



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2017-2018

RIVM Rapport 2018-0057

E.S. Kooi | H.J. Manuel | M. Mud



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2017-2018

RIVM Rapport 2018-0057

Colofon

© RIVM 2018

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-2018-0057

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

Contact:
Eelke Kooi
Milieu en Veiligheid\Centrum Veiligheid
eelke.kooi@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110021/18/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

Van de twaalf geanalyseerde incidenten was er drie keer sprake van brand of explosie en kwamen tien keer gevaarlijke stoffen vrij.

Gevolgen

Bij de incidenten vielen drie gewonden. Zij hadden allen - vermoedelijk - tijdelijk lichamelijk letsel.

Installatie-onderdelen

Bij negen van de twaalf incidenten waren procesinstallaties of procesequipment betrokken.

Preventie

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

Repressie

Bij vijf incidenten werd de uitstroming of verspreiding van gevaarlijke stoffen door maatregelen ingeperkt.

Infographic: Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2017-2018

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2017-2018

Het RIVM analyseert jaarlijks incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven. De analyse van 2017-2018 omvat twaalf incidenten, waaronder een brand en twee explosies. Bij de overige incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij. Drie mensen raakten gewond. Hun letsel was vermoedelijk van herstelbare aard.

Chemische bedrijven moeten zorgen dat installaties op orde zijn en dat productieprocessen en werkzaamheden veilig worden uitgevoerd. Bij de twaalf incidenten ging het op verschillende onderdelen mis, bijvoorbeeld doordat materialen verzwakten of chemische reacties niet goed werden beheerst. De afwijkingen die daarbij ontstonden, werden door gebrek aan controle en inspectie niet tijdig ontdekt en hersteld. Bij zes incidenten had een noodmaatregel het incident nog kunnen voorkomen. Deze noodmaatregelen, zoals de installatie beschermen tegen overdruk, waren echter niet of niet adequaat geïmplementeerd of niet goed onderhouden.

Bij negen incidenten waren achterliggende werkprocedures niet goed op orde of werden ze niet goed uitgevoerd. Daarnaast was de competentie en alertheid van het personeel soms ontoereikend en waren er soms onvoldoende geschikte materialen om veilig te kunnen werken.

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

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

Synopsis

Analysis of incidents involving hazardous substances at large companies 2017-2018

Every year, RIVM analyses incidents involving hazardous substances at large chemical companies. The 2017-2018 analysis concerns twelve incidents, including a fire and two explosions. The other incidents involved the release of hazardous substances. Three people were injured. Their injuries were such that they would probably recover from them.

Chemical companies must ensure that their installations are in order and that their production processes and activities are carried out safely. In the twelve incidents analysed, problems arose with various elements, for example because materials had weakened or chemical reactions were not properly controlled. The resulting deviations were not promptly discovered and remedied because of inadequate monitoring and inspection. Six incidents could have been avoided if an appropriate emergency protection measure had been in place. These emergency protection measures, such as protecting the installation against overpressure, had not been adequately implemented, if at all, or had not been properly maintained.

In nine incidents, the underlying working procedures were not properly implemented or had not been properly applied. Furthermore, personnel were sometimes not competent and alert enough and sometimes they were unable to work safely because of insufficient suitable materials.

This annual report is part of a multi-year 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 and 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 — 15
- 2.2 De gevaarlijke stof — 16
- 2.2.1 Aard van de stoffen — 16
- 2.2.2 Hoeveelheden — 16
- 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 — 20
- 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 Beheersing van processen — 25
- 3.2.2 Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen — 26
- 3.2.3 Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen — 27
- 3.3 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 29
- 3.4 Achterliggende oorzaken — 31

4 Conclusies — 37

Referenties — 39

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen — 41

Bijlage 2 Detailinformatie — 54

Samenvatting

Twaalf 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 het afgelopen jaar is afgesloten. De incidenten traden op bij grote chemische bedrijven die vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo). Vier incidenten waren op basis van de vrijgekomen hoeveelheden gevaarlijke stoffen meldingsplichtig voor de Europese MARS registratie¹.

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.

Er waren twee explosies, een brand en bij de overige incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij.² In één incident is een gewonde in het ziekenhuis opgenomen na een stofexplosie. Het letsel van het slachtoffer is vermoedelijk van tijdelijke aard. In een ander incident zijn twee mensen blootgesteld aan zoutzuur en korte tijd geobserveerd en behandeld in een ziekenhuis en in een medische hulppost.

De incidenten vonden overwegend plaats bij hogedrempelinrichtingen³ (10x), tijdens normaal proces (8x) en in een procesinstallatie dan wel een omgeving met procesinstallaties (9x). Verder waren er vaak één of meerdere ontvlambare stoffen betrokken (8x). Aan de twaalf incidenten lagen verschillende directe oorzaken⁴ ten grondslag, waaronder menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud (4x), materiaalverzwakking (4x) en overdruk (2x). Ook de specifieke installatieonderdelen die bij de incidenten betrokken waren, waren telkens anders.

De meeste incidenten begonnen met een afwijking in materialen of procesparameters. Adequate voorzieningen om de ontstane afwijking op te merken en te herstellen, waren niet geïmplementeerd (10x), werden

¹ In Bijlage VI van de Europese Seveso-III-richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie. Dit zijn de zogenaamde MARS-meldingen. Het betreft betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade.

² Bij één van de twee explosies zijn tevens gevaarlijke stoffen vrijgekomen.

³ Bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo). Het Brzo maakt onderscheid in zogenaamde lagedrempelinrichtingen en hogedrempelinrichtingen. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de vergunde hoeveelheden gevaarlijke stoffen. Aan hogedrempelinrichtingen (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.

niet gebruikt (1x) of waren niet goed onderhouden (1x). Daardoor kregen afwijkingen de gelegenheid om te groeien tot onveilige situaties. In zes gevallen leidde dat direct tot het incident, bijvoorbeeld corrosielekken. Bij zes andere incidenten had een aanvullende noodmaatregel het incident nog kunnen voorkomen. Deze noodmaatregelen, zoals voorkomen van ontsteking en bescherming tegen overdruk, waren niet of niet adequaat geïmplementeerd (5x) of niet goed onderhouden (1x). In totaal waren er negen incidenten waarbij de preventie volledig afhing van de goede beheersing van operationele processen.

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 vijf incidenten werd de uitstroming of de verspreiding van gevaarlijke stoffen met een of meer van deze maatregelen beperkt. Vier van de vijf keer 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 vier incidenten speelde onvoldoende ervaring en competentie van het personeel een rol.

De gevolgen van de twaalf onderzochte incidenten waren relatief beperkt: het letsel van de (drie) slachtoffers was van tijdelijke aard en de materiële schade was beperkt. Bij geen van de incidenten is ecologische schade gerapporteerd.

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 2017 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) die gedefinieerd zijn in PGS 6: Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015.

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]). In het voorliggende rapport worden twaalf incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in de periode 2017-2018 is afgesloten.⁷ Een uitgebreide analyse over een langere periode is voorzien voor 2019.

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 vier incidenten was naast het onderzoek van de Inspectie SZW ook een onderzoeksrapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid beschikbaar.

Voor de hoofdtekst is een selectie gemaakt van de meest relevante informatie voor een breed publiek. In bijlage 1 is een korte omschrijving gegeven van de incidenten. De analysegegevens voor de incidenten zijn opgenomen in Bijlage 2. Een uitgebreide beschrijving van het analysemodel is te vinden in het rapport 'Incidentanalyse 2011-2014, incl. trend 2004-2013' [4]. 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 barrières 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 vijftien incidenten waarvan het incidentonderzoek door Inspectie SZW is afgesloten tussen 8 maart 2017 en 15 maart 2018. Van drie incidenten waren onvoldoende gegevens beschikbaar: twee keer doordat de emissiebron niet vastgesteld kon worden en één keer omdat het onderzoek door de Inspectie SZW vanwege capaciteitsgebrek is afgelast. De analyse en rapportage heeft alleen betrekking op de overige twaalf incidenten.

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 twaalf incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarvoor het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999 [5] of 2015 [6] van toepassing was.⁸ Tien daarvan zijn hogedrempelinrichtingen en twee een lagedrempelinrichting.⁹ Van de 410 Brzo-inrichtingen in Nederland is 65% een hogedrempelinrichting [7]. Bij hogedrempelinrichtingen 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	12	
Waarvan hogedrempelinrichtingen		10
Waarvan lagedrempelinrichtingen		2

2.1.2 Type bedrijf

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

Tabel 2 Type industrie volgens de SBI-classificatie¹⁰

Industriesector	Aantal incidenten
SBI 10: Vervaardiging van voedingsmiddelen	2
SBI 20: Vervaardiging van chemische producten	7
SBI 24: Vervaardiging van metalen in primaire vorm	2
SBI 52: Opslag en dienstverlening voor vervoer	1

2.1.3 Bedrijfsfase

Acht 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

⁸ 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 2016.

⁹ 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.

¹⁰ SBI: Standaard Bedrijfs Indeling. Opgesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek.

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 ongeval plaatsvindt









Bedrijfsfase	Aantal incidenten	
Normaal bedrijf	8	
Onderhoud	2	
Ingebruikname	2	
Waarvan: normaal opstarten		2

2.2 De gevaarlijke stof

2.2.1 Aard van de stoffen

Bij acht incidenten waren één of meer ontvlambare stoffen betrokken en bij vier incidenten één of meer stoffen met acuut toxisch gevaar.

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

Label	Pictogram	Samenvatting gevaar ¹¹	Aantal incidenten
GHS01		Ontploffbaar	0
GHS02		Ontvlambaar	8
GHS03		Oxiderend	0
GHS05		Corrosief / bijtend	4
GHS06		Acuut toxisch	4
GHS07		Gezondheidswaarschuwing	7
GHS08		Gezondheidsgevaar	6
GHS09		Milieugevaar	2

De vier MARS-meldingsplichtige¹ incidenten hadden betrekking op het vrijkomen van ontvlambare stoffen (twee keer ethyleenoxide en één keer biogas) en acuut toxische stoffen (twee keer ethyleenoxide en één keer formaldehyde).

2.2.2 Hoeveelheden

De betrokken hoeveelheden zijn vermeld in Tabel 5. Vier incidenten (nummers 1, 4, 8 en 10) waren op grond van de vrijgekomen

¹¹ 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.

hoeveelheden MARS-meldingsplichtig^{1,12}. Bij de ongevallen met onbekende hoeveelheden ging het twee keer om beperkte hoeveelheden en een keer om een brand in een gebouw met een grote rookontwikkeling.

Tabel 5 Betrokken hoeveelheid gevaarlijke stoffen

Betrokken hoeveelheid	Aantal incidenten
<= 10 kg	0
> 10 kg <= 100 kg	1
> 100 kg <= 1000 kg	3
> 1 ton <= 10 ton	2
> 10 ton <= 100 ton	3
> 100 ton	0
Onbekende hoeveelheid	3

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 twaalf. Negen incidenten vonden plaats in een procesinstallatie of in een procesomgeving.¹³

¹² De drempelwaarden voor registratie hangen af van de gevaarseigenschappen van de producten die vrijkomen en zijn gelijk aan 5% van de hogedrempelwaarden van het Brzo. Deze hogedrempelwaarden zijn vermeld in kolom 3 in Bijlage II van de Seveso-III-richtlijn.

¹³ De overige drie vonden plaats bij een verlaadstation, bij een transferleiding op een inrichting en in een gebouw voor nabewerking van materialen.

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

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Voorzieningen op/aan/in equipment	6	
Afsluitklep		1
Regelklep		1
Drukveiligheid/-ventiel		1
Blindflens		1
Instrumentatie in/op installatie		1
Breekplaat		1
(Mangat)deksel		1
Schroefverbinding		1
Pakking		1
Onderdelen procesinstallaties	8	
Buffervat		1
Reactorvat		3
Filter		1
Menger		1
Procesleiding		3
Pomp in procesinstallatie		1
Transfer- en verladingsactiviteiten	2	
Bovengrondse pijpleidingen		2
Pomp (transfer)		1
Mobiele tanks en verpakkingen	1	
Zak/tote bag		1
Voer- en vaartuigen	1	
Schip		1
Utilities	1	
Off-gassysteem		1
Overig	4	
Afblaassysteem (vent)		2
Fakkelsysteem		1
Schoorsteen		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). Bij een ander incident kwam eerst product vrij via een drukveiligheid en daarna via een scheur in het dak van de omhulling.

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

Type ongeval / uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	10	
Vanuit falende/losse/losgeraakte verbinding		1
Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		4
Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		5
Wijze onbekend		1
Brand en explosie in een inluitsysteem	3	
Explosie in een inluitsysteem		2
Gebouw- of materiaalbrand		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
Onderdelen procesinstallaties	6	
Buffervat		1
Reactorvat		3
Procesleiding		2
Transfer- en verladingsactiviteiten	2	
Bovengrondse pijpleidingen		2
Mobiele tanks en verpakkingen	1	
Zak/Tote bag		1
Overig	3	
Afblaassysteem (vent)		2
Overig		1

2.3.4

Locatie van de uitstroming

Bij tien ongevallen zijn gevaarlijke stoffen uitgestroomd. Bij twee incidenten kwam product vrij vanuit meerdere onderdelen in de installatie. Bij één incident was de locatie van de uitstroming niet in het ongevalsrapport vermeld. Bij de overige twee incidenten (stofexplosie en brand in een gebouw) was geen sprake van uitstroming van gevaarlijke stoffen.

Tabel 9 Locatie van de uitstroming (NB Per incident kunnen meerdere onderdelen betrokken zijn; het totaal aantal onderdelen is daardoor groter dan twaalf.)

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Omhulling van het insluitsysteem	5	
Tankwand		4
Deksel		1
Voorzieningen op/aan/in equipment	4	
Drukveiligheid		1
Drainageopening		1
Blindflens/-plaat		1
Verbinding (schroefverbinding)		1
Overig	2	
Afblaassysteem (vent)		1
Schoorsteen		1
Onbekend	1	
Niet relevant	2	

2.4 Gevolgen

In tabel 10 is het uiteindelijke effect van het incident vermeld, waarbij de invloed van mitigerende maatregelen is meegenomen. Drie keer was sprake van brand of explosie. Acht keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij de helft van die incidenten vond de uitstroming plaats op veilige hoogte of werd de uitstroming of verdamping door maatregelen beperkt. Bij de andere helft werd de verspreiding niet gecontroleerd of beperkt. Bij één incident (incident 13) is een niet-vluchtige vloeistof opgevangen in een tankput en afgedekt met een schuimlaag. Daardoor was hier geen sprake van (noemenswaardige) dispersie, en ook niet van brand of explosie.

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

Type effect	Aantal incidenten	
Brand	1	
Waarvan: gebouwbrand		1
Explosie	2	
Waarvan: stofexplosie		1
Waarvan: explosie in omhulling		1
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	8	
Waarvan: Ongecontroleerde verspreiding		4
Waarvan: Gecontroleerde verspreiding		4
Geen brand, explosie of dispersie	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 was er één incident met twee slachtoffers en één incident met één slachtoffer. Volgens de arbo-definitie was er één incident met één slachtoffer.

Tabel 11 Aantal slachtoffers en type letsel

Type letsel	Aantal slachtoffers	
Overlijden	0	
Vermoedelijk blijvend lichamelijk letsel	0	
Vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel	3	
Waarvan: inclusief ziekenhuisopname		1
Onbekende ernst van het letsel	0	

2.4.2 *Materiële schade*

Bij zeven van de dertien incidenten was er sprake van materiële schade, waarbij installaties beschadigd waren. Bij geen van de incidenten was de exacte omvang van de materiële schade bekend. In de meeste gevallen ging het ogenschijnlijk om beperkte schade aan installaties. In geen van de gevallen was de schade groter dan twee miljoen euro.¹⁴

2.4.3 *Ecologische schade*

Bij vijf incidenten was er geen sprake van ecologische schade. Bij de overige zeven incidenten werd geen ecologische schade gerapporteerd, maar kon vanwege het vrijkomen van gevaarlijke stoffen niet met zekerheid worden vastgesteld dat er ook daadwerkelijk geen enkele ecologische schade was. Het ging in die gevallen overwegend om het vrijkomen van gassen en dampen zonder evidente milieuschade.

2.5 **Overtredingen**

Bij zes incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen die het vaakst geconstateerd werden, hebben betrekking op artikel 5 lid 1 (4x) en artikel 7 lid 6 (3x) van het Brzo en op artikel 3.5 van het arbeidsomstandighedenbesluit (3x).

¹⁴ In Bijlage VI van de Europese Seveso-III-richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie opgenomen, c.q. moeten worden opgenomen in het Europese registratiesysteem eMARS. Voor incidenten met een materiële schade van twee miljoen of meer geldt een meldingsplicht. Voor geen van de twaalf 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 twaalf.)

Geconstateerde overtreding	Aantal incidenten	
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 1999 ¹⁵	1	
Waarvan artikel 5 lid 3		1
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 2015	4	
Waarvan artikel 5 lid 1		4
Waarvan artikel 7 lid 6		3
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	2	
Waarvan artikel 6		1
Waarvan artikel 16		1
Overtreding van het Arbeidsomstandighedenbesluit	3	
Waarvan artikel 3.2		1
Waarvan artikel 3.5		3
Overtreding van de Wet Milieubeheer	1	
Waarvan artikel 17.1		1
Waarvan artikel 17.2		1
Geen overtreding	6	

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, [8]) en in deel 6 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 6, [9]) 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. Voor één ongeval zijn bij wijze van uitzondering twee directe oorzaken geselecteerd.¹⁷ De twaalf incidenten zijn het gevolg van zeven verschillende directe oorzaken. '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; het totaal is daardoor groter dan twaalf.)

Directe oorzaak van het incident	Aantal incidenten	
Corrosie	2	
Impact	1	
Overdruk	2	
Hoge temperatuur	1	
Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	4	
Overig	3	
Waarvan: Materiaalverzwakking (vermoeiing, brosheid, kruip enz.)		2

Bij vier 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.

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.

¹⁷ Het betreft incident 14 waarbij een onderhoudsmedewerker bij het aanbrengen van isolatiemateriaal met een boor een leiding doorboord heeft. Hiervoor zijn zowel 'impact' als 'menselijke fout' geselecteerd.

In drie gevallen was geen van de tien 'directe oorzaken' uit de Rzo passend voor het ongeval. Twee daarvan hadden betrekking op materiaalverzwakking. Bij het derde incident was sprake van een te zure omgeving, waardoor waterstof gevormd kon worden en een explosie optrad.

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):

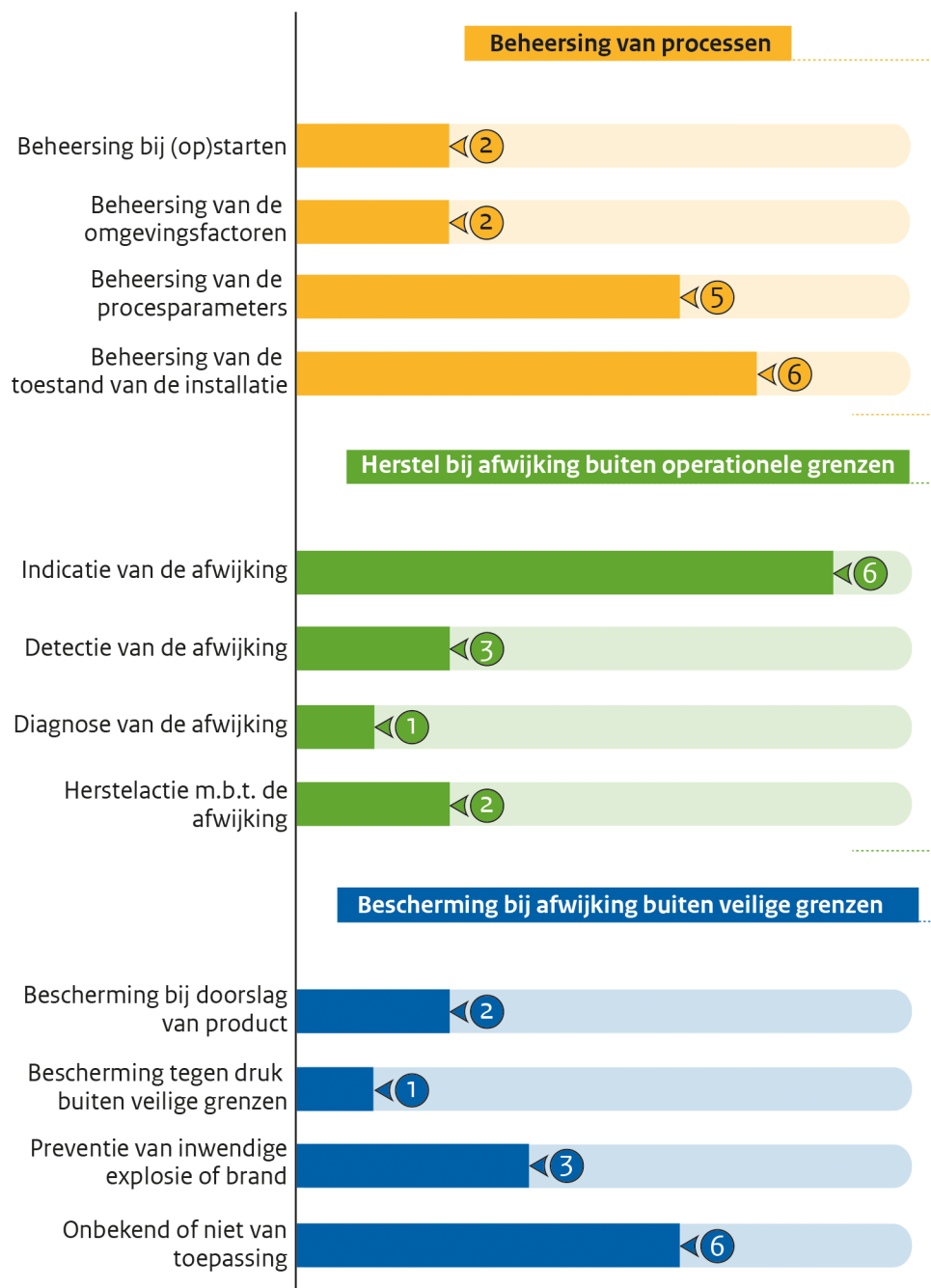
1. Het **beheersen van processen**, m.b.t. veilig opstarten, de toestand (integriteit) van de installatie, procescondities en omgevingsfactoren.
2. **Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen**, d.w.z. indicatie, detectie en juiste diagnose van de afwijking en correcte responsactie tot herstel 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' (LODs) 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 drie incidenten waarbij in de eerste LoD twee maatregelen faalden. Daardoor zijn er in de eerste LoD in totaal 15 falende maatregelen. De derde LoD was voor zes ongevallen niet van toepassing. In de derde LoD zijn dus maar zes concrete maatregelen weergegeven die faalden.



Figuur 1 Falende maatregelen ter voorkoming van ongevallen

3.2.1 *Beheersing van processen*

Zoals in figuur 1 te zien is, blijken in de eerste LOD voornamelijk maatregelen te falen met betrekking tot 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, zonder duidelijk patroon in die factoren: corrosieve omstandigheden (2x), materiaal niet bestendig tegen heersende condities (1x), falen van de bescherming van het materiaal (1x), andere stroming dan bedoeld (1x) en verkeerde montage (1x).

Falen van de bescherming van het materiaal

In incident 13 stroomde toluen uit een gat in een pijpleiding. Het gat was ontstaan onder een laag isolatie en was het gevolg van corrosie. Er waren meerdere factoren die meespeelden bij de roestvorming. Vóór het inpakken van de leiding met isolatiemateriaal was er roest op de leiding aanwezig. Deze roest is met water onder hoge druk weggehaald. Er was onvoldoende roest weggehaald omdat de waterdruk niet hoog genoeg was. Daarna was een coating aangebracht terwijl de leiding nog nat was. Tot slot was de leiding ingepakt met isolatiemateriaal. Het isolatiemateriaal sloot onvoldoende aan, was niet afgekit en waterde niet af. Hierdoor kon er water tussen de leiding en het isolatiemateriaal terechtkomen.

3.2.2 Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen

In de tweede LOD moet een beginnende afwijking gedetecteerd worden en hersteld. Herstel betekent dat de installatie wordt teruggebracht in een veilige toestand. Bij de helft van de incidenten worden beginnende afwijkingen niet gesignaleerd. Dit betekent dat er geen werkende maatregelen of voorzieningen zijn om beginnende afwijkingen in beeld te brengen.

Tabel 13 Oorzaken van het falen van herstel naar veilige omstandigheden

Oorzaken van het uitblijven van herstel naar veilige omstandigheden	Aantal incidenten
Geen indicatie van de afwijking	6
Geen detectie van de afwijking	3
Onjuiste diagnose van de afwijking	1
Onjuiste herstelactie	2

Geen indicatie van materiaaldegradatie

In incident 4 degradeerde een isolatiekoppeling. Vanwege het ontwerp was het niet mogelijk deze degradatie te signaleren. De koppeling bevatte verschillende materialen om galvanische corrosie tussen twee leidingdelen tegen te gaan. Het geheel was ingepakt ('sealed for life'). Enkele van die materialen in de koppeling waren weggedegradeerd, waarschijnlijk door contact met het product in de leiding, te grote mechanische spanning en mogelijk ook door het vergeten van één van de isolatieringen. De leiding en de isolatiekoppelingen werden aan de buitenkant geïnspecteerd, maar de degradatie was met deze uitwendige inspectie niet zichtbaar. Inwendige inspectie van de isolatiekoppeling was vanwege het ontwerp onmogelijk.

Na het optreden van het incident wordt besloten om flenzen te gaan gebruiken in de pijpleiding. Deze worden als onderhoudsgevoeliger gezien, maar zijn eenvoudiger te inspecteren op degradatie.

Geen detectie bij uitvoeren lektest

In incident 13 werd een lektest uitgevoerd voordat er gestart werd met het verpompen van toluen door een transportleiding. Omdat de leiding relatief groot was (circa 20 m³) en het gat relatief klein (circa 3 mm), werd de lekkage tijdens de lektest niet opgemerkt. Dit werd tevens in de hand gewerkt doordat het gat zich onder een isolatielaag bevond.

Na het incident besloot het bedrijf scherper toezicht te zetten op het oplijnen van de leidingen, door in de procedure op te nemen dat een collega die niet betrokken was bij het oplijnen, een fysieke check doet en mede aftekent op de werkorder. Tevens wordt de inhoud van communicatieboodschappen bij het oplijnen en reactie daarop duidelijker vastgelegd in de procedures. De druktest op zich is niet aangepast.

Falende respons bij een onbeheerste chemische reactie

Incident 15 had betrekking op een vat in een proceshal waarin metalen werden teruggewonnen uit een afvoerstroom. Het proces vond onder zure omstandigheden plaats. Op de dag van het incident is een te zure omgeving ontstaan. De afwijking werd niet gesignaleerd omdat de twee aanwezige pH-sensors beide buiten gebruik waren en de laatst gemeten pH-waarde werd vastgehouden. In de te zure omgeving werd waterstofgas gevormd. Na verloop van tijd is het explosiealarm afgegaan (bij 10% LEL). Na het afgaan van het explosiealarm is de toevoer naar het vat automatisch gestopt. Er is geen actie ondernomen om de zuurgraad te herstellen. Hierdoor is de chemische reactie doorgedaan. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in een explosie van het waterstof, waarbij ook een deel van de vloeistof is vrijgekomen.

De waterstofvorming is dus gesignaleerd en gedetecteerd (explosiealarm). De detectie en diagnose leidde ook tot een herstelactie (het stoppen van de toevoer). Echter, de herstelactie was ontoereikend, de oorzaak van de chemische reactie werd niet weggenomen, zodat deze kon doorgaan. De veiligheid kan worden vergroot door te allen tijde de zuurtegraad te monitoren en bij te lage waarden loog toe te voegen.

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.

Bij de helft van de incidenten was zo'n noodmaatregel wel denkbaar, maar was geen adequaat middel verschaft of heeft het middel niet naar behoren gewerkt. Het gaat dan bijvoorbeeld om falende bescherming tegen hoge druk buiten veilige grenzen, zoals een extra hoog-hoog-drukbeveiliging. Bij de overige zes 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.

Tabel 14 Falende bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen

Falende bescherming	Aantal incidenten
Falende bescherming tegen druk buiten veilige grenzen	1
Falende bescherming in geval van doorslag van product	2
Falende bescherming tegen brand en explosie in een insluitsysteem	3

Geen noodmaatregel mogelijk

Bij incident 2 werd een operator gevraagd om een pomp in een procesleiding te ontluchten door demiwater toe te voegen. De operator was niet bekend met de installatie. De operator veronderstelde dat de leiding productvrij was en dat het demiwater toegevoegd moest worden via een aansluiting die met een blindflens was dichtgezet. Bij het losdraaien van de blindflens kwam op een gegeven moment een waaier van vloeistof naar buiten. De leiding bleek niet productvrij te zijn, maar zoutzuuroplossing te bevatten bij een druk van 6 bar.

De operator had vooraf geen goede instructies gekregen hoe de werkzaamheden uitgevoerd moesten worden, waardoor de operator ten onrechte dacht dat de blindflens opengedraaid moest worden en dat de leiding productvrij was (falen beheersing processen). Er vond voorafgaand aan het losbouten van de flens geen extra check plaats (falen herstel). Het opendraaien van de flens leidde daarna onherroepelijk tot het vrijkomen van product.

Falende bescherming tegen druk buiten veilige grenzen

In incident 1 werd in een vergister product toegevoegd dat schuimvorming kon geven. De schuimvorming werd bestreden met antischuimmiddel. Doordat meer antischuimmiddel nodig was dan gebruikelijk, raakte het antischuimmiddel op (falen beheersing processen). Vervolgens werd geprobeerd de schuimvorming te bestrijden met water, maar dat was niet succesvol (falen herstel). Door de bovenmatige schuimvorming nam de druk in de vergister toe en werden de drukontlastingsventielen op de vergister aangesproken. De capaciteit van de ventielen was door de schuimvorming beperkt, zodat verdere drukopbouw plaatsvond. Hierop besloten de operators een deel van de inhoud van de vergister over te hevelen naar de navergister. Ook in de navergister leidde schuimvorming tot drukopbouw. De afvoerleiding voor biogas werd dichtgezet, om de compressor te beschermen tegen het schuim. Door de drukopbouw werden de drukventielen op de navergister aangesproken, maar ook hier was de capaciteit vanwege het schuim beperkt. Uiteindelijk leidde de hoge druk tot een scheur in het dak van de navergister.

De afwijking was in dit geval gedetecteerd en door de operators juist op waarde geschat, maar de herstelactie om weer binnen procesgrenzen te komen faalde. De tanks waren voorzien van drukontlastingsventielen. Normaal is dat een voorziening die in geval van nood kan voorkomen dat een tank bezwijkt door overdruk. In combinatie met het schuim was de capaciteit van de ventielen ontoereikend. In het model geldt dit als het falen van de bescherming tegen hoge druk buiten veilige grenzen.

3.3 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen

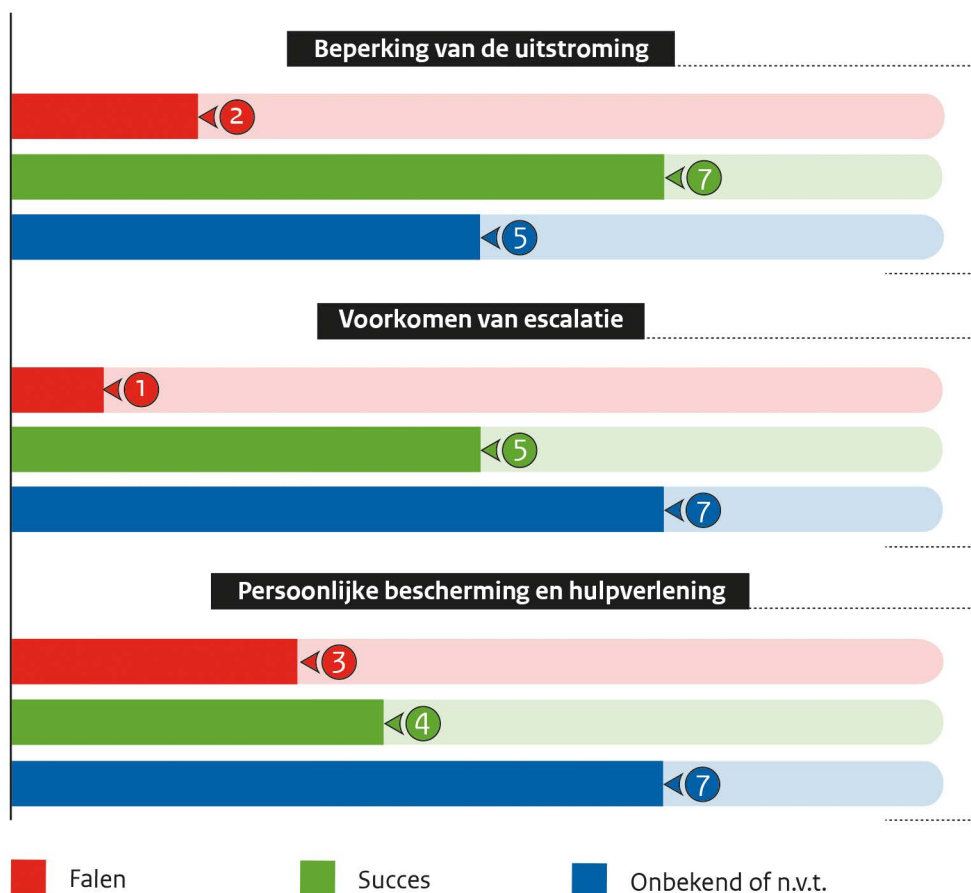
Als er eenmaal een uitstroming van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, zijn er nog verschillende maatregelen mogelijk die de ernst van de gevolgen kunnen beperken: repressieve maatregelen. In het analysemodel zijn deze maatregelen ook weer verdeeld over drie '*lines of defence*'. Allereerst kan de uitstroming 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. 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 vier incidenten waarbij de uitstroming werd gestopt, drie incidenten waarbij de drijvende kracht achter de uitstroming werd weggenomen en vier incidenten waarbij de verdamping en/of dispersie werden beperkt. De persoonlijke bescherming heeft echter drie keer gefaald. In twee gevallen ging het om persoonlijke beschermingsmiddelen (PBMs) die niet of niet juist werden gebruikt en in één geval om het uitvoeren van herstelwerkzaamheden zonder afdoende bescherming.

Falende repressie

Bij incident 8 detecteerden gassensoren in een fabriek verhoogde concentraties formaldehyde. Twee operators namen in de fabriek een monster en roken daarbij de formaldehyde. Daarna gingen vier operators met een gasmonitor maar zonder adembescherming in de fabriek op zoek naar het lek. Tijdens de inspectie vonden ze een openstaande afsluiter die werd dichtgedraaid. Daarna vond de overdracht plaats naar de volgende shift. In de volgende shift werd opnieuw formaldehyde geroken, waarna twee operators opnieuw gingen zoeken naar de oorzaak van de geur. Zij konden geen lek vinden, maar spoelden voor de zekerheid enkele leidingdelen met water. De volgende dag werd er geen formaldehyde meer geroken, maar de dag erna wel weer. Nadat een operator merkte dat de schoorsteen warm was, kon de bron van de lekkage worden opgespoord, waarna de productielijn werd stilgelegd.

In het analysemodel is er sprake van het falen van het stoppen van de lekkage. In eerste instantie werd het lek niet gevonden. De operators ondernamen enkele acties, zoals het sluiten van een afsluiter en het spoelen van een leiding. Omdat ook de geur verdween, gingen ze ervanuit dat het probleem was opgelost. In werkelijkheid ging de lekkage door. Door ijsvorming in de leidingen was het lek na enige tijd niet meer te ruiken in de fabriekshal.



Figuur 2 Falende en succesvolle maatregelen voor het beperken van de gevolgen

Succesvolle repressie

Bij incident 11 ontstond een lekkage van een amineoplossing vanuit een leidingstuk op een vat. De lekkage veroorzaakte een mist, die na verloop van tijd werd waargenomen door een buitenoperator. De buitenoperator heeft direct de paneloperator gealarmeerd. De paneloperator heeft de teamcoördinator gewaarschuwd die, voorzien van standaard-PBM's, de lekkage heeft geïnspecteerd. De teamcoördinator heeft alarm geslagen en de opdracht gegeven om de tank versneld leeg te laten lopen.

In afwachting van de bedrijfsbrandweer zijn toegangswegen afgezet. Bij aankomst heeft de bedrijfsbrandweer twee watermonitors opgezet om de dampen neer te slaan. Later hebben twee mannen in gaspak, met twee extra mannen in gaspak stand-by, handafsluiters gesloten en het lek voorlopig gedicht met een neopreen band.

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 voorkómen 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

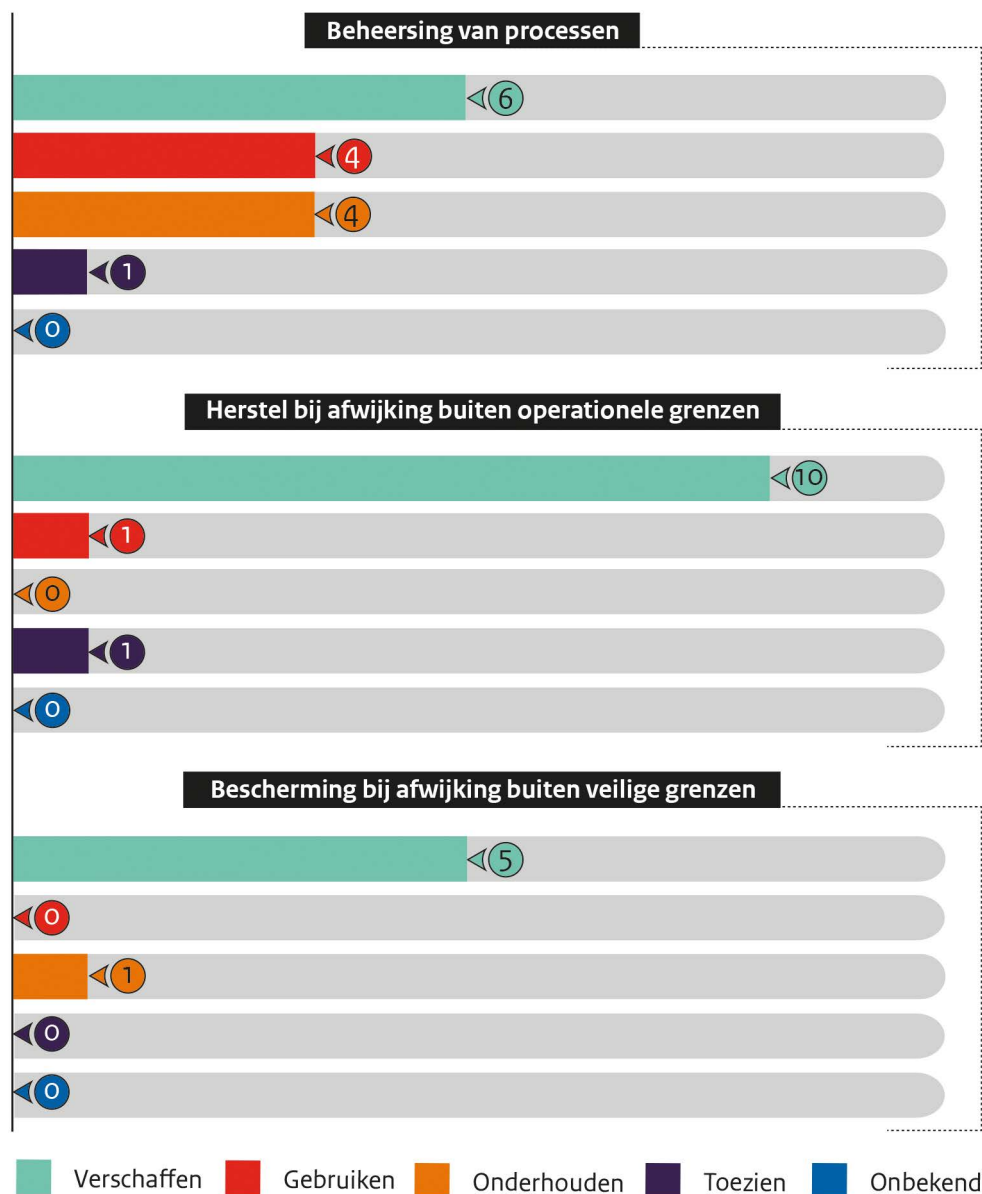
In figuur 3 zijn de (falende) taken weergegeven die betrekking hebben op de preventieve maatregelen. In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen niet verschaft, werden ze niet (goed) gebruikt of waren ze niet goed onderhouden. Er is in de eerste LoD dus sprake van een gemengd beeld. In de tweede en derde LoD is wel sprake van een eenduidig beeld. In deze LoDs waren de benodigde veiligheidsmaatregelen niet verschaft. In de derde LoD is zes keer sprake van een falende maatregel. Bij de overige zes incidenten was de derde LoD niet van toepassing (zie paragraaf 3.2.3).

Eén, twee of drie preventieve LoDs?

Het model gaat uit van drie preventieve *LoDs*: procesbeheersing, herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen en bescherming in geval van afwijkingen buiten veilige grenzen. De tweede LoD was bij tien van de twaalf ongevallen niet verschaft/geïmplementeerd (zie Figuur 3). Bij die tien ongevallen waren er dus geen adequate maatregelen om beginnende afwijkingen te detecteren en herstellen. Bij negen van die tien incidenten was ook de derde LoD afwezig. Vier

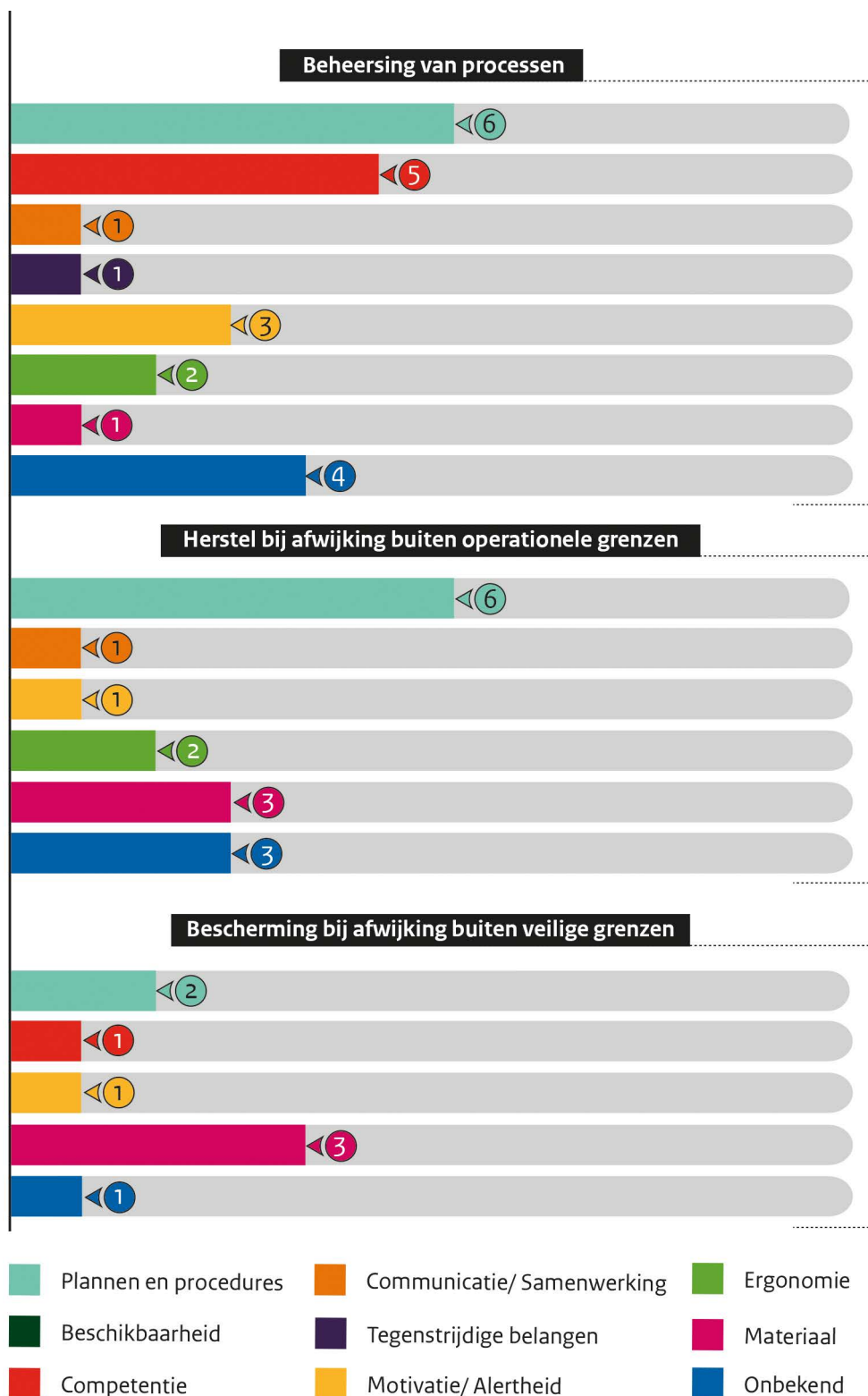
keer omdat er in de derde LoD geen noodmaatregelen mogelijk waren en vijf keer omdat zulke noodmaatregelen wel mogelijk waren maar niet (adequaat) waren verschaft. In totaal waren er dus negen incidenten waarbij de veiligheid volledig afhing van het goed functioneren van de eerste LoD.

- Een voorbeeld daarvan is het eerder besproken incident 4, waarbij een isolatiekoppeling zodanig was ingepakt dat inspectie van het materiaal niet meer mogelijk was. Door de wijze waarop de koppeling was ingepakt (*'sealed for life'*) bleef de voortschrijdende materiaaldegradatie onzichtbaar. Uiteindelijk leidde de voortschrijdende materiaaldegradatie tot een opening. De opening resulteerde automatisch in een lekkage. Tussen reguliere materiaalbeheersing en incident waren geen barrières meer aanwezig.
- Een ander voorbeeld is incident 1 met de vergistingsinstallatie. Nadat het antischuimmiddel was opgebraakt, zette de drukopbouw door schuimvorming door. Er waren geen aanvullende middelen om de schuimvorming en drukopbouw te bestrijden. Door de schuimvorming was de capaciteit van de drukontlastingskleppen ernstig verminderd. Daardoor boden deze geen bescherming meer tegen hoge druk. Hierdoor scheurde het dak van de navergister. Ook hier zijn waren na het falen van de reguliere procesbeheersing dus geen aanvullende effectieve maatregelen meer om het incident af te wenden.



Figuur 3 Frequentie van (falende) taken met betrekking tot falende preventieve maatregelen

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.



Figuur 4 Frequentie van relevante managementfactoren met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen

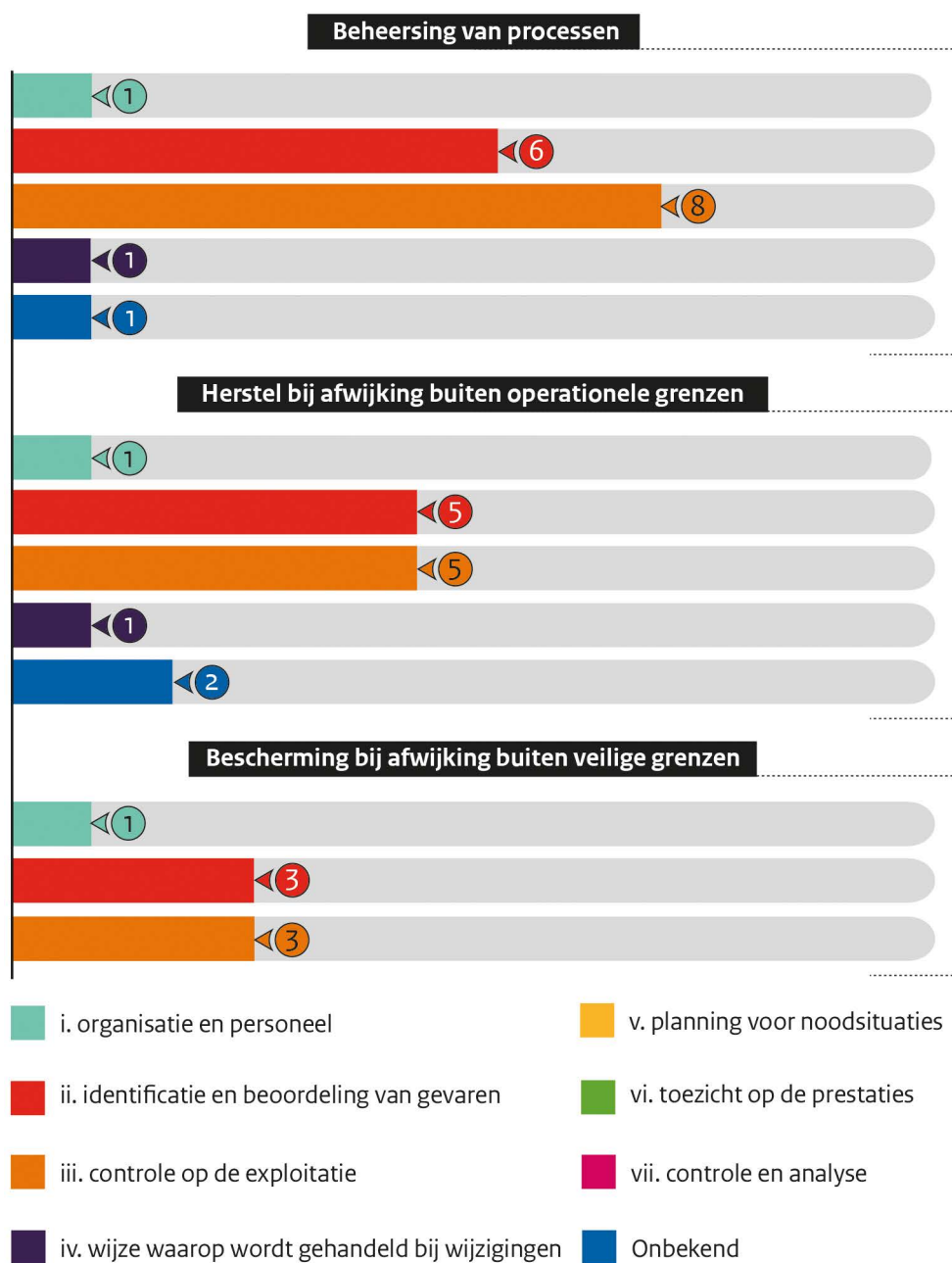
Falende plannen en procedures bij heetwerkzaamheden.

In incident 7 werd heetwerk uitgevoerd op een procesonderdeel. De werkinstructie en de werkvergunning voor de uitvoerder van het heetwerk hadden verschillende tekortkomingen. Zo was niet duidelijk aangegeven hoe de werkzaamheden uitgevoerd moesten worden en wat het gewenste resultaat was. Volgens de werkinstructie moest de opdrachtgever eventueel brandbaar materiaal vooraf verwijderen. Dat was niet gebeurd en ook niet aangevinkt op de werkvergunning. Verder verwees de werkinstructie naar verschillende functies en taken die op site-niveau niet bekend waren maar alleen hoger in de hiërarchie van de organisatie. Tot slot moest de lasser volgens de werkvergunning na afloop de binnenzijde van het procesonderdeel controleren op nasmeulen, maar mocht hij deze ruimte volgens dezelfde werkvergunning niet betreden (en heeft dat ook niet gedaan).

In Figuur 5 is weergegeven met welke elementen van het veiligheidsbeheersysteem (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. Andere VBS-elementen, zoals *'management of change'*, kwamen in de onderzoeken van dit jaar minder vaak naar voren.

Falend management of change

In incident 6 schiet het VBS-element *'management of change'* tekort in de eerste LOD. Het bedrijf werkte met een tijdelijke situatie om te testen of een bepaald type poeder kon worden toegevoegd aan een olie. Het was bekend dat er mogelijk een stofexplosie op kon treden, want daarvoor zou een Taak Risico Analyse (TRA) worden opgesteld om de werkomgeving zo goed mogelijk schoon te houden van stof. Deze was TRA nog niet opgesteld ten tijde van de explosie en het was onduidelijk wanneer deze tijdelijke situatie op zou houden. Pas na afloop van dit incident werd besloten om de onveilige situatie te beëindigen door over te gaan op het automatisch doseren van een inerte stof vanuit een silo.



Figuur 5 Frequentie van relevante elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen

4 Conclusies

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de twaalf 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 je deze incidenten samenbrengt in het *Storybuilder*-model. Voor dit jaar gaat het om de volgende waarnemingen:

- *Incidenten vaak tijdens normaal bedrijf*
Acht van de twaalf incidenten gebeurden tijdens normaal bedrijf, vier incidenten vonden plaats tijdens onderhoud en de opstart na het onderhoud. Afgemeten naar tijdsduur van werkzaamheden is de kans op een ongeval tijdens onderhoud of opstart groter. Absoluut gezien vinden de meeste ongevallen plaats tijdens normaal bedrijf.
- *Vaak ontvlambare gassen betrokken*
Bij acht incidenten kwamen ontvlambare stoffen vrij. Zes daarvan betroffen ontvlambare gassen die volgens de Europese richtlijn zijn ingedeeld in de zwaarste gevarencategorie (H220). Bij de vier MARS-meldingsplichtige incidenten waren drie keer ontvlambare gassen betrokken.
- *Preventieve maatregelen: beheersing van materiële toestand en procescondities vaak onvoldoende*
Het voorkómen van incidenten begint met een goede beheersing van de operationele processen binnen het bedrijf. De meeste tekortkomingen hebben betrekking op de beheersing van de materiële toestand van de installatie (4x) en van de procescondities (4x). In de incidenten betrof dit bijvoorbeeld corrosie van een leiding, een scheur in een breekplaat en schuimvorming in een installatie.
- *Preventieve maatregelen: geen herstel van afwijkingen*
Ontstane afwijkingen ten opzichte van de veilige procesvoering moeten tijdig worden ontdekt en hersteld. Bij tien 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 gesignaleerd omdat er geen goede controle en inspectie van afwijkingen is.
- *Preventieve maatregelen: aanvullende noodmaatregelen niet geïmplementeerd of niet van toepassing*
Bij zes incidenten leidde het uitblijven van herstel direct tot het incident, bijvoorbeeld corrosielekken. Bij zes andere incidenten had een aanvullende noodmaatregel het incident nog kunnen voorkomen. Deze noodmaatregelen, zoals voorkomen van ontsteking en bescherming tegen overdruk, waren niet of niet adequaat geïmplementeerd (5x) of niet goed onderhouden (1x).
- *Preventieve maatregelen: als geheel bekeken*
Bij negen incidenten hing de preventie volledig af van de goede beheersing van de operationele processen; de eerste 'line of defense'. Bij die negen incidenten was de tweede LoD niet (goed)

geïmplementeerd. In de derde LoD waren noodmaatregelen niet mogelijk (4x) of wel mogelijk maar niet (goed) geïmplementeerd (5x).

- *Repressieve maatregelen werkten relatief vaak wel*
Als een incident heeft plaatsgevonden kunnen repressieve maatregelen helpen om de gevolgen van incidenten te verkleinen. Deze maatregelen werkten relatief vaak in de twaalf incidenten. Het betreft dan maatregelen om uitstroming te beperken (bijvoorbeeld het snel sluiten van inluitsystemen), het voorkomen van verspreiding (bijvoorbeeld door opvangen van stoffen en voorkomen van ontsteking) en maatregelen omtrent persoonlijke bescherming en hulpverlening.
- *Achterliggende oorzaken: tekortkomingen in VBS-elementen en in plannen en procedures*
Bij de achterliggende factoren zijn er tekortkomingen in de identificatie en beoordeling van de gevaren (VBS-element ii) en de controle op de exploitatie (VBS-element iii). Daaraan gekoppeld zijn plannen en procedures vaak niet op orde. Bij het beheersen van processen speelt ook de achterliggende oorzaak van onvoldoende ervaring en competentie een rol.
- *Sommige oorzaken zijn niet opgenomen in de Rrzo*
Bij vier van de incidenten worden directe oorzaken gevonden, die niet in de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo) worden genoemd. De regeling noemt erosie en corrosie als oorzaken met betrekking tot materiaalverzwakking, maar in twee incidenten worden andere vormen van materiaalverzwakking gevonden, die daar niet onder vallen (vermoeiing en verbrossing). Dit zou kunnen worden ondervangen door het algemene begrip 'materiële degradatie' toe te voegen aan de Rrzo. Eventueel kunnen corrosie en erosie dan komen te vervallen.

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 31 mei 2018).
- [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 31 mei 2018).
- [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 2015*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/07/06/rapportenbundel-behorend-bij-staat-van-de-veiligheid-majeure-risicobedrijven-2016> (ingezien 31 mei 2018).
- [4] Incidentanalyse 2011-2013, incl. trend 2004-2013. RPS. 16 juni 2014.
- [5] 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 31 mei 2018).
- [6] 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 31 mei 2018).
- [7] Overzicht Brzo-locaties, peildatum 1 februari 2018. Bureau BRZO+. Beschikbaar via <https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven> (ingezien op 23 april 2018).
- [8] 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 31 mei 2018).
- [9] Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. PGS-6:2016. November

2016. Beschikbaar via
<http://www.publicatiereeksgevaarlijkstoffen.nl/publicaties/PGS6.html> (ingezien op 31 mei 2018).

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen

Incident 1	Vrijkomen van biogas uit een vergistingsinstallatie
Meldingsplicht eMARS	Ja
Bedrijfstype	Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10) Slachterijen en vleesverwerking (SBI 10.1) Slachterijen (geen pluimvee-) (SBI 10.11)
Beschrijving gebeurtenissen	In een viertal vergisters wordt biogas geproduceerd. Bij het productieproces treedt meer schuimvorming op dan normaal. Deze schuimvorming wordt tegengegaan door antischuimmiddel toe te voegen. Op enig moment is de voorraad antischuimmiddel op. Een poging om de schuimvorming te bestrijden met water is onvoldoende effectief. Door de schuimvorming neemt de druk in de vergisters toe en gaan de ontlastventielen op de vergisters open. Daarbij komen biogas en schuim vrij. Operators besluiten een deel van de inhoud van de vergisters over te hevelen naar de navergister. Ook in de navergister wordt schuim gevormd. De afvoerleiding raakt verontreinigd met schuim en wordt dichtgezet. Hierdoor neemt de druk in de navergister toe. Door de drukverhoging gaat de drukbeveiliging op de navergister open. Door het schuim is de capaciteit van de drukbeveiliging ontoereikend om de drukopbouw in de navergister tegen te gaan. De verbinding tussen de wand van de navergister en het membraandak raakt los over een lengte van 12 m. Pas nadat nieuw antischuimmiddel is gearriveerd op de inrichting, slagen de operators erin de schuimvorming onder controle te krijgen en terug te keren naar normale procescondities.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Vrijkomen van circa 24 ton biogas. Geen relevante blootstelling van personeel.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident 2	Vrijkomen van zoutzuur na openen flens
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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	<p>Een operator heeft abusievelijk een blindflens van de leiding geopend toen hij een flowmeter in een procesleiding wilde ontluchten. Bij het openen van de blindflens kwam vanuit de leiding zoutzuuroplossing vrij bij een druk van 6 bar. De werkzaamheden vonden plaats op 15 meter hoogte. Na het ontstaan van de lekkage is de toevoerpomp in de leiding stopgezet en de blindflens gesloten.</p> <p>De operator die de werkzaamheden uitvoerde, is blootgesteld aan een waaier van vloeistof, heeft daarbij een eerstegraads brandwond opgelopen en is voor controle naar een lokale gezondheidspost gestuurd. Een contractor die onder de installatie aan het werk was, kreeg een nevel van zoutzuuroplossing en -damp over zich heen en is voor observatie en korte behandeling naar het ziekenhuis gebracht. Twee andere personen in de omgeving zijn blootgesteld aan dampen en hebben zuurstof toegediend gekregen.</p> <p>De operator was bevoegd om aan de installatie te werken, maar was niet bekend met de installatie. De procedure voor het uitvoeren van deze werkzaamheden werd niet gebruikt en was ook onvoldoende helder. Er vond geen toezicht op de werkzaamheden plaats.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud
Directe oorzaak	Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
Gevolgen	Vrijkomen van circa 1900 liter 30%-zoutzuuroplossing. Vier werknemers zijn blootgesteld aan vloeistof en dampen. Bij twee werknemers leidde de blootstelling tot lichamelijk letsel, vermoedelijk van tijdelijke aard.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke blootstelling bij medewerkers en omgeving.

Incident 3	Emissie van butadien na het bezwijken van een breekplaat
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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 overige organische basischemicaliën (geen petrochemische) (SBI 20.14.9)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>Bij dit incident bezweek een breekplaat in een leidingsysteem naar een opslag door corrosie, waarna een emissie van butadieen ontstond.</p> <p>Het incident is niet onderzocht door de Inspectie SZW, vanwege ontbrekende capaciteit door andere incidenten. Het incident is opgenomen als zaaknummer in de <i>Storybuilder</i>-database, maar verder niet geanalyseerd met het model, omdat het geen informatie oplevert over barrières en achterliggende oorzaken.</p>
-----------------------------	---

Incident 4	Lekkage van ethyleenoxide uit een koppeling
Meldingsplicht eMARS	Ja
Bedrijfstype	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)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Er is ethyleenoxide gelekt vanuit een isolatiekoppeling op een transportleiding binnen de inrichting. Het materiaal van de isolatiekoppeling was gedegradeerd, mogelijk onder invloed van water en door overbelasting. De degradatie is niet tijdig ontdekt, omdat verondersteld werd dat de geschiktheid van het materiaal voor een periode van 40 jaar verzekerd was. De uitvoering van de isolatiekoppeling ('sealed for life') maakte het onmogelijk om de toestand van het materiaal zonder aantasting van materiaal te inspecteren.</p> <p>De lekkage is ontdekt door een buitenwacht. Na detectie van het lek is de leiding ingeblokt en is de pomp uitgezet. Om de verspreiding van ethyleenoxide te beperken, is een waterscherm opgezet. Later is de leiding doorgespoeld met stikstof en is er een klem gezet op de lekkende koppeling.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overig (materiaalverzwakking)
Gevolgen	Vrijkomen van circa 11 ton ethyleenoxide. Geen relevante blootstelling van personeel.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar en giftig gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan toxische stoffen en/of explosie of ontbranding van de wolk.

Incident 5	Chemische reactie na achterblijven van product op een filter
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24) Vervaardiging van edelmetalen en overige non-ferrometalen (SBI 24.4) Vervaardiging van lood, zink en tin (SBI 24.43)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>In een lijn voor het verwijderen van metalen uit oplossingen is slurry blijven hangen aan een filter. Na enige tijd is de slurry van het filter gevallen, waarbij een deel ervan terecht is gekomen in een voorraadvat voor sproeizuur. In dit voorraadvat is een chemische reactie opgetreden waarbij waterstof is gevormd. Onder hoge druk is het deksel van het voorraadvat ontzets, waarbij naast het waterstofgas ook een beperkte hoeveelheid zuur en schuim is vrijgekomen.</p> <p>De slurry is mogelijk aan het filter blijven hangen door een te lage temperatuur in de lijn. De temperatuur werd niet gemonitord. Het bedrijf had niet voorzien dat slurry kon blijven hangen en in het voorraadvat kon vallen.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Vrijkomen van waterstofgas, zuur en schuim. Eén werknemer met tijdelijk last van zijn oren.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident 6	Stofwolkexplosie na het vullen van een tank met poedervormig materiaal
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10) Vervaardiging van plantaardige en dierlijke oliën en vetten (SBI 10.4) Vervaardiging van plantaardige en dierlijke oliën en vetten (geen margarine en andere spijsvetten) (SBI 10.41)
Beschrijving gebeurtenissen	Er vond een stofwolkexplosie plaats bij het vullen van een tank. Het incident vond plaats toen een operator een zak met cellulosepoeder stortte in een tank via een trechter. De tank was eerst gevuld met sojaolie en moest daarna voorzien worden van cellulosepoeder, dat los gestort wordt vanuit enkele zakken. Door de explosie werden de PBMs van het hoofd van het slachtoffer geblazen, die brandwonden opliep en hete lucht met poeder inademde waardoor hij benauwdheid ondervond. Het slachtoffer werd ter plaatse behandeld door de BHV en een arbo-arts en werd later opgenomen in het ziekenhuis.

	<p>De procedure om handmatig zakken poeder toe te voegen, werd getest in de praktijk. Voorheen werd met doseerschroeven onder een trechter/big-bag-combinatie gewerkt, maar dat gaf vaak verstoppingen. De MSDS van het toe te voegen poeder gaf aan dat er een explosieve atmosfeer gevormd kan worden. Daarop werd intern aanbevolen een taak-risico-analyse (TRA) te maken waarin wordt beschreven dat de stortomgeving direct schoongemaakt moet worden om de vorming van deze atmosfeer te voorkomen. De TRA was ten tijde van het ongeval nog niet aangemaakt. Wel werd in praktijk regelmatig schoongemaakt.</p> <p>De tank bleek scheurindicaties in de onderste lasnaad te bevatten, die met slijpwerk werd gepolijst en getest door de RTD, waarna deze weer kon worden vrijgegeven voor gebruik. Het bedrijf ging ook over op het gebruik van een inerte stof die gedoseerd kon worden vanuit een silo met behulp van een doseersluis.</p> <p>De ontstekingsbron is niet bekend.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Brandwonden en benauwdheid na het inademen van hete lucht bij een werknemer.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident 7	Brand na heetwerkzaamheden
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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	Bij laswerkzaamheden aan een afvoerkoker van een productverdeler is rubber materiaal gaan smeulen. Mogelijk was het rubber verontreinigd met brandbaar coatingsmateriaal. Na enige tijd is het smeulen geëscaleerd naar een brand. Door het ontbreken van brand- of rooksignaleringsapparatuur is de brand pas laat ontdekt. Uiteindelijk zijn grote delen van het gebouw betrokken geraakt bij de brand. Daarbij is een grote hoeveelheid rookgassen ontstaan.

	De werkinstructie en de werkvergunning voor de uitvoerder van het heetwerk hadden verschillende tekortkomingen. Zo was niet duidelijk aangegeven hoe de werkzaamheden uitgevoerd moesten worden en wat het gewenste resultaat was. Volgens de werkinstructie moest de opdrachtgever eventueel brandbaar materiaal vooraf verwijderen. Dat was niet gebeurd en ook niet aangevinkt op de werkvergunning. Verder verwees de werkinstructie naar verschillende functies en taken die op site-niveau niet bekend waren maar alleen hoger in de hiërarchie van de organisatie. Tot slot moest de lasser volgens de werkvergunning na afloop de binnenzijde van het procesonderdeel controleren op nasmeulen, maar mocht hij deze ruimte volgens dezelfde werkvergunning niet betreden (en heeft dat ook niet gedaan).
Bedrijfsfase	Onderhoud
Directe oorzaak	Hoge temperatuur
Gevolgen	Brand in een gebouw. Vier contractors hebben rook ingeademd en zijn uit voorzorg naar de medische dienst gestuurd.
Potentie	Vorming van een wolk met toxische verbrandingsproducten met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 8	Vrijkomen van formaldehyde via een breekplaat
Meldingsplicht eMARS	Ja
Bedrijfstype	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)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>Via een scheur in een breekplaat is formaldehyde vrijgekomen. De scheur was mogelijk het gevolg van een eerder ontstane deuk in de breekplaat. Achter de breekplaat zat een leidingstuk naar een drukventiel. In dit leidingdeel was een kleine bypass-leiding aangebracht om drukopbouw tussen de breekplaat en het drukventiel te voorkomen. Na het ontstaan van de scheur kon formaldehyde via deze bypass-leiding naar het afblaassysteem stromen. Een deel van het formaldehyde kwam via drainageopeningen in het afblaassysteem vrij in een proceshal. Een ander deel is via de schoorsteen naar de omgeving geëmitteerd.</p> <p>In de proceshal werd de formaldehyde geroken. Na het dichtzetten van een drainleiding verdween de geur. Tijdens een later shift werd opnieuw formaldehyde geroken en werden voor deze zekerheid enkele leidingdelen met water gespoeld. Twee dagen later werd in de buitenlucht een formaldehydegeur waargenomen. Vervolgens werd de bron van de lekkage ontdekt.</p> <p>Verschillende medewerkers hebben formaldehyde geroken en zijn zonder adembescherming op zoek gegaan naar de bron van de geur. De blootstelling leidde niet tot letsel.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overig (materiaalverzwakking)
Gevolgen	Vrijkomen van ongeveer 2700 kg formaldehyde.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 9	Onwel worden van werknemers na vrijkomen van een wolk materiaal
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>Bij het lossen van een schip werd een wittige tot lichtblauwe mistwolk waargenomen. Kort hierop kwamen een elftal personeelsleden in aanraking met deze wolk, die laag boven de grond/water hing. Binnen tien minuten werden de eerste mensen van die groep onwel. Een geur als van verbrand rubber werd waargenomen en men kreeg verschijnselen als duizeligheid, dikke tong, vieze smaak in de mond, geïrriteerd gevoel aan de ogen en luchtwegen en braakneigingen.</p> <p>De bron van de eenmalige emissie was onduidelijk. Als mogelijke bronnen werden de fakkel ('schoorsteen') van een naastgelegen bedrijf dat kunststoffen produceert, of een passerend schip genoemd.</p> <p>Het incident is verder niet onderzocht door de Inspectie SZW, omdat de bron van de emissie en het geëmitteerde materiaal onduidelijk waren. Het incident is opgenomen als zaaknummer in de <i>Storybuilder</i>-database maar verder niet geanalyseerd met het model, omdat het geen informatie oplevert over barrières en achterliggende oorzaken.</p>
-----------------------------	---

Incident 10	Lekkage van ethyleenoxide uit open afsluiter
Meldingsplicht eMARS	Ja
Bedrijfstype	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)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>Een afsluiter in een afgassysteem heeft gedurende een aantal weken opengestaan, waardoor circa 25 ton ethyleenoxide is vrijgekomen in de atmosfeer.</p> <p>De afsluiter is volgens procedure opengezet, nadat een installatieonderdeel uit bedrijf werd genomen. Toen het installatieonderdeel weer in bedrijf werd genomen, is deze abusievelijk niet meer dichtgezet. Om deze situatie te voorkomen, werd hiervoor een interlock-systeem gebruikt, waarbij een grijze sleutel in het kastje in de controlekamer moest hangen bij uitbedrijfname (afsluiter open) en een groene bij ingebruikname (afsluiter dicht). Gedurende de periode waarin de emissie heeft plaatsgevonden, hing de grijze sleutel in het kastje in de controlekamer. Dit had de werknemers erop moeten attenderen dat de afsluiter naar het gassysteem openstond. Echter kon de installatie ook handmatig zonder het gebruik van de sleutel worden geopend en werkte het 'sleutelsysteem' niet goed in praktijk.</p> <p>Tevens bleek dat de betreffende afsluiter inmiddels in feite geen functie meer had. Door aanpassen van de procedures kon er geen overdruksituatie meer optreden. De enige reden om de afsluiter nog open te zetten had te maken met het sleutelsysteem, dat ertoe dwong om de afsluiter te openen als de andere installatie werd stilgelegd. De procedures en instructies hieromtrent waren niet aangepast.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Uitstroming circa 25 ton ethyleenoxide-gas.
Potentie	Vorming van een wolk carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 11	Lekkage na corrosie door ophoping van zoutzuur
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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)

Beschrijving gebeurtenissen	<p>Een mengsel van aminen en water is gelekt vanuit een pijpstuk op een tank. De lekkage is het gevolg van corrosie aan de bovenzijde van de leiding onder invloed van zoutzuurgas in de leiding. Bij normale operatie zou het zoutzuur mengen in de productstroom. Omdat de circulatiepomp buiten bedrijf was genomen, vond (tijdelijk) geen productcirculatie plaats, waardoor het zoutzuurgas zich kon ophopen aan de bovenzijde van het leidingstuk.</p> <p>De lekkage werd opgemerkt door een buitenwacht. Daarna zijn vloeistofmonitors en een sprinklerinstallatie ingezet, om de verspreiding van dampen te beperken. Later is een isopreen-klem om het leidingstuk geplaatst, waarmee de lekkage effectief gedicht werd.</p> <p>De mogelijkheid van ophoping van zoutzuur in de leiding door het stilvallen van de circulatie was niet voorzien. Hierdoor waren er geen relevante maatregelen genomen om te voorkomen dat zoutzuur geïnjecteerd werd op momenten dat er geen circulatie plaatsvond.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Vrijkomen van circa 200 kg amineoplossing.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 12	Vrijkomen van fenol tijdens verlading
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Een medewerker was bezig met verladingsactiviteiten en kreeg dampen of spetters fenol in zijn gezicht, waarvoor hij kortdurend bij de bedrijfsgezondheidsdienst werd behandeld. Op de locatie vindt normaal gesproken overslag plaats tussen verschillende schepen. Bij navraag bleek dat ten tijde van dit incident geen activiteiten plaatsvonden.</p> <p>Er is geen blootstellingsbron gevonden en geen fenol waargenomen, waardoor het incident niet verder is onderzocht door de Inspectie SZW. Het incident is opgenomen als zaaknummer in de <i>Storybuilder</i>-database maar verder niet geanalyseerd met het model, omdat het geen informatie oplevert over barrières en achterliggende oorzaken.</p>

Incident 13	Lekkage van toluen uit een gecorrodeerde leiding onder isolatie
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Tijdens het verpompen van toluen vanuit een opslagtank naar een schip wordt een lekkage geconstateerd. De pomp is gestopt na het opmerken van de lekkage en is afgedekt met een schuimlaag om het risico op brand en uitdamping tegen te gaan. Het gelekte materiaal kwam in een lekbak terecht. Met behulp van een vacuümwagen is het mengsel van schuim en product vervolgens opgezogen en afgevoerd. Naar schatting is circa 500-1000 kg toluen gemorst bij deze lekkage.</p> <p>De oplijning van de tank naar het schip werd volgens de procedures uitgevoerd. Hiertoe werd eerst de leiding afgeperst met 2 bar stikstof, waarbij geen lekkages werden geconstateerd. Bij een volgende controlerende bleek de lekbak nat te zijn en werd de pomp gestopt, gestart met het leegmaken van de transportleiding en werden andere activiteiten in de buurt van de lekbak stilgelegd. Bij nader onderzoek aan de lekkage bleek putvormige corrosie te zijn opgetreden onder de isolatielaag, wat op één punt tot een gat in de leiding heeft geleid. Voordat er een isolatielaag was aangebracht op de transportleiding is deze van roest ontdaan en is een conserverende coating aangebracht. De corrosieve laag is in het verleden niet voldoende weggehaald en de coating is aangebracht terwijl een en ander nog nat was. Geholpen door het feit dat de isolatie niet voldoende aansloot en afwaterde en niet was afgekit, heeft dit tot een verslechterende corrosie en het ontstaan van het gat geleid. De leiding was daarnaast <i>getraced</i>. De temperatuurwisselingen bij het aan- en uitzetten van de <i>tracing</i> hebben mogelijk tot een versnelde corrosie onder isolatie geleid. De druktest die de lekkage aan het licht had kunnen brengen, leverde niet genoeg geluid op, doordat de lekkage zich onder de isolatielaag bevond.</p> <p>Bij een soortgelijke lekkage van een aantal maanden daarvoor, was al een plan opgesteld om het leidinginspectieprogramma aan te passen en alle leidingen te onderwerpen aan een inspectie. Door verlof van medewerkers en andere prioriteiten had deze inspectie nog niet plaatsgevonden.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Lekkage van 500-1000 kg ontvlambare toluen.
Potentie	Vorming van een brandbare plas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan brand.

Incident 14	Breuk van een 1"-propanleiding door boorwerkzaamheden
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	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)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Na een uitwendige corrosie-inspectie wordt isolatiemateriaal aangebracht op een afsluiter en een 1 inch-reliefleiding langs de afsluiter. Bij de bijbehorende boorwerkzaamheden wordt ook de wand van de reliefleiding geraakt en grotendeels doorboord. Bij het aanbrengen van een popnagel in het boorgat ontstaat vervolgens een lekkage. Daarbij komt propaan vrij onder een druk van circa 10 bar en bij een temperatuur van - 40°C.</p> <p>Na het ontdekken van de locatie van het lek wordt de reliefleiding met een tijdelijke verbinding naar de <i>flare</i> snel van druk gehaald. Ook wordt een waterscherm opgezet om de dispersie van gas te beperken.</p> <p>Het aanbrengen van isolatiemateriaal op de reliefleiding was niet gepland, maar door de contractorfirma zelfstandig besloten. De contractor heeft niet gemerkt dat hij bij de boorwerkzaamheden ook de leiding heeft geraakt.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Impact + Menselijke fout
Gevolgen	Vrijkomen van circa 600 kg propaan.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident 15	Explosie van waterstof in reactorvat met overkapping
Meldingsplicht eMARS	Nee
Bedrijfstype	Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24) Vervaardiging van edelmetalen en overige non-ferrometalen (SBI 24.4) Vervaardiging van lood, zink en tin (SBI 24.43)

Beschrijving gebeurtenissen	In een reactorvat met overkapping is een mengsel van waterstof en lucht geëxplodeerd. Daarbij is een onbekende hoeveelheid metaalhoudende vloeistof vrijgekomen. Het waterstof kon ontstaan doordat de zuurtegraad in het reactorvat te laag was. De zuurtegraad werd tijdelijk niet geregistreerd, omdat beide zuurmeters in onderhoud waren. Het reactorvat was voorzien van LEL-meters. Bij 10% LEL is een alarm afgegaan. Daarop is de toevoer naar het reactorvat stilgezet. Omdat de zuurtegraad in het vat nog steeds te laag was, ging de chemische reactie door en is de waterstofconcentratie binnen de explosiegrenzen gekomen. De ontstekingsbron is onbekend.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overig (brand-/explosieve omstandigheden)
Gevolgen	Explosie in een reactorvat, vrijkomen van een onbekende hoeveelheid vloeistof met nikkel en cadmiumoxide vanuit het vat.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Bijlage 2 Detailinformatie

In deze bijlage worden voor alle onderdelen van de analyse de belangrijkste resultaten weergegeven. Om de hoeveelheid informatie te beperken, zijn alleen de onderdelen vermeld die bij één of meerdere incidenten zijn opgetreden/voorgekomen.

Tabel 15 Jaartal waarin het incident plaatsvond

Jaartal	Aantal incidenten
2013	2
2015	5
2016	5
2017	3

Tabel 16 Land waar het ongeval plaatsvond

Land	Aantal incidenten
Nederland	12

Tabel 17 Wettelijk regime waar de inrichting onder valt

Wettelijk regime	Aantal incidenten	
Besluit risico's zware ongevallen	12	
Waarvan hogedrempelinrichting		10
Waarvan lagedrempelinrichting		2

Tabel 18 Wettelijke meldingsplicht met betrekking tot het incident

Jaartal	Aantal incidenten
Zwaar ongeval Brzo	12
MARS-meldingsplichtig	4
Meldingsplicht Wet Milieubeheer	7
Meldingsplicht Arbowet	1

Tabel 19 Overtredingen van wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving die zijn overtreden	Aantal incidenten	
Besluit risico's zware ongevallen 1999	1	
Artikel 5 lid 3		1
Besluit risico's zware ongevallen 2015	4	
Artikel 5 lid 1		4
Artikel 7 lid 6		3
Arbeidsomstandighedenwet	2	
Waarvan artikel 6		1
Waarvan artikel 16		1
Arbeidsomstandighedenbesluit	3	
Waarvan artikel 3.2		1
Waarvan artikel 3.5		3
Wet Milieubeheer	1	
Waarvan artikel 17.2		1
Waarvan artikel 17.2		1
Geen overtreding geconstateerd	6	

Tabel 20 Handhavingsinstrument m.b.t. het incident / de overtreding

Handhavingsinstrument	Aantal incidenten
Strafrechtelijk onderzoek / vervolg	2
Wettelijke eis tot stillegging	2
Wettelijke eis tot naleving	3
Dwangsom	1
Geen wettelijke actie of waarschuwing	6

Tabel 21 Type bedrijf (SBI-codering)

Type bedrijf	Aantal incidenten	
10 Vervaardiging van voedingsmiddelen	2	
10.1 Slachterijen en vleesverwerking		1
10.4 Vervaardiging van plantaardige en dierlijke oliën en vetten		1
20 Vervaardiging van chemische producten	7	
20.1 Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetisch rubber in primaire vorm		7
20.12 Vervaardiging van kleur- en verfstoffen		1
20.13 Vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën		1
20.14.1 Vervaardiging van petrochemische producten		4
20.15 Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen		1
24 Vervaardiging van metalen in primaire vorm	2	
24.4 Vervaardiging van edelmetalen en overige non-ferrometalen		2
24.43 Vervaardiging van lood, zink en tin		2
52 Opslag	1	
52.10.1 Opslag in tanks		1

Tabel 22 Activiteit van het bedrijf (MARS-classificatie)

Activiteit	Aantal incidenten
MARS TG 3202 Opslag – distributie gerelateerd	1
MARS TG 3102 Chemische continue reactie	6
MARS TG 3103 Elektrochemisch proces	1
MARS TG 3104 Fysiek proces (mengen, kristalliseren enz.)	1
MARS Reactieproces – niet nader gespecificeerd	2
MARS Proces – overig (bijv. schoonmaken)	1

Tabel 23 Overtredingen tijdens laatste voorafgaande inspectie (maximaal twee jaar eerder)

Processtadium	Aantal incidenten	
Geen Brzo-inspectie uitgevoerd in de voorafgaande twee jaren	1	
Geen overtredingen geconstateerd bij de voorafgaande inspectie	0	
Eén of meer overtredingen geconstateerd bij voorafgaande inspectie	11	
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel ii van het VBS		5
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel iii van het VBS		7
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel v van het VBS		2
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel vii van het VBS		4

Tabel 24 Omvang van het bedrijf

Omvang	Aantal incidenten
≥100 < 250 medewerkers	3
≥250 < 1000 medewerkers	6
≥1000 medewerkers	3

Tabel 25 Wijze van procesregulering

Procesregulering	Aantal incidenten
Handmatig	3
Semi-geautomatiseerd	3
Geautomatiseerd	6

Tabel 26 Installatie waar het ongeval ontstaat: primair of secundair proces

Type proces	Aantal incidenten
Primair proces	10
Secundair proces	2

Tabel 27 Leeftijd van de installatie

Leeftijd	Aantal incidenten
Nieuw (1-5 jaar)	1
Gemiddeld (5-25 jaar)	2
Oud (> 25 jaar)	3
Onbekend	6

Tabel 28 Processtadium ten tijde van het incident

Processtadium	Aantal incidenten
In gebruik nemen	4
Normaal bedrijf	6
Onderhoud	3

Tabel 29 Activiteit direct voorafgaand aan het incident

Activiteit	Aantal incidenten	
Het actief openen van het insluitsysteem of het werken aan een open vat:	1	
Het ontkoppelen van (onderdelen) van insluitsystemen		1
Activiteiten aan een insluitsysteem:	2	
Heet werk		1
Aanbrengen of verwijderen van isolatie		1
Het toe- of afvoeren van stoffen naar / uit het insluitsysteem:	8	
Het toevoegen van stoffen aan een insluitsysteem		7
Het verwijderen van stoffen uit een insluitsysteem		1
Niet gespecificeerde activiteiten	1	

Tabel 30 Barrière Beheersing van processen. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Beheersing bij (op)starten	BSM: 0 BFM: 2	V: 0 G: 2 O: 0 T: 0 X: 0	P: 2 B: 0 C: 1 S: 1 T: 0 A: 0 E: 1 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 2 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Beheersing van de omgevingsfactoren	BSM: 0 BFM: 2	V: 1 G: 1 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 1 E: 1 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0

¹⁸ Taken: verschaffen (V), gebruiken (G), onderhouden (O), toezien op (T) en onbekend (X)

¹⁹ Managementfactoren: plannen en procedures (P), beschikbaarheid van mensen (B), competentie van het personeel (C), communicatie en samenwerking (S), aanwezigheid van tegenstrijdige belangen (T), motivatie en alertheid van de organisatie (A), ergonomie (E), beschikbaarheid van materiaal en materieel (M) en onbekend (O)

²⁰ VBS-elementen uit Bijlage III van de Seveso-III-richtlijn: i t/m vii en onbekend (O)

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Beheersing van de procesparameters	BSM: 0 BFM: 5	V: 2 G: 0 O: 2 T: 1 X: 0	P: 2 B: 0 C: 2 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 1 O: 3	i: 1 ii: 2 iii: 2 iv: 1 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 1
Beheersing van de toestand van de installatie	BSM: 0 BFM: 6	V: 3 G: 1 O: 2 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 2 S: 0 T: 1 A: 1 E: 0 M: 0 O: 1	i: 0 ii: 3 iii: 3 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 0			

Tabel 31 Afwijking buiten operationele grenzen

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Afwijkingen (op)starten buiten operationele grenzen:	2	
Ongewenste afsluiter posities / openingen		2
Afwijking in de installatie (materiaal) buiten operationele grenzen:	4	
Corrosie		2
Materiaal brosheid / moeheid / verzwakking		2
Procesafwijking buiten operationele grenzen:	5	
Lage temperatuur		1
Hoge temperatuur		1
Hoge druk		1
Andere stroming (<i>off-spec</i> -stof)		2
Grote stroming		1
Geen stroming		1
Omgevingsafwijking buiten operationele grenzen:	1	
Object nadert insluitsysteem		1

Tabel 32 Barrière Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Indicatie van de afwijking	BSM: 0 BFM: 6	V: 5 G: 0 O: 0 T: 1 X: 0	P: 2 B: 0 C: 0 S: 1 T: 0 A: 0 E: 1 M: 2 O: 2	i: 1 ii: 1 iii: 2 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 2
Detectie van de afwijking	BSM: 0 BFM: 3	V: 2 G: 1 O: 0 T: 0 X: 0	P: 2 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 1 E: 1 M: 1 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 3 iv: 1 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Diagnose van de afwijking	BSM: 0 BFM: 1	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 1	i: 0 ii: 1 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Herstelactie	BSM: 0 BFM: 2	V: 2 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 2 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 2 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 0			

Tabel 33 Afwijking buiten veilige grenzen

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Falen primair insluitsysteem	4	
Openen niet-productvrij insluitsysteem of toevoer naar geopend insluitsysteem	2	
Openen niet-productvrij insluitsysteem		1
Toevoer producten naar een systeem met een onbedoelde opening		1
Temperatuur, druk of niveau buiten veilige grenzen	3	
Hoge temperatuur buiten veilige grenzen		1
Hoge druk buiten veilige grenzen		2
Doorslag: onbedoelde stroming tussen insluitsystemen	2	
Ontvlambare atmosfeer in insluitsteem	2	

Tabel 34 Barrière Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Noodbescherming tegen druk buiten veilige grenzen	BSM: 0 BFM: 1	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 1 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Bescherming bij doorslag (productopvang zonder LoC)	BSM: 0 BFM: 2	V: 2 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 1 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Preventie van inwendige explosie of brand	BSM: 0 BFM: 3	V: 2 G: 0 O: 1 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 1 O: 1	i: 1 ii: 2 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 6			

Tabel 35 Type ongeval

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Brand en explosie in een insluitsysteem	3	
Explosie in een insluitsysteem		2
Gebouw- of materiaalbrand		1
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	10	
vanuit een falende/losse/losgeraakte verbinding		1
vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		4
vanuit een nieuw ontstaan gat		5
Onbekend		1

Tabel 36 Betrokken installatieonderdelen

Installatieonderdeel	Aantal keer betrokken	
Voorzieningen op/aan/in equipment	5	
Afsluitklep		1
Regelklep		1
Drukveiligheid/-ventiel		1
Blindflens		1
Instrumentatie in/op installatie		1
Breekplaat		1
(Mangat)deksel		1
Schroefverbinding		1
Pakking		1
Zak		1
Onderdelen procesinstallaties	8	
Buffervat		1
Reactorvat		3
Filter		1
Menger		1
Procesleiding		3
Pomp in procesinstallatie		1
Producttransfer	2	
Bovengrondse pijpleiding		2
Pomp (transfer)		1
Voer- en vaartuigen	1	
Schip		1
Utilities	1	
Off-gassysteem		1
Afblaassysteem (vent)		2
Fakkelsysteem		1
Schoorsteen		1

Tabel 37 Directe oorzaak / aanleiding van het incident

Directe oorzaak	Aantal incidenten	
Corrosie	2	
Impact	1	
Overdruk	2	
Hoge temperatuur	1	
Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	4	
Overig	3	
Waarvan overige materiaalverzwakking		2

Tabel 38 Centrale gebeurtenis

Centrale gebeurtenis	Aantal incidenten
Majeur ongeval met gevaarlijke stoffen	12

Tabel 39 Type ongeval (centrale gebeurtenis)

Type uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Directe explosie	2	
Directe brand	1	
Uitstroming gevaarlijke stoffen	10	
Uitstroming van vaste stof / deeltjes		1
Uitstroming van gas / damp onder druk		4
Uitstroming van tot vloeistof verdicht gas		2
Uitstroming van een vloeistof onder druk		3
Uitstroming van een drukloze vloeistof		2

Tabel 40 Installatieonderdeel met betrekking tot de uitstroming, brand of explosie

Type equipment	Aantal keer betrokken
Buffervat	1
Reactorvat	3
Procesleiding	2
Zak	1
Pijpleiding	2
Afblaassysteem (vent)	2
Overig	1

Tabel 41 Locatie van de uitstroming

Type equipment	Aantal keer betrokken
Omhulling (incl. dak)	4
Deksel	1
Drukveiligheid/-ventiel (incl. waterslot)	1
Drainage(opening)	1
Blindflens/-plaat	1
Verbinding (incl. flens)	1
Afblaas (vent)	1
Schoorsteen	1
Onbekend	1
Niet van toepassing	2

Tabel 42 Gatgrootte

Type equipment	Aantal keer betrokken
0 <= 5 mm	2
5 mm <= 1 inch	2
Volledige diameter leiding of slang	1
Catastrofaal falen vat/insluitsysteem	1
Onbekende gatgrootte	4
Niet van toepassing	2

Tabel 43 Betrokken stoffen / producten

Stof / product	Aantal keer betrokken
Amine-oplossing	1
Biogas	1
Cadmiumoxide	1
Cellulose	1
Ethyleendiamine	1
Ethyleenoxide	2
Formaldehyde	1
Kobalt	1
Propaan	1
Rubber	1
Tolueen	1
Waterstof	2
Zoutzuur (oplossing)	1
Zinksulfaat	1

Tabel 44 Betrokken massa: massa die vrijkomt of betrokken is bij brand of explosie

Betrokken massa	Aantal incidenten
> 10 kg <= 100 kg	1
> 100 kg <= 1000 kg	3
> 1 ton <= 10 ton	2
> 10 ton <= 100 ton	3
Onbekende hoeveelheid	3

Tabel 45 Barrière Beperking van de uitstroming. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Stoppen van de (uit)stroming	BSM: 4 BFM: 2	V: 2 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 1 O: 0	i: 1 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Reductie drijvende kracht uitstroming	BSM: 3 BFM: 0	V: 0 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 5			

Tabel 46 Beperking van de uitstroming

Aard van de beperking van de uitstroming	Aantal keer van toepassing
Uitstroming wordt niet beperkt	5
Uitstroming gedeeltelijk beperkt	5
Onbekend of niet van toepassing	2

Tabel 47 Barrière Voorkómen van escalatie. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Brand-/explosiebestrijding	BSM: 0 BFM: 1	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Beperking verdamping/dispersie	BSM: 4 BFM: 0	V: 0 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Noodopvang	BSM: 1 BFM: 0	V: 0 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 7			

Tabel 48 Resulterende gebeurtenis (fysisch effect)

Resulterende gebeurtenis	Aantal keer van toepassing	
Dispersie van gevaarlijke gassen en/of dampen	8	
Gecontroleerd		3
Ongecontroleerd		4
Brand	1	
Gebouw- of materiaalbrand		1
Explosie	2	
Explosief bezwijken insluitsysteem		1
Stofexplosie		1
Geen dispersie, brand of explosie	1	

Tabel 49 Barrière Persoonlijke bescherming en hulpverlening. Aantal keren dat de veiligheidsfunctie succesvol is (BSM), faalt (BFM) of onbekend is (BSU). Voor falende veiligheidsfuncties ook de incidentie van (falende) taken¹⁸, managementfactoren¹⁹ en VBS-elementen²⁰. Managementfactoren

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Evacuatie	BSM: 1 BFM: 0	V: 0 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Inachtneming veilige afstand tot de gevarezone	BSM: 2 BFM: 1	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Persoonlijke beschermingsmiddelen	BSM: 1 BFM: 2	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 1	P: 1 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 1	i: 0 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 1
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 7			

Tabel 50 Impact/blootstelling van personen

Aard van de impact/blootstelling	Aantal keer van toepassing
Blootstelling van een of meer personen aan een toxische stof	1
Blootstelling van een of meer personen aan rook en/of verbrandingsproducten	2
Blootstelling van een of meer personen aan een bijtende stof	1
Blootstelling van een of meer personen aan overdruk/drukgolven	2
Geen LCE met betrekking tot impact/blootstelling	6
Blootstelling onbekend	1

Tabel 51 Aantal slachtoffers

Aantal slachtoffers ²¹	Aantal incidenten	
Geen slachtoffers	10	
Eén of meer slachtoffers	2	
1 slachtoffer		1
2 slachtoffers		1

Tabel 52 Type verwonding

Type verwonding	Aantal slachtoffers
Thermische verbranding: eerstegraads brandwond	1
Chemische verbranding: eerstegraads brandwond	1
Acute vergiftiging	1

Tabel 53 Ziekenhuisopname

Aard van de ziekenhuisopname	Aantal slachtoffers
Ziekenhuisopname	1
Geen ziekenhuisopname	2

Tabel 54 Ernst van het letsel

Ernst van het letsel	Aantal slachtoffers
(Waarschijnlijk) niet permanent lichamelijk letsel	3

Tabel 55 Duur van het (ziekte)verzuim

Duur van het (ziekte)verzuim	Aantal slachtoffers
Drie dagen of meer	1
Onbekende duur van het (ziekte)verzuim	2

Tabel 56 Arbeidsverband van het slachtoffer

Arbeidsverband	Aantal slachtoffers
Medewerker in vast dienstverband	2
(Sub)contractor	1

Tabel 57 Materiële schade aan de inrichting en de omgeving

Aard van de materiële schade	Aantal incidenten
Installatie beschadigd	7
Geen significante materiële schade	3
Materiële schade onbekend	2

Tabel 58 Ecologische schade

Aard van de ecologische schade	Aantal incidenten
Geen milieuschade	5
Milieuschade onbekend	7

²¹ Slachtoffer is in het model gedefinieerd als iemand met tijdelijk of blijvend letsel, overlijden of ziekenhuisopname. De definitie wijkt af van de definitie voor meldingen van arbo-ongevallen; zie paragraaf 2.4.1. Het incident met twee slachtoffers betrof twee personen met tijdelijk letsel zonder ziekenhuisopname. In termen van de arbo-definitie zijn dit geen slachtoffers.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag