie nam echter niet af, omdat de mechanische regelaar van de stoomaangedreven turbinepomp niet werkte vanwege oxidatie van het binnenwerk. Hierdoor liep de druk op, waardoor apparatuur verderop in het proces faalde. De regelaar was aangepast, zonder dat de consequenties hiervan grondig waren beschouwd.

### **Falende beheersing van het materiaal van het insluitsysteem**

Bij incidentnummer 9 werd het binnenwerk van een afsluiter aangetast door salpeterzuur, waarna dat vrijkwam. Vanwege het werken met salpeterzuur werd overal RVS toegepast, maar werd een onderdeel van de afsluiter vervangen door nikkelkoper, dat niet bestand is tegen salpeterzuur. Volgens het inkoopstelsel was het juiste onderdeel besteld. Dit is echter een veiligheidskritisch onderdeel, waarvan met behulp van een test kan worden vastgesteld of de juiste materialen binnen zijn gekomen. Voortaan moet dit met behulp van Röntgen-tests worden geïdentificeerd.

### **Falende beheersing van het ontwerp van de installatie**

Bij incidentnummer 4 kon pyrofoor nikkelpoeder vrijkomen, doordat er zuurstof in de installatie kwam. Onder normale operatie was er een CO<sub>2</sub>-overdruk om intrede van zuurstof te voorkomen. Niveausensoren waren echter niet lekdicht aangesloten en daardoor kon de overdruk wegvallen. Daarnaast zorgden beveiligingssysteem ervoor dat de CO<sub>2</sub>-toevoer werd afgesloten. Hierdoor kon de overdruk ook niet hersteld worden. De reactie van zuurstof en nikkel veroorzaakte voldoende hitte om de flexibele leidingen te smelten, waarna het poeder kon vrijkomen. Het ontwerp is aangepast zodat er een CO<sub>2</sub>-overdruk blijft, ook wanneer het proces buiten veilige parameters treedt.

Bij deze vijftien incidenten faalde het veilig opstarten in vier gevallen (27%). Dit komt overeen met de 29 procent in de vijftienjaars-analyse. Bij deze vier incidenten faalde de barrière 'veiligstellen installatie voor aanvang activiteit'. Er had daarbij meer aandacht geschonken moeten worden aan het prepareren van de installatie, voordat de werkzaamheden begonnen. Bij twee incidenten waren afsluiters niet gesloten voorafgaande aan het (her)starten/vullen. Bij twee andere incidenten was het systeem niet of onvoldoende productvrij/schoon/geventileerd.

### **Falende beheersing bij opstarten**

Bij incidentnummer 6 moest een benzeenopslagtank leeg en schoon worden opgeleverd ter voorbereiding van een inwendige inspectie. Hiervoor waren leidingen aangesloten voor het spoelen met hete

stikstof. Om gestolde restvloeistof te verwijderen, gebeurde dit met extra verwarming en een hogere stikstofdruk (10 bar) dan normaal. Hierdoor liep de druk op in het systeem en sloot automatisch de klep voor de verbrandingsoven, waardoor vervolgens het deksel werd weggeblazen. Het gebruik van 10 bar stikstof om de transportleiding te spoelen, was niet herkend als een afwijking van de procedure en niet als zodanig beoordeeld. Het bedrijf is een bewustwordingstraining gestart met als doel dat afwijkingen van een originele Management of Change (MoC) altijd worden beoordeeld en geautoriseerd.

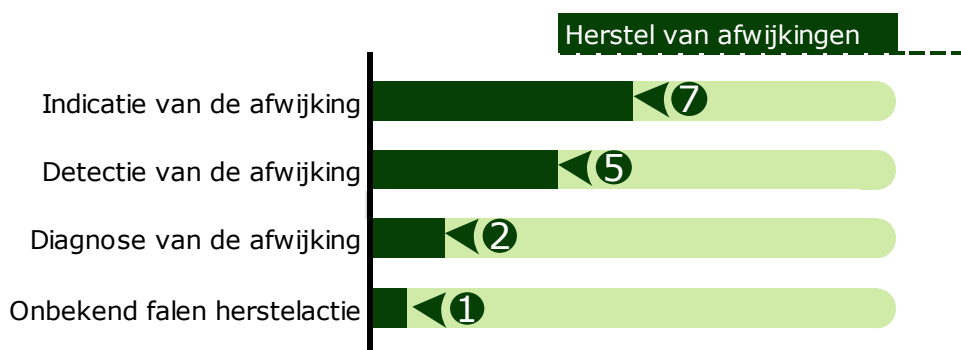
Beheersing van de omgevingsfactoren (zoals bescherming tegen externe impact, scheiding van hittebronnen en cetera) komt in de vijftienjaars-analyse in 8 procent van de gevallen voor, en nu in twee incidenten (13%). Geen groot getal, maar het geeft aan dat het ook daarbij van belang is om zaken goed te regelen als die vanuit de omgeving een bedreiging kunnen vormen voor het productieproces.

#### **Falende beheersing van omgevingsfactoren**

Bij incidentnummer 14 werd een steiger neergezet voor werkzaamheden. Het bedrijf had procedures om steigers stabiel op te laten bouwen met verankeringen en stabilisatiestangen. Onbekend is waarom dit nu niet is gebeurd en waarom het toezicht hierop tekort is geschoten. De steiger werd opgebouwd in de productieomgeving waar een butaanleiding liep, die werd gebruikt om gasflessen mee af te vullen. Dit had als een veiligheidskritische omgeving beschouwd moeten worden, maar dat is niet gebeurd. Door een windvlaag waaide de steiger om, werd een flens geraakt en lekte 2.500 kg butaan weg.

#### **3.3.2 Herstel van afwijkingen**

Als er een afwijking optreedt in de eerste LoD kan deze in de tweede LoD worden opgepakt en hersteld. Herstel betekent dat de installatie wordt teruggebracht in een veilige toestand. Hiertoe moet er een indicatie zijn van een afwijking. Deze moet worden gedetecteerd, op de juiste wijze gediagnosticeerd en vervolgens moet een herstelactie worden ondernomen. Als voorbeeld hiervan: de druk loopt bijvoorbeeld op tot buiten de veilige waarden, waarna er een lampje gaat branden (indicatie), waarna dit wordt gezien door een operator (detectie), die besluit dat dit een actie behoeft (diagnose) en die het proces dan bijstuurt (herstelactie). In Figuur 3 staat welk van deze mogelijkheden om de afwijking te herstellen faalde.



Figuur 3 Aantal incidenten waarbij een mogelijkheid om een afwijking te herstellen faalde.

Figuur 3 laat zien dat bij zeven van de vijftien incidenten (47%) beginnende afwijkingen niet gesignaleerd konden worden, gelijk aan de 48 procent in de vijftienjaars-analyse.

Bij de vijftien incidenten ging het qua voorzieningen bij indicatie, detectie, diagnose of respons vijf keer om instrumentatie om procesparameters te volgen (bijvoorbeeld drukmeters, temperatuurmeters), driemaal om een inadequate lektest en tweemaal om het ontbreken van een periodieke gevarenbeoordeling. De volgende tekstkaders geven een aantal voorbeelden hoe het misging bij het opvangen van afwijkingen.

#### Falende indicatie

Bij incidentnummer 8 was een filterpakking gewisseld. Daarna werd volgens de procedure een zeepbeltest uitgevoerd om te controleren op eventuele lekken. De zeepbeltest werkte echter niet bij grotere lekken, omdat de zeepbellen weggeblazen werden en er dus geen indicatie was van een afwijking/lek.

#### Falende detectie

Bij incidentnummer 5 trad een lekkage op via een openstaande klep. Hierdoor ontstond brand bij een warmtewisselaar. De afwijkende kleppositie was niet gedetecteerd. Dit was in de praktijk lastig, omdat deze klep zich onder de isolatie bevond. De detectie had verbeterd kunnen worden met een elektronisch systeem of wanneer de stand van de klep bijvoorbeeld zichtbaar gemaakt werd van buiten de isolatie.

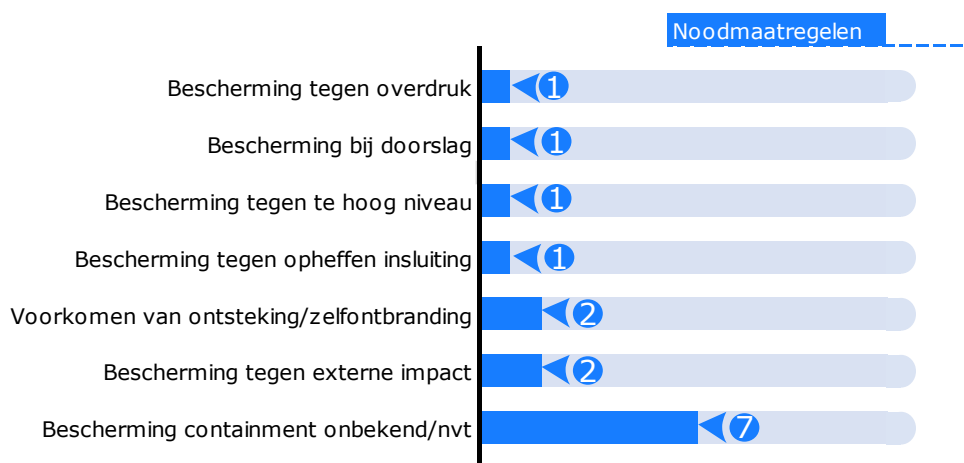
#### Falende diagnose

Bij incidentnummer 13 kon in een glutendroger een stofexplosie plaatsvinden. De explosie ontstond door vonken die konden ontstaan doordat er zich metaaldeeltjes in de droger bevonden. Deze deeltjes waren een resultaat van slijtage. De metaaldeeltjes waren wel eerder gedetecteerd, maar de oorzaak kon niet gevonden worden. Daarnaast is niet geïdentificeerd dat deze tot een explosie konden leiden. De diagnose van het probleem, zowel de oorzaak als de mogelijke gevolgen heeft daarbij gefaald.

### 3.3.3

#### Noodmaatregelen

Als herstel van de afwijking uitblijft, ontstaat er een afwijking buiten veilige grenzen. Voor sommige situaties zijn dan nog noodmaatregelen beschikbaar om een ongeval te voorkomen. Deze noodmaatregelen zijn opgenomen in de derde LoD. In Figuur 4 zijn de falende noodmaatregelen weergegeven, die incidenten nog hadden kunnen voorkomen in de derde LoD.



*Figuur 4 Aantal incidenten met falende noodmaatregelen in de derde LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen, maar in dit geval was er precies één maatregel per incident en betreft dit vijftien maatregelen.*

Figuur 4 laat zien dat bij acht van de incidenten een noodmaatregel wel mogelijk was geweest, maar dat geen adequaat middel werd verschaft of dat dit middel niet naar behoren heeft gewerkt.

Bij de overige zeven incidenten was de noodmaatregel onbekend of niet van toepassing. Het is dan extra van belang om afwijkingen in de eerste en tweede LoD adequaat op te vangen. Als bijvoorbeeld een installatie geopend moet worden voor onderhoud kan deze noodmaatregelen ter bescherming van de installatie hebben, zoals een drukaflaat. Als er materiaal in de installatie aanwezig is, bijvoorbeeld door een lekkende afsluiter, en deze vervolgens geopend wordt, is het echter moeilijk voorstelbaar welke noodmaatregel hierbij zou passen. In dat geval wordt er in het model 'niet van toepassing' ingevuld.

#### **Falende noodmaatregel (bescherming tegen impact)**

Bij incidentnummer 3 krijgt een huisaannemer de mondelinge opdracht om een leidingbrug te demonteren en te verwijderen. Het betreft een ijzeren constructie, die in stukken moet worden geslepen. Het slijpwerk is op hoogte en de te verwijderen constructie bevindt zich pal naast een kwetsbare kunststof leiding die met salpeterzuur van 68 procent is gevuld. De leiding is vooraf niet ingeblokt en is verbonden aan een toevoer: een opslag/procesvat. Voorafgaande aan het werk wordt niet voorzien in afscherming van de leiding met zuur. Tijdens de slijpwerkzaamheden schiet het slachtoffer uit met de slijptol en veroorzaakt zo een gat in de leiding. Het zuur treft hem direct in het gezicht en veroorzaakt, eveneens letsel op zijn handen en zijn been. Bij het verstrekken van de opdracht aan het slachtoffer heeft men geen

veiligwerkvergunning-procedure gevolgd, maar is een reguliere werkbond uitgegeven. Het gevaar van slijpwerk in de nabijheid van een leiding met zuur is volledig onderschat.

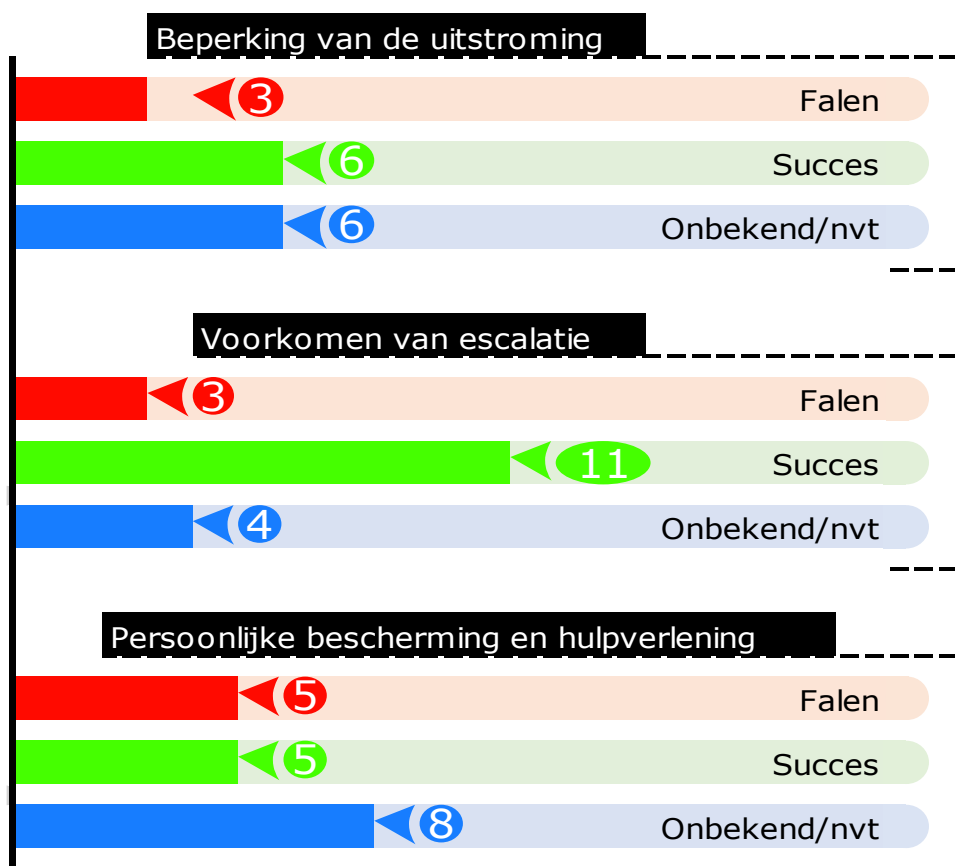
#### **Falende noodmaatregel (voorkomen van ontsteking of zelfontbranding)**

Bij incidentnummer 13 waren de zeven versleten, doordat deze ver over hun levensduur heen waren en al langere tijd niet meer waren onderhouden. De zeven bestonden uit een boven- en onderstuk, die bij installatie niet goed op elkaar waren aangesloten. Statische elektriciteit had nog kunnen wegvloeien als de delen wel goed op elkaar hadden aangesloten. Uit de informatie is niet bekend of en hoe aarding getest werd en of er geen mogelijkheden waren om te inertiseren. Nu konden vonkende delen van de zeven in de droger terechtkomen, waarop een stofexplosie ontstond.

### **3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen**

Als eenmaal een uitstroming van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, zijn verschillende maatregelen mogelijk die de ernst van de gevolgen kunnen beperken: mitigerende maatregelen. In het analysemodel zijn deze maatregelen ook weer verdeeld over drie LoD's. Allereerst kan de uitstroming worden gestopt door het sluiten of inblokken van een systeem, of kan de drijvende kracht achter de uitstroming worden weggenomen, bijvoorbeeld door het leegpompen van een installatie. Ten tweede kan verdamping en verspreiding van gevaarlijke stoffen worden beperkt, bijvoorbeeld met een tankput en schuim- en sproeisystemen, en kan een gaswolkbrand of -explosie worden voorkomen door het wegnemen van ontstekingsbronnen. Ten derde kan het aantal slachtoffers en de ernst van het letsel worden beperkt door het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, door vluchten en evacueren, en door snelle hulpverlening aan de slachtoffers.

In Figuur 5 is weergegeven welke maatregelen voor het beperken van de gevolgen hebben gewerkt in de praktijk en welke faalden. In Figuur 5 is te zien dat de status van de maatregelen geregeld 'onbekend' of 'niet van toepassing' is. Meestal is het type maatregel dan niet-relevant voor het incident. 'Beperking van de uitstroming' is bijvoorbeeld niet van toepassing bij een stofexplosie, of 'gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen' speelt geen rol bij een incident waar personen niet aanwezig waren.



Figuur 5 Aantallen maatregelen voor het beperken van de gevolgen, die in de praktijk faalden of succes hadden. Per LoD kunnen meerdere maatregelen falen of werken; de aantallen tellen niet overal op tot vijftien incidenten.

In Figuur 5 is te zien dat de repressieve maatregelen een aantal keer gewerkt hebben. Dit geldt met name voor 'Voorkomen van escalatie', met elf succesvolle maatregelen in negen incidenten:

- Viermaal werd verdamping en/of dispersie beperkt met behulp van waterschermen en door spoelen en oplossen.
- Vijfmaal werd uitgestroomd materiaal opgevangen in voorzieningen als tankputten en (eigen) rioolssystemen.
- Tweemaal werden brand en/of explosies succesvol bestreden met een stikstof purge en een waterscherm.

Voor maatregelen is niet altijd in rapporten te achterhalen of deze actief waren, waardoor er ook redelijk vaak 'Onbekend' is ingevuld.

#### Falen stoppen van de uitstroming

Bij incidentnummer 4 werd de noodstop ingedrukt om de uitstroom van nikkelpoeder tegen te houden. Er was ook een afsluitklep in het systeem. Deze sloot echter niet automatisch bij het indrukken van de noodstop. Dit systeem is nu aangepast, zodat de afsluitklep van het nikkelpoeder sluit wanneer de noodstop wordt aangesproken.

**Succesvol voorkomen van escalatie (noodopvang)**

Bij incidentnummer 9 kwam salpeter vrij als damp en in een plas op de weg. De dampen werden neergeslagen met een waterscherm. Met bluswater werden dampen en vloeistof verder afgevangen en naar het eigen rioolsysteem gevoerd, waar het opgevangen en afgevoerd kon worden om te neutraliseren.

In de laatste LoD faalden vijf maatregelen in vier incidenten. In deze LoD kan de impact van een incident nog worden beperkt door evacuatie, vluchtroutes en snelle hulpverlening. Ook zijn hierin de persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) opgenomen. PBM's worden volgens de arbeidshygiënische strategie pas ingezet als laatste redmiddel als het werken met een gevaarlijke stof niet kan worden voorkomen en collectieve en individuele beschermingsmaatregelen (technische en organisatorische) niet of niet afdoende kunnen worden genomen.

Bij de PBM's ging het mis in vier incidenten:

- Bij twee incidenten werden geen PBM's gebruikt door interne medewerkers (nummer 8) of externe partijen die resten moesten opruimen (nummer 14). Uit de informatie was onbekend waarom hier niet op werd toegezien.
- Bij incidentnummer 1 werd adembescherming slechts geadviseerd en tijdens het incident niet gebruikt.
- Bij incidentnummer 3 werd geen adembescherming voorgeschreven bij de werkzaamheden. Inmiddels wordt dit wel voorgeschreven. Hier faalde overigens ook de laatste maatregel uit deze LoD met betrekking tot het houden van een veilige afstand tot de gevarezone.

**Falend gebruik van PBM's**

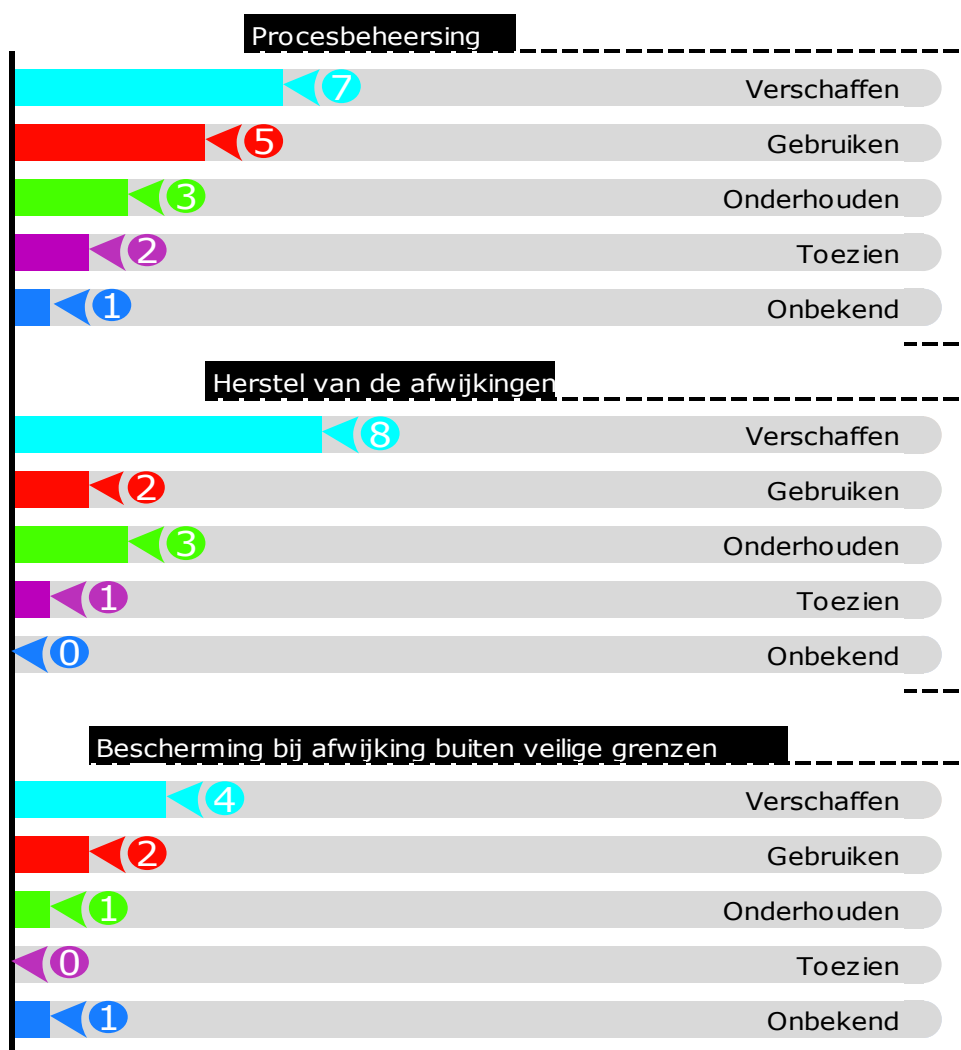
Bij incidentnummer 1 werden de werkzaamheden uitgevoerd zonder gebruik van PBM's als adembescherming. De werkzaamheden betroffen het verpompen van vloeistoffen tussen tanks om deze leeg te kunnen opleveren. Na het verpompen, moesten de slangen geleegd worden door een restje vloeistof in vaten op te vangen. Hierbij kwam altijd een hoeveelheid damp vrij en de Arbeidsinspectie stelde dan ook vast dat hier altijd PBM's gedragen moesten worden. Het bedrijf had dit slechts geadviseerd en niet verplicht gesteld, zodat er ook niet op werd toegezien dat deze werden gedragen. Naar aanleiding van het incident wordt de werkwijze aangepast, waarbij met behulp van andere pompen geen restmateriaal meer vrijkomt. Deze aanpak is in lijn met de arbeidshygiënische strategie.

**3.5 Achterliggende oorzaken**

Achterliggende oorzaken geven aan hoe en waarom het misging met de getroffen maatregelen. Hiervoor maakt het model onderscheid naar taken, managementfactoren en VBS-elementen (zie de afkortingen- en begrippenlijst).

### 3.5.1 *Verschaffen van, gebruiken van, onderhouden van en toezien op maatregelen*

In Figuur 6 zijn de falende taken weergegeven die betrekking hebben op de preventieve maatregelen in de eerste drie (preventieve) LoD's.



*Figuur 6 Aantallen falende taken met betrekking tot falende preventieve maatregelen. Per LoD kunnen bij meerdere maatregelen taken falen of succes vertonen; de aantallen tellen daarom niet op tot vijftien.*

In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen voornamelijk niet (of onvoldoende) aanwezig. Bedrijven moeten dus beter zorgen dat de benodigde maatregelen adequaat aanwezig zijn. Ook in de tweede en derde LoD komt het er voornamelijk op neer dat de organisatie geen preventieve maatregelen had verschaft. In de derde LoD zijn de aantallen flink lager, omdat in zeven incidenten noodmaatregelen onbekend of niet van toepassing waren.



**Falende taak: verschaffen**

Bij incidentnummer 11 was een verkeerd onderdeel gebruikt van koolstofstaal, terwijl er gewerkt had moeten worden met een RVS-onderdeel. Met een systeem had bijgehouden kunnen worden welke onderdelen waar gebruikt worden (via lijsten, software et cetera). Dat had dan een mogelijkheid gegeven om een indicatie te krijgen van deze afwijking. De organisatie heeft dit echter niet geregeld, zodat het onderdeel kon corroderen en formaldehyde en methanol konden uitstromen.

**Falende taak: onderhouden**

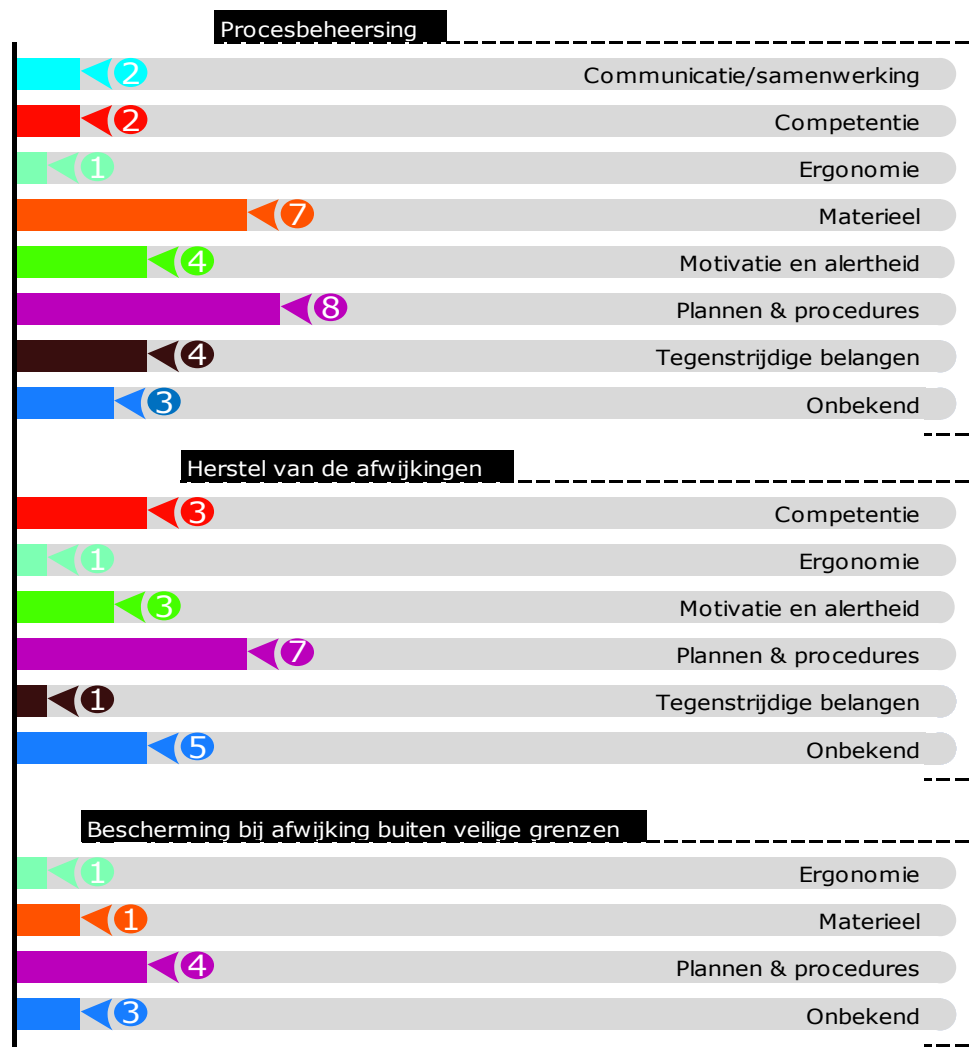
Bij incidentnummer 15 werden werkzaamheden ter voorbereiding van onderhoud stilgelegd, nadat een lek was geconstateerd aan een afsluitklep. De lekkage van de afsluitklep was eerder al opgemerkt tijdens een inspectie maar hierop waren geen acties ondernomen. De veiligheidskritische functie van deze maatregel blijft alleen in werking als deze ook wordt onderhouden. Maar doordat dit niet werd opgevolgd, kon nu gedurende het weekend 26 ton kooksgas weglekken. Eventueel had dit gedetecteerd kunnen worden als er sensoren of flowmeters aanwezig waren geweest.

**Falende taak: toezien**

Bij incidentnummer 5 kwam een brandbare stof vrij uit een open uiteinde na een afsluiter. Volgens het ontwerp moest dit echter afgedicht zijn met blindplaten. Onbekend is waarom dit afweek. Mogelijk omdat de afsluiters op deze manier makkelijk als drains gebruikt konden worden, maar dan had hiervoor een MoC-procedure doorlopen moeten worden. Feit was dat er geen toezicht is gehouden op het instandhouden van deze barrière, zoals bedoeld in het ontwerp.

### 3.5.2 Managementfactoren en maatregelen

In Figuur 7 is te zien welke managementfactoren hebben bijgedragen aan het ongeval.



Figuur 7 Aantallen managementfactoren met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen en zijn per maatregel meerdere factoren mogelijk; de aantallen tellen niet op tot vijftien.

Bij deze vijftien incidenten werden voornamelijk tekortkomingen gevonden in 'plannen en procedures'.<sup>12</sup> Tekortkomingen in plannen en procedures werden in totaal negentien keer aangetroffen bij verschillende maatregelen in de preventieve LoD's. Dit kwam voor bij elf van de vijftien incidenten (73%). In de vijftienjaars-analyse was dit percentage 60 procent.

<sup>12</sup> De term 'plannen en procedures' omvat meerdere zaken. In ieder geval wordt gedacht aan procedures (zoals inkoop- of losprocedures), instructies (praktische stap voor stap uitwerkingen van procedures), inspectieplannen (onderhoudsschema, test- en inspectieplannen) en werkvergunningen (wie mag wat doen, wanneer en hoe, eventueel onderdeel van inspectieplannen).

De geconstateerde tekortkomingen aangaande plannen en procedures lopen uiteen, maar kunnen in twee hoofdklassen opgedeeld worden:

1. Bij acht incidenten ontbraken procedures, grotendeels omdat het risico niet was onderkend:
  - Incidentnummer 2: er waren geen procedures aanwezig om het gevaar van een wijziging aan een oliepeilmeter in te schatten, waardoor deze na wijziging kon oxideren en een compressor ging trippen.
  - Incidentnummer 3: een vaste contractor werd als interne onderhoudsmedewerkers gezien, kreeg geen veiligwerkvergunning en had niet door dat hij slijpwerkzaamheden naast een werkende salpeterzuurleiding uitvoerde.
  - Incidentnummer 4: er waren geen toereikende plannen om toe te zien op een juist ontworpen onderdeel en installatie die zuurstof gescheiden moest houden van nikkelpoeder.
  - Incidentnummer 5: er waren geen instructies om te checken op de stand van afsluiters, waardoor heet materiaal kon uitstromen en ontsteken.
  - Incidentnummer 8: er was geen procedure om te checken op de geschiktheid van pakkingen en/of deze hergebruikt konden worden. (Overigens was er wel een procedure om te checken op lekkages met behulp van een zeepstest, maar met die test lukte het niet om de lekkage te detecteren.)
  - Incidentnummer 9: er werd niet getest op de binnenkomst van de juiste materialen voor kritische materiaal-medium combinaties, zodat corrosie kon optreden en materiaal kon uitstromen.
  - Incidentnummer 10: nieuw ontworpen warmtewisselaars zijn niet-afdoende getest voor ingebruikname en bleken niet tegen grotere temperatuurverschillen te kunnen, waarna lekkages en brand optraden.
  - Incidentnummer 13: er waren metaaldeeltjes gedetecteerd, maar geen toereikende plannen om hiervoor de juiste diagnose te kunnen stellen (de deeltjes kwamen uit de zeven, omdat die te lang niet onderhouden waren).
  - Incidentnummer 15: de procedures gaven niet aan wat er moest gebeuren als de onderhoudswerkzaamheden werden afgebroken (teruglopen van uitgevoerde handelingen).
2. Bij twee incidenten waren er wel instructies, maar was er onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies. Deze werden soms ook niet als 'veiligheidskritisch' gezien:
  - Incidentnummer 11: de procedure om te zorgen dat de juiste materialen worden gebruikt voor installaties werd niet goed opgevolgd. Hierdoor werd er koolstofstaal in plaats van RVS gebruikt, wat tot corrosie leidde.
  - Incidentnummer 14: er waren procedures om stabilisatoren op steigers aan te (laten) brengen, maar daar werd niet op toegezien, waarna een steiger om kon waaien en de installatie beschadigen.

Andere managementfactoren zijn in de incidenten minder prominent zichtbaar. Materieel (8×) en Motivatie en alertheid (7×) worden naast procedures en plannen het vaakst genoemd.

#### **Falende managementfactor materieel**

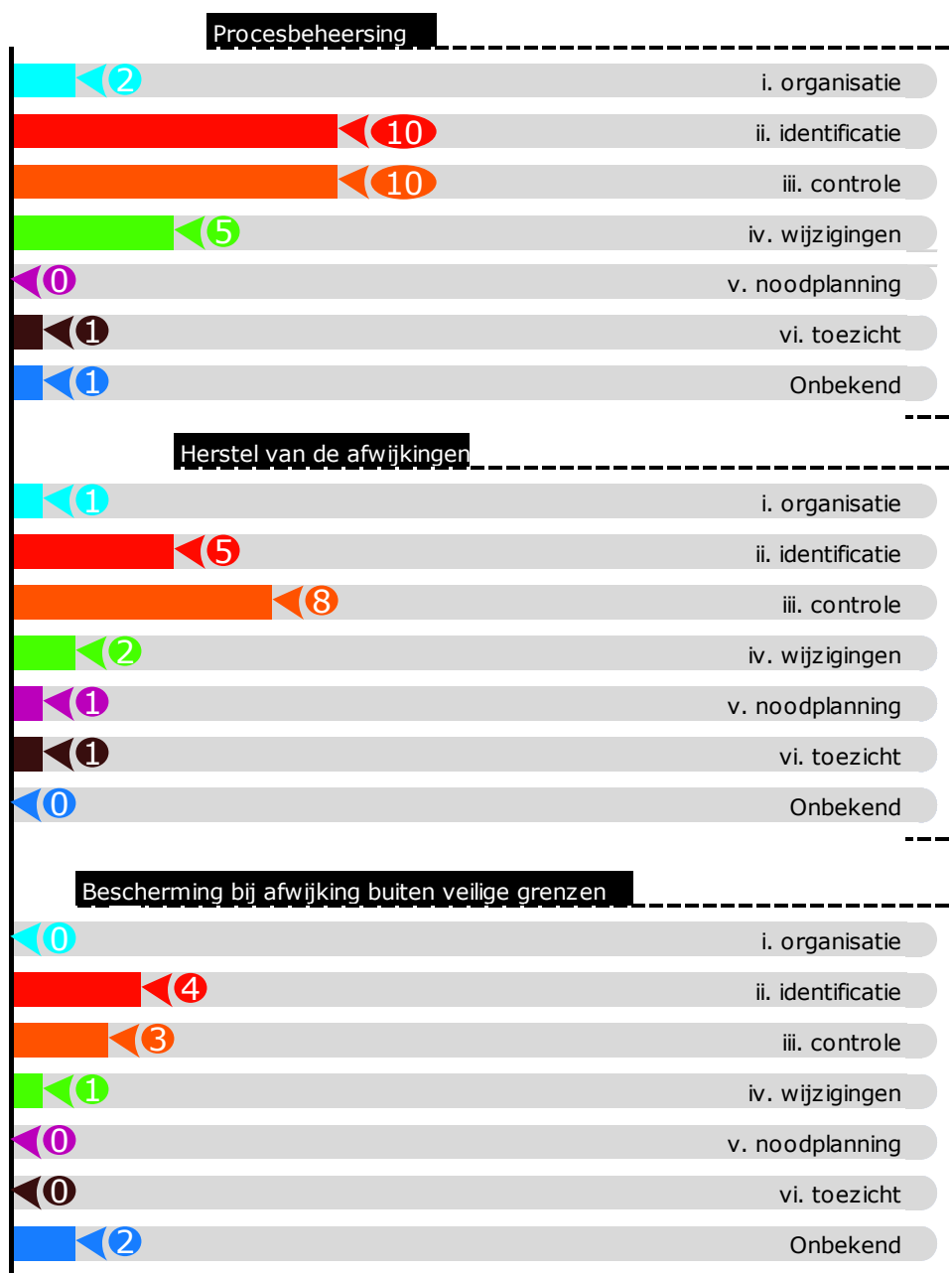
Bij incidentnummer 10 konden tonnen diesel met propaan en waterstof brandend vrijkomen via drie lekkende verbindingen in een warmtewisselaar. De warmtewisselaar was van een nieuw ontwerp en op meerdere plekken in de fabriek geïnstalleerd. Er was echter niet voorzien dat er grote temperatuurverschillen konden optreden over de warmtewisselaar bij opstart, omdat restantvloeistof in het systeem kon blijven staan. Dit temperatuurverschil was groter dan voorzien bij het ontwerp, waardoor er spanningen in het materiaal ontstonden en meerdere verbindingen gingen lekken. Escalatie van de brand is tegengegaan door het systeem te vullen met stikstof. Er was bij het ontwerp onvoldoende bekend over de stromingen en de vorming van grote temperatuurverschillen. In de toekomst zullen CFD-berekeningen uitgevoerd worden, om zo de stress in verbindingen goed te voorspellen.

#### **Falende managementfactor motivatie en alertheid**

Bij incidentnummer 1 was een verandering in procedures niet voldoende gecommuniceerd naar de werknemers toe. De werknemers waren niet voldoende gemotiveerd om de nieuwe procedures toe te passen. Daarnaast werd niet voldoende opgelet of de slang met styreen voldoende leeg was. De oplettendheid was verminderd, doordat het die dag erg warm was en er daardoor ook aandacht uitging naar het feit dat er styreendampen tijdens de werkzaamheden konden vrijkomen. Omdat men bang was dat het explosie-alarm door de dampen kon afgaan, was de aandacht op het aflaten van de druk verslapt.

### **3.5.3** *Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen*

In Figuur 8 staat met welke elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) de tekortkomingen samenhangen.



Figuur 8 Aantal relevante elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen. Elementen zijn voor het overzicht in de figuur afgekort: i. organisatie en personeel, ii. identificatie en beoordeling van gevaren, iii. controle op de exploitatie, iv. wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, v. de planning voor noodsituaties, vi. toezicht op de prestaties. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen en zijn per maatregel meerdere VBS-elementen mogelijk; de aantallen tellen hierdoor niet op tot vijftien.

In de analyse wordt per falende maatregel bekeken welk VBS-element hiermee samenhangt. Dit kan betekenen dat er per LoD andere VBS-elementen worden aangemerkt. Een voorbeeld hiervan is incidentnummer 11: in de eerste LoD (procesbeheersing) is er onvoldoende gecommuniceerd naar het personeel over het belang van

het gebruik van het juiste materiaal (VBS-element i, organisatie en personeel). In de tweede LoD (herstel van afwijkingen) had het gebruik van een afwijkend onderdeel opgevangen kunnen worden door een lijst van gebruikte onderdelen of materialen na te lopen, maar dat werd hier nagelaten (VBS-element iii, controle op de exploitatie).

Falende preventieve maatregelen gingen bij deze vijftien incidenten vaak samen met ofwel VBS-element ii: 'de identificatie en beoordeling van gevaren' (10 incidenten), ofwel element iii: 'de controle op de exploitatie' (11 incidenten). In totaal kwam bij 14 incidenten element ii of iii voor bij één of meer van de maatregelen.

#### **Falende identificatie en beoordeling van gevaar (VBS ii)**

Bij incidentnummer 12 sloeg salpeterzuur terug de (kunststof) pomp in. Dit was niet voorzien. Er kon nu zuur terechtkomen in onderdelen die hier niet tegen bestand waren. Hierdoor kon de pomp corroderen en het salpeterzuur eruit lekken. De terugslag ontstond door een combinatie van waterslag en een drukpiek. Dit gevaar was niet geïdentificeerd. Ter voorkoming zijn nu langzamer sluitende kleppen geïnstalleerd om de drukpiek te voorkomen en zijn deze pomp en soortgelijke pompen vervangen door RVS-pompen die wel bestand zijn tegen het salpeterzuur.

#### **Falende wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen (VBS v)**

Bij incidentnummer 2 werd door onvoldoende smering op een compressor een automatische trip geïnitieerd. Daarop moest de distributie van etheen naar andere fabrieksonderdelen worden gereduceerd of gestopt, wat echter niet lukte door het falen van een mechanische regelaar. Daardoor bleef de druk oplopen. Twee veiligheidskleppen, elk met een eigen set-point, werden daarop beurtelings en simultaan aangesproken, zo hard afblazend dat de leidingen heftig gingen trillen en een leidingbreuk optrad.

Nader onderzoek wees uit dat een wijziging had plaatsgevonden aan de peilleiding (olietmeting) van de regelaar met open einde, waardoor vocht kon indringen. Het binnenwerk van de regelaar oxideerde daarop. Uiteindelijk disfunctioneerde de regelaar, zodat deze de compressor aanstuurde op een te hoge snelheid, waarna deze tripte.

## 4 Vergelijking data 2019-2024 met de vijftienjaars-analyse

In 2019 bracht het RIVM een rapport uit over vijftien jaar incidentanalyses [10]. Hierin werd gekeken naar de analyses die zijn uitgevoerd over de jaren 2004 tot en met 2018. Bekeken werd of er trends in de tijd waren en of er conclusies getrokken konden worden over kenmerken van incidenten, onderliggende oorzaken en of er mogelijke verbeterpunten aan waren te geven.

Het voorliggende rapport bekijkt of er in de laatste vijf jaar sinds de vijftienjaars-analyse opvallende veranderingen hebben plaatsgevonden. Er zijn vanaf 2019 59 incidenten toegevoegd aan de database die nu 387 incidenten bevat<sup>13</sup>. In paragraaf 4.1 onderzoeken we of de conclusies uit de vijftienjaars-analyse van toepassing zijn op de analyse voor de aangevulde database. In paragraaf 4.2 geven we een overzicht van de belangrijkste trends en conclusies over de afgelopen twintig jaar.

### 4.1 Vergelijking met de conclusies uit eerdere meerjaren-rapportages

*Conclusie 1: 'Het totaal aantal incidenten dat de Inspectie-SZW in onderzoek heeft genomen, neemt af na 2009. Het is niet bekend of minder gemeld wordt, of dat er daadwerkelijk minder incidenten zijn.'* In 2019 werd geconcludeerd dat die daling vanaf 2009 zich had doorgezet.

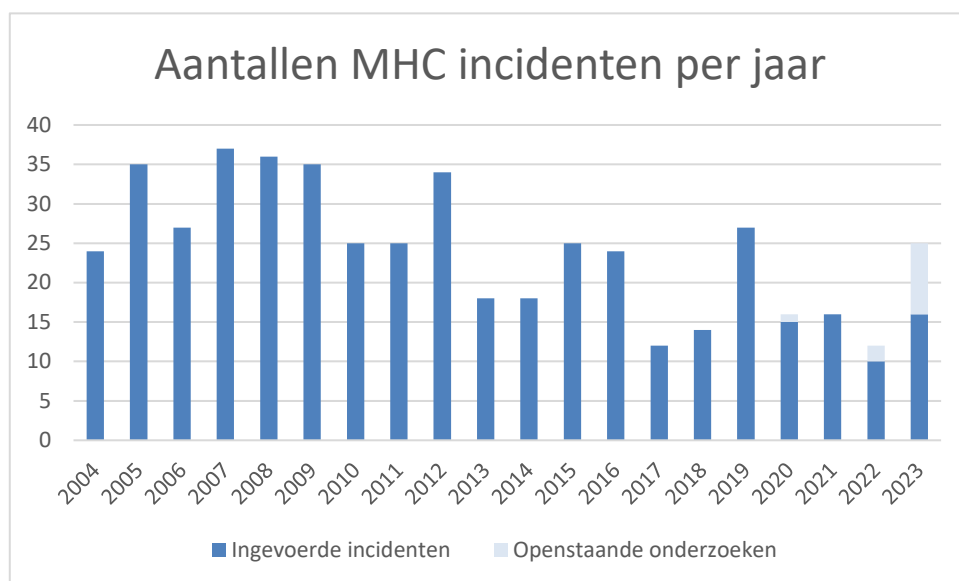
De conclusie is in 2024 opnieuw dat er vóór 2009 meer incidenten in onderzoek werden genomen dan erna. Het aantal gemelde incidenten waarvoor een zaaknummer wordt aangemaakt, lijkt zich op een lager niveau van rond de vijftien tot twintig incidenten te stabiliseren. Over de zaaknummers is een aantal kanttekeningen te maken:

- Hoewel er wel zaaknummers worden aangemaakt, zijn de laatste jaren niet alle zaaknummers in INET toegankelijk, omdat zaken onder strafrecht worden afgeschermd voor iedereen, behalve de betrokken inspecteurs. Deze zaaknummers worden dan puur voor de boekhouding toegevoegd aan de database en bevatten geen inhoudelijke analyse. Het aantal ingevoerde zaaknummers (nu 474) is dus groter dan het aantal geanalyseerde incidenten (nu 387).
- In de 387 incidenten zijn 3 near misses opgenomen, die niet door het 'center event' van de Storybuilder-analyse gaan en waarvan bijvoorbeeld geen 'directe oorzaak' is ingevuld.
- Er is ook een aantal incidenten ingevoerd waarvan een OvV-rapport beschikbaar was, maar geen zaaknummer. Dat laatste beïnvloedt de resultaten niet sterk: het betreft uiteindelijk vier incidenten in de hele database.

*Figuur 9* geeft het aantal incidenten dat in de Storybuilder-database is ingevoerd (inclusief de zaaknummers zonder inhoudelijke analyses), per

<sup>13</sup> De vijftienjaars-analyse noemt 326 geanalyseerde incidenten. Eén incident is geanalyseerd en staat in een zogenaamde 'toekomstbox', wachtend tot het strafrechtelijk onderzoek is afgerond. Samen met de 59 incidenten van de laatste 5 jaar telt dit op tot 386 incidenten: vermoedelijk is één incident nog toegevoegd aan de database na de vijftienjaars-analyse.

jaar waarin het incident plaatsvond. Om het beeld volledig te maken, zijn ook de nog openstaande zaaknummers, die nog niet als afgerond waren aangegeven in Inet, aan de figuur toegevoegd. Evenals voorheen is het ons niet bekend of er minder wordt gemeld, minder opvolging wordt gegeven aan de melding door de Arbeidsinspectie, of dat er daadwerkelijk minder incidenten zijn. Dit is verder niet van belang voor de voorliggende rapportage, die alleen als doel heeft om te bekijken of er geleerd kan worden van incidenten.



Figuur 9 Het aantal MHC-incidenten per incidentjaar

*Conclusie 2: 'Er zijn geen opvallende trends geconstateerd in de oorzaken van de incidenten. Jaarlijks falen vaak dezelfde veiligheidsfuncties (barrières).'*

In 2019 werd geconcludeerd dat ook in de vijftienjaars-analyse de falende veiligheidsmaatregelen min of meer gelijk zijn gebleven.

In Tabel 12 zijn de falende maatregelen van de laatste vijf jaar vergeleken met de volledige database. Ook in 2024 is de conclusie grotendeels van toepassing, maar is er een aantal kleine verschuivingen in de percentages te zien. In de laatste vijf jaar lijken 'veiligstellen van installaties voor aanvang van activiteiten', 'gebruik van PBM's' en 'ontwerp van installaties' meer aandacht te behoeven: deze zijn allemaal wat vaker als falende maatregel in de database ingevoerd. Het stoppen van de uitstroming en het beperken van de verdamping van uitgestroomde materialen zijn minder vaak in de database ingevoerd. Mogelijke invloed van onderzoekersbias op deze verschuiving wordt in ieder geval zoveel mogelijk tegengegaan door de analyses in teams van twee uit te voeren en door gebruik te maken van een gebruiksvoorschrift [11].



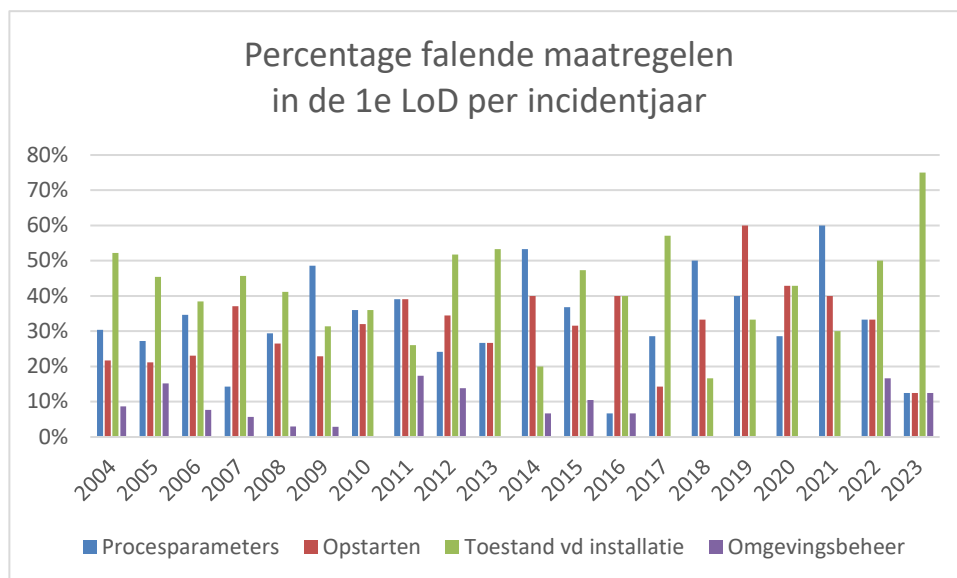
Tabel 12 Percentage falende maatregelen ten opzichte van het aantal incidenten in de laatste vijf jaar, vergeleken met de volledige database (alleen percentages vermeld van maatregelen die faalden bij vijf of meer incidenten in de laatste vijf jaar).

Falende maatregel	2019 - 2024	2004 - 2024
Falen veiligstellen installatie voor aanvang activiteit	37%	27%
Falen van gebruik PBM	31%	20%
Falen van het stoppen van de uitstroming	22%	32%
Falen beheersing van de processtromen	15%	16%
Falen beheersing condities m.b.t. materiaaldegradatie	14%	15%
Inadequaat ontwerp van de installatie (onderdelen)	12%	7%
Falen beheersing van de druk	10%	8%
Inadequaat materiaal insluitsysteem	8%	11%
Falen beheersing van reacties	8%	6%
Falen beperking verdamping/ dispersie	8%	17%
Falen bescherming bij druk buiten veilige grenzen	8%	8%

De reden voor mogelijke verschuivingen is niet bekend. Er lijken de laatste jaren iets meer incidenten plaats te vinden tijdens het processtadium 'in gebruik nemen' (22% ten opzichte van 15% voor de hele database). Mogelijk heeft dit verband met de toename in de genoemde drie falende maatregelen. Bij ingebruikname is in ieder geval altijd voldoende aandacht nodig voor het veiligstellen van de installatie en het juiste ontwerp ervan.

*Conclusie 3: 'De beheersing van de procesparameters, dat wil zeggen de mate van controle om de processen binnen de 'normale' veilige grenzen te houden, faalt vaker van 2008-2010.'*

In Figuur 10 is het percentage incidenten met falende maatregelen per blok maatregelen in de eerste LoD per incidentjaar gegeven. In de vijftienjaars-analyse werd al geconcludeerd dat de piek van het percentage falende beheersing van de procesparameters (de blauwe staven in de figuur) in de periode 2008-2010 minder opviel dan in de eerdere meerjaren-rapportage werd aangegeven. In de huidige database van 2024 fluctueren de percentages van de verschillende falende maatregelblokken allemaal binnen een bandbreedte en lijkt er binnen die bandbreedte over de jaren heen geen sprake van trends te zijn.



*Figuur 10 Het percentage incidenten met falende maatregelen per blok maatregelen in de eerste LoD per jaar*

*Conclusie 4: 'Een gebrekkige toestand van de installatie blijkt in gemiddeld 40 procent van de incidenten een rol te hebben gespeeld, en is daarmee een belangrijke oorzaak van incidenten. Dit kan zowel ontwerp- als onderhoud-gerelateerd zijn (veroudering, materiaalkeuze).'*' In 2019 werd geconcludeerd dat dit nog steeds van toepassing was. Het borgen van de integriteit van de installatie bleef de belangrijkste faaloorzaak dat bij 41 procent van de incidenten faalde. Bij de huidige database in 2024 is dit nog steeds het geval bij 160 van de 387 incidenten en dus wederom bij 41 procent van de incidenten.

*Conclusie 5: 'Door de jaren heen faalt de indicatie van de afwijking bij ruim 40 procent van de incidenten.'*

In 2019 werd dit herhaald: bij 48 procent van de incidenten was indicatie de reden waarom ontstane afwijkingen niet werden hersteld. In de huidige database van 2024 betreft dit zelfs 50 procent van de geanalyseerde incidenten: 195 van de 387.

*Conclusie 6: 'Bij de meeste incidenten met gevaarlijke stoffen is het niet de sterkte van het insluitsysteem dat faalt (dat blijft intact), maar wordt het insluitsysteem omzeild. Voorbeelden daarvan zijn overvulling, het abusievelijk openen van afsluiters, ontbrekende of niet afgeblinde leidingstukken, et cetera.'*

In 2019 werd geconcludeerd dat dit ook voor de vijftienjaars-analyse gold. Ook voor de database van 2024 geldt dit, maar het aandeel van incidenten dat gebeurde door (deels) bezwijken van de installatie is gestegen van 32 procent naar nu 36 procent en lijkt de laatste jaren dus iets belangrijker geworden. De achtergrond waarom installaties bezwijken, is niet of nauwelijks veranderd. In 2019 werd bijvoorbeeld materiaalverzwakking aangemerkt in 81 van de 117 incidenten waar installaties bezweken. Dat zijn inmiddels 96 van de 140 incidenten: in beide gevallen 69 procent van die incidenten.

Gevaarlijke stoffen blijken ook over twintig jaar gezien vaker vrij te komen via een andere dan bedoelde wijze, zoals het abusievelijk laten openstaan van afsluiters en kleppen of waar temperatuur, druk of niveau buiten veilige grenzen kwamen. Met name waar er gewerkt wordt aan installaties en zaken geopend moeten worden, zijn er na de eerste twee LoD's geen noodmaatregelen voorhanden en berust de veiligheid slechts op twee pijlers: veilige procesbeheersing en tijdig herstel van afwijkingen. Ook bij incidenten waarbij bijvoorbeeld een gat ontstaat door (onopgemerkte) corrosie valt niet te verwachten dat er overall noodmaatregelen zijn om het materiaal in de omhulling te houden (uiteraard wel in iets als een tankput, maar dan is het materiaal al vrijgekomen). In 2019 bleek bij 59 procent van de onderzochte incidenten geen (redelijkerwijs haalbare) noodmaatregel genomen te kunnen worden. Dit is in de database van 2024 niet significant veranderd en komt nu op 58 procent uit (222 incidenten van de 386<sup>14</sup> die door de derde LoD gaan).

*Conclusie 7: 'De drie achterliggende managementfactoren die het vaakst falen zijn plannen & procedures, materieel en competentie.'*

In 2019 werd geconcludeerd dat dit ook in de vijftienjaars-analyse gold. In de database van 2024 is dit ook nog steeds zo. De top drie van onderliggende (management)factoren geeft bijna dezelfde percentages als in 2019 en komt nu uit op 30 procent voor plannen en procedures, 16 procent voor competentie en 15 procent voor materiaal/materieel. Het onderdeel motivatie en alertheid scoort 12 procent en communicatie en samenwerking 7 procent. De percentages zijn het gemiddelde over alle falende barrières bij de 387 geanalyseerde incidenten.

## 4.2 Opvallende zaken uit twintig jaar analyses

In de vijftienjaars-analyse is gekeken of er trends te bespeuren waren in de tijd. Ook is gekeken naar veelvoorkomende scenario's en achterliggende oorzaken:

### 4.2.1 Trends

In de vijftienjaars-analyse is een aantal trends te onderscheiden dat statistisch significant was. Ten opzichte van die trends zijn er feitelijk geen veranderingen opgetreden in de laatste vijf jaar. De conclusies die eerder zijn gemaakt, gelden dan ook nog steeds. Voornaamste conclusie was dat er daadwerkelijk minder ongevallen zijn onderzocht in de loop van de tijd, zoals ook in de eerste conclusie in de vorige paragraaf is aangegeven. De overige onderscheiden trends waren deels verklaarbaar door enkele incidenten met veel slachtoffers, waar bepaalde informatie onbekend was uit de ongevalsrapporten. Over het geheel werd geconcludeerd dat de aard van de incidenten en de directe en onderliggende oorzaken ervan tijdens de onderzochte periode niet wezenlijk zijn veranderd. Toevoeging van de 59 incidenten verandert niet veel hieraan.

### 4.2.2 Veelvoorkomende scenario's

In de vijftienjaars-analyse is een aantal veelvoorkomende scenario's genoemd:

<sup>14</sup> Er is één incident (een near miss) die niet door de derde LoD gaat, omdat er een succesvolle ingreep op een afwijking was. Hierdoor is dit één incident minder dan de totale 387 geanalyseerde incidenten.

- 4.2.2.1 Fysiek falen van het insluitsysteem door materiaalverzwakking. In Tabel 13 zijn de directe oorzaken van de 384 incidenten in de database gegeven. Ten opzichte van de vijftienjaars-analyse zijn de percentages niet significant gewijzigd. Materiaalverzwakking is nog steeds de tweede meest aangegeven directe oorzaak. De onderverdeling in materiaalverzwakking in corrosie, erosie, overig, is niet veranderd sinds de vijftienjaars-analyse.

Tabel 13 Directe oorzaken van de 384 incidenten uit de volledige database<sup>15</sup>. Per incident kunnen meerdere directe oorzaken gekozen worden; de aantallen tellen niet op tot 384. Percentage van het totaal aantal directe oorzaken.

Directe oorzaak	Aantal incidenten	
Menselijke fout	126 (32%)	
Materiaalverzwakking	99 (25%)	
Waarvan: corrosie		55 (14%)
Waarvan: overig (vermoeiing, brosheid, kruip, slijtage, enz.)		34 (9%)
Waarvan: erosie		4 (1%)
Te hoge druk	57 (14%)	
Overig	37 (9%)	
Te hoge temperatuur	17 (4%)	
Te hoog niveau (overvullen)	11 (3%)	
Trillingen	10 (3%)	
Impact/botsing	8 (2%)	
Externe belasting	5 (1%)	
Onbekend	26 (7%)	
<i>Totaal</i>	<i>396 (100%)</i>	

Voordat het tot de directe oorzaak komt en het incident plaatsvindt, hebben in de eerste drie LoD's enkele maatregelen gefaald. In de vijftienjaars-analyse worden deze al genoemd en komen deze opnieuw naar voren in de huidige database van 2024. Kort samengevat en aangevuld met de aantallen uit de huidige database:

- In de eerste LoD moet het (juiste) materiaal gebruikt en onderhouden worden en faalde dit bijvoorbeeld door inadequate materiaal specificatie (20×) en de bescherming van het materiaal zelf, zoals met een coating (9×). Daarnaast moeten de condities om het materiaal heen ook beheerd worden en faalde dit bijvoorbeeld door corrosieve omstandigheden (van het medium) (27×), door overschrijding van de maximale gebruiksduur (6×) of door mechanische oorzaken (6×). In 13 incidenten was iets mis met het ontwerp.
- In de tweede LoD ontbrak vaak de mogelijkheid om een afwijking te constateren, of was deze niet adequaat (62×). Dit percentage van 63 procent is hoger in deze incidenten dan het gemiddelde van 50 procent voor de gehele database.
- In de derde LoD bestaat de mogelijkheid om noodmaatregelen in te zetten. Bij incidenten met materiaalverzwakking is dit niet altijd mogelijk, tenzij er bijvoorbeeld een extra omhulling aanwezig was. In veel gevallen komt materiaal vrij uit een nieuw

<sup>15</sup> Drie near miss-incidenten hebben geen directe oorzaak zodat 384 incidenten resteren van de 387.

gat (57×), een verbinding (25×) of vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is (7×).

#### 4.2.2.2 Het falen van het veiligstellen van een insluitsysteem, voorafgaand aan het openen daarvan.

Van alle maatregelen in de Storybuilder-database faalt de maatregel 'Veiligstellen installatie voor aanvang activiteit' het vaakst: 106× (bij 27% van de incidenten), iets meer zelfs dan de 23 procent uit de vijftienjaars-analyse. In de vijftienjaars-analyse is een aantal maatregelen genoemd om de veiligheid te vergroten. In een paper [17], geschreven na de vijftienjaars-analyse, is ook beschreven wat de achtergronden bij deze incidenten zijn en wat punten zijn waar verbeteringen mogelijk zijn. Hieronder staat de checklist die hieruit gehaald kan worden:

- Zorg dat de procedures toereikend zijn en goed worden nageleefd. Het gaat hierbij om procedures voor het productvrij maken van installatieonderdelen voorafgaand aan de handelingen en om procedures voor het in de juiste positie zetten van kleppen en afsluiters in de installatie.
- Weet welke afsluiters lekken of moeilijk dichtgaan en maak deze informatie ook beschikbaar voor het personeel dat het werk uitvoert.
- Controleer voorafgaand aan het werk een tweede keer of de installatie inderdaad drukvrij is (indien van toepassing), geen ongewenst product bevat en of alle kleppen en afsluiters in de juiste positie staan.
- Als het mogelijk is om in overleg van de werkprocedures/-instructies af te wijken, zorg dan dat daarvoor voldoende 'checks and balances' zijn ingebracht. Maak eventuele afwijkingen goed zichtbaar voor alle mensen die betrokken zijn bij de werkzaamheden.
- Met technische oplossingen kan de kans op een emissie door fouten of vergissingen verkleind worden. Sluit installatieonderdelen bij werkzaamheden af met steekflenzen. Wellicht kunnen intelligente vergrendelsystemen worden toegevoegd, om te borgen dat kleppen in de juiste positie komen te staan.
- Zorg voor voldoende mogelijkheden om zichtbaar te maken dat een systeem niet of onvoldoende geleegd en drukvrij is. Denk hier bijvoorbeeld aan druk- en niveaumeters nabij afsluiters, maar ook aan detectiesystemen (gasdetectoren/snuffelpalen).

#### 4.2.2.3 Hoge druk in een insluitsysteem.

In de vijftienjaars-analyse werd een scenario geïdentificeerd dat bij een groot aantal incidenten vergelijkbaar verliep. Het betreft incidenten waarbij sprake is van onvoldoende beheersing van operationele procesparameters (druk, temperatuur, stroming), waarna door het uitblijven van een effectieve herstelactie een hoge druk ontstaat in de installatie, waardoor deze bezwijkt of waarbij producten via een noodbeveiliging naar de atmosfeer geëmitteerd moeten worden. In de huidige database van 2024 betreft dit 50 incidenten (13% van het totaal).

Bij het deel van de incidenten kon de installatie beschermd worden met beveiligingen tegen overdruk, zoals noodventielen, breekplaten, zwakke lasnaden en ESD-systemen (emergency shut down). Bij die incidenten bleek ongeveer de helft van de systemen inderdaad te hebben gewerkt (13×), bij de andere helft (14×) helaas niet.

#### *Veelvoorkomende achterliggende oorzaken*

In de vijftienjaars-analyse is gekeken naar een aantal zaken dat te maken heeft met de achterliggende oorzaken vanuit organisatorisch perspectief of bekeken vanuit de geïdentificeerde menselijke fouten (veroorzaakt door gebrekkige organisatie).

Geconstateerd werd dat de drie meest voorkomende elementen van het veiligheidsbeheersysteem elementen ii, iii en iv betroffen. In Tabel 14 zijn de cijfers voor de huidige database van 2024 gegeven. Deze lijken sterk op de eerdere cijfers, maar er is te zien dat element v nu bij één incident meer is aangegeven. Ook vorige maal zaten deze dicht bij elkaar. De opmerkingen die in de vijftienjaars-analyse over deze elementen zijn gemaakt, gelden nog steeds: het is van belang te blijven letten op de controle op de exploitatie, gevaren te identificeren en 'management of change' te blijven volgen. Daarnaast is het dus van belang personeel goed te instrueren op noodsituaties en duidelijk daarover te blijven communiceren.

*Tabel 14 Aantal falende VBS-elementen bij de 387 incidenten uit de volledige database. Per incident kunnen meerdere VBS-elementen gekozen worden per maatregel. Het totaal telt niet op tot 387. Percentage berekend op het totaal aantal incidenten.*

<b>VBS-element</b>	<b>Aantal</b>
iii. De controle op de exploitatie.	286 (74%)
ii. De identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen.	194 (50%)
v. De planning voor noodsituaties.	65 (17%)
iv. De wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen.	64 (17%)
i. De organisatie en het personeel.	46 (12%)
vi. Het toezicht op de prestaties.	17 (4%)
vii. Controle en analyse.	2 (1%)

In de vijftienjaars-analyse werd dus ook gekeken naar de geïdentificeerde menselijke fouten (veroorzaakt door gebrekkige organisatie). De opmerkingen die destijds werden gemaakt, gelden nu nog steeds en worden hier niet herhaald. Het Storybuilder-model is in 2022 uitgebreid om rekening te houden met de gemaakte opmerkingen. Bij de directe oorzaak 'menselijke fout tijdens gebruik, wijziging en onderhoud' is de mogelijkheid toegevoegd om te kiezen voor 'onjuiste procedure correct gevolgd' of 'correcte procedure onjuist gevolgd'. Dit is inmiddels gebruikt bij het invoeren van de 41 incidenten van de afgelopen drie jaarrapportages. Hierbij is nu zeventien keer de directe oorzaak 'menselijke fout' ingevuld en daarbij twaalf keer 'onjuiste procedure correct gevolgd', drie keer 'correcte procedure onjuist gevolgd' en werd dit tweemaal niet verder ingevuld. Hoewel er dus nog niet zoveel incidenten door deze nieuwe keuzemogelijkheid lopen, is wel

duidelijk dat er voor verbeteringen vooral bekeken moet worden of de procedures wel correct zijn (of correct opgevolgd kunnen worden).

In de twee incidenten waar het niet verder werd ingevuld, ontbrak de informatie om hierin een keuze te maken of was het een combinatie van deze twee keuzes. Een voorbeeld van dat laatste is incidentnummer 1 uit de incidenten die dit jaar zijn geanalyseerd. Bij dat incident werd de procedure van het legen van een slang via een drain correct opgevolgd, terwijl hier in feite altijd te veel dampen bij vrij kwamen. Dat wordt nu, na het incident, door een emissieloze pomp zelfs voorkomen.

Tegelijkertijd volgde men niet volledig de procedures die voorschreven om op de drukmeter te kijken of de slang al drukloos was. De plek waar dat moest gebeuren, lag op enige afstand, zodat in praktijk de operators ook veel op gevoel bepaalden of de slang leeg was. Tijdens het incident was het warm en de operator had de druk niet voldoende van de slang afgelaten, omdat hij bang was dat anders het explosiealarm zou afgaan. Dit zijn zaken om rekening mee te houden als bedrijven hierin iets willen verbeteren.





## 5 Discussie en conclusies

### 5.1 Discussie (over vijftien incidenten uit 2023)

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de vijftien incidenten die dit jaar zijn onderzocht, hebben elk hun eigen kenmerken. In feite is elk incident uniek. De incidenten worden vaak onderzocht door verschillende partijen, zoals het bedrijf zelf, de NLA of de OvV. Elk van die partijen heeft een eigen insteek, methode en doel bij een ongevalsonderzoek. Uiteindelijk is het overkoepelende doel om te leren van de ongevallen en herhaling te voorkomen. Dit geldt ook voor de analyse in dit rapport, waarin wordt geprobeerd om patronen te ontdekken die voor meerdere incidenten gelden en waarvan een grotere groep kan leren. Het zo ontdekken van een rode draad is dan aanvullend op de lering die er uit de individuele incidenten getrokken kan worden.

De praktische lessen die we kunnen trekken uit de vijftien onderzochte incidenten staan hieronder in paragraaf 5.2 (conclusies) vermeld. Daar worden met name opvallend afwijkende zaken of zaken die het beeld uit de vijftienjaars-analyse [10] bevestigen, genoemd. Door het kleine aantal incidenten zijn er echter niet altijd harde uitspraken te doen. Er zijn bijvoorbeeld in deze vijftien incidenten vier incidenten, waarbij iets misging bij het 'veiligstellen van de installatie voor aanvang van de werkzaamheden'. Die vier incidenten laten niet direct verstrekkende conclusies toe, maar hiervoor gelden waarschijnlijk ook de bevindingen, die bijvoorbeeld al beschreven zijn in een eerdere publicatie over dit onderwerp [17]. Hierin wordt een aantal zaken gemeld dat voor dat type incidenten geldt en waarop gelet kan worden in veiligheidsstudies, HAZOPs, en dergelijke.

Een aantal zaken waar met name leerpunten in zitten die maar in één of enkele incidenten voorkwamen, zijn:

- De managementfactor ergonomie is maar in twee incidenten aangevinkt, maar kan een belangrijke factor zijn om te helpen een incident te voorkomen. Zo moesten bij incidentnummer 1 de operators een slang van druk aflaten na het verpompen. Er was een drukmeter op de pomp aanwezig om te zien of er nog druk stond op de slang. Deze was echter een flink aantal meters verwijderd van de plek waar de slang van druk werd afgelaten, zodat de operators geen moeite deden om die druk af te lezen. Als er met dergelijke factoren rekening was gehouden, had men dit zo kunnen ontwerpen dat de operators dicht bij een drukmeter staan, zodat ze niet de slang afkoppelden en door de vloeistof getroffen werden.
- Afsluiters komen geregeld voor in de lijst betrokken apparatuur. Dat is niet verwonderlijk, omdat er ook veel afsluiters gebruikt worden. Het is dan ook niet doenlijk om die 'even allemaal na te lopen'. Een engineering/veiligheids-principe is wel dat je de stand van een afsluiter makkelijk zou moeten kunnen zien. Bij incidentnummer 5 was weliswaar een afsluiter met open einde aangebracht, terwijl deze volgens het ontwerp met een blindplaat

afgedicht zou moeten zijn. Maar het was ook niet of nauwelijks na te gaan in welke stand deze zich bevond, omdat deze zich onder isolatie bevond. Toen men ging opstarten, liep dan ook materiaal uit de openstaande afsluiter dat daarna ontbrandde.

- Management of Change (MoC, VBS-element iv) werd bij acht maatregelen in vijf incidenten als factor ingevoerd in Storybuilder. Het is vaak moeilijk in te schatten wat zelfs relatief kleine veranderingen teweeg kunnen brengen. Daarom zou het goed zijn om, beter dan nu in de praktijk gebeurt, de criteria die leiden tot het volgen van een MoC-procedure scherper te omschrijven, te volgen en erop toe te zien met intern toezicht. Als voorbeeld: bij incidentnummer 2 was een oliepeilleiding aangepast. Die kleine aanpassing zorgde voor indringen van vocht, corrosie en uiteindelijk falende aansturing van een pomp. Deze tripte daarop, waardoor materiaal uiteindelijk vrijkwam. Bij incidentnummer 6 had men zich niet gerealiseerd dat ook het gebruik van 10 bar stikstof om een transportleiding te spoelen een afwijkende situatie is die je via een MoC-procedure moet behandelen.
- Helaas is er soms een incident nodig om een verandering teweeg te brengen. Bij incidentnummer 1 had men al gekeken naar een andere werkwijze en een andere pomp. Met die pomp zouden er helemaal geen dampen meer vrijkomen. Helaas had men geen prioriteit daarvan gemaakt, waardoor het incident alsnog kon gebeuren. Daarna heeft men versneld de nieuwe pompen ingevoerd, zodat het incident nooit meer kan plaatsvinden.
- Bij het terugkijken naar incidenten komen vooral de zaken naar voren die misgingen en zijn in de eerste drie LoD's geen succesfactoren gevonden. Nadat een incident heeft plaatsgevonden, zijn er vaak wel zaken aan te wijzen die in ieder geval ervoor hebben gezorgd dat de effecten beperkt werden. Met name in de vijfde LoD. Het is van belang dat die zaken ook op orde blijven. Het betreft dan het gebruik van tankputten en rioolssystemen om uitstromingen op te vangen (succesvol bij vijf incidenten), het tegengaan van verdamping middels waterschermen en afdekken met schuim (bij vier incidenten) en succesvol bestrijden van brand en/of voorkomen van explosies (bij twee incidenten).

## 5.2 Conclusies over vijftien incidenten uit 2023

Er is een aantal zaken dat bij deze vijftien incidenten het beeld uit de vijftienjaars-analyse [10] bevestigt, of waarin het beeld juist opvallend afwijkt. De lessen en mogelijke acties die hieruit opgepakt kunnen worden, zijn schuingedrukt gegeven.

*Beheersing van de toestand van de installatie faalt in meer dan de helft van de incidenten.*

- Bij tien van de vijftien geanalyseerde incidenten faalde er iets bij de beheersing van de toestand van de installatie. Deze 67 procent is hoger dan de 41 procent uit de vijftienjaars-analyse.
- Opvallend was ook dat dit driemaal het materiaal van het insluitsysteem betrof, nu 20 procent versus de 12 procent in de vijftienjaars-analyse.

**Mogelijke acties:** *Mogelijkheden om dit te voorkomen, werden in deze incidenten gezocht in het testen van veiligheidskritische onderdelen na bestelling en binnenkomst, het uittesten van materialen bij veroudering met geschikte testen en bijhouden van gebruikte onderdelen en materialen bij vervanging en onderhoud.*

- Verder opvallend was het falen van het ontwerp van de installatie, nu 27 procent versus de 6 procent in de vijftienjaars-analyse.

**Mogelijke acties:** *Hier had beter getest kunnen worden hoe apparatuur zich in praktijk gedraagt, hoe men in de praktijk daarmee moet omgaan en beter kunnen checken of de aangegeven installatie in praktijk volgens HAZOPs en dergelijke was uitgevoerd.*

*Beheersing bij opstarten blijft een punt van aandacht.*

- Bij vier van de vijftien geanalyseerde incidenten faalde er iets bij de beheersing bij veilig opstarten. Deze 27 procent komt overeen met de 29 procent in de vijftienjaars-analyse en geeft aan dat dit blijvende aandacht behoeft. Bij alle vier incidenten faalde de barrière 'veiligstellen installatie voor aanvang activiteit'. Er had daarbij meer aandacht geschonken moeten worden aan het prepareren van de installatie voordat de werkzaamheden begonnen.

**Mogelijke acties:** *Twee incidenten hadden voorkomen kunnen worden door een check uit te voeren op het openstaan (of laten openstaan na het afbreken van een onderhoudsprocedure) van afsluiters. De andere twee door te checken op de aanwezigheid van restmaterialen. In één geval kon dat door de drukmeter op een slang af te lezen en in het andere geval door de management of change-procedure te volgen voorafgaande aan het uitvoeren van de werkzaamheden.*

*Bij de helft van de incidenten geen of onvoldoende indicatie van de afwijkingen.*

- Bij de vijftien incidenten was er zeven keer (47%) geen/onvoldoende indicatie dat een afwijking in het proces was opgetreden. Dit is meer dan de 35 procent uit de vijftienjaars-analyse, maar ligt iets lager dan in de voorgaande analyses uit 2021, 2022 en 2023 waar dit 67 procent, 71 procent en 73 procent betrof.
- Bij de zeven incidenten waar de indicatie faalde, was viermaal bekend dat dit lag aan missende instrumentatie (2x), een periodieke gevarenbeoordeling die niet was uitgevoerd (1x) en een lektest die niet voldeed om het lek te detecteren (1x).

**Mogelijke acties:** *Het is van belang dat operators kunnen zien wanneer ze met een afwijkende situatie te maken hebben. De organisatie moet zorgen voor de aanwezigheid van en training en kennis over indicatoren, zoals meters en juiste lektesten.*

*Aanvullende noodmaatregelen ontbreken bij de helft van de incidenten.*

- Bij acht incidenten (53%) waren noodmaatregelen praktisch wel mogelijk geweest, maar waren ze niet aanwezig of werkten ze

niet naar behoren. Dit percentage is iets hoger dan de ongeveer 40 procent in de vijftienjaars-analyse.

- Bij de overige zeven incidenten waren noodmaatregelen ofwel onbekend uit de informatie, of niet van toepassing.  
**Mogelijke acties:** *Als er bijvoorbeeld installaties worden geopend, is het van belang om extra op te letten dat er dan vaak geen noodmaatregelen meer mogelijk zijn en men extra aandacht moet schenken aan de eerste twee LoDs (goede procesbeheersing en opvangen van afwijkingen).*

*Mitigerende maatregelen voorkomen regelmatig escalatie tot een ernstiger ongeval.*

- Bij tien van de vijftien incidenten hebben maatregelen uit de repressieve LoD's de gevolgen kunnen beperken. Vooral bij de vijfde LoD, 'Voorkomen van escalatie' hebben elf maatregelen in negen incidenten naar behoren gewerkt door beperking van verdamping, voorkomen van brand en explosies en noodopvangen.
- Maatregelen in de laatste LoD hebben vijf keer gewerkt: succesvolle medische noodhulp, veilige afstand tot de gevarenzone en gebruik van PBM's. Helaas schoot het gebruik van PBM's in vier andere incidenten wel tekort. Met name bij PBM's ging het mis bij het niet-beschikbaar hebben of stellen door de organisatie, toezien op het gebruik ervan of niet-verplicht stellen van het dragen ervan.

**Mogelijke acties:** *Mitigerende maatregelen zijn van belang om de impact van het incident te beperken. Dus moet de organisatie zorgen voor de aanwezigheid van deze maatregelen en de beschikbaarheid van genoeg en goede PBM's en toezien op het goede gebruik hiervan in de praktijk.*

*Materiaalverzwakking is een directe oorzaak bij ongeveer de helft van de incidenten.*

- Bij acht van de vijftien incidenten is materiaalverzwakking een directe oorzaak. Deze 53 procent is hoger dan de 25 procent in de vijftienjaars-analyse. Bij drie incidenten had dit te maken met het gebruik van het verkeerde materiaal (niet bestand tegen het gebruikte medium), bij drie met het ontwerp en tweemaal met onvoldoende onderhoud of volgen van gebruikte materialen.  
**Mogelijke acties:** *Het blijft van belang de toestand van de installatie te volgen om aspecten als veroudering in de gaten te kunnen houden. Via asset management kunnen bedrijven de verschillende aspecten van veroudering ('ageing'<sup>16</sup>) meenemen.*

*Foutief menselijk handelen (door gebrekkige organisatie) is de belangrijkste directe oorzaak bij een kwart van deze incidenten.*

- Met 'menselijke fouten' worden 'ongewenste menselijke handelingen' bedoeld, die vaak een gevolg zijn van gebrekkige organisatie. Uiteindelijk is bij vier van de vijftien incidenten ongewenst menselijk handelen als directe oorzaak aangegeven.

<sup>16</sup> De industrie gebruikt vaak de term 'ageing'. Deze term behelst naast veroudering van materialen en installaties ook veroudering van organisaties of gebruikte technische systemen.

Deze 27 procent is vergelijkbaar met de 31 procent in de vijftienjaars-analyse.

- In drie van de incidenten werd de bestaande procedure correct gevolgd. De procedures bleken echter niet geschikt te zijn voor de werkzaamheden.

**Mogelijke acties:** *Het is belangrijk dat bedrijven aandacht schenken aan de toereikendheid en duidelijkheid van werkprocedures en instructies. Dit kan bijvoorbeeld meegenomen worden in oefeningen met afwijkende situaties.*

*Achterliggende oorzaken: de plannen en procedures zijn vaak niet in orde. Dit heeft een relatie met de VBS-elementen 'identificatie en beoordeling van gevaren' en 'controle op de exploitatie'.*

- Bij elf incidenten werden tekortkomingen in plannen en procedures gevonden. Dit aandeel van 73 procent is hoger dan de 60 procent in de vijftienjaars-analyse. De achterliggende oorzaken lopen uiteen en zijn divers van aard. In paragraaf 3.5.2 staat een lijst met voorbeelden, die in twee categorieën is op te delen:
- Er waren geen werkplannen of -instructies, omdat het risico niet werd gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren'.
- Er waren wel instructies, maar er was onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies. Deze werden soms ook niet als 'veiligheidskritisch' gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'controle op de exploitatie'.

**Mogelijke acties:** *Bovenstaande geeft het belang aan van het hebben van de juiste procedures, instructies, werkplannen en communicatie hierover met de werknemers.*

### 5.3 Conclusies over twintig jaar incidentenanalyse

Uit een vergelijking met de vijftienjaars-analyse valt te zien dat de conclusies die destijds zijn gemaakt, vrijwel geheel nog gelden. Een belangrijke conclusie destijds was dat er geen dominante oorzaak voor het ontstaan van incidenten is. Bij het verbeteren van de veiligheid kunnen inspecties en bedrijven zich dus niet richten op één groep maatregelen met een groot effect. Er is wel een aantal terugkerende zaken waarop verbeterpunten zich in eerste instantie kunnen richten:

- Veelvoorkomende scenario's:
  - Fysiek falen van het insluitsysteem door materiaalverzwakking.
  - Het falen van het veiligstellen van een insluitsysteem, voorafgaand aan het openen daarvan.
  - Hoge druk in een insluitsysteem.
- Veelvoorkomende veiligheidsbeheersysteem (VBS)-elementen in afnemende volgorde van aantal keer voorkomen:
  - iii. de controle op de exploitatie;
  - ii. de identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen;
  - v. de planning voor noodsituaties;
  - iv. de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen.

- Veelvoorkomende achterliggende oorzaken (managementfactoren) in afnemende volgorde van aantal keer voorkomen:
  - Plannen & procedures;
  - Materieel;
  - Competentie.
- Veelvoorkomende beheersmaatregelen die falen:
  - De toestand van de installatie speelt in 41 procent van de incidenten een rol. Dit kan zowel ontwerp- als onderhoud-gerelateerd zijn (veroudering, materiaalkeuze).
  - Afwijkingen: De indicatie van afwijkingen ontbreekt, of is niet voldoende bij de helft van de incidenten.

In hoofdstuk 4 zijn deze zaken in meer detail beschreven met enkele mogelijke verbeterpunten. In paragraaf 5.2 staan ook enkele punten om aandacht aan te schenken genoemd. Hier bekijken we een aantal zaken die algemeen gelden:

- *Afwijkingen procesparameters die niet worden opgemerkt*  
In de huidige database van 2024 is er in de helft van de incidenten geen of een inadequate indicatie van afwijkingen. In een HAZOP is dit iets wat besproken wordt door gebruik te maken van zogenaamde gidswoorden voor verschillende procesparameters en te bedenken hoe afwijkingen opgevangen kunnen worden. Een oplopende temperatuur van een reactor kan bijvoorbeeld beheerst worden door het debiet van koelwater te verhogen. Bij voorkeur wordt dit met technische maatregelen geborgd, die dit automatisch bijsturen. Het falen van dergelijke maatregelen komt niet veel voor in de database. Vaker komen incidenten voor, waarbij mensen een handeling moeten uitvoeren. Dat kunnen handelingen zijn om het proces bij te regelen of terug te sturen naar normaal, of bij het opstarten van processen, of wanneer er onderhoud, inspectie of reiniging moet worden uitgevoerd. Daarbij is het zaak dat er een indicatie komt van een afwijking, bijvoorbeeld met behulp van meters om procesparameters te volgen, een lektest, periodieke gevarenbeoordelingen en inspecties of een LMRA. Mogelijk is dit bij het uitvoeren van HAZOPs een blinde vlek en zou meer aandacht geschonken moeten worden aan het feit dat er bij menselijke handelingen meer mogelijkheden moeten zijn om indicaties van afwijkingen te kunnen verkrijgen. Mogelijk is ook het feit dat er af en toe tijd nodig is voor onderhoud, inspectie en reiniging en bij het in- en uitgebruik nemen van installaties een blinde vlek: 39 procent van de incidenten met falende indicatie volgen deze scenario's.
- *Plannen en procedures*  
In deze en voorgaande incidentenrapportages werd de managementfactor 'plannen en procedures' telkens het meeste aangetroffen. In de database van 2024 wordt deze factor bij 30 procent van de maatregelen genoemd. Hoewel de tekortkomingen uiteenlopen, kunnen deze meestal onder de volgende categorieën geschaard worden:
  - Procedures ontbreken omdat het risico niet was onderkend.
  - Er was onvoldoende toezicht op gebruik van instructies.

- Instructies waren niet-toereikend/onduidelijk voor de gebruiker.

Uit de huidige database van 2024 valt te zien, dat er bij de directe oorzaak 'menselijke fout tijdens gebruik, wijziging en onderhoud' (veroorzaakt door een gebrekkige organisatie) voornamelijk 'onjuiste procedure correct gevolgd' is ingevuld. Een verbeterpunt kan zich dus richten op het aanpassen van procedures. Bijvoorbeeld door deze te bespreken met degenen, die hiermee moeten werken en/of door deze in samenspraak met hen op te stellen. Daarmee vallen dan ook de incidenten te ondervangen waar men wel afweek van de procedures, omdat deze dan gezamenlijk zijn opgezet.

- *Leren van incidenten*  
Via een veiligheidsbeheersysteem (VBS) worden veiligheidsrisico's beheerst. De huidige database van 2024 laat zien dat met name de 'controle op de exploitatie' veel werd gevonden bij falende maatregelen. Dit is niet geheel onlogisch, aangezien er vaak een operationele kant aan de incidenten zit. Ook scoren 'de identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen' en 'de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen (MoC)' hoog. Dit geeft aan dat het moeilijk is om gevaren van tevoren in te schatten en van tevoren te bedenken welke zaken er op je af kunnen komen. Tevens is het waarschijnlijk ook moeilijk om alle consequenties van MoC-wijzigingen in te schatten. Een voorbeeld zijn twee incidenten in de database, waarbij bij hetzelfde bedrijf oleum uitstroomde doordat men het debiet verhoogde en niet doorhad dat daardoor de beschermende laag tussen oleum en staal afsleet.

Dat het lastig is om over een hele sector te leren van incidenten, is ook te zien aan het feit dat een vergelijkbaar incident, waarbij langere tijd een afsluiter bleef openstaan en brandbare of toxische gassen ontsnapt, in vier van de laatste vijf rapporten is beschreven. Eenzelfde falen vindt in korte tijd dus viermaal plaats bij vier verschillende installaties. Het voorliggende rapport kan hierin helpen, doordat het voorbeelden geeft van zaken die misgingen en die gebruikt kunnen worden om vergelijkbare incidenten bij andere organisaties te voorkomen. Het bevat veel leerpotentieel. Dit kan verder versterkt worden door het onderling delen van (incidenten)kennis en uitwisselen van goede praktijken. Bij in ieder geval twee van de incidenten uit 2023 had het incident bijvoorbeeld voorkomen kunnen worden door bij te houden welke materialen binnenkomen, getest moeten worden en zijn getest en in welke installaties deze gebruikt zijn. Leren van elkaar hoe je dit het beste doet, kan dan helpen dergelijke ongevallen te voorkomen.

## 5.4 Slotwoord

Terugkijkend naar de incidenten is duidelijk dat er niet één dominante oorzaak aan te wijzen is waarmee incidenten zijn te voorkomen. Oorzaken van de incidenten en falende maatregelen variëren slechts licht over de jaren binnen een bandbreedte, zonder waarneembare trend. Wel is een drietal terugkerende onderwerpen aan te wijzen waar verbetering leidt tot vermindering van het aantal incidenten:

1. Het VBS-element 'de identificatie en beoordeling van de gevaren' wordt in 50 procent van alle incidenten aangevinkt bij één van de maatregelen. Daarmee is dat het op één na hoogst scorende VBS- element. Het geeft aan dat het moeilijk is om van tevoren een incident te zien aankomen. Uit getuigenverslagen blijkt vaak dat men zich dit incident niet had voorgesteld, of niet had gedacht dat uitgevoerde (of nagelaten) handelingen tot het incident konden leiden. Uit de incidenten blijkt ook dat men zich vaak niet realiseert wat de consequenties kunnen zijn van ogenschijnlijk kleine aanpassingen aan installaties of procedures. 'Safety fundamentals' of 'life saving rules' geven vaak al aan welke veiligheidsprincipes niet uit het oog verloren moeten worden. En de samenvattingen in de database geven de mogelijkheid om na te gaan of zaken al dan niet goed geregeld zijn in een organisatie.
2. Identificatie van afwijkingen blijkt in 50 procent van de incidenten niet aanwezig te zijn of van onvoldoende kwaliteit. Zoals beschreven, lijken technische voorzieningen om in te grijpen bij afwijkingen weinig in de incidenten voor te komen, maar gaat het vaker mis als mensen handelingen moeten uitvoeren. Ook bij menselijke handelingen moeten er voldoende mogelijkheden zijn om te kunnen ingrijpen bij afwijkingen, met name bij onderhoud en inspectie. Er zou meer aandacht kunnen zijn voor deze mogelijke blinde vlek in HAZOPs/veiligheidsstudies.
3. De managementfactor 'plannen en procedures' wordt bij 30 procent van alle falende maatregelen genoemd als factor die een rol speelde. Deze factor geeft aan dat er enerzijds bedacht moet worden dat menselijke handelingen soms anders worden uitgevoerd dan bedacht ('work done' versus 'work as imagined'), en anderzijds dat procedures en instructies fouten kunnen bevatten. In veel van de incidenten zijn na het incident de plannen en de procedures aangepast met medeneming van de geleerde lessen. Het is aan te bevelen om de plannen en procedures multidisciplinair op te stellen en zoveel als mogelijk in praktijk te testen.



## Referenties

- [1] Analysis of underlying causes of investigated loss of containment incidents in Dutch Seveso plants using the Storybuilder method, Bellamy L.J., Mud M., Manuel H.J. & Oh J.I.H, J. Loss Prev in the Proc Ind, 26 (2013) 1039-1059.
- [2] Resultatenanalyse MHC-incidenten waarvan het ongeval is afgerond in 2014/2015. VRM14.03248-R.03. RPS. 28 augustus 2015. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2014*. Beschikbaar via <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-586345.pdf> (ingezien op 6 mei 2024).
- [3] Incidentrapportage 2015/2016. 1600948A00-R16-0331600948A00-R16-033. RPS. 4 mei 2016. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2015*. Beschikbaar via <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-776787.pdf> (ingezien op 6 mei 2024).
- [4] Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2016-2017. Rapport 2017-0085. RIVM. 2017. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2016*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-bij-grote-bedrijven-met-gevaarlijke-stoffen-2016-2017> (ingezien op 6 mei 2024).
- [5] Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2017-2018. Rapport 2018-0057. RIVM. 2018. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2017*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-met-gevaarlijke-stoffen-bij-grote-bedrijven-2017-2018> (ingezien op 6 mei 2024).
- [6] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2018. Rapport 2019-0054. RIVM. 2019. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2018*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-met-gevaarlijke-stoffen-bij-grote-bedrijven-2018> (ingezien op 6 mei 2024).
- [7] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2021. Rapport 2021-0051. RIVM. 2021. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2020*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/06/25/bijlage-2-rapportenbundel-bij-staat-van-de-veiligheid-brzo-bedrijven-2020> (ingezien op 6 mei 2024).
- [8] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2022. Rapport 2022-0051. RIVM. 2022. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2021*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/12/05/rapportenbundel-svdv-2021> (ingezien op 6 mei 2024).

- [9] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2023. Rapport 2023-0016. RIVM. 2023. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2022*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/10/05/bijlage-3-bijlage-bundel-staat-van-de-veiligheid-2022> (ingezien op 29 april 2024).
- [10] Vijftien jaar incidentanalyse, Kenmerken van incidenten met gevaarlijke stoffen bij majeure risicobedrijven in de periode 2004-2018, RIVM-rapport 2019-0042. RIVM. 2019. *Onderdeel van de Rapportenbundel, behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2018*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/vijftien-jaar-incidentanalyse-oorzaken-gevolgen-en-andere-kenmerken-van-incidenten-met> (ingezien op 6 mei 2024).
- [11] Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC, RIVM-rapport 2020-0129. RIVM. 2020. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0129.pdf> (ingezien op 6 mei 2024).
- [12] Besluit van 25 juni 2015, houdende vaststelling van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 en herziening van enkele andere besluiten in verband met de implementatie van Richtlijn 2012/18/EU van het Europees Parlement en de Raad van 4 juli 2012 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken, houdende wijziging en vervolgens intrekking van Richtlijn 96/82/EG van de Raad (Besluit risico's zware ongevallen 2015). Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0036791/2015-07-08> (ingezien op 6 mei 2024. NB: Besluit vervallen op 1 januari 2024).
- [13] Seveso-inrichtingenlijst, peildatum 1 april 2024. Bureau BRZO+. Beschikbaar via <https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven> (ingezien op 29 april 2024).
- [14] Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 29 februari 2016, nr. IENM/BSK-2016/39486, houdende regels ter uitwerking van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Regeling risico's zware ongevallen). Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0037692/2016-03-04> (ingezien op 6 mei 2024. NB: Regeling vervallen op 1 januari 2024).
- [15] Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. PGS-6:2016. November 2016. Beschikbaar via <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/PGS6.html> (ingezien op 6 mei 2024. NB: per 1 januari 2024 geactualiseerd naar 'Aanwijzingen voor het toepassen van de Seveso-paragraaf in het Bal').
- [16] <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/23/kamerbrief-invoering-werkwijze-gedifferentieerde-aanpak-ongevalsonderzoek-nederlandse-arbeidsinspectie> (ingezien op 6 mei 2024).
- [17] Learning from incidents at Seveso sites: a focus on the safeguarding of containments prior to start of operations, Manuel H.J., Kooi E., Wolting A.G., Chemical Engineering Transactions, 90, 637-642.

- [18] De ontwikkeling van Storybuilder: Achtergrond en verantwoording, RIVM-rapport 110010001, RIVM, 2013. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/110010001.html> (ingezien op 6 mei 2024).



## Bijlage 1 Afkortingen- en begrippenlijst

Hieronder staat een korte toelichting op een aantal termen uit het rapport. Een uitgebreidere beschrijving van de onderdelen van het Storybuilder-model is terug te vinden in [18].

### **Asset management**

Systematische en gecoördineerde activiteiten waarmee een organisatie optimaal haar bedrijfsmiddelen beheert, gedurende de hele levensduur van die bedrijfsmiddelen.

### **ATEX**

De afkorting ATEX is afkomstig van de Franse woorden ATmosphere EXplosible uit de Europese richtlijnen van explosieveiligheid. Bedrijven en organisaties die werken in explosiegevaarlijke omgevingen dienen maatregelen te nemen, zodat werknemers op een veilige manier hun werkzaamheden kunnen uitvoeren. Hiervoor zijn ATEX-normen of richtlijnen opgesteld.

### **BHV**

Bedrijfshulpverlening

### **Brzo**

Besluit risico's zware ongevallen 2015 (voorheen 1999). Vanaf 8 juli 2015 tot 1 januari 2024 was het Brzo 2015 van kracht. De term Brzo-inrichtingen is sinds 1 januari 2024 vervallen en wordt nu als milieubelastende activiteit Seveso-inrichting in paragraaf 3.3.1 van het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving) aangewezen. Het Brzo integreerde wet- en regelgeving op het gebied van arbeidsveiligheid, externe veiligheid en rampenbestrijding in één juridisch kader. Doelstelling is het voorkomen en beheersen van zware ongevallen, waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn. Het Brzo stelde hiertoe eisen aan de meest risicovolle bedrijven in Nederland. Alle incidenten in deze rapportage vielen nog onder de werking van het Brzo 2015.

### **Directe oorzaak**

Het betreft het faalmechanisme dat chronologisch direct voorafging aan het incident. Bijvoorbeeld de fysieke oorzaak van het bezwijken van een insluitsysteem of de directe oorzaak waardoor een insluitsysteem openging.

### **HAZOP**

Met de HAZOP (Hazard and Operability)-methode worden procesrisico's in teams geanalyseerd. Het is het belangrijkste instrument voor gevarenidentificatie op het gebied van procesveiligheid. De HAZOP-techniek is kwalitatief en heeft als doel de verbeelding van de deelnemers te stimuleren om potentiële gevaren en operationele problemen te identificeren. Er wordt structuur en richting gegeven aan het beoordelingsproces met gidswoorden om elke mogelijke situatie in

ogenschouw te nemen en maatregelen te treffen om met die situaties om te gaan.

### **Incident**

Bij een incident zijn een of meer afwijkingen ten opzichte van de normale bedrijfsvoering opgetreden. Incident is dus een breed begrip, dat zowel 'bijna-ongevallen' als ongevallen omvat.

### **Insluitsysteem**

Een insluitsysteem bestaat uit een of meer toestellen, waarvan onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en die bestemd zijn om één of meer stoffen te omsluiten. In geval van een (dreigend) zwaar ongeval, kan het insluitsysteem in korte tijd worden afgesloten. Onder insluitsystemen worden hier verstaan installatieonderdelen (zoals reactoren, procesvaten en procespijpleidingen), maar ook opslageenheden (zoals tanks, drums en cilinders) en transportinstallaties (zoals transportpijpleidingen, flexibele slangen, laadarmen), et cetera.

### **MoC**

Management of change, VBS-element iv: de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, aanneming en toepassing van procedures voor de planning van wijzigingen aan bestaande installaties of opslagplaatsen, dan wel voor het ontwerpen van een nieuw procedé of een nieuwe installatie of opslagplaats.

### **P&ID**

Een P&ID (Piping and instrumentation diagram) is een gedetailleerd schema in de procesindustrie, dat procesapparatuur toont samen met de instrumentatie en regelapparatuur.

### **Line of Defence (LoD)**

Een verzameling maatregelen met een functionele samenhang. In het Storybuilder-model onderscheiden we zes LoD's: drie preventieve maatregelen om incidenten te voorkomen en drie mitigerende maatregelen om gevolgen te beperken.

In de drie preventieve LoD's zorg je dat je je processen en installatie op orde hebt, dat je bij afwijkingen kunt ingrijpen en dat je noodmaatregelen achter de hand hebt als je de afwijking niet hebt opgemerkt of kon stoppen:

1. Het *beheersen van processen*, met betrekking tot veilig opstarten, de toestand (integriteit) van de installatie, procescondities en omgevingsfactoren.
2. *Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen*, dat wil zeggen indicatie, detectie en juiste diagnose van de afwijking en correcte responsactie tot herstel van de afwijking.
3. *Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen (noodmaatregelen)*, waaronder bescherming tegen extreme procescondities, zoals druk buiten veilige grenzen, preventie van inwendige brand en explosie, en het voorzien van een secundaire 'containment'.

In de drie mitigerende LoD's zorg je dat je een uitstroming beperkt, vrijgekomen materiaal niet kan verdampen of ontsteken en dat werknemers beschermd worden tegen gevolgen:

4. *Beperking van de uitstroming*, namelijk het stoppen van de uitstroming of het wegnemen van de drijvende kracht.
5. *Voorkómen van escalatie*, zoals het beperken van de verdamping of de verspreiding, en het voorkómen van ontsteking van een ontvlambare wolk/plas.
6. *Persoonlijke bescherming en hulpverlening*, zoals correct gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, veilige toevlucht zoeken, evacuatie en (bedrijfs)hulpverlening.

### Managementfactor

Dit zijn organisatievereisten die ertoe moeten leiden dat veiligheidsmaatregelen goed functioneren. In feite geven deze factoren aan, aan welke 'knoppen' de organisatie kan draaien om de veiligheid te verbeteren. Wanneer bijvoorbeeld in de analyse 'competentie' als factor vaak naar voren komt, dan zou de organisatie moeten kijken of opleidingen, instructies en ervaring van medewerkers verbeterd kunnen worden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen organisatorische, technische en cultuur-gerelateerde factoren. De organisatorische factoren in het model zijn de aanwezigheid van adequate plannen en procedures en de beschikbaarheid en competentie van personeel, alsmede de communicatie tussen partijen. De technische factoren zijn de aanwezigheid en geschiktheid van materiaal en materieel en goede ergonomische omstandigheden. De culturele aspecten in het model zijn motivatie en alertheid van de organisatie en de afwezigheid van tegenstrijdige belangen tussen productie en veiligheid.

### PBM

Persoonlijke Beschermingsmiddelen

#### Taak

Maatregelen moeten genomen zijn om een ongeval te kunnen voorkomen of effecten te verminderen. In het Storybuilder-model moeten vier taken borgen dat de maatregel functioneert. De maatregel kan hier nu op vier manieren in falen:

- **Verschaffen:** als de maatregel niet bestaat, niet goed is ontworpen of niet voldoende/niet gemakkelijk beschikbaar is als men deze wil gebruiken.
- **Gebruiken:** als de maatregel wel is verschaft, maar niet, verkeerd of maar gedeeltelijk gebruikt wordt.
- **Onderhouden:** als de maatregel wel is verschaft, maar niet meer in goede staat is.
- **Toeziën:** als er niet (voldoende) wordt toegezien op het juiste gebruik van de maatregel.

### TD

Technische dienst van een bedrijf.

## **Verschaffen**

Zie Taak.

## **VBS-elementen**

Bijlage III van Richtlijn 2012/18/EU noemt zes elementen van het veiligheidsbeheersysteem (VBS), die invulling geven aan het preventiebeleid ter voorkoming van zware ongevallen. Voor falende maatregelen gaat het Storybuilder-model na welk VBS-element het meest van toepassing was. De elementen zijn: i. organisatie en personeel, ii. identificatie en beoordeling van gevaren, iii. controle op de exploitatie, iv. wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, v. de planning voor noodsituaties, vi. toezicht op de prestaties. De Nederlands technische afspraak NTA 8620:2016 geeft een specificatie voor een veiligheidsmanagementsysteem voor risico's van zware ongevallen, die gelinkt zijn aan de VBS-elementen.



## Bijlage 2 Omschrijvingen van de incidenten

Hieronder staat een beschrijving van de vijftien onderzochte incidenten, wat het bedrijf ervan heeft geleerd en enkele kenmerken: bedrijfstype-indeling volgens de SBI-code, bedrijfsfase, directe oorzaak volgens Rrzo en de gevolgen voor mens en milieu. Onder potentie is een inschatting gegeven van een mogelijk worstcasescenario, bijvoorbeeld als er wel werknemers in de buurt waren geweest, terwijl dat nu niet het geval was, of als een uitstroming niet tijdig was ontdekt en gestopt. In sommige gevallen kan de potentie (nagenoeg) gelijk zijn aan wat er daadwerkelijk is voorgevallen.

## MHC-incidenten met omschrijvingen

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
<b>Bedrijfstype</b>	38.32 Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling (SBI 38). Voorbereiding tot recycling (SBI 38.3). Gesorteerd materiaal voorbereiden tot recycling (SBI 38.32).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Twee medewerkers van een bedrijf waren bezig om styreen te verpompen van een opslagtank naar een andere tank via flexibele slangen. Voor het verpompen werd een mobiele pomp gebruikt, die werd aangezet zodra de twee slangen waren aangesloten. Na afloop van het verpompen moesten de slangen worden afgekoppeld en het restant styreen in de slangen in een emmer opgevangen worden. De emmers werden daarna in de tank geleegd. De slangen stonden onder druk na het verpompen en moesten van druk afgelaten worden door een drain te openen. Doordat de drain te kort geopend was geweest, spoot er styreen uit de slang die de twee werknemers raakte. Beiden werden daarna behandeld door ambulancepersoneel, waarna één van de twee werknemers voor brandwonden en irritatie aan de huid een nacht in het ziekenhuis werd opgenomen.</p> <p>De procedure voor het verpompen was een gebruikelijke procedure, die ook werd gebruikt voor het verpompen naar tankauto's. De twee medewerkers hadden hiermee ervaring. Een drukmeter op de pomp kon gebruikt worden om te bepalen of er nog druk op de slang stond. De medewerkers gebruikten de drukmeter in praktijk niet. Deze was ver van de drain geplaatst. Het was makkelijker om te voelen aan het gewicht van de slang of er nog vloeistof inzat. De drain was kort opengezet, om te voorkomen dat de gasdetectie op het terrein zou afgaan. Hierbij speelde een rol dat het op de dag van het incident erg warm was en dat er bij de gevolgde procedure (opvangen van restanten vloeistof in open emmers) in feite altijd damp vrijkomt. De operators droegen geen adembescherming, hoewel het bedrijf dat wel adviseerde. Volgens de inspecteur had het bedrijf bij het verpompen van styreen de adembescherming in feite moeten verplichten en niet slechts adviseren. Ook ontbrak in de werkinstructie de veiligheidskritische controle door de operator. Dat deze moest controleren of de slang volledig drukloos was voordat hij/zij de slang mocht afkoppelen.</p> <p>In een HAZOP was het voorgekomen incident al geïdentificeerd. Het bedrijf was daarom al bezig op een andere locatie om de gebruikte pomp te vervangen</p>

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	door een type dat de slangen (en laatste resten uit een tank) kan leeghalen en van druk afhalen. Gecombineerd met een dampretoursysteem wordt daardoor een gesloten systeem gecreëerd. Hierdoor vindt ook geen blootstelling aan dampen meer plaats en kunnen operators zonder adembescherming werken. Na het incident is dit versneld uitgevoerd voor alle betreffende locaties.
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf (normaal stoppen/afschakelen).
<b>Directe oorzaak</b>	Menselijke fout.
<b>Gevolgen</b>	Na vrijkomen van ongeveer 10 l styreen werd één medewerker opgenomen in het ziekenhuis voor brandwonden en irritatie aan de huid en een tweede medewerker ter plekke behandeld door ambulancepersoneel.
<b>Potentie</b>	Vorming van een plas of wolk brandbare en irriterende stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en blootstelling van medewerkers aan brand en explosie.

<b>Incidentnummer 2</b>	<b>Etheen ontsnapt na inscheuren drains</b>
<b>Bedrijfstype</b>	20.14.1 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20). Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1). Vervaardiging van petrochemische producten (SBI 20.14.1).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Op de etheensectie van een fabriek werd om 11.53 uur een automatische trip geïnitieerd door onvoldoende smering op een compressor. Door het uitvallen van de compressor kon de kwaliteit van de geleverde etheen niet constant worden gehouden en zou automatisch de distributie ervan naar andere fabrieksonderdelen worden gereduceerd of gestopt. De distributie nam echter niet af, doordat de mechanische regelaar van de stoomaangedreven turbinepomp niet werkte vanwege oxidatie van het binnenwerk. Hierdoor liep de druk op. De veiligheidsklep tussen de pomp en de etheendistributie die bij oplopende druk als eerste moest openen, was ingesteld op 102 barg. Deze klep opende echter niet, doordat de luchtdruksturing ervan niet was aangesloten. De fabriek en de externe onderhoudspartij hadden zich deze functie niet gerealiseerd. De klep opende gelijktijdig met de tweede veiligheidsklep die ingesteld was op 108 barg. Dit kwam door een combinatie van de hoge flow van de pomp en de lage afvoer van etheen naar de afnemers. De drukvermindering door het openen of sluiten van de

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>eerste klep passeerde met enige vertraging de locatie van de tweede klep.</p> <p>Het bijna simultaan openen en sluiten van beide kleppen veroorzaakte excessieve trillingen. Hierdoor gingen de zware afsluiters aan de kleine pijpjes (drains) onder de kleppen heen en weer zwaaien waardoor de kleine pijpjes in de drains na ongeveer 10 minuten inscheurden. De combinatie van metaalmoetheid en het drainontwerp leidde tot een lek. In de ontwerpcriteria van de kleppen was het risico van trillingen niet meegenomen.</p> <p>Om 13.06 uur ging het gasalarm van de sectie waar de veiligheidskleppen zitten af en werd de sprinkler geactiveerd om het gas neer te slaan. De combinatie van uitstromend gas en water creëerde een mist die het zicht op de emissiebron verhinderde. Hierdoor kon visueel niet worden bepaald in welk deel van de installatie zich het lek bevond. Vanwege de locatie van het lek (zowel propyleen als etheenhoudende installatieonderdelen liggen dicht bij elkaar) en de trip van de propyleencompressor werd ervan uitgegaan dat het propyleensysteem lek was en werd daarvan de druk afgelaten. Dit bleek onjuist toen na zes uur een analyse van het gas werd voorgesteld. Daarin werd voornamelijk etheen aangetroffen en hierop werd de etheerpomp gestopt. Een uur later werd gestart met het in een periode van vijf uur aflaten van druk in de etheensectie. Gedurende vijftien uur was in totaal zo'n 40 ton etheen weggelekt.</p> <p>Het bedrijf heeft onder andere de drains vervangen door exemplaren met minder gewicht. Ook worden werkinstructies aangepast en zijn de leidingen beter gezekerd, waardoor trillingen zich minder goed kunnen verspreiden.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf
<b>Directe oorzaak</b>	Trillingen
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van ongeveer 40 ton etheengas, zonder letsel aan personeel.
<b>Potentie</b>	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

<b>Incidentnummer 3</b>	<b>Salpeterzuur treft contractor tijdens slijpwerkzaamheden</b>
<b>Bedrijfstype</b>	38 Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling (SBI 38).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Een ingehuurd medewerker Technische Dienst (TD), een vaste subcontractor, verrichtte slijpwerkzaamheden

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	aan een (later die dag) te verwijderen stuk stalen leidingbrug. Daarbij schoot hij uit met zijn slijptol, raakte een naastgelegen leiding en veroorzaakte een lek waaruit 68% salpeterzuur onder druk (uit een vat op hoogte) vrijkwam. Door blootstelling aan het zuur liep de medewerker brandwonden op aan hand, been en gelaat, waarvoor hij een nacht in het ziekenhuis is behandeld. In totaal kwam gedurende de gehele periode van het incident ruim 500 l zuur vrij. De werkzaamheden vonden plaats zonder veiligwerkvergunning, en zonder dat vooraf een beoordeling vanuit meerdere disciplines (KAM/SHEQ) plaatsvond. Uitgifte van het werk gebeurde mondeling, werd geïnitieerd vanuit de TD, en was administratief afgedekt met een interne werkbou. Het werk werd als 'standaard klus' beschouwd, zonder aanvullende voorzieningen, met een bekend aandachtspunt: de salpeterzuurleiding. Het bedrijf is gemaand om de eigen procedure voor veilig werken altijd te volgen, zonder op voorhand de ruimte te laten om daarmee per werkopdracht selectief om te gaan. Daarnaast leidde het beheersen van het incident tot drie onvolkomenheden in de veiligheidsbeheersing. De locatie van de salpeterzuurdetectie bij de laad- en losplaats voldeed niet, en is verplaatst. De afloop van het zuur naar een beoogde opvang voldeed niet en een pijp is nadien verlengd. De werkinstructie die men hanteerde voor de opruimwerkzaamheden vermeldde geen adembescherming (tegen nitreuze dampen) en is aangepast.
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf
<b>Directe oorzaak</b>	Menselijke fout - onjuiste procedure correct gevolgd.
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van spetters salpeterzuur op hand en in gezicht van medewerker en uiteindelijk uitstroming van circa 560 l uit de getroffen leiding.
<b>Potentie</b>	Vorming van een plas giftige stof, met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 4</b>	<b>Nikkelpoeder komt vrij na contact met zuurstof en smelten van onderdelen</b>
<b>Bedrijfstype</b>	46.69.4 Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46). Groothandel in machines, apparaten en toebehoren voor industrie en handel (SBI 46.6). Groothandel in overige machines, apparaten en toebehoren voor industrie en handel (SBI46.69) Groothandel in appendages, technische toebehoren en dergelijke (SBI 46.69.4).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	In een fabriek voor poedervormige nikkelverbindingen stond een verpakkingsinstallatie, die vanuit een

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>verwisselbaar voorraadvat werd gevoed. Door de pyrofore eigenschappen van nikkelpoeder was een zuurstofvrije installatie noodzakelijk, waarvoor er een CO<sub>2</sub>-overdruk was. Voor het aansluiten van het voorraadvat op de verpakingsinstallatie zat in de losleiding onder het voorraadvat een flexibel kunststofdeel. Omdat niveausensoren los zaten en de overdruk wegviel, kon zuurstofhoudende buitenlucht via de sensoren in de installatie komen. De reactie van het zuurstof met het nikkelhoudende poeder gaf warmteontwikkeling, waardoor het kunststofdeel smolt en defect raakte. Hierdoor kwam 395 kg product vrij, waarvan 277 kg inhaleerbare poedervormige nikkelverbindingen. De emissie is terug te voeren op drie zaken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• het ontwerp van de verpakingsinstallatie;</li> <li>• na het onderhoud van de installatie vond geen lekttest plaats,</li> <li>• de overdracht voorafgaande aan het losproces.</li> </ul> <p>Het bedrijf heeft een nieuwe lekttestprocedure opgesteld die vanaf nu standaard wordt toegepast. De afsluitklep gaat nu wel automatisch dicht bij het activeren van de noodstop en blijft onder CO<sub>2</sub>-druk.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van ongeveer 280 kg pyrofoor materiaal zonder letsel aan personeel.
<b>Potentie</b>	Vrijkomen van een hoeveelheid toxische en pyrofore stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en blootstelling van medewerkers aan brand.

<b>Incidentnummer 5</b>	<b>Brand na uitstroming door opengelaten afsluiter</b>
<b>Bedrijfstype</b>	<p>20.60  Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)  Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.6).  Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.60).</p>
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Bij een destillatiekolom werd een warmtewisselaar omgewisseld om te reinigen. Tijdens opstart van de warmtewisselaar traden er voorziene fluctuaties op in het volume van de kolom, die onder controle werden gebracht door een pomp uit te zetten en na verloop van tijd weer aan te zetten onder supervisie van een veldoperator. Het proces leek in orde, waarna de operator het veld met de installatie verliet. Daarna daalde het niveau van de kolom en vielen meerdere sensoren uit. De veldoperator keerde terug en merkte dat er brand was uitgebroken. Hij zette de pomp uit om</p>

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>verdere lekkage van het product uit de kolom te stoppen. Het destillatieproduct bleek uit de kolom naar de warmtewisselaar te zijn gespoten en in brand te zijn gekomen. Uiteindelijk lekte circa 3 m<sup>3</sup> van het giftige parafenylenediamine weg, waarvan een groot deel verbrandde en een deel in het rioolsysteem werd opgevangen.</p> <p>Bij het incidentonderzoek bleek dat een handbediende afsluiter (bedoeld voor drainwerkzaamheden) om onbekende redenen openstond. De werkinstructie voor het ingebruiknemen van de warmtewisselaar was gevolgd. Daarin stond niet aangegeven dat de afsluiter gecheckt moest worden. Vanwege isolatiemateriaal over de afsluiter heen was ook niet duidelijk te zien of de afsluiter open of dicht stond.</p> <p>De afsluiter had een open verbinding naar de buitenlucht, terwijl deze op basis van de HAZOP met een blindplaat afgedicht had moeten zijn. Bij nader onderzoek bleken op meer plekken open aansluitingen voor te komen in de fabriek. Er was onvoldoende bewustzijn dat voor deze afwijking ten opzichte van de HAZOPs en de P&amp;ID's een MoC-procedure doorlopen moest worden.</p> <p>Het is niet met zekerheid te zeggen hoe het materiaal ontstoken was. Mogelijke ontstekingsbronnen konden exotherme reactie, statische elektriciteit of elektrische kabels zijn geweest. Een en ander vond plaats in een ATEX-gebied, waar volgens het onderzoek slechts enkele afwijkingen zijn gevonden, die een onwaarschijnlijke bron waren of ver weg waren van de plaats van de lekkage. Door het aanwezige isolatiemateriaal bleef het uitstromende materiaal warmer dan men in HAZOPs aanneemt.</p> <p>Naar aanleiding van het incident ondernam het bedrijf verschillende acties. In de werkinstructies werden de afsluiters gecheckt op hun stand en ingetekend op de P&amp;ID. Van een aantal hoog-risico afsluiters zijn de open verbindingen meteen vervangen. Stapsgewijs wordt de rest van de verbindingen vervangen. De aanpassingen worden besproken met het personeel en er worden verbeteringsvoorstellen gevraagd.</p> <p>Een aanbeveling van het onderzoeksteam is nog om de afsluiters visueel beter te markeren, zodat de stand van de afsluiters beter af te lezen is.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Opstarten na onderhoud.
<b>Directe oorzaak</b>	Menselijke fout - onjuiste procedure correct gevolgd.

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen 3 m <sup>3</sup> toxisch materiaal. Grootste deel verbrandde en een deel is opgevangen in het rioolsysteem. Geen letsel aan personeel.
<b>Potentie</b>	Vorming van een toxische en brandbare plas met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en blootstelling van medewerkers aan brand.

<b>Incidentnummer 6</b>	<b>Benzeen ontsnapt na drukopbouw door gestold benzeen</b>
<b>Bedrijfstype</b>	20.13 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20). Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1). Vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën (SBI 20.13).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Een benzeenopslagtank moest leeg en schoon worden opgeleverd ter voorbereiding van een inwendige inspectie. Om de tank vrij te maken van benzeendampen, waren leidingen aangesloten voor het spoelen met hete stikstof. Voor de afvoer van de damp uit de tank waren tijdelijke transportleidingen aangesloten op een vat, om vloeistof en damp te scheiden, en daarna een verbrandingsoven voor de damp. Het spoelen werkte goed in een eerste test. Voorafgaand aan het spoelen, werden in een overleg de werkzaamheden doorgesproken met alle betrokkenen. Kort na aanvang van het spoelen werd het deksel van het scheidingsvat geblazen en landde op ongeveer 80 meter. Er was geen persoonlijk letsel en geen schade aan installaties en het werk werd direct gestopt. De oorzaak bleek gestolde restvloeistof op de bodem van de tank en gestolde benzeen in de transportleiding naar het scheidingsvat. De transportleiding was vrijgemaakt met extra maatregelen, zoals verwarming op de transportleiding en een hogere stikstofdruk. Hierdoor liep de druk in het systeem op en sloot automatisch de klep voor de verbrandingsoven waardoor vervolgens het deksel werd weggeblazen. De inschatting is dat er maximaal 2 kg benzeen is vrijgekomen. Het gebruik van 10 bar stikstof om de transportleiding te spoelen, was niet herkend als een afwijking van de procedure en niet als zodanig beoordeeld. Het bedrijf heeft een bewustwordingstraining gestart, met als doel dat afwijkingen via de MoC-procedure worden beoordeeld en geautoriseerd.
<b>Bedrijfsfase</b>	Onderhoud, inspectie en reiniging.
<b>Directe oorzaak</b>	Hoge druk
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van ongeveer 2 kg benzeen zonder letsel aan personeel.



<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
<b>Potentie</b>	Vorming van een wolk carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 7</b>	<b>Pyrofoor materiaal lekt via pakking van afsluiter</b>
<b>Bedrijfstype</b>	46.75.1 Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46). Overige gespecialiseerde groothandel (SBI 46.7). Groothandel in chemische producten (SBI 46.75). Groothandel in chemische grondstoffen en chemicaliën voor industriële toepassing (46.75.1).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Tijdens het (volgens protocol, onder toezicht) overpompen van een pyrofore metaal-alkyloplossing (trimethylaluminium in toluen) van de ene cilinder naar een andere signaleerde de operator een diffuse emissie, een ontleding en het vrijkomen van damp bij de spindel van een afsluiter. Het pompen werd direct stopgezet, en de transferleiding werd met stikstof schoon- en drooggeblazen. Het bedrijf stelde zelf een onderzoek in. Dat wees uit dat de pakking van de spindel (afsluiter) weliswaar van het juiste (bestendige) materiaal was, maar dat deze door veroudering onvoldoende afsloot. Men nam het besluit over te gaan op een ander type afsluiter, en startte hiertoe een MoC-procedure.
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf (normaal opstarten).
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking - Overig (vermoeding, brosheid, kruip, slijtage, enzovoort).
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van circa 2 g pyrofoor mengsel van trimethylaluminium en toluen zonder consequenties voor personen.
<b>Potentie</b>	Vorming van een brandbare plas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan brand.

<b>Incidentnummer 8</b>	<b>Waterstofsulfide lekt langs hergebruikte pakking</b>
<b>Bedrijfstype</b>	19.20.1 Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19). Aardolieverwerking (SBI 19.2). Aardolieraffinage (SBI 19.20.1).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Een vergassings- en waterstofproductie-eenheid gebruikte methanol als oplosmiddel om gassen te scheiden uit de ruwe processtroom van vergassingsreactoren. Van de eenheid werd het filtersysteem elke zes weken vervangen. Bij het in bedrijf nemen, trad hierbij een gaslek op van een mengsel van waterstofsulfide, waterstofcyanide, koolstofdioxide en methanol. De oorzaak was naar alle waarschijnlijkheid een hergebruikte pakking, die enkele

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>millimeters te smal was (= lekkende seal). Er was wel een zeptest uitgevoerd, maar de zeepbellen werden weggeblazen door de lekgrootte. Deze test is dus niet geschikt voor dergelijke situaties.</p> <p>Het in bedrijf nemen werd direct afgebroken, omdat de gasdetectie automatisch werd aangesproken. Na inblokken en van druk aflatens van de eenheid is het lek niet meer met gasdetectie waargenomen. Een operator die in de buurt was, is een paar minuten blootgesteld aan de gaswolk (ongeveer 1,9 kg H<sub>2</sub>S van in totaal 4.75 kg gas). Hij voelde zich niet goed, ging ter controle naar het ziekenhuis, en mocht dezelfde dag nog naar huis.</p> <p>Het bedrijf heeft diverse technische en organisatorische maatregelen genomen om herhaling van een dergelijk ongeval te voorkomen.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Opstarten na onderhoud.
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking
<b>Gevolgen</b>	Een operator wordt blootgesteld aan het vrijkomen van circa 5 kg van een mengsel van toxische en brandbare stoffen en moet ter controle naar het ziekenhuis.
<b>Potentie</b>	Vorming van een toxische en brandbare wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en blootstelling van medewerkers aan brand.

<b>Incidentnummer 9</b>	<b>Salpeterzuur komt vrij na gebruik installatiedeel van verkeerd materiaal</b>
<b>Bedrijfstype</b>	<p>20.15</p> <p>Vervaardiging van chemische producten (SBI 20). Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1). Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen (SBI 20.15).</p>
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Circa 1.000 kg salpeterzuur kwam onder een druk van 8 bar vrij, stroomde over een weg en vormde een zuurwolk. Er waren geen personen in de buurt, dus niemand werd blootgesteld. De bedrijfsbrandweer stelde waterschermen op om de dampen neer te slaan. Restanten salpeterzuur uit de installatie zijn afgevoerd naar het bedrijfsriool. Ook een deel van materiaal uit een andere installatie, die door het zuur geraakt was, werd afgevoerd naar het riool.</p> <p>Onderzocht werd waardoor het zuur vrijkwam: het bleek dat een deel van het binnenwerk van een afsluiter was weggevreten door het salpeterzuur. Dit deel was recent vervangen door een nieuw deel. Dat nieuwe deel bleek niet van RVS te zijn, maar van nikkelkoper, dat niet bestand was tegen het salpeterzuur. Bij de</p>

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>leverancier was een fout gemaakt en was het deel met de verkeerde materiaalsoort onder het goede ordernummer aangeleverd. Kleur en glans van deze materiaalsoorten zijn nagenoeg identiek aan elkaar, zodat het niet was opgevallen bij het vervangen van het deel.</p> <p>Het bedrijf neemt stappen om dit te voorkomen. Op kritische materiaal-mediumcombinaties worden voortaan testen uitgevoerd. In het ordersysteem worden zaken aangepast om beter te borgen dat er geen verkeerde zaken worden aangeleverd (onder meer door te voorkomen dat handmatig teksten overgenomen kunnen worden). Er zal extra training worden gegeven over deze mogelijke incidenten, zowel bij interne als externe medewerkers.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Opstarten na onderhoud.
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking - Corrosie
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van ongeveer 1.000 kg salpeterzuur, zonder consequenties voor personen.
<b>Potentie</b>	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 10</b>	<b>Brand na vrijkomen van een brandbaar mengsel uit lekkende warmtewisselaar</b>
<b>Bedrijfstype</b>	52.10.1 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1). Opslag in tanks (SBI 52.10.1).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	17,8 ton diesel, 1.775 kg propaan en 110 kg waterstof zijn vrijgekomen via drie lekkende verbindingen in een warmtewisselaar. Vier warmtewisselaars, waaronder deze lekkende, waren van een nieuw ontwerp en recent verwisseld. De oude warmtewisselaars lekten namelijk regelmatig via de flensaansluitingen. In het nieuwe ontwerp was echter geen rekening gehouden met sterke temperatuurverschillen bij opstarten na onderhoud. Dit kwam voor bij het opstarten na een korte storting. Daarnaast waren er geen specifieke procedures voor een warme doorstart. Hierdoor kon een temperatuurverschil ontstaan, waarbij er spanning op de flensen kwam te staan en er lekken ontstonden. Het brandbare mengsel bevond zich op een temperatuur boven de zelfontbrandingstemperatuur en ontbrandde bij het vrijkomen meteen. De toevoer van brandbare stoffen was beperkt door het wegnemen van de achterliggende druk in de reactor en door deze vervolgens met stikstof te vullen. De brand is hierdoor niet verder geëscaleerd en er zijn geen gewonden gevallen. Wel was er vervuild bluswater in het oppervlaktewater terechtgekomen, omdat het

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	opvangbassin overstroomde. Dit kon gebeuren, doordat deze nog deels gevuld was met hemelwater. De vervuiling is grotendeels achteraf gereinigd. Het bedrijf stelt nu procedures op voor een warme doorstart en gaat het personeel daarin opleiden. Ook gaat het bedrijf CFD (= Computational Fluid Dynamics) berekeningen doen voor nieuwe installaties om zo de stress in flensen goed te voorspellen.
<b>Bedrijfsfase</b>	Opstarten na storing.
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking - Overig (vermoeding, brosheid, kruip, slijtage, enzovoort).
<b>Gevolgen</b>	Brand na het vrijkomen van een mengsel van brandbare stoffen zonder letsel voor personeel.
<b>Potentie</b>	Vorming van een wolk met toxische verbrandingsproducten met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 11</b>	<b>Mengsel van brandbare en toxische stoffen stroomt uit na corrosie van koppeling door gebruik van verkeerd materiaal</b>
<b>Bedrijfstype</b>	20.16 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20). Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1). Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Vanuit een absorbeur trad lekkage op van een met (was)water verdunde oplossing van formaldehyde en methanol mengsel. Een restproduct dat tijdens normaal bedrijf wordt teruggewonnen. De installatie lag voorafgaande aan het incident stil. Lekkage vond plaats door het ineens, volledig afbreken van een door corrosie aangetaste verbinding van een flexibele retourleiding, die de bodem(re)circulatie van de absorbeur verzorgt. Aanvankelijk is na geconstateerde niveaudaling vanuit de controlekamer water toegevoegd. Echter, toen de niveaudaling toch doorzette, ging men ter plekke kijken om de diagnose te stellen. Lekkende vloeistof stroomde weliswaar in een bund (goot), maar doordat de afsluiter tussen goot en het bedrijfsafvalwaterriool niet was gesloten, kwam het daarin terecht. Het automatisch leegpompen van het bedrijfs-afvalwaterriool naar het publieke rioleringsstelsel werd tijdig voorkomen door inblokken. Monsternamen zijn verricht om aan te tonen dat werkelijk geen ongewenste lozing was opgetreden. De gelekte oplossing (in totaal 4.785 kg water, 173 kg formaline en 42 methanol) is met tankauto's ter destructie afgevoerd.

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	Materiaalkundige analyse wees uit dat de slangkoppeling was uitgevoerd in regulier koolstofstaal, dat niet bestand was tegen de oplossing, en afbrak op de schroefdraad. Opvolging van het incident en de door het bedrijf geïmplementeerde maatregelen: Controle van alle in omloop zijnde koppelingen, die toegepast worden bij het verpompen van formaline. Waar koolstofstaal uitvoering werd aangetroffen, werd dit te vervangen door RVS316-verbindingen. Eveneens werd de werkwijze van bediening van de afsluiters van bund naar riool tijdens fabriek-stops herzien, en in de werkinstructie vastgelegd.
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf (tijdelijk dicht gezet/uit gezet).
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking - Corrosie
<b>Gevolgen</b>	Uitstromen van circa 5.000 kg van een waterige oplossing van formaldehyde en methanol zonder consequenties voor personen. Uitstroming is ingeblokt in bedrijfsriool zonder milieueffecten.
<b>Potentie</b>	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 12</b>	<b>Kunststof pomp is niet bestand tegen salpeterzuur en waterslag en scheurt open</b>
<b>Bedrijfstype</b>	20.41 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20). Vervaardiging van zeep, wasmiddelen, poets- en reinigingsmiddelen, parfums en cosmetica (SBI 20.4). Vervaardiging van zeep, wasmiddelen, poets- en reinigingsmiddelen (SBI 20.41).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	Door waterslag en een drukpiek kon salpeterzuur in de kunststof pomp komen. De pomp was niet bestand tegen dit zuur en scheurde, waarna 60 liter salpeterzuur kon vrijkomen. Het verspreiden van het salpeterzuur is succesvol beperkt door de bund, en door het snelle handelen van de Technische Dienst. De pomp, en soortgelijke pompen, zijn nu vervangen door RVS-pompen die wel bestand zijn tegen het zuur. De drukpiek wordt nu voorkomen door een langzamer sluitende klep.
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf (normaal opstarten).
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking - Corrosie
<b>Gevolgen</b>	Uitstromen van ongeveer 60 kg salpeterzuur, zonder consequenties voor personen. Uitstroming in bund en opgeruimd zonder milieueffecten.
<b>Potentie</b>	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

<b>Incidentnummer 13</b>	<b>Explosie in droger door hete metaaldeeltjes na veronachtzamen onderhoud</b>
--------------------------	--

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
<b>Bedrijfstype</b>	10.62 Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10). Vervaardiging van meel (SBI 10.6). Vervaardiging van zetmeel en zetmeelproducten (SBI 10.62).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Er trad een explosie op in een glutendroger, waarbij explosieluiken en luiken voor onderhoud opensprongen en een uitslaande brand ontstond, binnen en buiten het gebouw. De brandweer kon de brand blussen vanuit een hoogwerker. Er zijn geen gewonden gevallen.</p> <p>Gedurende langere tijd was geen onderhoud gepleegd aan de installatie, waardoor de levensduur van de zeven in de molen voor de droger sterk overschreden werd en de zeven versleten waren en diverse gaten vertoonden. Dit onderhoud werd niet als kritisch aangemerkt. Hierdoor was het mogelijk dat dit onderhoud voor langere tijd werd overgeslagen, en er ook geen goedkeuring nodig was voor het overslaan. Er waren ook geen KPI's (= Key Performance Indicators) aanwezig om dit te kunnen volgen in de tijd. Het gevolg was dat de zeven konden slijten en vervuilen en er vonken tot in de droger konden komen. Dit werd verergerd door de vervuiling, waardoor grotere statische opbouw kon plaatsvinden, die ook nog eens moeilijk ontladen kon worden doordat de houders van de zeven niet goed op elkaar aansloten. De gluten, die een lage ontstekingsenergie hebben en op het tijdstip van opstarten een lage vochtigheidsgraad hadden, werden vervolgens ontstoken, waarna een stofexplosie optrad. Er waren signalen geweest over deze situatie, omdat er metaaldeeltjes waren gevonden op de magneten bij het eindproduct, maar men had niet kunnen traceren waar deze vandaan kwamen. Op de dag ervoor en de dag van de explosie zelf had de molen veel vibraties vertoond, maar daarop werd niet gereageerd, waarna uiteindelijk de stofexplosie optrad.</p> <p>Voor de korte termijn heeft het bedrijf een oplossing gezocht in het overbruggen van de molen en de droger tot er een permanente oplossing gevonden wordt. De installatie was verwoest en moest vervangen worden.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf (normaal opstarten).
<b>Directe oorzaak</b>	Materiaalverzwakking – slijtage
<b>Gevolgen</b>	Stofexplosie met opvolgende brand zonder gevolgen voor medewerkers.
<b>Potentie</b>	Stofexplosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
<b>Incidentnummer 14</b>	<b>Butaangas lekt uit flens na treffen van een omgewaaide steiger</b>
<b>Bedrijfstype</b>	Overig
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Voor onderhoudswerkzaamheden werd een steiger opgebouwd in een gebied waar gevaarlijke stoffen door leidingen worden getransporteerd. Door de wind is deze omgevallen en heeft een afblaasleiding van een ondergrondse tank met vloeibaar butaan (2 bar) geraakt. Daarbij is een flens ontzet, die vervolgens is gaan lekken. Omdat ook de veerveiligheid geraakt was, kon dit deel van de leiding niet ingeblokt worden, waarna circa 2.500 kg butaan als gas ontsnapte. De brandweer heeft met waterschermen gewerkt om het ontsnappen van dampen zoveel mogelijk in te perken, en de kans op explosie te verkleinen.</p> <p>De steiger was niet verankerd en was evenmin opgebouwd met stabilisatiestangen. Volgens de procedures van het bedrijf had dat wel moeten. Onbekend is waarom het toezicht hierop tekort is geschoten. De externe partij, die werd opgeroepen om de lekkage te verwerken, droeg geen PBM's.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Normaal bedrijf
<b>Directe oorzaak</b>	Impact/botsing
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van 2.500 kg butaangas zonder letsel.
<b>Potentie</b>	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan explosie of ontbranding van de wolk.

<b>Incidentnummer 15</b>	<b>Kooksofengas ontsnapt na openlaten van afsluiter</b>
<b>Bedrijfstype</b>	24.10 Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24). Vervaardiging van ijzer en staal en van ferrolegeringen (SBI 24.10).
<b>Beschrijving gebeurtenissen</b>	<p>Tot 26,1 ton kooksgas heeft gedurende 77 uur kunnen lekken via een afblaasleiding. Dit heeft kunnen gebeuren doordat de afsluiter naar de afblaasleiding is blijven openstaan, nadat onderhoudswerkzaamheden halverwege waren gestopt. Tijdens het onderhoud werd een deel van de installatie gespoeld, maar men stopte hiermee, omdat een afsluiter lekte en kooksgas doorliet in het gespoelde gedeelte.</p> <p>De procedures specificerden niet welke stappen doorlopen moesten worden als het spoelen moest worden afgebroken bij afwijkingen (in dit geval de lekkende afsluiter). Hierdoor bleef de afsluiter naar de afblaas openstaan. De toezichthoudende partijen namen aan dat de installatie in gesloten toestand was teruggebracht, maar hebben dit niet gecontroleerd. Dit</p>

<b>Incidentnummer 1</b>	<b>Medewerkers getroffen door styreen uit slang onder druk tijdens afkoppelen</b>
	<p>kon enkel gecheckt worden in de betreffende fabriekshal. Er waren ook geen sensoren die de stroming konden aantonen. Ondanks dat de lekkende klep veiligheidskritisch is bij onderhoud, werd de storing als prioriteit laag aangemerkt. Hierdoor heeft de weekendploeg er niets mee gedaan en werd de open afsluiter uiteindelijk pas op maandag ontdekt. Deze is daarna gesloten. Ook was het lek al ruim een halfjaar eerder een keer geconstateerd, maar blijkbaar is hiermee niets gedaan.</p> <p>Het bedrijf heeft enkel gekeken naar de directe oorzaken rond dit incident en zichzelf niet de vraag gesteld wat er nog meer mis zou kunnen gaan als een voorbereidende stap voor onderhoud moet worden afgebroken. Er was weinig focus op het tegengaan van emissies. De direct genomen acties betreffen organisatorische maatregelen, waaronder verhoogde prioriteit van het onderhoud op de betreffende afsluiters, bespreken van het voorval en attenderen op het teruglopen van de uitgevoerde onderhoudstappen als besloten wordt om te stoppen met onderhoudswerkzaamheden. Ook is een toolbox-meeting gehouden met de medewerkers. De enige technische maatregel om flowmeters te gaan plaatsen op de afblaasleidingen is nog niet uitgevoerd, omdat deze vanwege hun werkingsprincipe niet geschikt zou zijn.</p>
<b>Bedrijfsfase</b>	Uit bedrijf nemen
<b>Directe oorzaak</b>	Menselijke fout - onjuiste procedure correct gevolgd.
<b>Gevolgen</b>	Vrijkomen van 26 ton kooksgas naar het milieu, zonder gevolgen voor werknemers.
<b>Potentie</b>	Vorming van een giftige en brandbare wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en blootstelling van medewerkers aan explosie of ontbranding van de wolk.





Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

november 2024

De zorg voor morgen  
begint vandaag