



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2018

RIVM Rapport 2019-0054
H.J. Manuel et al.



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2018

RIVM Rapport 2019-0054

Colofon

© RIVM 2019

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.

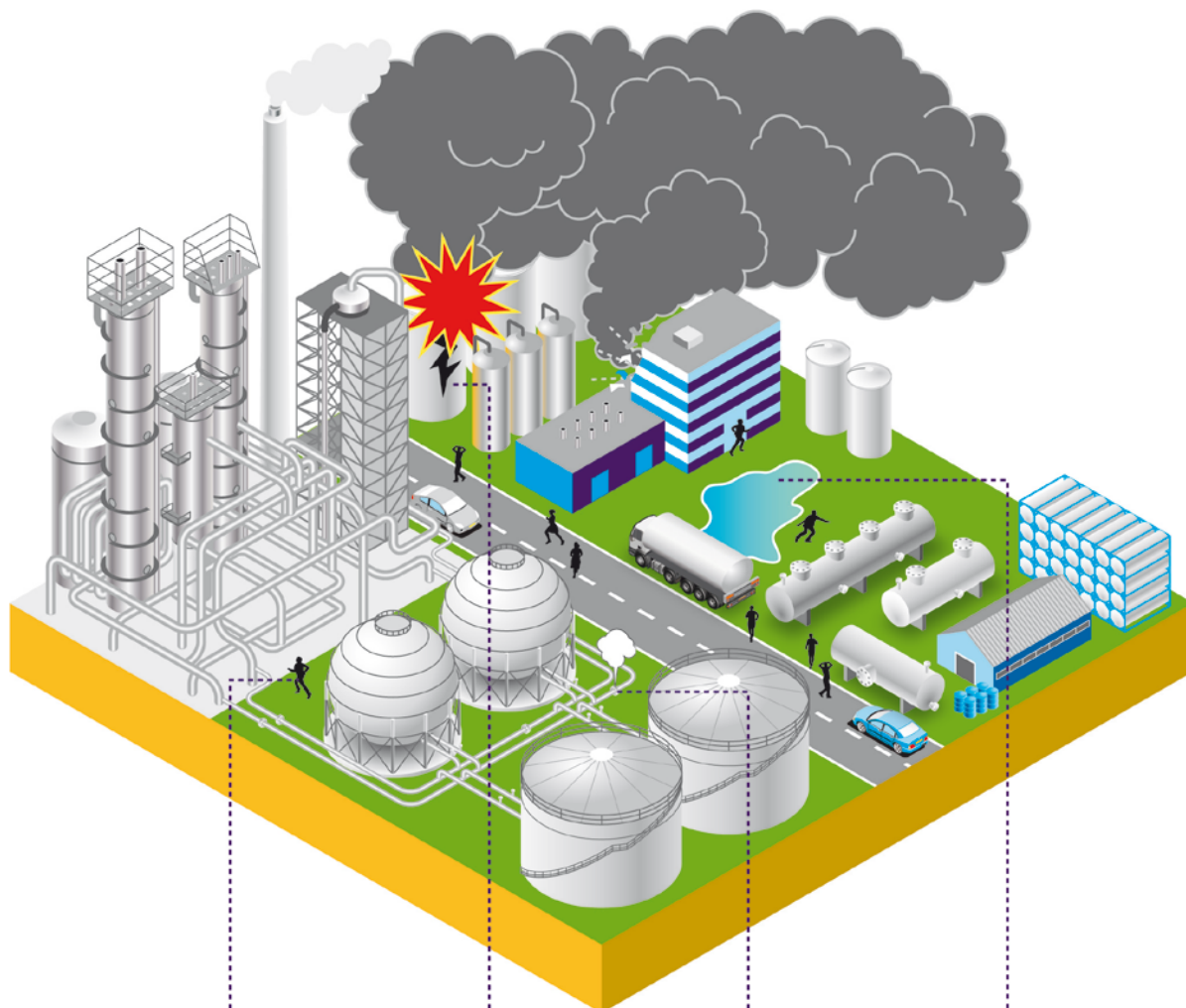
DOI 10.21945/RIVM-2019-0054

H.J. Manuel (auteur), RIVM
E.S. Kooi (auteur), RIVM
M. Mud (auteur), RPS
B. Wolting (auteur), RIVM

Contact:
Henk Jan Manuel
henkjan.manuel@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110021/19/MH - Analyse MHC-ongevallen met Storybuilder

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl



Incidenten

In veertien geanalyseerde incidenten kwamen er twaalf keer gevaarlijke stoffen vrij (drie keer met brand), trad één keer een explosie en brand op en was er één incident waarbij geen stoffen vrijkwamen.

Gevolgen

Bij de incidenten vielen negen gewonden. Acht maal met vermoedelijk tijdelijk letsel en één keer met permanent letsel door brandwonden.

Oorzaken

Aandacht blijft nodig voor menselijke factoren in het systeem: bij zes van de incidenten wordt menselijke fout genoemd als directe oorzaak.

Preventie

Met maatregelen kunnen afwijkingen tijdig gesignaleerd en hersteld worden. Acht keer waren deze maatregelen afwezig of ongeschikt.

Repressie

Bij acht incidenten werd uitstroming/verspreiding van stoffen door maatregelen ingeperkt. PBMs behoeven aandacht: in vijf incidenten ging hier iets mis mee.

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2018

Het RIVM analyseert elk jaar de aard, omvang en oorzaak van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven in Nederland. In de analyse van 2018 waren dat er veertien. Bij twaalf incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, bij drie hiervan was er ook brand. Eén keer was er een explosie, gevolgd door een brand. In totaal raakten negen mensen gewond. Bij acht van hen was het letsel vermoedelijk tijdelijk. Eén persoon liep blijvend letsel door brandwonden op.

Chemische bedrijven zijn ervoor verantwoordelijk dat installaties op orde zijn en dat productieprocessen en werkzaamheden veilig worden uitgevoerd. Bij de onderzochte incidenten ging het op verschillende onderdelen mis. Zo raakten materialen verzwakt of waren chemische processen niet goed onder controle. Hierdoor liepen de processen anders, wat niet op tijd is ontdekt en hersteld. Bedrijven hadden de noodmaatregelen die zij achter de hand moeten hebben, vaak niet of niet goed ingevoerd. Een voorbeeld van zo'n maatregel is voorkomen dat een installatie in brand raakt via ontvlambare materialen in de omgeving. Zes incidenten hadden met een noodmaatregel kunnen worden voorkomen.

Bij twee incidenten was de vaardigheid van het personeel om het werk veilig uit te voeren, niet op orde. Ook is aandacht nodig voor persoonlijke beschermingsmiddelen, omdat daar bij vijf incidenten iets mee misging.

Wanneer gevaarlijke stoffen vrijkomen, is het mogelijk om de schadelijke effecten te beperken. Bij acht incidenten is voorkomen dat de stoffen zich naar de omgeving verspreidden.

Deze rapportage maakt deel uit van de opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) om incidenten te analyseren die de Inspectie SZW heeft onderzocht. Het RIVM gaat na wat de overeenkomsten en verschillen tussen deze incidenten zijn. De resultaten kunnen worden gebruikt voor inspectie- en handhavingsstrategieën. Bedrijven kunnen de inzichten gebruiken om hun veiligheidsbeleid te verbeteren.

Kernwoorden: majeure ongevallen, incidentanalyse, Staat van de Veiligheid, Brzo, Rrzo, Storybuilder, Ieren van ongevallen

Synopsis

Analysis of incidents involving hazardous substances at large companies 2018

Every year, RIVM analyses incidents involving hazardous substances at large chemical companies. The 2018 analysis concerns fourteen incidents. In twelve incidents dangerous substances were released and three had a resulting fire. Once an explosion occurred with an ensuing fire. In total nine persons were injured. Eight persons are likely to recover fully from these injuries. One person had a permanent injury due to burns.

Chemical companies must ensure that their installations are in order and that their production processes and activities are carried out safely. In the incidents analysed, problems arose with various elements. In the incidents materials had weakened or chemical reactions were not controlled properly. The resulting deviations were not promptly discovered and remedied. Emergency protection measures can intercept the deviations, but were often not in place. An example of an emergency protection measure is the protection of the installation against ignition of flammable materials. Six incidents could have been prevented with these emergency protection measures.

In two incidents personnel were lacking in competence. Personal protective equipment needs attention, because something went wrong with it in five incidents.

It is possible to restrict the effects after release of hazardous substances with measures. In eight incidents measures prevented the spreading of materials to the surroundings.

This annual report is part of the order from the Ministry of Social Affairs and Employment (SZW) to analyse accidents investigated by the Major Hazard Control (MHC) Directorate of the SZW Inspectorate. RIVM examines the similarities and differences between these incidents. These findings can be used for inspection and enforcement strategies. Companies can use the insights to improve their safety policies.

Keywords: major accidents, incident analysis, State of Safety, Major Accidents (Risks) Decree (Brzo), Storybuilder, learning from accidents

Inhoudsopgave

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 13

2 Kenmerken van de incidenten — 15

- 2.1 Aard van de bedrijven — 15
 - 2.1.1 Wettelijk regime — 15
 - 2.1.2 Type bedrijf — 15
 - 2.1.3 Bedrijfsfase — 16
- 2.2 De gevaarlijke stof — 16
 - 2.2.1 Aard van de stoffen — 16
 - 2.2.2 Hoeveelheden — 17
- 2.3 Installaties en gebeurtenissen — 17
 - 2.3.1 Betrokken installatieonderdelen — 17
 - 2.3.2 Type ongeval — 18
 - 2.3.3 Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie — 19
 - 2.3.4 Locatie van de uitstroming — 19
- 2.4 Gevolgen — 20
 - 2.4.1 Slachtoffers — 21
 - 2.4.2 Materiële schade — 21
 - 2.4.3 Ecologische schade — 21
- 2.5 Overtredingen — 21

3 Oorzaken van incidenten — 23

- 3.1 Directe oorzaken van de incidenten (Rrzo-scenario's) — 23
- 3.2 Maatregelen ter voorkoming van incidenten — 24
 - 3.2.1 Procesbeheersing — 25
 - 3.2.2 Herstel van afwijkingen — 26
 - 3.2.3 Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen — 27
- 3.3 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 28
- 3.4 Achterliggende oorzaken — 30

4 Conclusies — 35

Referenties — 37

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen — 39

Samenvatting

Veertien incidenten met gevaarlijke stoffen zijn door het RIVM en RPS Advies geanalyseerd in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Het betreft incidenten die zijn onderzocht door de Inspectie SZW en waarvan het incidentonderzoek in 2018 is afgesloten. De incidenten traden op bij grote chemische bedrijven die vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Brzo)¹. Eén incident was op basis van de vrijgekomen hoeveelheden gevaarlijke stoffen meldingsplichtig voor de Europese MARS-registratie².

In de analyse is gekeken naar overeenkomsten en verschillen in de kenmerken van de incidenten, zoals het installatie-onderdeel dat faalt, de betrokken stoffen 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 en niet werkten. De analyse is uitgevoerd met het wetenschappelijk onderbouwde model *Storybuilder-MHC*. De uitkomsten van de analyse kunnen door de Inspectie SZW gebruikt worden voor de inspectie- en handhavingsstrategieën, en door bedrijven voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

Bij twaalf incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, in één geval na een explosie. In één incident trad alleen een explosie op, waarna er verbrandingsproducten vrijkwamen. Eén incident betrof een *near miss*, waarbij geen stoffen vrijkwamen.

De incidenten vonden overwegend plaats bij hoge-drempelinrichtingen³ (11x), tijdens normaal proces (7x) en in een procesinstallatie dan wel een omgeving met procesinstallaties (9x). Verder waren er vaak één of meerdere ontvlambare stoffen bij betrokken (8x). Aan de veertien incidenten lagen verschillende directe oorzaken⁴ ten grondslag, waarbij vooral menselijke fouten (6x) opvallend vaak voorkwamen. De specifieke installatieonderdelen die bij de incidenten betrokken waren, waren telkens anders.

De meeste incidenten begonnen met een afwijking in materialen, procesparameters of bij opstarten. Adequate voorzieningen om de ontstane afwijking op te merken en te herstellen, waren niet geïmplementeerd (6x), werden niet gebruikt (1x) of het toezicht op het gebruik schoot tekort (1x). Daardoor kregen afwijkingen de gelegenheid om te groeien tot onveilige situaties. In zeven gevallen leidde dat direct tot het incident, bijvoorbeeld door lekkage uit een gecorrodeerde

¹ In 2018 waren er geen andersoortige bedrijven betrokken, zoals bedrijven met aanvullende risico-inventarisatie en -evaluatie (ARIE).

² In Bijlage VI van de Europese Seveso-III-richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie. Dit zijn de zogenoemde MARS-meldingen. Het betreft betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade.

³ Bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Brzo). Het Brzo 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 ten aanzien van de beheersing van de veiligheid en gelden meer rapportageverplichtingen.

⁴ In paragraaf 3.1 wordt het begrip 'directe oorzaak' toegelicht.

aansluiting, die wel opgemerkt was maar niet bijtijds verholpen. Bij zes andere incidenten had een aanvullende noodmaatregel het incident nog kunnen voorkomen. Deze noodmaatregelen, zoals voorkomen van ontsteking en bescherming tegen overdruk, waren voornamelijk niet of niet adequaat geïmplementeerd (4x).

Als een incident eenmaal gebeurt, zijn er nog maatregelen om de gevolgen van het incident te beperken. Het betreft dan vooral maatregelen om een uitstroming te stoppen, de drijvende kracht achter de uitstroming weg te nemen en de verdamping en verspreiding van gevaarlijke stoffen te beperken. Bij acht incidenten werd de uitstroming of de verspreiding van gevaarlijke stoffen met een of meer van deze maatregelen beperkt. In al die gevallen was daarvoor een menselijke ingreep nodig.

Het falen van veiligheidsmaatregelen is vaak het gevolg van tekortkomingen in de identificatie en beoordeling van gevaren (VBS-element ii) of de controle op de exploitatie (VBS-element iii).⁵ Als gevolg daarvan zijn veiligheidsvoorzieningen vaak niet aanwezig of niet toereikend om het ongeval af te wenden. Bij negen incidenten was sprake van tekortkomingen in plannen en procedures (bijvoorbeeld in werkinstructies en taak-risicoanalyses). Bij vijf incidenten speelde onvoldoende ervaring en competentie van het personeel een rol.

In de veertien onderzochte incidenten heeft één werknemer vermoedelijk permanent letsel door brandwonden opgelopen, zeven werknemers letsel van tijdelijke aard en is het letsel bij vier werknemers onbekend van aard. Negen werknemers zijn ter observatie of behandeling opgenomen geweest in het ziekenhuis. In drie incidenten raakten installaties beschadigd en werd één installatie door een brand verwoest. De ecologische schade was meestal verwaarloosbaar of onbekend, maar in één incident is er lokaal een bodemverontreiniging opgetreden door het vrijkomen van een grote hoeveelheid ethyleenoxide.

Het onderzoek maakt deel uit van een meerjarige opdracht voor het analyseren van incidenten die door de Inspectie SZW zijn onderzocht. Het voorliggende rapport is onderdeel van de rapportage over de Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven 2018 aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

⁵ Voor de analyse van achterliggende oorzaken is (onder meer) aansluiting gezocht bij de zeven elementen van het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) uit de Europese Seveso-III-richtlijn.

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 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 Inspectie SZW zijn onderzocht en die geregistreerd zijn als 'ongeval MHC'⁶.

Sinds 2015 wordt in het kader van de rapportage over de Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven jaarlijks gerapporteerd over de recentste bevindingen ([1], [2], [3], [4]). In het voorliggende rapport worden veertien incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in 2018 is afgesloten⁷. Als onderdeel van de rapportage over de Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven maakt het RIVM ook een rapport over vijftien jaar incidentonderzoek [5].

De analyses zijn gedaan met het wetenschappelijk onderbouwde model *Storybuilder*-MHC dat specifiek is ontwikkeld voor grote chemische incidenten. Met het model kunnen onderzochte incidenten op uniforme wijze worden geanalyseerd op directe en achterliggende oorzaken. Bij de analyse zijn daarnaast bedrijfsgegevens en technische details, zoals installatiegegevens, vastgelegd. Ook is een relatie gelegd met het bij de bedrijven aangetroffen en geïnspecteerde veiligheidsbeheerssysteem (VBS).

De analyses zijn uitgevoerd in samenwerking met het ingenieurs- en adviesbureau RPS Advies. Bij de analyses is gebruikgemaakt van de informatie die beschikbaar was in het informatiesysteem van de Inspectie SZW, inclusief eventuele analyses door derden. Voor twee incidenten waren naast het onderzoek van de Inspectie SZW ook onderzoeksrapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid beschikbaar.⁸

In het rapport is de meest relevante informatie voor een breed publiek uitgewerkt. In bijlage 1 is een korte omschrijving gegeven per incident. Een uitgebreide beschrijving van het analysemodel is te vinden in het rapport 'Incidentanalyse 2011-2014, incl. trend 2004-2013' [6]. In 2017 zijn de tien 'directe oorzaken' uit de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo) aan het model toegevoegd en is de indeling en aanduiding van verschillende typen maatregelen verbeterd [3].

⁶ MHC staat voor 'Major Hazard Control'. De vakgroep MHC van de Inspectie SZW richt zich op de veiligheid bij grote chemische bedrijven.

⁷ Het betreft tien incidenten waarvan het incidentonderzoek door Inspectie SZW is afgesloten tussen 15 maart 2018 en 31 december 2018. Drie incidenten die zijn afgehandeld in 2013 zijn alsnog geanalyseerd toen bleek dat het onderzoek van het bedrijf voldoende informatie bevatte voor een analyse. Eén incident is meegenomen dat als boeterapport was ingediend, maar nog niet als afgehandeld in het systeem stond. Van één incident was niet voldoende informatie beschikbaar om te analyseren. Totaal leidt dit tot veertien geanalyseerde incidenten.

⁸ In verband met herleidbaarheid tot bedrijven zijn hier geen referenties van gegeven.

2 Kenmerken van de incidenten

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste kenmerken van de incidenten besproken, 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 veertien incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarvoor het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999 [7] of 2015 [8] van toepassing was.⁹ Elf daarvan zijn hoge-drempelinrichtingen en drie een lagedrempelinrichting.¹⁰ Van de 407 Brzo-inrichtingen in Nederland is 65% een hoge-drempelinrichting [9]. Bij hoge-drempelinrichtingen zijn grotere hoeveelheden gevaarlijke stoffen aanwezig. Het aantal handelingen en activiteiten met gevaarlijke stoffen zal in het algemeen ook groter zijn.

Tabel 1 *Wettelijk regime*

Wettelijk regime	Aantal incidenten	
Inrichtingen vallend onder het Brzo	14	
Waarvan hoge-drempelinrichtingen		11
Waarvan lage-drempelinrichtingen		3

2.1.2 *Type bedrijf*

Zeven van de veertien incidenten vonden plaats bij bedrijven die beschouwd kunnen worden als algemene procesindustrie (SBI-sector 20: vervaardiging van chemische producten). De overige incidenten vonden plaats bij diverse typen bedrijven.

Tabel 2 *Type industrie volgens de SBI-classificatie*¹¹

Industriesector	Aantal incidenten
16: Primaire houtbewerking en vervaardiging van artikelen van hout, kurk, riet en vlechtwerk	1
19: Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	1
20: Vervaardiging van chemische producten	7
38: Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling	2
46: Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen)	2
81: <i>Facility management</i> , reiniging en landschapsverzorging	1

⁹ Tot en met 7 juli 2015 was het Brzo 1999 geldig. Met ingang van 8 juli 2015 is het Brzo 2015 van kracht. In dit rapport zijn incidenten geanalyseerd die hebben plaatsgevonden tussen 2012 en 2018.

¹⁰ De Seveso-III-richtlijn onderscheidt ten aanzien van 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.

¹¹ SBI: Standaard Bedrijfs Indeling. Opgesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek.

2.1.3 *Bedrijfsfase*

Zeven incidenten gebeurden tijdens normaal bedrijf. De overige incidenten vonden plaats tijdens onderhoud of inspectie van een installatie of tijdens de opstartfase. Installaties zijn het grootste deel van de tijd in normaal bedrijf. Per tijdseenheid is de kans op een ongeval tijdens onderhoud, inspectie of opstart (waarschijnlijk) hoger dan tijdens normaal bedrijf.

Tabel 3 Bedrijfsfase waarin het incident plaatsvindt






Bedrijfsfase	Aantal incidenten
Normaal bedrijf	7
Onderhoud	3
Ingebruikname	4

2.2 De gevaarlijke stof

2.2.1 *Aard van de stoffen*

In Tabel 4 zijn de stoffen gegeven die vrijkwamen bij de incidenten, ingedeeld in categorieën¹². Er kunnen meerdere stoffen vrijkomen per incident en deze kunnen ook in meerdere categorieën ingedeeld zijn. Bij zeven incidenten waren één of meer stoffen met acuut toxisch gevaar betrokken en bij acht incidenten één of meer ontvlambare stoffen.

Tabel 4 Aantal incidenten met één of meer betrokken stoffen per gevaarcategorie

Label	Pictogram	Samenvatting gevaar ¹²	Aantal incidenten
GHS01		Ontpofbaar	1
GHS02		Ontvlambaar	8
GHS03		Oxiderend	1
GHS05		Corrosief / bijtend	5
GHS06		Acuut toxisch	7
GHS07		Gezondheidswaarschuwing	9
GHS08		Gezondheidsgevaar	5
GHS09		Milieugevaar	3

Er was één MARS-meldingsplichtig² incident. Dit had betrekking op het vrijkomen van de ontvlambare stof etheen.

¹² 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. Deze pictogrammen hebben geen pakkende aanduiding. Voor het leesgemak is een eigen omschrijving toegevoegd.

2.2.2 Hoeveelheden

De betrokken hoeveelheden zijn vermeld in Tabel 5. Eén incident (nummer 6) was op grond van de vrijgekomen hoeveelheden MARS-meldingsplichtig^{2,13}. Bij de ongevallen met onbekende hoeveelheden ging het twee keer om resten materiaal tijdens schoonmaakwerkzaamheden, één keer om vrijgekomen procesgas en één keer kwamen er geen stoffen vrij omdat materialen werden overgepompt van een tank naar een andere tank (*near miss*-incident, nr. 4).

Near miss-incident

In incident 4 werd vastgesteld dat een drijvend dak in een vloeistoftank scheef hing, doordat er vloeistof gelekt was in enkele pontons. De vloeistof is in dit incident veilig gesteld door overpompen naar een andere tank en er is derhalve geen gevaarlijke stof vrijgekomen. Het incident is in de database opgenomen, omdat er van te leren valt dat het van belang is ook onderhoud te plegen aan een onderdeel als een drijvend dak.

Tabel 5 Betrokken hoeveelheid gevaarlijke stoffen

Betrokken hoeveelheid	Aantal incidenten
<= 10 kg	4
> 10 kg <= 100 kg	2
> 100 kg <= 1000 kg	1
> 1 ton <= 10 ton	2
> 10 ton <= 100 ton	0
> 100 ton	1
Onbekende hoeveelheid	4

2.3 Installaties en gebeurtenissen

2.3.1 Betrokken installatieonderdelen

Dit betreft installatieonderdelen die betrekking hebben op het ongeval zelf (brand, explosie of vrijkomen gevaarlijke stoffen) of relevant zijn voor de toedracht. Het gaat bijvoorbeeld om onderdelen die defect raken, verkeerd ontworpen zijn, verkeerd geïnstalleerd zijn, opengaan of barsten. Per incident zijn vaak meerdere installatieonderdelen betrokken. Het totaal is daardoor groter dan veertien. Negen incidenten vonden plaats in een procesinstallatie of in een procesomgeving, drie bij afvalverwerkingsbedrijven en twee bij opslagbedrijven.

¹³ De drempelwaarden voor registratie hangen af van de gevaareigenschappen van de producten die vrijkomen en zijn gelijk aan 5% van de hoge-drempelwaarden van het Brzo. Deze hoge-drempelwaarden zijn vermeld in kolom 3 in Bijlage II van de Seveso-III-richtlijn.

Tabel 6 Betrokken installatieonderdeel waar het probleem ontstond. (NB Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal onderdelen is daardoor groter dan veertien)

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Pakkingen en afdichtingen	2	
Verbindingen en koppelingen	6	
(Vaste) verbinding		4
Koppeling		2
Voorzieningen op/aan/in equipment	9	
Afsluiter/afsluitklep		4
Overige kleppen (incl. drukventiel)		3
Blindflens/-plaat		1
Aftappunt		1
Instrumentatie in/op installatie		3
Breekplaat		1
Vaste opslagtanks	3	
Vaten in procesinstallaties: proces-, reactor- en buffervaten	3	
Overige onderdelen in procesinstallaties	6	
Procesleiding		6
Pomp in procesinstallatie		1
Compressor in procesinstallatie		1
Mobiele tanks en verpakkingen	3	
Transfer	5	
Leidingen, slangen en armen		4
Pomp (transfer)		1
Voer- en vaartuigen	3	
<i>Utilities</i>	3	
Overig	1	

2.3.2 Type ongeval

Het analysemodel maakt op hoofdlijnen onderscheid naar uitstroming van gevaarlijke stoffen, brand en/of explosie in een insluitsysteem en blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een insluitsysteem. Bij één incident leidde een explosie in een insluitsysteem tevens tot uitstroming van gevaarlijke stoffen (vloeistof). Eén incident betrof het *near miss*-incident, waarbij geen stof vrijkwam.

Tabel 7 Type ongeval (NB Een incident kan meerdere typen behelzen; het totaal aantal typen is daardoor groter dan veertien)

Type ongeval / uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	12	
Vanuit een reguliere opening in een insluitsysteem		1
Vanuit falende of losse verbinding		3
Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		3
Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		3
Catastrofaal falen		1
Onbekend		1
Directe explosie in een insluitsysteem	2	
Geen uitstroming uit insluitsysteem	1	

2.3.3

Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie

Dit betreft installatieonderdelen die direct gerelateerd zijn aan de centrale gebeurtenis, bijvoorbeeld installatieonderdelen van waaruit product uitstroomt of waarin brand of explosie optreedt. De betreffende onderdelen zijn vermeld in Tabel 8.

Tabel 8 Installatieonderdeel met betrekking tot de uitstroming, brand of explosie (NB Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn)

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Vaste opslagtank	2	
Vat in procesinstallatie (proces-, reactor- of buffervat)	1	
Overig onderdeel procesinstallatie	4	
Procesleiding		4
Compressor (in procesinstallatie)		1
Mobiele tank of verpakking	1	
Transfer	2	
Laad-/losslang		1
Laad-/losarm		1
Voer- en vaartuigen	1	
Tankauto		1
Utilities	2	
Afgassysteem		1
Verbrandingsoven		1
Onbekend	1	

2.3.4

Locatie van de uitstroming

Tabel 9 geeft de locatie van de uitstroming van de twaalf incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn uitgestroomd. Er kunnen meerdere onderdelen zijn waar een uitstroming plaatsvindt. Meest aangetroffen waren de omhulling (5x) en voorzieningen zoals koppelingen en verbindingen (5x). In twee incidenten stroomden geen stoffen uit: de *near miss* en een explosie met brand waarbij alleen verbrandingsproducten vrijkwamen.

Tabel 9 Locatie van de uitstroming

(NB Per incident kunnen meerdere onderdelen betrokken zijn; het totaal aantal onderdelen is daardoor groter dan de twaalf incidenten waarbij daadwerkelijk stoffen uitstroomden)

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Omhulling	5	
Omhulling		4
Zwakke lasnaad (scheurnaad)		1
Deksel/luik		1
Voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen	5	
Opening voor instrumentatie		1
Aftap-/afvoerpunt (incl. drain)		1
Blindflens/-plaat		1
Verbinding (incl. flens)		1
Koppeling		2
Openingen en ontworpen uitstroompunten	2	
Afblaas (vent)		1
Open leiding		1
Onbekend	1	

2.4

Gevolgen

In tabel 10 is het uiteindelijke effect van het incident vermeld, waarbij de invloed van mitigerende maatregelen is meegenomen. Vier keer was sprake van brand of explosie. Zeven keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij vier van die incidenten vond de uitstroming plaats op veilige hoogte of werd de uitstroming of verdamping door maatregelen beperkt. Bij de andere drie werd de verspreiding niet gecontroleerd of beperkt. Tweemaal was geen sprake van relevante verspreiding: in de *near miss* en in een incident waarbij een werknemer een kleine hoeveelheid heet product over zich heen kreeg. Eén keer bevatte het rapport onvoldoende informatie over de effecten.

Tabel 10 Type effect van het incident (NB Een incident kan meerdere directe gevolgen hebben)

Type effect	Aantal incidenten	
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	7	
Waarvan: Ongecontroleerde verspreiding		3
Waarvan: Gecontroleerde verspreiding		4
Brand	4	
Waarvan: plasbrand		1
Waarvan: brand binnen insluitsysteem		1
Waarvan: materiaalbrand buiten insluitsysteem		1
Waarvan: onbekend soort brand		1
Geen brand, explosie of dispersie	2	
Escalatie onbekend	1	

2.4.1 Slachtoffers

In het model is een slachtoffer gedefinieerd als een persoon met tijdelijk of blijvend letsel door toedoen van het ongeval of ziekenhuisopname of als deze is overleden. Deze definitie is ruimer dan de definitie die gebruikt wordt voor de meldingsplicht voor Arbo-ongevallen; daar is (alleen) sprake van een slachtoffer bij blijvend letsel of ziekenhuisopname of overlijden. Volgens de definitie van het model waren er zeven incidenten met totaal twaalf slachtoffers. Volgens de Arbo-definitie waren er zes incidenten met totaal negen slachtoffers (met ziekenhuisopname).

Tabel 11 Aantal slachtoffers en type letsel

Type letsel	Aantal slachtoffers	
Overlijden	0	
Vermoedelijk blijvend lichamelijk letsel Waarvan: inclusief ziekenhuisopname	1	1
Vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel Waarvan: inclusief ziekenhuisopname	7	4
Onbekende ernst van het letsel Waarvan: inclusief ziekenhuisopname	4	4

2.4.2 Materiële schade

Bij negen van de veertien incidenten was er geen sprake van materiële schade. Bij vier incidenten waren installaties beschadigd, waarbij één *total loss*. In één geval waren de materiële gevolgen onbekend. Bij geen van de incidenten was de exacte omvang van de materiële schade bekend, maar in geen van de gevallen was de schade groter dan twee miljoen euro.¹⁴

2.4.3 Ecologische schade

Bij negen incidenten was er geen sprake van ecologische schade (waaronder de *near miss*). Bij één incident was er een *on-site* bodemverontreiniging die moest worden opgeruimd. Bij de overige incidenten betrof het kleine plaatselijke hoeveelheden of een brand en één keer een onbekende ecologische schade.

2.5 Overtredingen

Bij vijf incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen die het vaakst geconstateerd werden, hebben betrekking op artikel 16 van de arbeidsomstandighedenwet (4x) en op artikel 4.6 van het arbeidsomstandighedenbesluit (4x).

¹⁴ In Bijlage VI van de Europese Seveso-III-richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie. Dit zijn de zogenoemde MARS-meldingen. Voor incidenten met een materiële schade van twee miljoen euro of meer geldt een meldingsplicht. Voor geen van de incidenten was dit criterium van toepassing.

Tabel 12 Geconstateerde overtredingen bij de incidenten (NB Bij een incident kunnen meerdere overtredingen worden geconstateerd; het totaal is daardoor groter dan veertien)

Geconstateerde overtreding	Aantal incidenten	
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 1999 ¹⁵	2	
Waarvan art 5 lid 1 (maatregelen voorkomen zware ongevallen)		2
Waarvan art 5 lid 3 (veiligheidsbeheerssysteem)		2
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	4	
Waarvan art 5 (inventarisatie evaluatie risico's)		2
Waarvan art 6 (voorkoming zware ongevallen)		1
Waarvan art 8 (voorlichting en onderricht)		1
Waarvan art 16 (algemene bepalingen)		4
Waarvan art 32 (strafbepaling)		1
Overtreding van het Arbeidsomstandighedenbesluit	4	
Waarvan art 3.2 (algemene vereisten)		1
Waarvan art 4.6 (voorkomen ongewilde gebeurtenissen)		4
Waarvan art 8.3 (beschikbaarheid & gebruik PBM's)		1
Overtreding van de Wet Milieubeheer	1	
Waarvan art 17.1		1
Waarvan art 17.2		1
Geen geconstateerde overtreding	9	

¹⁵ De artikelen en onderdelen verwijzen naar het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999 voor incidenten vóór 2015 en daarna naar Brzo 2015.

3 Oorzaken van incidenten

3.1 Directe oorzaken van de incidenten (Rrzo-scenario's)

In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo, [10]) en in deel 6 van de Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 6, [11]) worden tien typen voorvallen genoemd die de directe aanleiding kunnen zijn van incidenten.¹⁶ Deze directe aanleidingen worden in de praktijk vaak 'directe oorzaken' of 'Rrzo-scenario's' genoemd. De directe oorzaak geeft geen informatie over achterliggende factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van een incident. Soms lijkt er sprake van meerdere directe oorzaken, zoals een verslechterde materiële toestand van de installatie in combinatie met een te hoge druk. In dat geval wordt nagegaan welke parameters buiten veilige grenzen (de 'safe envelope') waren.

De directe oorzaken staan vermeld in tabel 13. Het *near miss*-incident heeft geen directe oorzaak, omdat er geen materiaal vrijkwam. Van de dertien overige incidenten zijn verschillende directe oorzaken aan te wijzen. 'Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' komt het vaakst voor.

Tabel 13 Directe oorzaken van de incidenten (Rrzo-scenario's). (NB per incident kunnen meerdere directe oorzaken worden geconstateerd. De near miss is niet meegerekend)

Directe oorzaak van het incident	Aantal incidenten
Corrosie	1
Overdruk	2
Hoge temperatuur	1
Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	6
Overig	1
Onbekend	2

Bij zes incidenten werd de directe oorzaak 'menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' toegekend als het de directe aanleiding is van het incident. Menselijke handelingen kunnen ook indirect leiden tot incidenten, bijvoorbeeld een verkeerde dosering die leidt tot hoge druk. In dat geval is de menselijke fout echter niet de *directe* aanleiding/oorzaak. 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 de kans daarop vergroot.

In één geval was geen van de tien 'directe oorzaken' uit de Rrzo passend voor het ongeval. Daarbij trad een explosie op vóór het vrijkomen van stoffen. De oorzaak van de explosie lag waarschijnlijk in het ontwerp en was niet te herleiden tot een van de tien oorzaken.

¹⁶ De tien 'directe oorzaken' zijn in 2017 aan het model toegevoegd. Het betreft 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.

3.2 Maatregelen ter voorkoming van incidenten

De zes '*lines of defence*' in het analysemodel

Preventieve maatregelen: de '*lines of defence*' voor het voorkomen van incidenten (§ 3.2):

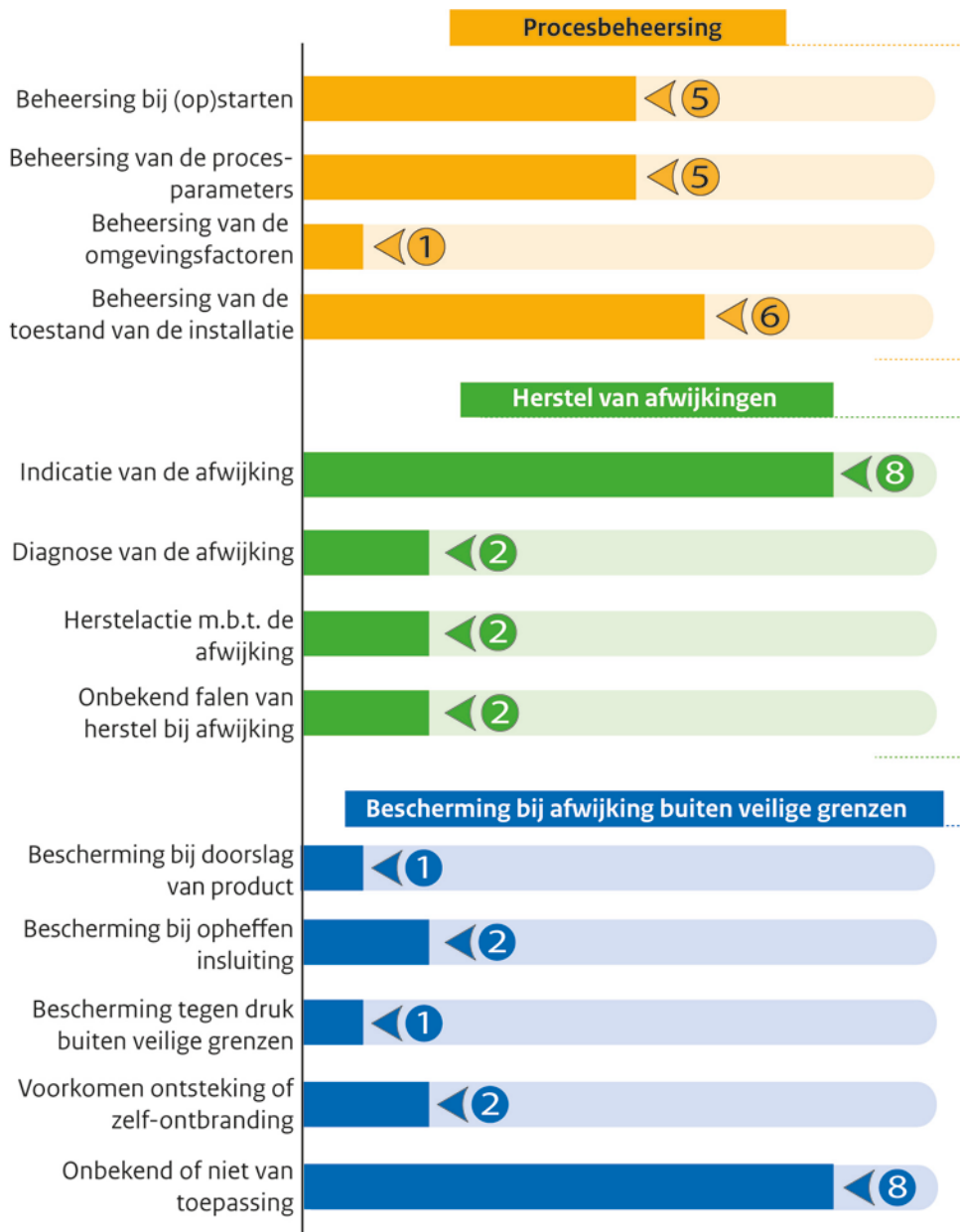
1. Het **beheersen van processen**, met betrekking tot veilig opstarten, de toestand (integriteit) van de installatie, procescondities en omgevingsfactoren.
2. **Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen**, dat wil zeggen indicatie, detectie en juiste diagnose van de afwijking en correcte responsactie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

Mitigerende maatregelen: de '*lines of defence*' voor het beperken van de gevolgen (§ 3.3):

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.
6. **Persoonlijke bescherming en hulpverlening**, zoals veilige toevlucht zoeken, evacuatie en (bedrijfs)hulpverlening.

Bedrijven treffen maatregelen om incidenten te voorkomen. Deze 'preventieve maatregelen' zijn in het *Storybuilder*-model onderverdeeld in drie verschillende '*Lines of Defence*' (LoD's) die voorafgaan aan het optreden van het incident. De eerste LoD (beheersing van processen) betreft de veilige procesvoering 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 veilige procesvoering, dan kan de afwijking in de tweede LoD worden waargenomen en hersteld, namelijk door 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 het uitstromen van gevaarlijke stoffen kan worden voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn noodkoeling, nooddrukaflaat en secundaire insluitsystemen.

In Figuur 1 zijn de preventieve maatregelen weergegeven die faalden. Er waren vijf incidenten waarbij in de eerste LoD twee maatregelen faalden. Daardoor zijn er in de eerste LoD in totaal zeventien falende maatregelen. De derde LoD was voor acht ongevallen niet van toepassing. In de derde LoD zijn daarom maar zes concrete maatregelen weergegeven die faalden.



Figuur 1 Falende maatregelen ter voorkoming van ongevallen

3.2.1

Procesbeheersing

Zoals in Figuur 1 te zien is, blijken in de eerste LoD voornamelijk maatregelen te falen met betrekking tot beheersing bij opstarten, beheersing van procesparameters en van de toestand van de installatie. Bij het beheersen van de toestand van de installatie worden verschillende factoren gevonden die deze groep beïnvloeden, waarbij opvalt dat verkeerde montage/koppelfout vier keer wordt genoemd en corrosieve omstandigheden één keer.

Falen van verbinding tijdens functietesten

In incident 10 worden functietesten gedaan van de installatie na een onderhoudsstop.

Door onduidelijkheden in instructies is een blindflens niet goed aangedraaid tijdens de werkzaamheden en heeft er koud chloor gelekt, waarschijnlijk enkele grammen. De lekkage werd gestopt door de medewerkers, die gelijk de flens aangetrokken hebben. Doordat het chloordetectiesysteem af ging, kwam er een melding binnen van een lekkage.

3.2.2 Herstel van afwijkingen

In de tweede LoD moet een beginnende afwijking gedetecteerd worden en hersteld. Herstel betekent dat de installatie wordt teruggebracht in een veilige toestand. Figuur 1 laat zien dat bij acht van de incidenten beginnende afwijkingen niet werden gesignaleerd. Dit betekent dat er geen werkende maatregelen of voorzieningen zijn om beginnende afwijkingen in beeld te brengen.

Geen indicatie van afwijkende processtroom

In incident 2 opent een medewerker een *big bag* met het materiaal, dat kort na het opensnijden explosief verbrandt. De medewerker loopt brandwonden op en de installatie wordt vernietigd door de brand.

Het betrof een afwijkende partij grondstoffen. Volgens de procedures zou een laboratoriummedewerker betrokken moeten worden bij de verwerking van afwijkende partijen. In de praktijk blijkt dat niet of nauwelijks te gebeuren. Na het ongeval heeft het bedrijf corrigerende acties genomen om de grondstofstromen beter in kaart te brengen.

Geen indicatie van afwijkende processtroom

In incident 2 opent een medewerker een *big bag* met het materiaal, dat kort na het opensnijden explosief verbrandt. De medewerker loopt brandwonden op en de installatie wordt vernietigd door de brand.

Het betrof een afwijkende partij grondstoffen. Volgens de procedures zou een laboratoriummedewerker betrokken moeten worden bij de verwerking van afwijkende partijen. In de praktijk blijkt dat niet of nauwelijks te gebeuren. Na het ongeval heeft het bedrijf corrigerende acties genomen om de grondstofstromen beter in kaart te brengen.

Geen indicatie van de stand van een afsluiter en vrijkomende etheen

In incident 6 vond een emissie van etheen plaats nadat een afsluiter open was blijven staan bij het opstarten van een compressor. Dit was een vergissing van een operator die niet werd opgemerkt in drie opvolgende dienstwisselingen. Pas nadat een operator een etheenlucht meldde werden de afsluiters gecontroleerd en afgesloten. Een meetpaal verder op het terrein had inmiddels wel een etheen-emissie gemeten. Uiteindelijk kwam 10 ton etheen vrij, die beperkt had kunnen worden door duidelijke

instructies met betrekking tot de afsluiters of indicaties van de stand van de afsluiters of een systeem om concentraties etheen en andere organische componenten te detecteren dicht bij de installatie.

Eén, twee of drie preventieve LoDs?

Het model gaat uit van drie preventieve *LoDs*: procesbeheersing, herstel van afwijkingen en noodmaatregelen in geval van afwijkingen buiten veilige grenzen. De tweede LoD was bij zes van de veertien incidenten niet verschaft/geïmplementeerd (zie figuur 3). Bij die incidenten waren er dus geen adequate maatregelen om beginnende afwijkingen te detecteren en herstellen. In acht incidenten waren geen noodmaatregelen van toepassing, maar in de overige incidenten waren deze wel mogelijk maar niet (adequaat) verschaft en hing de veiligheid dus volledig af van het goed functioneren van de eerste twee LoD's.

- Een voorbeeld is incident 5, waar chloorwaterstof ontsnapte uit een gecorrodeerde aansluiting. De zware corrosie hiervan was al opgemerkt maar maatregelen waren nog niet uitgevoerd. In dit incident berust de beheersing dus volledig op de eerste twee LoD's: er is geen noodmaatregel als stoffen gaan lekken en de corrosie was al gedetecteerd, maar nog niet aangepakt.
- Een ander voorbeeld is het eerder genoemde incident 3, waar procesgas vrijkwam nadat de wand scheurde door een te hoog opgelopen temperatuur. Aangezien er geen verdere noodmaatregel is na zo'n incident, zijn de eerste twee LoD's extra belangrijk.

3.2.3

Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen

Als herstel van de afwijking uitblijft, ontstaat er een afwijking buiten veilige grenzen. Voor sommige situaties zijn er dan nog noodmaatregelen beschikbaar om een ongeval te voorkomen. Deze noodmaatregelen zijn opgenomen in de derde LoD. Bij andere situaties is geen aanvullende noodmaatregel denkbaar. Het falen van het herstel van de afwijking (tweede LoD) leidt dan onherroepelijk tot een incident.

Figuur 1 laat zien dat bij zes van de incidenten zo'n noodmaatregel wel denkbaar was, maar dat er geen adequaat middel verschaft werd of dat het niet naar behoren gewerkt heeft. Een voorbeeld van een werkende maatregel is een scheurnaad in het dak van een tank dat in één incident ervoor heeft gezorgd dat explosiedruk kon worden afgevoerd. Bij de overige incidenten was de derde LoD niet van toepassing: voor deze incidenten waren er geen noodmaatregelen denkbaar om het incident te voorkomen nadat succesvol herstel van een afwijking in de processen uitbleef. Voor dat soort incidenten is het extra van belang om afwijkingen in de 1^e en 2^e LoD adequaat op te vangen.

Falende bescherming tegen opheffen insluiting

In incident 13 kreeg een operator azijnzuur over zich heen toen hij een afsluiter aanstootte, die het azijnzuur ingeblokt moest houden. Het zuur sproeide daarop via een nog niet volledig gemonteerde blindflens over de operator heen. De afsluiter had vergrendeld moeten zijn via een

vergrendelsysteem en/of zodanig gemonteerd moeten zijn dat deze niet tijdens de werkzaamheden aangestoten kon worden.

Geen noodmaatregel mogelijk

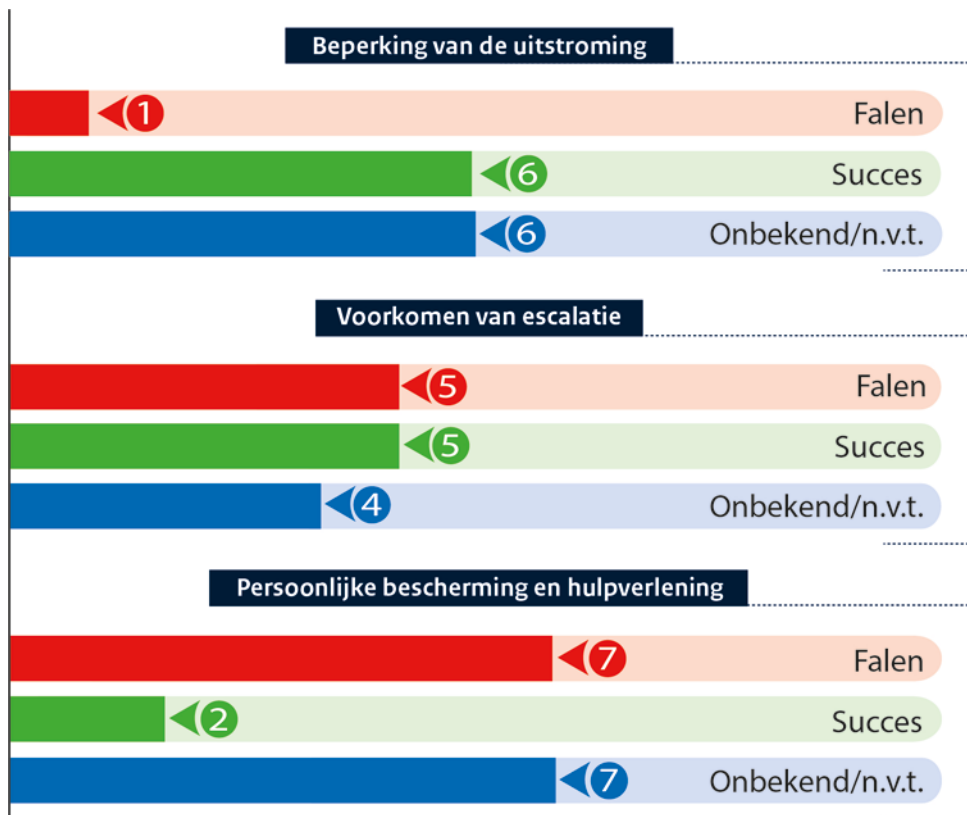
In incident 3 kwam procesgas vrij nadat de wand scheurde. De wandtemperatuur was te hoog opgelopen nadat deze was afgedekt door een isolatiedeken, die de werknemers moest beschermen. De te hoge temperatuur had al gedetecteerd moeten worden, maar toen de wand eenmaal scheurde doordat deze te zwak was geworden, was er geen verdere praktische noodmaatregel mogelijk.

3.3 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen

Als er eenmaal een uitstroming van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, zijn er nog verschillende maatregelen mogelijk die de ernst van de gevolgen kunnen beperken: repressieve maatregelen. In het analysemodel zijn deze maatregelen ook weer verdeeld over drie '*lines of defence*'. Allereerst kan de uitstroming gestopt worden 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 kunnen de verdamping en de verspreiding van gevaarlijke stoffen worden beperkt met een tankput en schuim- en sproeisystemen, en kan een gaswolkbrand of -explosie worden voorkomen door het wegnemen van ontstekingsbronnen. Ten derde kunnen 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 2 is de mate van succes van de maatregelen voor het beperken van de gevolgen weergegeven. De *near miss* is hier niet meegenomen, omdat er geen stoffen vrijkwamen en er geen maatregelen nodig waren voor het beperken van de gevolgen. Te zien is dat vooral de maatregelen met betrekking tot het beperken van de uitstroming en het voorkomen van escalatie vaak werkten. Het gaat onder meer om vijf incidenten waarbij de uitstroming werd gestopt, twee incidenten waarbij een brand of explosie succesvol werd bestreden en twee incidenten waarbij de verdamping en/of dispersie werden beperkt.

Bij de persoonlijke bescherming en hulpverlening faalden de maatregelen vaker dan er succes te melden was. Met name werden de persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) in vijf incidenten niet adequaat gebruikt of was er geen afdoende toezicht op het gebruik van de PBM's. Bij het niet adequaat gebruiken droegen de werknemers een veiligheidsbril en niet het voorgeschreven volgelaatscherm of droegen ze de PBM's niet goed bevestigd tijdens de bestrijding van een calamiteit. Bij het inadequate toezicht waren werknemers bezig met het verhelpen van verstoppingen of schoonmaakwerkzaamheden en was er een tekortschietend toezicht op het juiste gebruik van de PBM's.



Figuur 2 Falende en succesvolle maatregelen voor het beperken van de gevolgen. NB: per LoD kunnen meerdere maatregelen falen of succes vertonen, de aantallen tellen niet op tot dertien incidenten (de near miss is hier niet van toepassing).

PBM's tijdens calamiteit niet goed gebruikt

Bij incident 9 kwam zwaveltrioxide vrij bij het verpompen van een tankwagen naar een tank. Tijdens het verpompen werden de voorgeschreven persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste manier gebruikt. Na het vrijkomen van de zwaveltrioxide werden acties ondernomen om de stof op te vangen in een adsorbent en werden de dampen neergeslagen met een waterscherm.

Tijdens daaropvolgende pogingen om de lossing op gang te krijgen, verrichtte een operator handelingen nabij de tankwagen zonder zijn overdrukmasker op een juiste manier te dragen. Ook of juist tijdens een calamiteit horen de PBM's op een juiste manier gebruikt te worden.

In Figuur 2 is ook te zien dat de status van de maatregelen vaak 'onbekend of niet van toepassing' is. Meestal is het type maatregel dan niet relevant voor het incident, zoals het beperken van de uitstroming in geval van een stofexplosie of het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen bij een incident zonder aanwezige personen in de omgeving.

3.4 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 tekstkader).

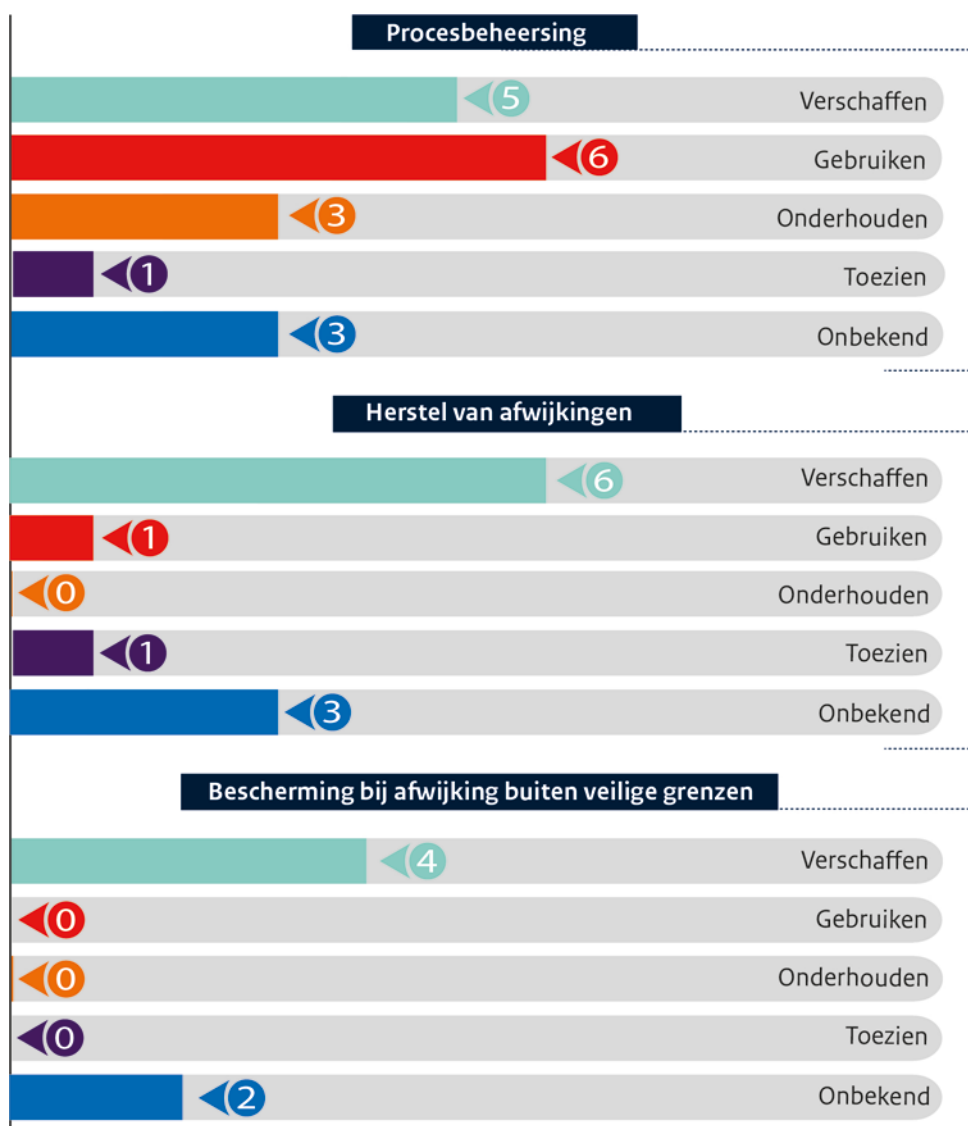
Achterliggende oorzaken in het analysemodel: taken, managementfactoren en VBS-elementen

Het analysemodel maakt met betrekking tot de achterliggende oorzaken onderscheid naar taken, managementfactoren en elementen van het veiligheidsbeheerssysteem.

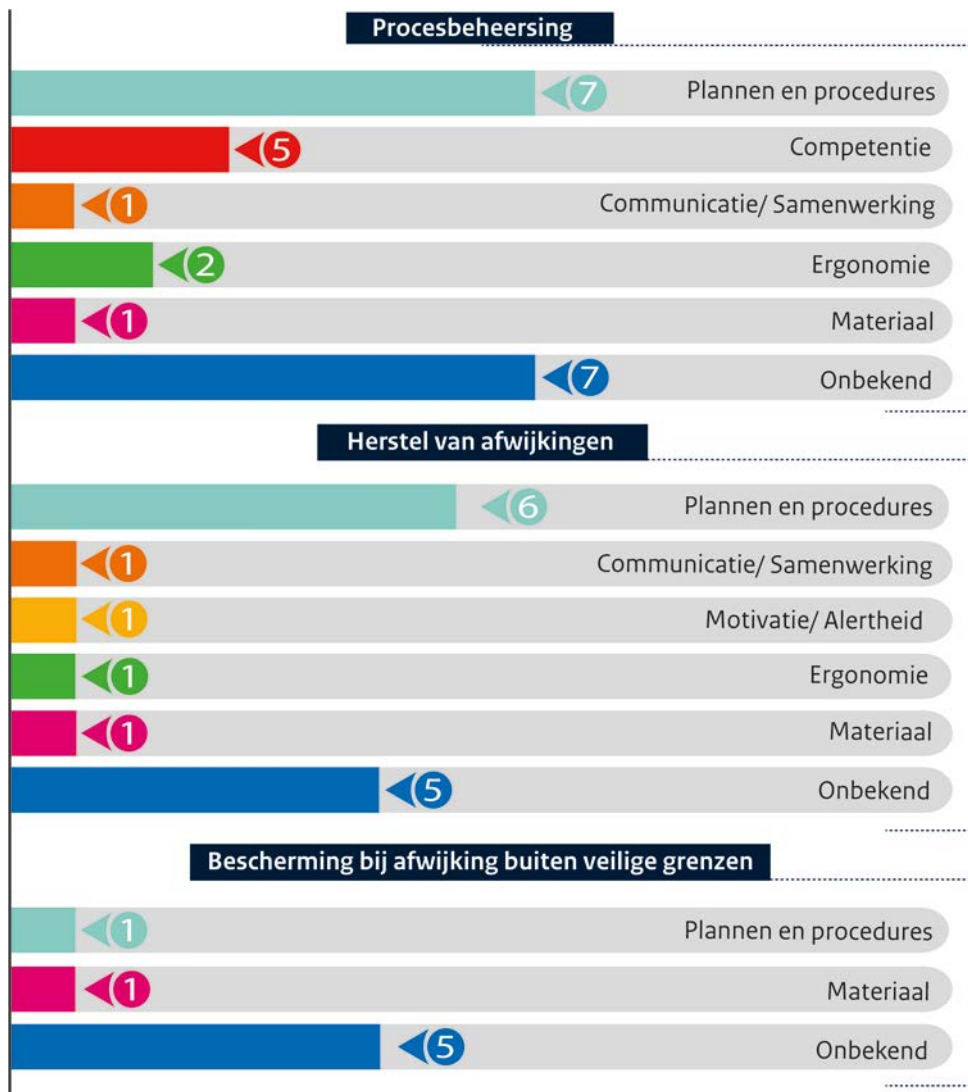
- Taken: veiligheidsmaatregelen moeten zijn *verschafft* en daarna adequaat worden *gebruikt*, *onderhouden* en *gemonitord*. Alleen als al deze taken goed functioneren, kunnen de genomen veiligheidsmaatregelen incidenten voorkomen of de gevolgen ervan beperken.
- Managementfactoren: dit zijn organisatievereisten die ertoe moeten leiden dat veiligheidsmaatregelen goed functioneren. Er wordt onderscheid gemaakt naar 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. 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.
- VBS-elementen: in Bijlage III van Richtlijn 2012/18/EU worden zeven elementen genoemd die tezamen moeten borgen dat het veiligheids-beheerssysteem (VBS) van chemische bedrijven goed functioneert. Voor falende maatregelen wordt in het model nagegaan welk VBS-element het meest van toepassing was.

Een uitgebreide uitleg over de betekenis van de taken, managementfactoren en VBS-elementen is opgenomen in het rapport Incidentanalyse 2011-2014, incl. trend 2004-2013'.⁵

In figuur 3 zijn de (falende) taken weergegeven die betrekking hebben op de preventieve maatregelen. In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen voornamelijk niet verschafft of werden ze niet (goed) gebruikt. Er moet dus beter gelet worden op het hebben van de benodigde maatregelen, maar zeker ook op het feit dat deze goed gebruikt worden in de praktijk. In de tweede en derde LoD komt het voornamelijk neer op het verschaffen van maatregelen. In de derde LoD waren er in acht incidenten maatregelen niet van toepassing (zie paragraaf 3.2.3), waardoor de aantallen hier lager zijn.



Figuur 3 Aantallen (falende) taken met betrekking tot falende preventieve maatregelen. NB: per LoD kunnen bij meerdere maatregelen taken falen of succes vertonen, de aantallen tellen niet op tot veertien incidenten.



Figuur 4 Aantallen relevante managementfactoren met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen en zijn per maatregel meerdere factoren mogelijk, zodat het aantal niet optelt tot veertien incidenten.

In Figuur 4 is te zien welke managementfactoren hebben bijgedragen aan het ongeval. Het blijkt dat er vaak sprake is van tekortkomingen in de plannen en procedures. Dit kan betekenen dat deze niet aanwezig zijn, of dat er wel procedures vastgesteld en geïmplementeerd zijn, maar dat deze ontoereikend zijn voor de specifieke situatie. Andere managementfactoren hebben niet zo'n grote rol, behalve competentie van personeel, die met name bij de maatregelen in de eerste LoD een rol speelt.

Falende communicatie bij verlading

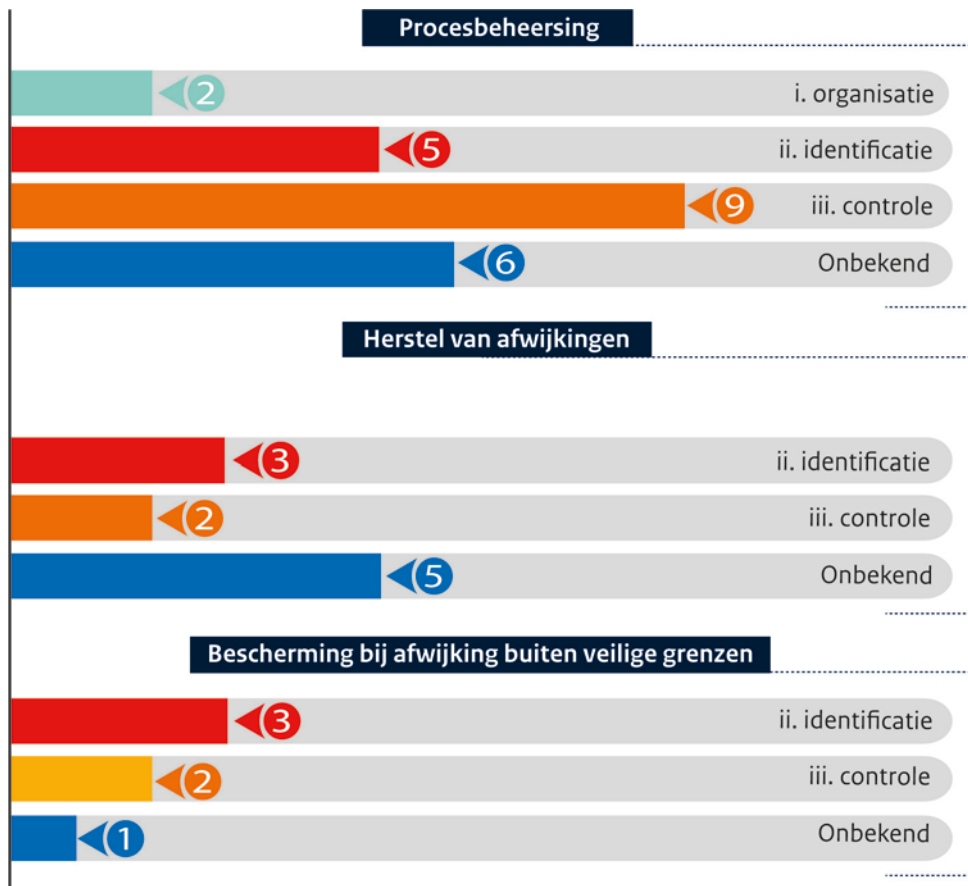
In incident 9 werkten een operator en een chauffeur samen om een product (zwaveltrioxide) uit een tankwagen te lossen naar een tank. Door onduidelijkheden in de communicatie tussen hen kwam een hoeveelheid van het product vrij toen de chauffeur startte met pompen van het materiaal voordat de lektest van het systeem was afgerond.

Het bedrijf neemt stappen om dit te voorkomen en gaat duidelijker aangeven waar de verantwoordelijk voor het verladingsproces ligt. De procedure voor het verladen bleek dit niet duidelijk aan te geven.

Falende plannen en procedures bij een hogedrukproces

In incident 12 ontstond een explosie doordat zich acetaldehyde had gevormd. De installatie betrof een tweedehands verkregen installatie die omgebouwd was om als druksysteem gebruikt te kunnen worden. Door onbekendheid met de installatie en een substandaard uitgevoerde veiligheidsstudie van de vorige eigenaar werd die montage niet goed uitgevoerd en bleken er veel verschillen te zijn tussen de P&ID's en de daadwerkelijk opgeleverde installatie.

In Figuur 5 is weergegeven met welke elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) de tekortkomingen samenhangen. Uit de analyse blijkt dat falende preventieve maatregelen vaak samenhangen met onderdeel ii: de identificatie en beoordeling van gevaren, en onderdeel iii: de controle op de exploitatie. Van de andere VBS-elementen kwam in de onderzoeken van dit jaar verder alleen een keer i. organisatie en personeel naar voren.



Figuur 5 Frequentie van relevante elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen (Elementen zijn voor het overzicht in de grafiek afgekort: i. organisatie en personeel, ii. identificatie en beoordeling van gevaren, iii. controle op de exploitatie, iv. wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, v. planning voor noodsituaties, vi. toezicht op de prestaties, vii. controle en analyse)

Falende controle op de exploitatie

In incident 3 werd abusievelijk een isolatiedeken op de wand gelegd. Zulke fouten werden niet meegenomen in de gebruikelijke HAZOP en er waren derhalve geen procedures voor een veilige werking hiervoor ontwikkeld.

4 Conclusies

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de veertien incidenten die dit jaar zijn onderzocht, hebben elk hun eigen kenmerken. Op basis van het beperkte aantal incidenten dat dit jaar is onderzocht, kunnen geen algemene patronen worden afgeleid die voor alle MHC-incidenten gelden. Toch zijn er verschillende zaken die opvallen wanneer deze incidenten worden samengebracht in het *Storybuilder*-model. Voor dit jaar gaat het om de volgende waarnemingen:

- *Helpt van de incidenten tijdens opstart en onderhoud*
Zeven van de veertien incidenten vonden plaats tijdens onderhoud en de opstart na het onderhoud. De overige incidenten gebeurden tijdens normaal bedrijf. De tijdsduur van werkzaamheden tijdens onderhoud of opstart is relatief kleiner dan bij normaal bedrijf. In deze incidenten is te zien dat de kans op een incident tijdens opstart en onderhoud groter is.
- *Voornamelijk menselijke fouten in de directe oorzaken*
Bij zes van de veertien incidenten wordt menselijke fout genoemd als directe oorzaak. Dit geeft aan dat het belangrijk is voor een organisatie om aandacht te hebben voor menselijke factoren in het systeem, om te zorgen dat er geen 'ongewenste menselijke handelingen' optreden. Er is geen eensluidende samenvatting te geven van diverse gemaakte fouten, maar een voorbeeld wordt gegeven in één incident waar expliciet gemeld wordt dat menselijke fouten niet werden meegenomen in de HAZOP.
- *Bij procesbeheersing zijn koppelingen een aandachtspunt*
Om de processen te beheersen worden zaken geregeld rondom het veilig opstarten, de toestand van de installatie, procescondities en omgevingsfactoren. In de veertien incidenten uit dit onderzoek waren er vier incidenten waar iets misging bij koppelingen, ofwel door montagefouten, ofwel door falende koppelingen op zich.
- *Vaak geen herstel van afwijkingen*
Ontstane afwijkingen ten opzichte van de veilige procesvoering moeten tijdig worden ontdekt en hersteld. Bij acht incidenten heeft de organisatie niet de juiste technische middelen of organisatorische procedures getroffen om afwijkingen tijdig te kunnen ontdekken en herstellen. Vaak worden afwijkingen niet signaleerd, omdat er geen goede controle en inspectie van afwijkingen is.
- *Aanvullende noodmaatregelen ontbreken vaak*
Bij zes incidenten waren noodmaatregelen denkbaar, maar niet verschaft of werkten niet naar behoren. Bij de overige incidenten waren noodmaatregelen niet van toepassing. In die laatste groep incidenten komt de bescherming van installaties en mensen volledig neer op maatregelen rondom procesbeheersing en herstel van afwijkingen en is het dus belangrijk om afwijkingen al in die stappen adequaat op te vangen.
- *Repressieve maatregelen vaker succesvol*

Maatregelen met betrekking tot het beperken van de uitstroming en het voorkomen van escalatie werkten vaak. Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) behoeven wel aandacht: in vijf incidenten werden de PBM's niet adequaat gebruikt of was er geen afdoende toezicht op het gebruik van de PBM's.

- *Achterliggende oorzaken: elementen van het Veiligheidsbeheersysteem (VBS) en managementfactoren*
Over alle incidenten bekeken valt op dat maatregelen die getroffen hadden kunnen worden vaak niet zijn verschaft door de organisatie. Dit hangt vooral samen met het VBS-element identificatie: als het gevaar niet geïdentificeerd is, zal ook vaak een maatregel ontbreken. De plannen en procedures vertonen daardoor ook vaak gebreken. Bij de procesbeheersingsstap is ook het gebruik van de wel aanwezige maatregelen een aandachtspunt. Dit hangt voornamelijk samen met het VBS-element controle op de exploitatie en de managementfactoren plannen en procedures (duidelijke instructies en organisatie van het werk) en de competentie van het personeel (goede opleiding en ervaring).

Referenties

- [1] Resultaten analyse 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 25 maart 2019).
- [2] 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 25 maart 2019).
- [3] 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.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/07/06/rapportenbundel-behorend-bij-staat-van-de-veiligheid-majeure-risicobedrijven-2016> (ingezien op 25 maart 2019).
- [4] 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.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/07/09/rapport-staat-van-de-veiligheid-majeure-risicobedrijven-2017> (ingezien op 25 maart 2019).
- [5] 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*.
- [6] Incidentanalyse 2011-2013, incl. trend 2004-2013. RPS. 16 juni 2014. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2014*. Beschikbaar via <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-586345.pdf> (ingezien op 25 maart 2019).
- [7] Besluit van 27 mei 1999 tot vaststelling van het Besluit risico's zware ongevallen 1999 en tot herziening van enkele andere besluiten in verband met de uitvoering van Richtlijn nr. 96/82/EG van de Raad van de Europese Unie van 9 december 1996 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken. Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0010475/2014-02-14> (ingezien op 25 maart 2019).
- [8] 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 25 maart 2019).
- [9] Overzicht Brzo-locaties, peildatum 1 maart 2019. Bureau BRZO+. Beschikbaar via <https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven> (ingezien op 25 maart 2019).
- [10] 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 25 maart 2019).
- [11] Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015. Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen. PGS-6:2016. November 2016. Beschikbaar via <http://www.publicatierreeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/PGS6.html> (ingezien op 25 maart 2019).

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen

Incident 2018 nr 1	Vrijkomen van fosforoxychloride bij reinigingswerkzaamheden
Bedrijfstype	38.11 Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling (SBI 38) Inzameling van afval (SBI 38.1) Inzameling van onschadelijk afval (SBI 38.11)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Twee containers met resten fosforoxychloride (POCl_3) moesten worden gereinigd en werden hiertoe op een chassis geplaatst en naar een wasstraat gereden. Een medewerker is daarna begonnen met voorbereidingen boven op de container, waarbij hij de voorgeschreven PBM's droeg (chemische overall en volgelaatsmasker met ademlucht). Hij heeft gecontroleerd of er restlading aanwezig was; dit leek niet het geval. Zijn collega's hebben ondertussen een brandslang uitgerold en aangesloten op de hydrant. Met behulp van de brandslang werd de container gevuld met water, nadat de werknemers de wasstraat uit waren gegaan. Later bleek dat er onvoldoende water in de container was gekomen, doordat dit een verkeerde slang was. Ze controleerden dat er geen reactie meer waarneembaar was en één medewerker ging daarna de wasstraat weer in met PBM's. Toen ontdekte hij dat de container niet volledig horizontaal op het chassis stond. Omdat de dippijp op het hoogste punt zit, was het leegzuigen van de container via de dippijp niet mogelijk. Om het water er toch uit te krijgen, besloten ze om dit via het mangat te doen. Hiervoor is het mangat volledig geopend en is er een zuigbuis in de container geplaatst. Deze zuigbuis is met behulp van een slang en een passtuk aangesloten op een vacuümsysteem. Op die manier is gestart met zuigen, totdat er plots een harde knal was. Hierbij zijn de verbindingen tussen de slang en de zuigbuis en de slang en het passtuk losgeschoten, waarbij vloeistof en damp is vrijgekomen (POCl_3 en zoutzuurdamp). De werknemers zijn hierbij in aanraking gekomen met de vloeistof en de damp. In de slang ontstond een exotherme reactie tussen POCl_3 en water, waardoor de druk toenam en het koppelstuk losknalde. De geïmproviseerde koppeling was niet geborgd op de slang door middel van een slangenklem.</p> <p>Twee medewerkers gingen onder een nooddouche, één ging nog de wasstraat in om de slang na te kijken waar nog damp uit kwam en de installatie af te schakelen en de afsluiters dicht te zetten. Hij droeg zijn PBM's en ging daarna ook onder de douche. Omdat ze alle drie nog klachten hadden als branderige ogen zijn ze een nacht ter observatie opgenomen in het ziekenhuis.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Te hoge druk
Gevolgen	Vrijkomen van fosforoxychloride dampen, waarna drie slachtoffers ter observatie naar het ziekenhuis zijn gegaan.

Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.
-----------------	---

Incident 2018 nr 2	Brand na openen <i>big bag</i> met brandbaar materiaal
Bedrijfstype	38.32 Afvalinzameling en -behandeling; voorbereiding tot recycling (SBI 38) Voorbereiding tot recycling (SBI 38.3) Gesorteerd materiaal voorbereiden tot recycling (SBI 38.32)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Een medewerker van een afvalverwerkingsbedrijf sneed een big bag open, om het materiaal op een transportband te laden, richting de verwerkingsmachine. Korte tijd na het opensnijden van de <i>big bag</i> ontstond brand in de machine waar het materiaal ter verwerking in is gebracht. De werknemer rende weg van deze plaats, maar liep toch ernstige brandwonden op.</p> <p>Het bedrijf verwerkt bepaalde afvalstromen voor de verwerking van filmmateriaal en heeft contracten lopen met verschillende aanbieders van de materialen om enkele metalen hieruit terug te winnen. De lading materiaal die nu verwerkt werd, bevatte afwijkende grondstoffen, die een afwijkende geur opleveren ten opzichte van de normale grondstofstromen. In het verleden is af en toe gekeken naar dergelijke stromen en is soms besloten tot vernietigen van materialen zonder terugwinning van metalen. Volgens de voorschriften moet een laboratoriummedewerker bij acceptatie van afwijkende partijen betrokken worden. Dit blijkt in de praktijk in feite niet of nauwelijks te gebeuren, net als bij deze partij. Brandgevaar werd niet of nauwelijks onderkend en was ook niet opgenomen in de RI&E. Door een inadequaat volgsysteem was ook nauwelijks na te gaan welke grondstofstromen bij het bedrijf binnenkwamen. Na het ongeval zijn corrigerende acties genomen om dit beter te kunnen tracken.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Brand waarbij installatie verloren ging en één werknemer brandwonden opliep.
Potentie	Vorming van een wolk met toxische verbrandingsproducten met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 2018 nr 3	Procesgas ontsnapt na opwarming wand tijdens reparatiewerkzaamheden
Bedrijfstype	20.15 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)
Beschrijving gebeurtenissen	De fabriek was na een reparatiestop bezig met de opstart van de ammoniakfabriek. Tijdens de opstart is lokaal een <i>hot spot</i> ontstaan en is het materiaal verzwakt. De hoge temperatuur in combinatie met de procesdruk van 32 bar veroorzaakt het

	<p>openscheuren van de buitenwand. Het procesgas, dat bestaat uit stikstof, waterstof, koolmonoxide en kooldioxide, ontsteekt gelijk door de hoge temperatuur met een brand als gevolg. De materiële schade betrof een sterk vervormd stuk en een grote scheur in de (stoom)ketel.</p> <p>Als directe oorzaak is onderkend dat aan de buitenzijde op de ketel een isolatiedeken is gelegd ter afscherming van de hitte voor de in de directe nabijheid werkzame medewerkers van een isolatiefirma. Hierdoor is de buitenwand te hoog opgewarmd en heeft uiteindelijk vervorming van de wand plaatsgevonden. Door deze vervorming is de inwendige bemetseling beschadigd en is het hete procesgas direct met de metalen buitenwand in contact gekomen. Door de hoge temperatuur in combinatie met overschrijding van de belastinggrenzen is de wand gescheurd en is het hete procesgas naar buiten getreden en ontstoken.</p>
Bedrijfsfase	Opstarten
Directe oorzaak	Te hoge temperatuur
Gevolgen	Brand zonder gevolgen voor mens en milieu.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident 2018 nr 4	Overpompen tankinhoud na vaststellen scheefstand drijvend dak
Bedrijfstype	46.712 Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46) Overige gespecialiseerde groothandel (SBI 46.7) Groothandel in brandstoffen en overige minerale olieproducten (SBI 46.71) Groothandel in vloeibare en gasvormige brandstoffen (SBI 46.712)
Beschrijving gebeurtenissen	Tijdens een controleronde werd door een operator vastgesteld dat er vloeistof is gelekt in enkele pontons van een tank met drijvend dak. Besloten werd om de tank buiten bedrijf te stellen en de inhoud over te pompen naar een andere tank. Voordat het overpompen volledig was uitgevoerd, werd gestopt om de pontons leeg te maken om te voorkomen dat het scheefliggende dak op één punt zou landen. Hierna is de rest van de vloeistof overgepompt en is de tank uit bedrijf genomen en gerepareerd. Bij het leegpompen van de pontons is geconstateerd dat er bij één ponton een scheur is ontstaan, waardoor deze was volgelopen.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Niet van toepassing (<i>near miss</i>)
Gevolgen	Geen gevolgen voor mens en milieu
Potentie	Mogelijke lekkage door het scheefhangen van het drijvende dak, bijvoorbeeld door ontzetting van <i>seals</i> .

Incident 2018 nr 5	Steigerbouwers blootgesteld aan chloorwaterstofwolk
Bedrijfstype	20.59

	Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	Tijdens montage van steigers, zijn steigerbouwers aan chloorwaterstof blootgesteld. Zij waren bezig met werkzaamheden ter voorbereiding van een onderhoudsstop, toen de wolk waterstofchloride op enkele meters hoogte in de installatie ontsnapte. Twee personen die de dampen hebben ingeademd, zijn opgenomen in het ziekenhuis. Lekkage trad op in een 25 mm-leiding bij een transmitter waarbij op de wartel een scheurtje zat. Bij een eerdere inspectie was al zware corrosie opgemerkt. De voorgestelde maatregelen om dit aan te pakken waren nog niet uitgevoerd.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Vrijkomen van een wolk toxisch en corrosief gas waarbij twee medewerkers werden opgenomen in het ziekenhuis.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 2018 nr 6	Emissie van etheen na open laten staan van afsluiters
Bedrijfstype	20.59 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	In een fabriek waar plastics worden geproduceerd vond een emissie van etheen plaats naar de buitenlucht via de afblaaspijp gedurende ongeveer tien uur. Dit was het gevolg van het open laten staan van afsluiters bij het opstarten van een compressor. Na een storing bij een compressor werd deze in de nachtdienst gespoeld met stikstof. De operator in de ochtenddienst spoelde de compressor vervolgens stikstofvrij met etheen. Hij opende twee afsluiters, waarbij een klein deel van het systeem afgeblazen werd naar de buitenlucht, maar vergat deze weer te sluiten. Daarmee begon de emissie van etheen. Op dat moment was deze nog klein, omdat op dat moment de druk voor de afblaasafsluiters nog gering was (30 mbar overdruk). Na nog enkele stappen om de compressor in de situatie te brengen waarbij de elektromotor kon worden gestart, droeg hij de compressor over aan de volgende ploeg. Bij zijn werkzaamheden maakte de operator gebruik van een kopie van de betreffende werkinstructie, maar hij tekende de uitgevoerde stappen niet per stap af. Wel gaf hij op de kopie aan tot hoe ver hij was gekomen. De stand van zaken met de compressor werd mondeling doorgegeven aan de middagdienst, zodat deze de uitvoering van de werkinstructie kon afmaken. Ze hadden de kopie van de werkinstructie niet bij de hand, omdat deze bij de compressor was blijven liggen.

	<p>De operator van de middagdienst ging verder met het opstarten van de compressor. De afblaasafsluiters bleven openstaan. Tijdens deze werkzaamheden varieerde de druk voor de afblaasafsluiters en steeg uiteindelijk tot 2,4 bar overdruk, waarmee de emissie van etheen toenam.</p> <p>Diezelfde avond waren er kwaliteitsproblemen met het polyetheen-product. Dat is op zich niet ongewoon, omdat de fabriek tijdens de opstart nog niet stabiel werkt. Bovendien werd er een fout gemaakt in de dosering van een component, wat een mogelijke oorzaak van de problemen kon zijn. Op dit moment was het nog onbekend dat etheen ontsnapte via het afblaaspunt. Later diezelfde avond meldde een nachtdienstoperator dat hij, op de fiets op weg naar zijn werk, maar nog buiten het terrein, etheen had geroken. Een collega van hem, ook een nachtdienstoperator, liep bij aankomst op zijn werk direct een controlerondje. Hierbij vond hij geen afwijkingen die op een lekkage zouden kunnen duiden en ook rook hij geen etheen.</p> <p>Tijdens de direct daarop volgende wachtoverdracht hoorde een buitenoperator dat de fabriek kort daarvoor was opgestart nadat er aan de primaire compressor was gewerkt, en dat er problemen waren met de polyethyleen-productkwaliteit. Na overleg met de ploeg controleerde de buitenoperator de stand van alle afsluiters. Hij vond de open afblaasafsluiters bij de primaire compressor en sloot deze. Daarmee stopte de emissie. Rond hetzelfde moment werd de emissie ook gemeten door een meetpaal verder op het terrein. Volgens calculatie was er circa 9 ton etheen ontsnapt.</p>
Bedrijfsfase	In gebruik nemen
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Geen gevolgen voor mens en milieu
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident 2018 nr. 7	Explosie en brand bij verladen naar een opslagtank
Bedrijfstype	<p>20.14.1</p> <p>Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)</p> <p>Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1)</p> <p>Vervaardiging van petrochemische producten (SBI 20.14.1)</p>
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Tijdens belading vanuit een schip naar een opslagtank met methanol is een explosie en vervolgens brand opgetreden. Het dak van de tank werd daarbij weggeslingerd. De tank brandde volledig uit, waarbij alle methanol verbrandde en er verder geen methanol vrijkwam. Onderzoek naar de explosie leverde geen oorzaak op. Aanwezige potentiële ontstekingsbronnen waren uitgevoerd volgens zoneringseisen. Omringende tanks met gelijksoortige drukbeveiligingen, kleppen, aansluitingen enzovoort laten zien dat er potentieel vermoeiingsgevaar aanwezig is, maar het onderzoek heeft niet aangetoond of dit de oorzaak was, noch welke ontstekingsbron het betrof. De scheurnaad heeft ervoor gezorgd dat er geen materiaal in de</p>

	omgeving is gekomen, alhoewel het dak daarbij in feite op zijn plek moet blijven. Na het incident zijn enkele maatregelen getroffen met betrekking tot het potentiële vermoeiingsgevaar bij de andere tanks in dezelfde tankput.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Onbekend
Gevolgen	Brand waarbij een opslagtank verloren ging, zonder gevolgen voor mensen en milieu.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident 2018 nr 8	Vloeibaar zwavel komt vrij bij verhelpen verstopping
Bedrijfstype	19.20.1 Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19) Aardolieverwerking (SBI 19.2) Aardolieraffinage (SBI 19.20.1)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Tijdens een onderhoudsstop is een (drain)afsluiter bewust gesloten. Bij het opnieuw opstarten is de (drain)afsluiter om nog onbekende redenen niet geopend. Doordat de (drain)afsluiter nog in gesloten toestand stond, is de druk in het systeem opgelopen. De laatste afsluiter naar het lospunt moet hebben doorgelaten en daarbij is het achterliggende leidingdeel volgelopen. Omdat het uiteinde van de verlaadarm/vulpijp, die dient om de tankauto te beladen, niet is verwarmd, is de vloeibare zwavel gestold.</p> <p>Enkele operators krijgen de opdracht om de verstopping van de vulpijp te verhelpen, opdat vrachtwagens weer geladen kunnen worden met vloeibaar zwavel. Voor deze werkzaamheden was geen werkvergunning nodig, omdat het tot de standaard werkzaamheden van operations hoort. De opening van de vulpijp hangt op een hoogte van circa 3 meter met de opening naar onder gericht. Bij het weghalen van de verstopping kan vloeibaar zwavel vrij uitstromen. Het slachtoffer is na de opdracht voor het uitvoeren van de ontstoppingswerkzaamheden naar de laadplaats gegaan en heeft een zogenoemde vliegtuigtrap gehaald om de werkzaamheden op hoogte veilig uit te kunnen voeren. Met een collega is hij begonnen de laadarm te ontstoppen. In eerste instantie door gebruik te maken van een hamer waarmee hij op de leiding sloeg. Hierbij zijn brokken zwavel vrijgekomen. Vervolgens werd gebruikgemaakt van een soort beitel. Omdat het nog niet lukte, wilde het slachtoffer langs de onderzijde van de vulpijp een klein gaatje boren in het gestolde zwavel. Met uitgestrekte armen stak hij de boormachine in de vulpijp. Vervolgens kwam de zwavel, gestold en vloeibaar, plotseling vrij. De temperatuur van het zwavel bedroeg ongeveer 120 tot 140 graden Celsius.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud en inspectie
Directe oorzaak	The hoge druk en menselijke fout
Gevolgen	Brandwonden bij één slachtoffer na contact met vrijkomende

	hete zwavel.
Potentie	Mogelijke blootstelling van medewerkers aan een hete vloeistof met verbrandingsverschijnselen als gevolg.

Incident 2018 nr 9	Vrijkomen van zwaveltrioxide bij verlading
Bedrijfstype	46.712 Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46) Overige gespecialiseerde groothandel (SBI 46.7) Groothandel in brandstoffen en overige minerale olieproducten (SBI 46.71) Groothandel in vloeibare en gasvormige brandstoffen (SBI 46.712)
Beschrijving gebeurtenissen	Zwaveltrioxide wordt vloeibaar gehouden in een verwarmde tankauto. Bij het verladen wordt het materiaal naar een tank gedrukt met 2.5 bar luchtdruk en wordt met een chemiepak met overdrukgeaatsmasker gewerkt. Tijdens het testen van het systeem met behulp van luchtdruk komt een hoeveelheid van max 5 liter vloeibare zwaveltrioxide vrij, die een wolk van zwavelzuurmist veroorzaakt. De lekkage wordt direct gestopt met de noodstop. De flensverbinding met nieuwe pakking blijkt niet voldoende dicht en wordt daarop aangedraaid. Na onderzoek bleken de procedures niet helemaal te zijn gevolgd. De checklist bij de lossing was niet ingevuld en het plaatsen van de losarmen was in de verkeerde volgorde uitgevoerd. Tevens waren er onduidelijkheden qua communicatie tussen de chauffeur van de tankwagen en de operator en waar de verantwoordelijkheid precies lag. Het bedrijf neemt hiertoe corrigerende maatregelen om dit in het vervolg tegen te gaan.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Vorming van een zwavelzuurmist. Geen gevolgen voor mensen.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident 2018 nr. 10	Chloor ontsnapt tijdens functietesten na onderhoudsstop
Bedrijfstype	20.12 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 kleur- en verfstoffen (SBI 20.12)
Beschrijving gebeurtenissen	Het bedrijf was bezig met een onderhoudsstop; er werden functietesten uitgevoerd. De flensafdichting was niet helemaal (af)gesloten, waardoor er onverwacht een hoeveelheid chloorgas is vrijgekomen. Slachtoffer stond daar vlakbij, hij was bezig met montage/sleutelwerkzaamheden. Ergens tussen de 'verdelers van het chloor' en de opslagtanks voor koud chloor is het lek ontstaan en heeft chloor gelekt via de pakking van een

	blindflens. De flens is waarschijnlijk niet goed aangedraaid tijdens werkzaamheden. De lekkage is gestopt door de medewerkers, die meteen de flens aangetrokken hebben. Doordat de chloorkoppen afgingen, is er een melding binnengekomen van een lekkage. Er is minder dan 1 kg chloorgas vrijgekomen.
Bedrijfsfase	Onderhoud en inspectie
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Vrijkomen van chloor waarbij één medewerker ter controle naar het ziekenhuis is geweest.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident 2018 nr 11	Vrijkomen van ethyleenoxide na trippen van pomp
Bedrijfstype	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)
Beschrijving gebeurtenissen	Tijdens een onderhoudsstop zijn breekplaathouders gemonteerd, die zijn voorzien van een aansluiting met schroefdraad. De aansluitingen zijn bedoeld voor het eventueel installeren van een drukalarm, zodat er een signaal wordt gegeven bij een defect van de breekplaat. Bij het bedrijf is echter niet gebruikgemaakt van de aansluiting en is het drukalarm geplaatst in het leidingdeel tussen de breekplaat en een verderop gelegen 'veiligheid'. Daarna is men vergeten om de aansluiting af te pluggen en zijn deze tijdens oplevering en lektesten niet opgemerkt, omdat de open aansluiting zich in het drukvrije deel van de leiding bevindt. In het incident tripte nu een refluxpomp van een ethyleenoxide (EO)-destillatietoren. De pomp tripte op overspanning door een vervuiling in de pomp. Door de trip raakt een vloeistofvat overvuld en loopt de druk op, waarbij een afgasregeling de overvloedige EO afvangt. Doordat de druk op blijft lopen wordt de EO naar een knock-out-vat gestuurd. Hier breken de breekplaten en komt het EO vrij via de open aansluitingen.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Te hoge druk
Gevolgen	Vrijkomen van een grote plas ethyleenoxide, zonder gevolgen voor medewerkers.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident 2018 nr. 12	Explosie na degradatie van polymeer tot licht ontvlambare stof
Bedrijfstype	20.5 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5)
Beschrijving gebeurtenissen	Als gevolg van een storing is polymeer gedurende langere tijd in een reactor blijven staan. Hierdoor is het medium gedegradeerd,

	waarbij aceetaldehyde is gevormd, een zeer licht ontvlambare stof. Het aanwezige scrubbersysteem was niet correct gemonteerd, waardoor als gevolg van inleken van zuurstof in de scrubber een ontvlambaar mengsel is ontstaan, boven de zelfontbrandingstemperatuur. Een en ander heeft geleid tot het tot tweemaal toe ontstaan van een steekvlam/explosie, waarbij een deksel van een vat (drukloze 'immersion vessel', ofwel opvangbak) is gedeformeerd en weggeslagen.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen
Directe oorzaak	Overig
Gevolgen	Explosie waarbij een deksel van een vat is weggeslagen. Geen gevolgen voor medewerkers.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident 2018 nr. 13	Vrijkomen azijnzuur na aanstoten afsluiter
Bedrijfstype	16.10.2 Primaire houtbewerking en vervaardiging van artikelen van hout, kurk, riet en vlechtwerk (geen meubels) (SBI 16) Primaire houtbewerking en verduurzamen van hout (SBI 16.1) Primaire houtbewerking en verduurzamen van hout (SBI 16.10) Verduurzamen van hout (SBI 16.10.2)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>De procesoperators moesten de refractormeter in de azijnzuurleiding schoonmaken. Om deze te kunnen schoonmaken moet het azijnzuur via een bypassleiding om de refractormeter heen stromen terwijl het leidingdeel, waarin zich de refractormeter bevindt, wordt ingeblokt en het ingeblokte azijnzuur moet worden afgetapt (gedraind).</p> <p>Aldus hadden de operators het leidingdeel, waarin de refractormeter is geplaatst, ingeblokt door de twee afsluiters te sluiten en een bypass-afsluiter geopend, zodat het azijnzuur gedwongen via de bypass stroomde. De drainafsluiter was voorzien van een blindflens die eerst verwijderd is om het azijnzuur te kunnen aftappen.</p> <p>Vervolgens is het azijnzuur uit het afgeblokte leidingdeel afgetapt via de drainafsluiter en opgevangen in een jerrycan met behulp van een trechter. Nadat de refractormeter gedemonteerd, gereinigd en weer gemonteerd was, is het slachtoffer begonnen met het weer monteren van de blindflens onder de drainafsluiter. Dit deed hij terwijl het azijnzuur nog via de bypass stroomde en de drainafsluiter nog openstond. Tijdens die werkzaamheden, het terugplaatsen van de blindflens op de drain, is onbedoeld tegen de hendel van de (inblok)afsluiter gestoten, waardoor er ongewild azijnzuur in het, op dat moment niet meer ingeblokte, leidingdeel kwam en via de spleet tussen de blindflens de openstaande afsluiter vrijkwam en met kracht naar buiten sproeide.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud en inspectie
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Drie slachtoffers met (chemische) brandwonden.

Potentie	Vorming van een regen corrosieve druppels met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.
Incident 2018 nr. 14	Vrijkomen fosforresten bij reinigingswerkzaamheden
Bedrijfstype	81.22 <i>Facility management</i> , reiniging en landschapsverzorging (SBI 81) Reiniging (SBI 81.2) Gespecialiseerde reiniging van gebouwen en industriële reiniging (SBI 81.22)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Tijdens het lossen van een vacuümwagen (industriële reinigingswagen) in een afvalwatercontainer heeft het slachtoffer fosforresten op zijn been gekregen.</p> <p>Opdracht was de vacuümwagen en de combiwagen leeg te maken. In deze wagens zat een laag vastgekoekt materiaal dat afkomstig was uit de met fosfor besmette installaties. De tanks van beide wagens werden met elkaar middels een stalen slang verbonden met het doel de lading heen en weer te verpompen, ten einde de aanwezige verharde laag in de voorraadtanks verpompbaar te krijgen.</p> <p>Hiermee werd geen resultaat behaald, en daarop werd besloten de wagens af te koppelen en de combiwagen bij de bezinkbak (een lage stalen container) op te stellen. Dit met het doel om door verpomping, van de voorraadtank van de combiwagen naar de bezinkbak en vice versa, de verharde laag verpompbaar te krijgen.</p> <p>Het slachtoffer had vervolgens aan weerszijden van de combiwagen gepraat met collega's, terwijl de werkzaamheden van het lossen van de combiwagen werden uitgevoerd. Na het geruime tijd heen en weer pompen tussen de combiwagen de lage bezinkbak was deze verpomping door gestopt en werd de werkmethode en het verkregen resultaat op dezelfde locatie geëvalueerd. Tijdens dit gesprek voelde het slachtoffer plotseling een branderig gevoel aan zijn been.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud en inspectie
Directe oorzaak	Onbekend
Gevolgen	Vrijkomen van fosforresten, waarbij één medewerker brandwonden opliep.
Potentie	Mogelijke blootstelling van medewerkers aan een brandbare stof met verbrandingsverschijnselen als gevolg.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag