



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu

*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2016-2017

RIVM Rapport 2017-0085

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



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

Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2016- 2017

RIVM Rapport 2017-0085

Colofon

© RIVM 2017

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.

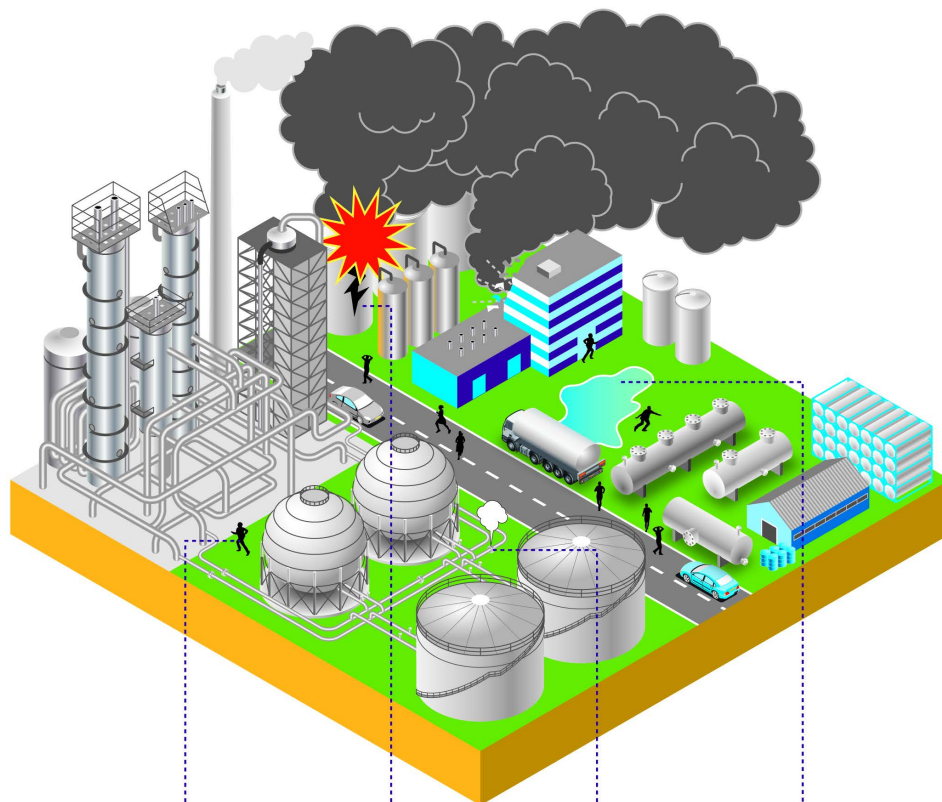
DOI 10.21945/RIVM-2017-0085

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

Contact:
Eelke Kooi
eelke.kooi@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110021/17MH - 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 13 geanalyseerde incidenten was er drie keer sprake van brand en acht keer zijn er gevaarlijke stoffen verspreid naar de omgeving.

Gevolgen

Bij de ongevallen vielen drie gewonden. Zij hadden vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel.

Oorzaken

De directe oorzaken van de incidenten waren vooral overdruk en menselijke fouten.

Installatie-onderdelen

Meer dan de helft van de incidenten ontstond bij flenzen, verbindingen en afsluiters.

Gemiste maatregelen

Vaak ontbrak een signaal van afwijkingen in processen. Uitstromingen konden vaak niet snel worden gestopt.

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2016-2017

Het RIVM analyseert jaarlijks incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven. De analyse van 2016-2017 omvat dertien incidenten. Drie keer ontstond er een brand en acht keer zijn gevaarlijke gassen of dampen verspreid naar de omgeving. In twee gevallen bleef de impact beperkt tot de directe omgeving van het incident. Negen van de dertien incidenten waren het gevolg van een te hoge druk in een installatie of van een verkeerde menselijke handeling. Drie gewonden hebben lichamelijk letsel opgelopen – vermoedelijk van herstelbare aard.

Oorzaken

Bedrijven moeten productieprocessen en bijbehorende werkzaamheden veilig uitvoeren. Bij de dertien incidenten was sprake van uiteenlopende tekortkomingen hierin. De maatregelen die deze tekortkomingen hadden moeten voorkómen, ontbraken, waren niet meer functioneel of werden niet goed toegepast. Vervolgens zijn de tekortkomingen niet tijdig ontdekt omdat een controlemiddel ontbrak of niet goed werd gebruikt.

Bij elf incidenten waren achterliggende werkprocedures niet goed op orde of werden ze niet goed uitgevoerd. Bij andere organisatievereisten zoals alertheid voor gevaren, competentie van het personeel en geschiktheid van materiaal ging het minder vaak mis.

Aanleiding

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 Directie Major Hazard Control (MHC) van de Inspectie SZW zijn onderzocht. De Directie MHC richt zich op de veiligheid van het personeel van grote chemische bedrijven. De bevindingen van deze analyse 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 in large companies with hazardous substances 2016/2017

Each year, RIVM analyses incidents with hazardous substances in large chemical companies. The analysis of 2016-2017 includes 13 incidents. Three incidents resulted in a fire and in eight incidents, hazardous gasses and vapours were released into the surroundings. In two cases, the impact was limited to the direct surroundings of the release location. Nine of the thirteen incidents were the result of overpressure in an installation or human error. Three casualties suffered from physical injuries. It was assessed they would recover from these injuries.

Causes

Companies must carry out production processes and related activities safely. The thirteen incidents occurred due to diverse shortcomings in safe operation. The measures that should have prevented these shortcomings were missing, no longer effective or not properly applied. Subsequently, the shortcomings were not detected in time because a means of detection was missing or was not used properly.

In eleven incidents, the underlying work procedures were not in order or were not properly applied. Other organizational prerequisites such as alertness for hazards, competence of the employees and suitability of the material, were less often wanting.

Context

This annual report is part of a multi-year order from the Ministry of Social Affairs and Employment (SZW) to analyse incidents that were investigated by the Major Hazard Control (MHC) Directorate of the SZW Inspectorate. The MHC Directorate focuses on the safety of employees of large chemical companies. The findings of this analysis can be used for its inspection and enforcement strategies. Companies can use the insights to improve their safety policy.

Keywords: major accidents, incident analysis, State of Safety, Brzo, Rrzo, Storybuilder, learning from accidents

Inhoudsopgave

Samenvatting – 11

1 Inleiding – 13

2 Kenmerken van de incidenten – 15

- 2.1 Aard van de bedrijven – 15
 - 2.1.1 Wettelijk regime – 15
 - 2.1.2 Type bedrijf – 15
 - 2.1.3 Bedrijfsfase – 16
- 2.2 De gevaarlijke stof – 16
 - 2.2.1 Aard van de stoffen – 16
 - 2.2.2 Hoeveelheden – 17
- 2.3 Installaties en gebeurtenissen – 17
 - 2.3.1 Betrokken installatieonderdelen – 17
 - 2.3.2 Type ongeval/uitstroming – 18
 - 2.3.3 Direct gevolg van het ongeval – 18
- 2.4 Gevolgen: slachtoffers en materiële schade – 19
- 2.5 Overtredingen – 19

3 Oorzaken van incidenten – 21

- 3.1 Directe oorzaken van de incidenten (Rrzo-scenario's) – 21
- 3.2 Maatregelen ter voorkoming van incidenten – 22
 - 3.2.1 Beheersing van processen – 24
 - 3.2.2 Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen – 24
 - 3.2.3 Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen – 25
- 3.3 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen – 26
- 3.4 Achterliggende oorzaken – 28

4 Conclusies – 33

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen – 35

Bijlage 2 Detailinformatie – 45

Samenvatting

Dertien 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 Directie Major Hazards Control (MHC) van de Inspectie SZW en waarvan het incidentonderzoek in het afgelopen jaar is afgesloten. In hoofdzaak gaat het om incidenten die optraden bij grote chemische bedrijven.

In de analyse is gekeken naar overeenkomsten en verschillen in de kenmerken van de incidenten, zoals het falende installatie-onderdeel, de stoffen die vrijkomen en de gevolgen voor mens en omgeving. Ook is geanalyseerd welke maatregelen voor het voorkómen van incidenten en het beperken van de gevolgen wel en niet werkten, en waarom (niet). De analyse is uitgevoerd met het wetenschappelijk onderbouwde model Storybuilder-MHC. De uitkomsten van de analyse kunnen door de Inspectie SZW gebruikt worden voor de inspectie- en handhavingsstrategieën, en door bedrijven voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

Bij alle dertien incidenten zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen. Drie keer ontstond er een brand en acht keer zijn gevaarlijke gassen of dampen verspreid naar de omgeving. In twee gevallen bleef de impact beperkt tot de directe omgeving van het incident. In totaal waren er drie gewonden die vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel hebben opgelopen.

De directe kenmerken van de geanalyseerde incidenten zijn onderling verschillend, zonder duidelijk patroon. De incidenten traden op tijdens de reguliere bedrijfsvoering en tijdens of direct na onderhoud. De incidenten zijn ontstaan in leidingen, reactor-, proces- en opslagvaten en in verbindingen. De uitstroming vond plaats via bestaande openingen, via losse verbindingen en door het falen van (delen van) de omhulling. De vrijgekomen stoffen waren divers van aard. Bij de incidenten met relatief grote hoeveelheden vrijgekomen stoffen ging het hoofdzakelijk om ontvlambare stoffen en dan vooral om ontvlambare gassen die volgens Europese richtlijn zijn ingedeeld in de zwaarste gevarencategorie (H220).

De directe oorzaken¹ van de incidenten betroffen vooral overdruk en menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud. Betere bescherming tegen overdruk is onder andere mogelijk met extra of betere technische voorzieningen. De kans op menselijke fouten kan worden verkleind met geschikte plannen en procedures en het juiste gebruik daarvan.

Beginnende afwijkingen ten opzichte van een veilige procesvoering zijn divers van aard. Wat opvalt is dat eenmaal ontstane afwijkingen vaak niet gesignaleerd worden en daardoor ook niet worden hersteld. In de helft van de incidenten blijkt bovendien dat er na het falen van het

¹ In paragraaf 3.1 wordt het begrip 'directe oorzaak' toegelicht.

herstel van een afwijking geen verdere maatregelen meer mogelijk zijn om een incident te voorkomen.

Maatregelen om de gevolgen van incidenten te beperken waren vaker succesvol dan niet-succesvol. Het betreft vooral maatregelen voor het voorkómen van escalatie van het incident en voor het voorkómen of beperken van lichamelijk letsel.

Bij de meeste incidenten was sprake van tekortkomingen in plannen en procedures of het juiste gebruik daarvan. Tekortkomingen in andere organisatievereisten, zoals alertheid van de organisatie, competentie van het personeel, geschiktheid van het materiaal en tegenstrijdige belangen tussen productie en veiligheid kwamen minder vaak voor. De tekortkomingen hebben het vaakst betrekking op onderdeel iii van het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS): de controle op de exploitatie. Bij vijf incidenten was sprake van een of meer tekortkomingen in de manier van handelen bij wijzigingen (element iv van het VBS).

Het onderzoek maakt deel uit van een meerjarige opdracht voor het analyseren van incidenten die door de Directie Major Hazard Control (MHC) van de Inspectie SZW zijn onderzocht. Het voorliggende rapport is onderdeel van de rapportage over de Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven 2016 aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

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 die vanaf 2004 door de Directie Major Hazard Control (MHC) van de Inspectie SZW zijn onderzocht.

Sinds 2015 wordt in het kader van de rapportage over de Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven jaarlijks gerapporteerd over de recentste bevindingen.^{2,3} In het voorliggende rapport worden dertien incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in de periode 2016-2017 is afgesloten.⁴

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 drie incidenten was naast het onderzoek van de Directie MHC ook een onderzoeksrapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid beschikbaar.

Voor het hoofdrapport is een selectie gemaakt van de meest relevante informatie voor een breed publiek. Overige analysegegevens zijn opgenomen in Bijlage 2. Een uitgebreide beschrijving van het analysemodel is te vinden in het rapport 'Incidentanalyse 2011-2014, incl. trend 2004-2013'.⁵ In 2017 zijn de tien 'directe oorzaken' uit de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo) aan het model toegevoegd. In verschillende barrières is de indeling en aanduiding van onderdelen veranderd. In 2017 zijn zowel de oude als de nieuwe indelingen gebruikt.

² Resultaten analyse MHC incidenten waarvan het ongeval is afgerond in 2014/2015. RPS in opdracht van RIVM. 28 augustus 2015.

³ Incidentrapportage 2015/2016. RPS in opdracht van RIVM. 4 mei 2016.

⁴ Het betreft elf incidenten waarvan het incidentonderzoek door de directie MHC is afgesloten tussen 5 februari 2016 en 8 maart 2017 en twee eerdere incidenten waarvoor eind 2015 een rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid is verschenen.

⁵ Incidentanalyse 2011-2013, incl. trend 2004-2013. RPS in opdracht van RIVM. 16 juni 2014.

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

Twaalf van de dertien incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarvoor het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999 of 2015 van toepassing was.⁶ Elf daarvan waren hogedrempelinrichtingen en de twaalfde was een lagedrempelinrichting.⁷ Het dertiende ongeval vond plaats bij een elektriciteitscentrale. Van alle Brzo-inrichtingen in Nederland is circa 65% een hogedrempelinrichting.⁸

Tabel 1 Wettelijk regime

Wettelijk regime	Aantal incidenten	
Inrichtingen vallend onder het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo)	12	
Waarvan hogedrempelinrichtingen		11
Waarvan lagedrempelinrichtingen		1
Overige inrichtingen	1	

2.1.2 Type bedrijf

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

Tabel 2 Type industrie volgens de SBI-classificatie

Industriesector	Aantal incidenten
SBI 10: Vervaardiging van voedingsmiddelen	1
SBI 19: Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	1
SBI 20: Vervaardiging van chemische producten	9
SBI 35: Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht	1
SBI 52: Opslag	1

⁶ 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.

⁷ 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.

⁸ Volgens het overzicht van Brzo-bedrijven met peildatum 3 mei 2017 van Brzo+. Bron: www.brzoplus.nl/brzo/bedrijven (bekeken op 22 mei 2017).

2.1.3

Bedrijfsfase

Ongeveer de helft van de incidenten gebeurde tijdens normaal bedrijf. De andere helft vond plaats tijdens onderhoud van een installatie of ingebruikname van een installatie na onderhoud.

Tabel 3 Bedrijfsfase waarin het ongeval plaatsvindt

Bedrijfsfase	Aantal incidenten
Normaal bedrijf	6
Onderhoud	3
Ingebruikname (na onderhoud)	4

2.2









De gevaarlijke stof

2.2.1

Aard van de stoffen

Bij de dertien incidenten zijn twintig gevaarlijke stoffen of producten vrijgekomen, waarvan zeventien verschillende. In Tabel 4 is weergegeven hoe vaak verschillende stofcategorieën betrokken waren bij een incident. Acht keer kwamen één of meerdere ontvlambare stoffen vrijgekomen, 6 keer gezondheidsgevaarlijke stoffen en 4 keer acuut toxische stoffen.

Tabel 4 Aantal keer dat één of meer stoffen van een bepaalde gevarencategorie zijn vrijgekomen bij een incident (NB De stoffen die vrijkomen kunnen in meerdere categorieën vallen, het totaal is daardoor 30 i.p.v. 13)

Label	Pictogram	Samenvatting gevaar ¹⁰	Aantal keer betrokken
GHS01		Ontpofbaar	0
GHS02		Ontvlambaar	8
GHS03		Oxiderend	0
GHS05		Corrosief / bijtend	3
GHS06		Acuut toxisch	4
GHS07		Gezondheidswaarschuwing	7
GHS08		Gezondheidsgevaar	6
GHS09		Milieugevaar	2

De zes MARS-meldingsplichtige incidenten¹¹ hadden alle betrekking op het vrijkomen van ontvlambare stoffen. Bij vier incidenten ging het om

¹⁰ Voor deze tabel is gebruik gemaakt 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.

¹¹ 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

ontvlambare gassen die volgens Europese richtlijn zijn ingedeeld in de zwaarste gevarencategorie (H220).

2.2.2 Hoeveelheden

De hoeveelheden gevaarlijke stoffen die zijn vrijgekomen varieerden sterk. Zes incidenten waren op grond van de vrijgekomen hoeveelheden meldingsplichtig voor het Europese registratiesysteem eMARS.¹²

Tabel 5 Vrijgekomen hoeveelheid

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

Tabel 6 Vrijgekomen hoeveelheid ten opzichte van de drempelwaarden voor opname in het Europese registratiesysteem eMARS

Vrijgekomen hoeveelheid	Aantal incidenten
Minder dan de drempelwaarde voor eMARS registratie	7
Meer dan de drempelwaarde voor eMARS registratie	6

2.3 Installaties en gebeurtenissen

2.3.1 Betrokken installatieonderdelen

Het model maakt onderscheid naar het installatie-onderdeel waar het probleem ontstaat en waar vanuit product vrijkomt (indien van toepassing). Ruwweg de helft van de incidenten ontstond in een leiding of een verbinding, en de andere helft in een opslag-, proces- of reactorvat. Op gedetailleerder niveau ontstonden de incidenten relatief vaak bij flenzen en afsluiters.

registratiesysteem eMARS. Het betreft betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade.

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.

Tabel 7 Installatieonderdeel waar het probleem ontstond

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	
Leiding	4	
Waarvan: afsluiter		1
Waarvan: flens		2
Waarvan: leiding als geheel		1
Opslagvat	1	
Waarvan: opslagvat als geheel		1
Procesvat	1	
Waarvan: afsluiter		1
Reactorvat	4	
Waarvan: afsluiter		1
Waarvan: flens		1
Waarvan: reactorvat als geheel		2
Verbinding	3	
Waarvan: flens		1
Waarvan: schroefverbinding		1
Waarvan: verbinding als geheel		1

2.3.2

Type ongeval/uitstroming

Bij alle dertien incidenten zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen. Bij één incident was tevens sprake van een brand in een insluitsysteem en bij twee incidenten kwam er gedurende het incident langs verschillende wegen product vrij. Stoffen kwamen vrij via bestaande openingen, via losse verbindingen of door verlies van integriteit van het systeem.

Tabel 8 Type ongeval/uitstroming (NB Een incident kan meerdere typen behelzen)

Type ongeval / uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Brand in een insluitsysteem	1	
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	13	
Via een normaal gesloten opening in het systeem		6
Via een falende / losse / losgeraakte verbinding		5
Via een nieuw ontstaan gat		2
Door catastrofaal falen van het installatie-onderdeel		2

2.3.3

Direct gevolg van het ongeval

Bij drie incidenten is na het vrijkomen van gevaarlijke stoffen een externe brand ontstaan, namelijk twee keer fakkelbrand en één keer een combinatie van fakkelbrand en plasbrand. Bij acht incidenten zijn gevaarlijke stoffen verspreid naar de omgeving, in de meeste gevallen onbelemmerd. Bij twee ongevallen kwam vloeistof vrij en kon met maatregelen worden voorkomen dat gevaarlijke dampen zich verspreidden naar de omgeving.

Tabel 9 Direct gevolg van het incident (NB Een incident kan meerdere directe gevolgen hebben)

Direct gevolg / fysisch effect	Aantal incidenten	
Externe brand	3	
Fakkelbrand		2
Fakkelbrand en plasbrand		1
Dispersie van gevaarlijke stoffen	8	
Geen dispersie, brand of explosie	2	

2.4 Gevolgen: slachtoffers en materiële schade

Bij één incident was sprake van twee slachtoffers met tweedegraads brandwonden, kneuzingen en gehoorschade. Zij zijn kort behandeld in het ziekenhuis. Bij een tweede incident heeft één slachtoffer een chemische brandwond opgelopen waarvoor deze persoon is opgenomen in het ziekenhuis. Bij beide incidenten waren de slachtoffers onderaannemers. Het lichamelijk letsel was bij alle slachtoffers waarschijnlijk van herstelbare aard. Bij de overige incidenten hebben aanwezige werknemers geen lichamelijk letsel opgelopen of waren er geen werknemers aanwezig in de directe nabijheid van het incident.

Tabel 10 Aantal slachtoffers en type letsel

Aantal slachtoffers en type letsel	Aantal incidenten
Eén of meer dodelijke slachtoffers	0
Eén of meer slachtoffers met (vermoedelijk) blijvend lichamelijk letsel	0
Eén of meer slachtoffers met (waarschijnlijk) herstelbaar lichamelijk letsel	2
Eén of meer slachtoffers met onbekende ernst van het letsel	0
Geen slachtoffers	11

Bij vijf van de dertien incidenten was er sprake van materiële schade. Bij één daarvan was de materiële schade groter dan twee miljoen euro, wat een grond is voor het opnemen van dit voorval in het Europese registratiesysteem eMARS.¹³

2.5 Overtredingen

Bij acht incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. Het betrof onder meer Artikel 5 lid 1 van het Brzo 1999 (zijnde het treffen van maatregelen om ongevallen te voorkomen en de gevolgen ervan te beperken), Artikel 5 lid 3 van het Brzo 1999 (zijnde het invoeren van een veiligheidsbeheersysteem) en Artikel 17.2 van de Wet Milieubeheer (het melden van voorvallen).

¹³ 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. Het betreft betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade. Het betreffende incident was zowel meldingsplichtig op basis van de betrokken hoeveelheden als op basis van de hoeveelheid materiële schade.

Tabel 11 Geconstateerde overtredingen bij de incidenten (NB Bij een incident kunnen meerdere overtredingen worden geconstateerd; het totaal is daardoor groter dan 13)

Geconstateerde overtreding	Aantal incidenten	
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen ¹⁴	4	
Waarvan Artikel 5 lid 1		4
Waarvan Artikel 5 lid 3		3
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	4	
Waarvan Artikel 6		2
Waarvan Artikel 8		1
Waarvan Artikel 16		1
Overtreding van het Arbeidsomstandighedenbesluit	2	
Waarvan Artikel 4.6		1
Waarvan Artikel 7.4		1
Overtreding van de Wet Milieubeheer	3	
Waarvan Artikel 17.2		3
Onbekend	1	
Geen overtreding	5	

¹⁴ De artikelen en onderdelen verwijzen naar het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999. Er was één incident met een overtreding van Artikel 5 lid 1 van het Brzo 2015. Ten opzichte van Brzo 1999 is dit onderdeel niet veranderd.

3 Oorzaken van incidenten

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

In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo) en in deel 6 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS6) worden tien typen voorvallen genoemd die de directe aanleiding kunnen zijn van incidenten.¹⁵ 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 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 die in de huidige analyse zijn aangetroffen, zijn in tabel 12 weergegeven. De geanalyseerde incidenten werden voornamelijk veroorzaakt door overdruk en door menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud. In alle gevallen was sprake van één directe oorzaak.

Tabel 12 Directe oorzaken van de incidenten (Rrzo-scenario's)

Directe oorzaken leidend tot LoC	Aantal incidenten
Corrosie	1
Overdruk	5
Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	4
Overig	2
Onbekend	1

De directe oorzaak 'menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' wordt toegekend als een menselijke handeling die 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 fout systeem dat ruimte biedt voor ongewenste menselijke handelingen.

Voor bescherming tegen overdruk zijn vaak extra instrumentele beveiligingen denkbaar. Het betreft bijvoorbeeld de aanwezigheid en capaciteit van overdrukbeveiligingen. Voorbeelden van menselijke fouten zijn het openen van een insluitsysteem dat nog gevaarlijke stoffen bevat en de toevoer van stoffen aan een systeem dat nog een opening heeft. De kans op dit soort 'menselijke fouten' zou onder meer

¹⁵ 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.

door verbeterde procedures en het juiste gebruik daarvan verminderd kunnen worden.

In twee gevallen was geen van de tien 'directe oorzaken' uit de Rrzo passend voor het ongeval. Eén keer ging het om het falen van een leiding door kruip¹⁶ en een andere keer ging het om slijtage van een pakking onder invloed van drukveranderingen in de tijd. Beide oorzaken kunnen gezien worden als een vorm van materiaaldegradatie: de achteruitgang van de kwaliteit van het materiaal na verloop van tijd. Overwogen kan worden om 'materiaaldegradatie' toe te voegen als directe oorzaak in de Rrzo, te meer omdat ook andere vormen van materiaaldegradatie, waaronder vermoeiing en verbrossing, nog niet in de Rrzo zijn opgenomen. De huidige directe oorzaken erosie en corrosie zijn ook vormen van materiaaldegradatie, en kunnen eventueel komen te vervallen.

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 hoog-hoog druk, preventie van inwendige brand en explosie en het voorzien van een secundaire containment.

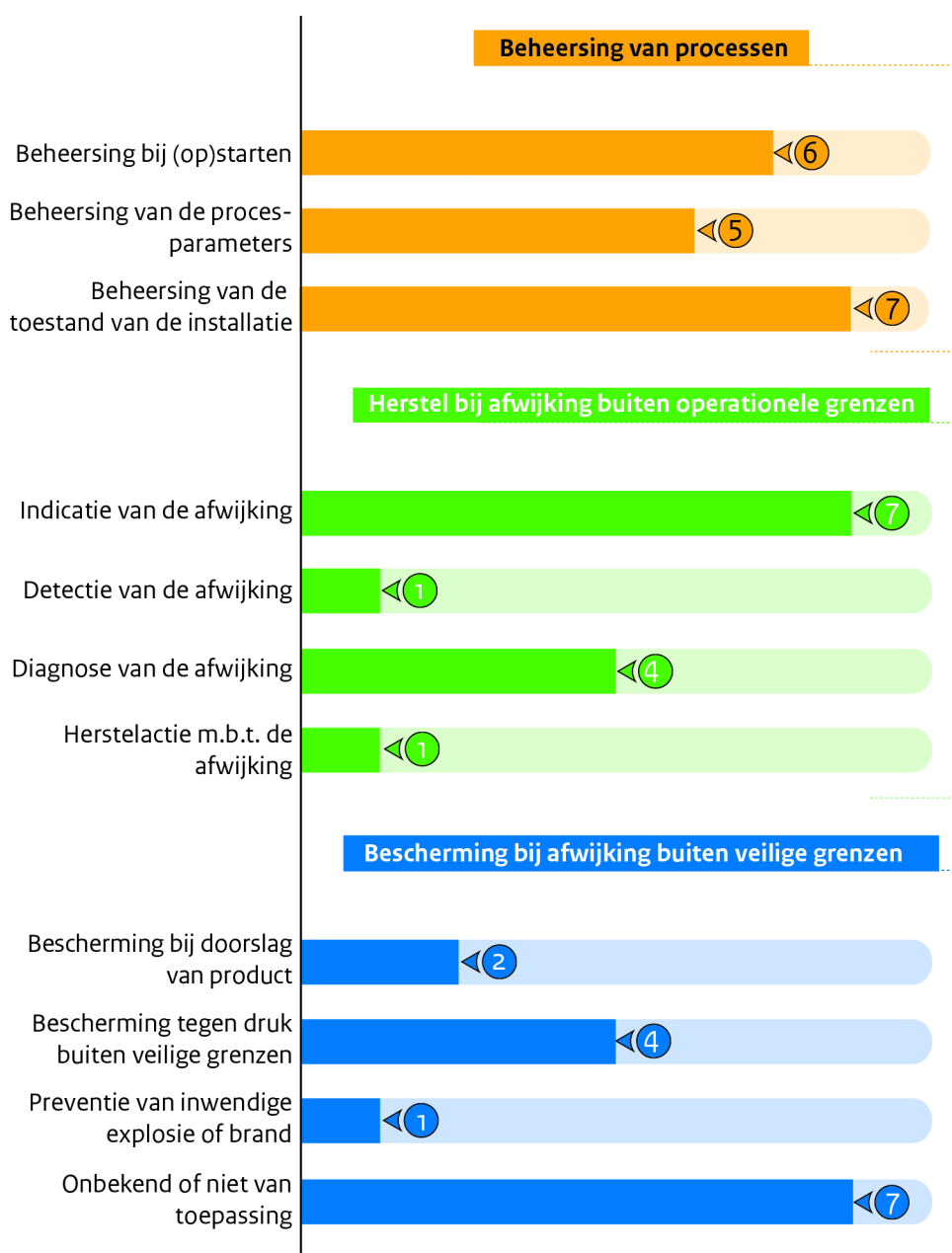
Mitigerende maatregelen: de 'lines of defence' voor het beperken van de gevolgen (§ 3.3):

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 dispersie 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

¹⁶ Kruip betreft vervorming van materiaal door langdurige overbelasting, enigszins vergelijkbaar met metaalmoeheid.

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 die het uitstromen van gevaarlijke stoffen kunnen voorkomen, zoals dubbelwandige installatie-onderdelen, tripsystemen en nooddrukvoorzieningen. Aan incidenten kunnen meerdere oorzaken ten grondslag liggen zodat binnen een enkele 'line of defence' meerdere maatregelen kunnen falen. Hierdoor kan het totale aantal falende maatregelen binnen een LOD groter zijn dan het totale aantal incidenten.



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 maatregelen te falen met betrekking tot beheersing bij opstarten, van procesparameters en van de toestand van de installatie. Bij het beheersen van de toestand van de installatie blijkt het vooral vaak voor te komen dat de verbinding van installatieonderdelen faalt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het niet goed aansluiten van een flexibele slang of het onvoldoende doorboutsen van een flensverbinding.

Lekkende flens

Bij incident 1 ontstond een lek in een flens waar een kijkglas in was aangebracht. Door het lek kon een ontvlambare stof uitstromen en ontsteken. Door de lokale brand warmde de reactor op met uiteindelijk een inwendige explosie in de reactor en uitstroming tot gevolg. Bij het incidentonderzoek bleek dat een verkeerde pakking was gebruikt en tevens dat er bouten waren gebruikt in plaats van de voorgeschreven draadeinden met moeren. Ook zaten er bij deze en bij andere, soortgelijke, reactoren in het bedrijf bouten los. In het model wordt dit gezien als het falen van de beheersing van de toestand van de installatie, en in het bijzonder het falen van de integriteit van verbindingen.

3.2.2 *Herstel bij afwijkingen buiten operationele grenzen*

In de tweede LOD dient een beginnende afwijking gedetecteerd te worden zodat de installatie in een veilige toestand kan worden teruggebracht. Bij de incidenten valt op dat de afwijkingen vaak niet opgemerkt worden omdat er niet adequaat op afwijkingen gecontroleerd wordt. Er werd bijvoorbeeld niet gecontroleerd op de posities van afsluiters en de lektheid van verbindingen, een druktest werd uitgevoerd bij een lagere druk dan de procesdruk en materiaalverzwakking werd niet geïnspecteerd op de plaats waar de grootste materiaaldegradatie kon worden verwacht.

Falend herstel door gebrek aan indicatie van de afwijking

Bij incident 13 voeren operators een unLOTO (het ongedaan maken van 'lock out tag out') procedure uit om een waterstofcompressor standby te zetten voor gebruik. De laatste stap in de procedure schreef voor dat een persleiding voorzichtig geopend moest worden om de druk van de compressor te geleiden naar het netwerk. De procedure was nadat er een wijziging was aangebracht in de installatie niet meer aangepast. Terwijl de druk voorheen naar een eindflens werd gevoerd, werd deze nu via een afsluiter naar een open afblaaspunt geleid. Door een voorafgaande fout in de unLOTO-procedure was de afsluiter in de afblaasleiding open blijven staan. Bij het openen van de persleiding was er geen indicatie, en dus geen bewustzijn, dat de afsluiter nog open stond. Hierdoor kon waterstof via de afblaas ontsnappen. Het vrijgekomen waterstof kwam direct tot ontsteking waarbij nabijgelegen leidingen door de fakkelbrand zijn aangestraft. Na het incident werd de indicatie op open/dicht op de afsluiters verbeterd en werd de procedure geactualiseerd naar de huidige installatie.

Bij vier incidenten was er wel een signaal van de afwijking, maar werd de afwijking niet gezien omdat het signaal verkeerd geïnterpreteerd werd (foute diagnose van het signaal).

Verkeerde diagnose

Bij incident 7 werd een opslagtank gevuld met product. Nadat de tank volledig gevuld was, ontdekte het automatische procesbewakingsstelsel dat het volume weer afnam –wat niet verklaard kon worden door eventuele verladingen. Daarop werd een automatische lekmelding afgegeven. De operators konden de niveaudaling niet direct verklaren en zijn daarop eerst de meetapparatuur gaan testen en vervolgens de tank en de omgeving gaan inspecteren op lekkages. Toen die niet gevonden werden, werd aangenomen dat er een lekkage via de bodem van de tank had plaatsgevonden. Pas een halve dag later werd de juiste diagnose gesteld, namelijk dat te warm product was toegevoerd naar de tank waardoor er een bovenmatige uitdamping was ontstaan. Na het incident werd besloten om de dampdruk van producten te gaan monitoren.

Te late herstelactie

Bij incident 10 faalde de herstelactie na het ontdekken van de afwijking. Er was een kleine lekkage van HCl-gas bij een flensverbinding die werd geïdentificeerd en gedetecteerd door visuele en auditieve waarnemingen en door een aanvullende lektest. Daarna werd ook het risico van de lekkage correct ingeschat. De voorgenomen herstelacties betroffen het omhullen van de flensverbinding met plastic en droge stikstof (tegen corrosie) en het laten plaatsen van een klem. Door fouten in de communicatie en procedures werd het plaatsen onder stikstof niet uitgevoerd en liep de plaatsing van de klem vertraging op. Hierdoor kon de lekkage verergeren en moest er uiteindelijk een milieumelding worden gedaan. De vertraging in het plaatsen van de klem werd veroorzaakt doordat de onderaannemer onvoldoende bewust was van de urgentie van de situatie. Nadere afstemming met de aannemer moet dit in de toekomst voorkomen.

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 zeven incidenten was zo'n noodmaatregel inderdaad 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 zes incidenten is de wijze van falen van deze LOD 'onbekend of niet van toepassing'. Het gaat daar om incidenten die niet met verdere maatregelen voorkomen konden worden nadat succesvol herstel van een afwijking in de processen uitbleef.

Geen noodmaatregel beschikbaar

Bij incident 4 werd hete stoom getransporteerd via een pijpleiding. Door een langdurige verhoogde druk in de leiding was vervorming van het metaal ontstaan door kruip. Deze afwijking in de toestand van de leiding werd met het inspectieprogramma niet waargenomen. Daardoor kon het materiaal verder verzwakken tot het moment dat de leiding brak. Het detecteren van de materiële degradatie van de leiding valt onder de LOD 'herstel van afwijkingen buiten operationele grenzen'. Als dit herstel uitblijft, dan zal de leiding vroeger of later falen. Er zijn dan geen logische (nood)maatregelen meer denkbaar/beschikbaar die het falen van de leiding nog kunnen voorkomen.

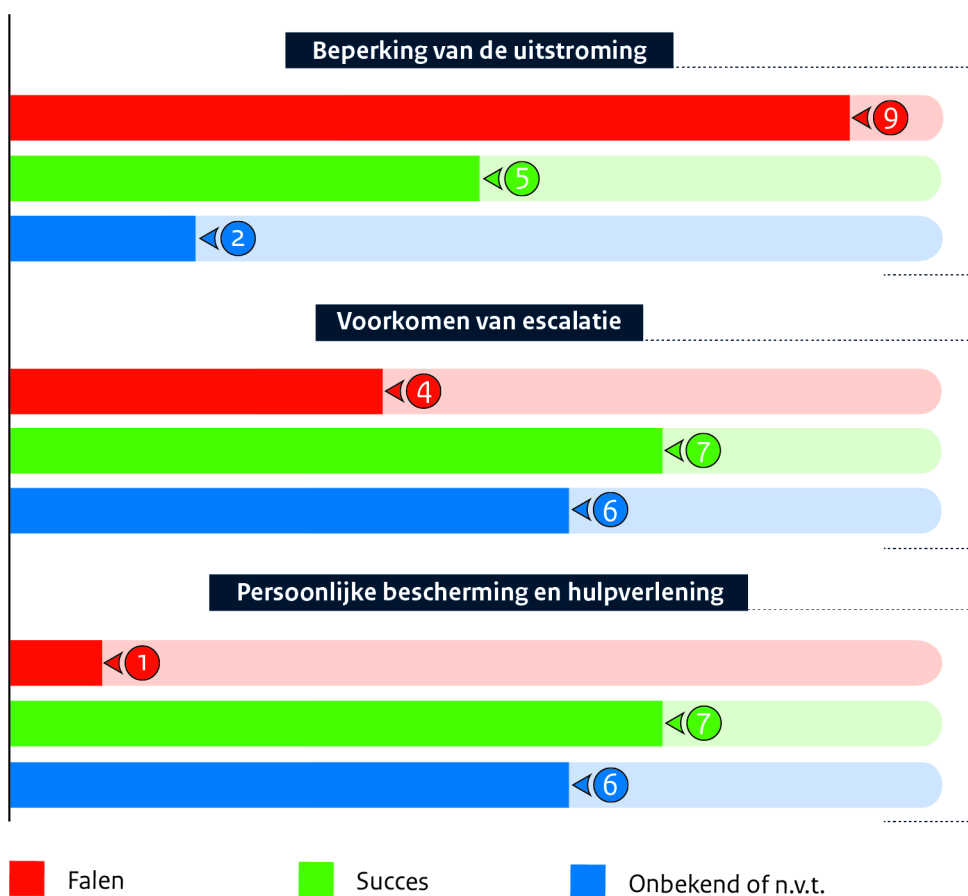
Noodmaatregel functioneert niet goed genoeg

Bij incident 6 werd een procesinstallatie opnieuw in gebruik genomen na onderhoud. Daarbij moesten twee reactoren in de installatie opgewarmd worden met een opwarmvloeistof. Omdat de opwarming aanvankelijk niet snel genoeg verliep, is de warmtetoevoer verhoogd. Daarna ontstonden door chemische reacties in de installatie afwijkingen in niveau, druk en temperatuur. De oorzaken van deze afwijkingen in procesparameters werden niet tijdig herkend en weggenomen. Daardoor ontstond er een hoge druk buiten veilige grenzen in de installatie. In het ontwerp was voorzien dat bij zeer hoge druk ontlasting van de druk mogelijk zou zijn via een afgassysteem en via drukontlastingskleppen in de installatie. Door de eerdere niveauafwijkingen in de installatie was het afgassysteem echter al dicht komen te staan. De capaciteit van de drukontlastingskleppen was onvoldoende om de snelle druktoename door chemische reacties te compenseren. Als gevolg hiervan zijn een reactorvat en een separatorvat in de installatie door te hoge druk bezweken.

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 dispersie 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.



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

In figuur 2 is te zien dat de repressieve maatregelen redelijk vaak succesvol waren, met name bij het voorkómen van escalatie en bij persoonlijke bescherming en hulpverlening. Het beperken van de uitstroming was vaker niet succesvol dan wel. De veiligheid kan vergroot worden met extra of betere manieren om een eventuele uitstroming snel te stoppen of beperken. Bijvoorbeeld door lekdetectie- en inbloksystemen.

Falende beperking van de uitstroming

Bij incident 8 werd een geïsoleerd en verondersteld drukloos leidingdeel opengemaakt ten behoeve van onderhoud aan een pomp. De gangbare aanpak is om bouten in de flensverbinding kruislings en beetje bij beetje te verwijderen. In dit geval werden aangrenzende bouten één voor één geheel verwijderd. Op een gegeven moment kwam vloeibaar methaan vrij omdat het leidingdeel na isolatie weer op druk was gekomen via een lekkende afsluiter in het leidingdeel. Bij deze afwijkende wijze van demontage was een pakking in de flens losgekomen en konden de bouten niet meer worden ingebracht. Bij de gangbare wijze van demonteren van de flensverbinding was het snel dichtn van de verbinding misschien wel mogelijk geweest.

Uit figuur 2 blijkt verder dat het voorkómen van escalatie vaker succesvol dan niet-succesvol was. Het betreft vooral het voorkómen van het ontstaan van brand na het vrijkomen van ontvlambare stoffen. De succesfactoren betreffen de succesvolle beheersing van ontstekingsbronnen en het reduceren van de omvang van de wolk door inzet van watersproeisystemen.

Tot slot waren ook persoonlijke bescherming en hulpverlening in de meeste gevallen succesvol. Het betreft dan het succesvol bereiken van een veilige toevluchtsplek en succesvolle evacuatie van medewerkers. Bij één incident was er sprake van verergering van het incident door het niet op de juiste manier gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen.

3.4 Achterliggende oorzaken

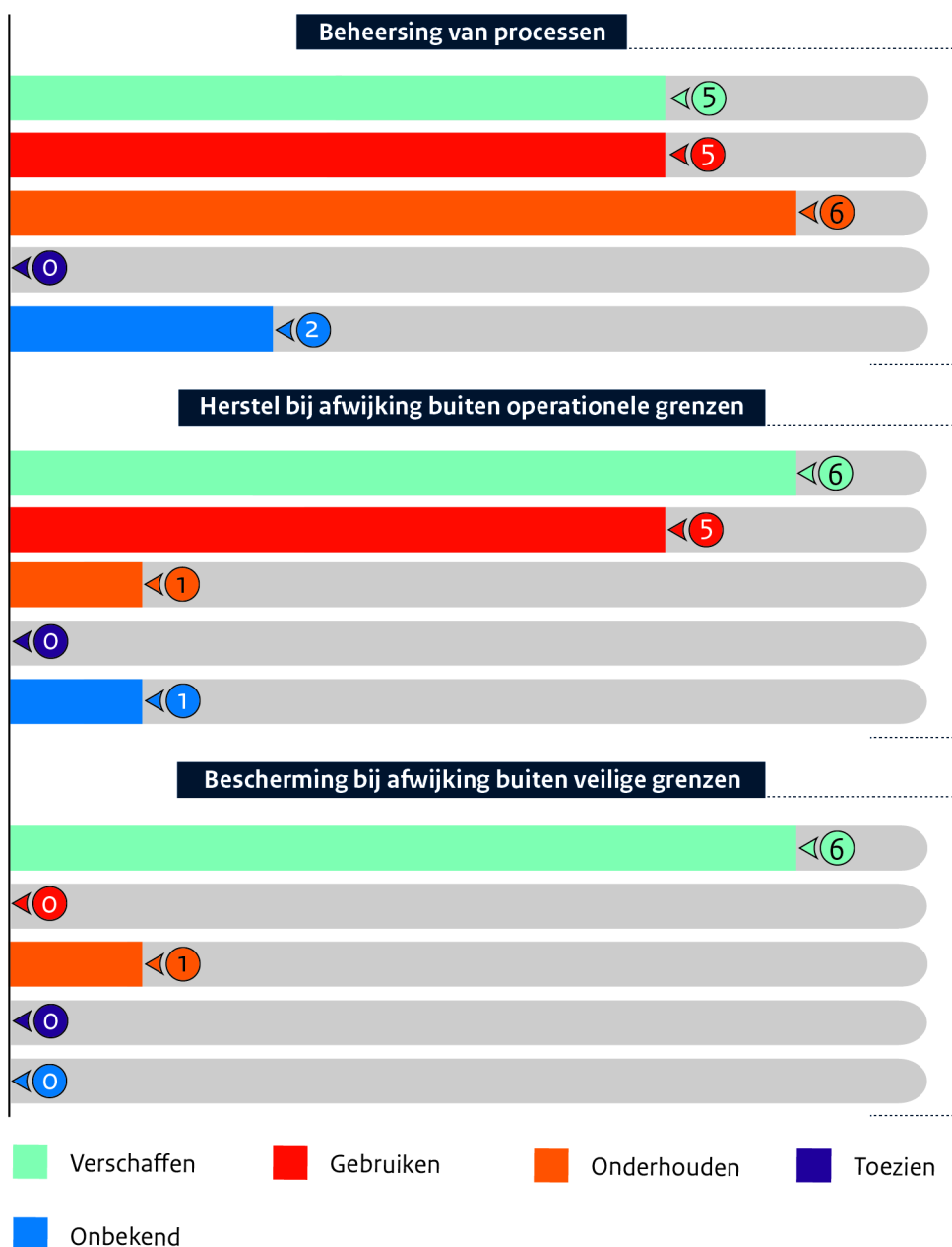
Achterliggende oorzaken geven aan hoe en waarom het misging met de getroffen maatregelen. Hiervoor maakt het model onderscheid naar taken, managementfactoren en VBS-elementen (zie tekstkader).

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 veiligheidsbeheersysteem.

- 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-beheersysteem (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



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

In figuur 3 is te zien dat preventieve maatregelen vaak niet verschaft waren. Dit betekent dat de maatregelen die nodig zijn om incidenten te voorkomen ontbraken of ontoereikend waren om de gewenste veiligheidsfunctie goed te vervullen. In de eerste LOD, het beheersen van processen, laat de analyse een complexer beeld zien. Vijf keer was geen adequate maatregel verschaft, vijf keer werd de maatregel niet goed gebruikt en zes keer was de maatregel niet goed onderhouden. Naast het nemen van veiligheidsmaatregelen is het dus ook belangrijk om ervoor te zorgen dat ze goed blijven werken. Voorbeelden van het niet goed onderhouden van een veiligheidsmaatregelen zijn het

handmatig overbruggen van een afsluitklep en het gebruik van een verkeerde pakking en verkeerde bouten op een flens.

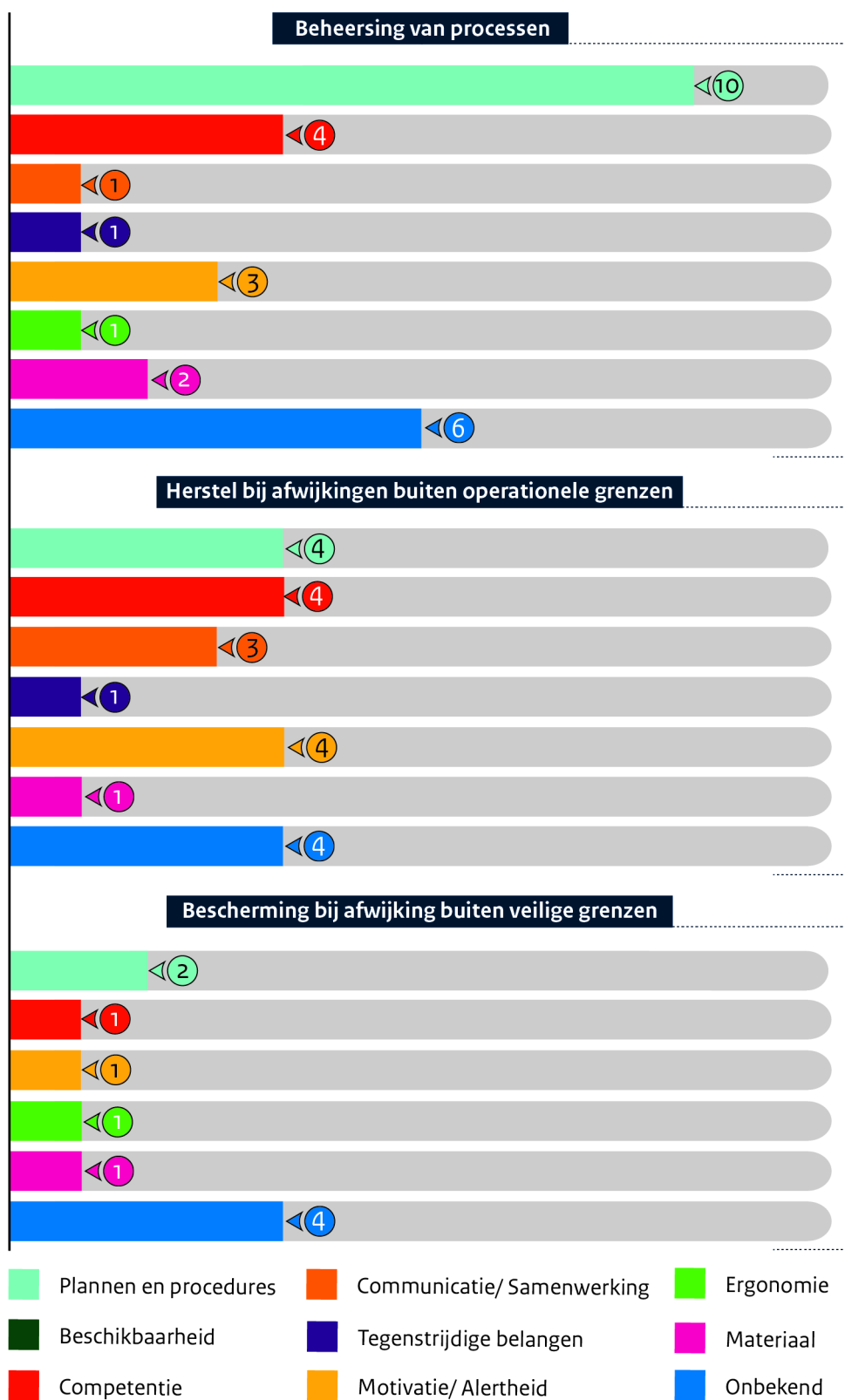
In figuur 4 is te zien dat het falen van maatregelen vaak veroorzaakt werd door tekortkomingen in plannen en procedures. Dit is vooral bij het beheersen van processen duidelijk te zien. In de meeste gevallen betrof het tekortkomingen in de plannen en procedures zelf en niet in de toepassing ervan. Bij het herstel van afwijkingen buiten operationele grenzen was naast plannen en procedures ook sprake van tekortkomingen in de competentie van het personeel, de communicatie en samenwerking en de motivatie/alertheid van de organisatie op het gebied van veiligheid.¹⁷

Tekortkoming in een procedure

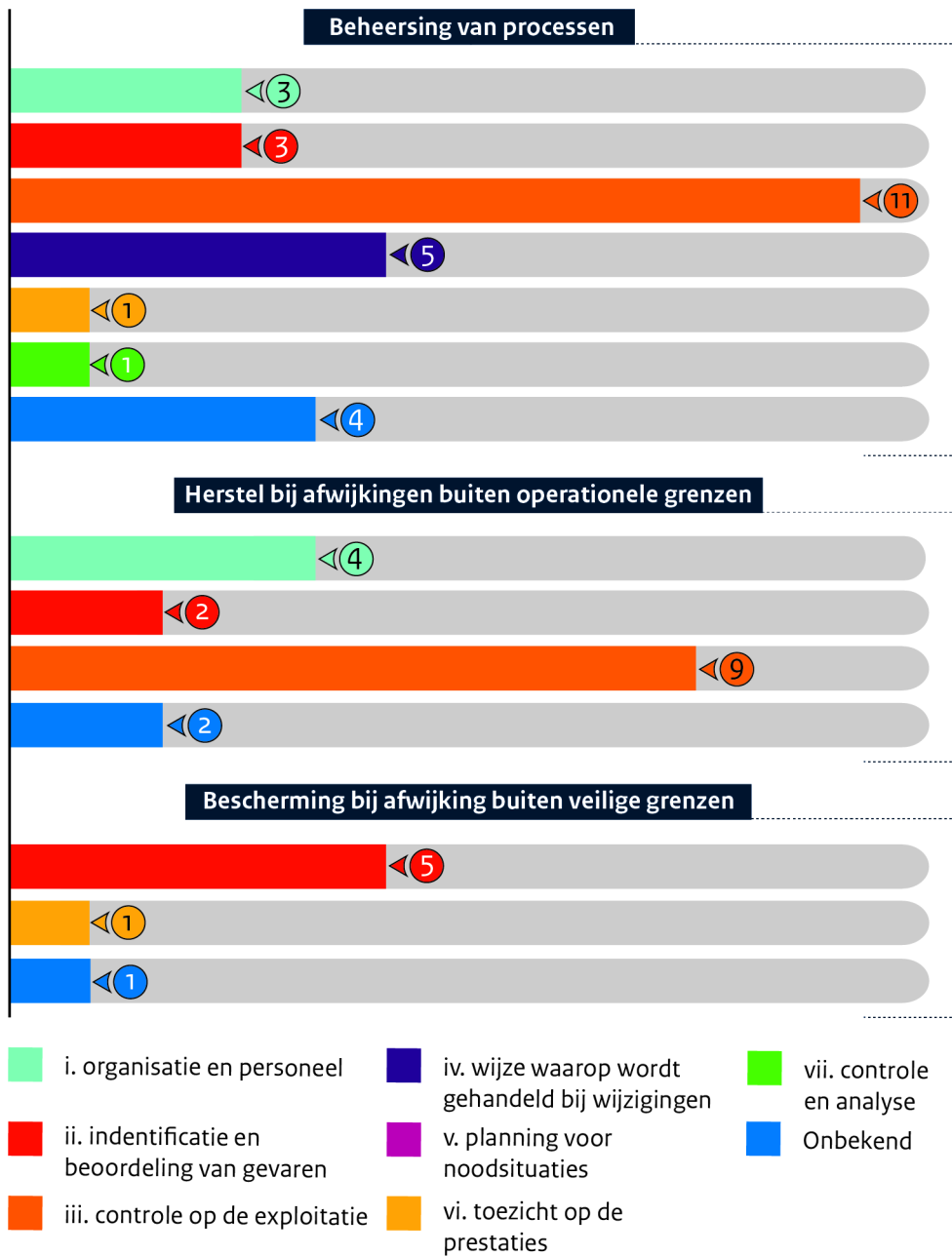
In incident 12 week men af van de procedure bij het wegzetten van een installatie. Normaliter wordt de installatie ofwel 'warm' ofwel 'koud' weggezet, onder waterstof of stikstof. Vanwege de uitzonderlijk koude buitentemperatuur werd afgeweken van de instructie door de installatie warm weg te zetten onder stikstof. Hierbij werd de spui naar de buitenlucht geschakeld. Deze afwijking was toegestaan binnen de procedures omdat deze intern werd besproken. In de procedures was echter niet opgenomen dat de gewijzigde toestand gecommuniceerd moest worden met de operators die de installatie weer zouden opstarten. Zij waren zich dus niet bewust van de openstaande spui. Hierdoor vond na het opstarten van de installatie gedurende lange tijd onopgemerkt uitstroming plaats.

In figuur 5 is weergegeven met welke elementen van het veiligheidsbeheersysteem (VBS) de tekortkomingen samenhangen. Uit de analyse blijkt dat falende preventieve maatregelen het vaakst samenhangen met het VBS-element iii: de controle op de exploitatie. Verder valt op dat bij vijf incidenten tekortkomingen in de manier van handelen bij wijzigingen ('management of change', element iv) een rol speelden.

¹⁷ Alertheid van de organisatie ('awareness') gaat om de mate waarin een organisatie aandacht heeft voor veiligheid en risico's. Tegenstrijdige belangen gaat om eventuele conflicterende bedrijfsdoelstellingen, zoals veiligheid versus tijdsdruk of kostendruk.



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



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

4 Conclusies

Het onderzoek van incidenten levert veel informatie op waar overheden en bedrijven lessen uit kunnen trekken. In dit hoofdstuk staan de belangrijkste bevindingen voor de dertien incidenten die in het afgelopen jaar onderzocht en geanalyseerd zijn.

- *De directe oorzaken zijn vooral overdruk en menselijke fouten*
De directe oorzaak betrof voornamelijk overdruk (zes keer) en menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud (vier keer).
- *Preventieve maatregelen voor veilige procesvoering: vaak niet goed onderhouden*
Er zijn maatregelen getroffen voor het veilig beheersen van processen maar deze zijn door ontwikkelingen in de tijd niet meer effectief. Bijvoorbeeld het overbruggen van een klep of het gebruik van verkeerde bouten. Naast het verschaffen van maatregelen verdient daarom ook het instandhouden van die maatregelen aandacht.
- *Preventieve maatregelen voor herstel bij afwijkingen: vaak geen indicatie van de afwijking*
Ontstane afwijkingen ten opzichte van de veilige procesvoering moeten tijdig worden hersteld. We zien echter dat er relatief vaak geen signaal/indicatie van de afwijking is. Daardoor worden er geen verdere acties ondernomen om de installatie in een veilige toestand terug te brengen.
- *Repressieve maatregelen: vaak geen beperking van de uitstroming*
Bij relatief veel incidenten werd de uitstroming niet beperkt. De veiligheid kan vergroot worden met maatregelen zoals lekdetectie en automatische isolatie van insluitsystemen.
- *Achterliggende oorzaken: gebreken in (het juiste gebruik van) plannen en procedures*
Falende maatregelen hebben vaak betrekking op tekortkomingen in plannen en procedures of in het juiste gebruik daarvan. Tekortkomingen in andere achterliggende organisatievereisten zoals competentie van het personeel, geschiktheid van het materiaal en (afwezigheid van) tegenstrijdige belangen tussen productie en veiligheid kwamen minder vaak voor.
- *VBS elementen: opvallend vaak 'de manier van handelen bij wijzigingen'*
Bij vijf van de dertien incidenten droeg een verkeerde manier van handelen bij wijzigingen ('management of change') bij aan het ontstaan van het ongeval. Onderdeel iv van het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) heeft tot doel dat organisaties adequaat handelen bij wijzigingen op technisch of organisatorisch vlak.
- *Relatief veel incidenten bij verbindingen, flenzen en afsluiters*
Er zijn geen specifieke installaties en ook geen specifieke bedrijfsfasen die er wat betreft aantal incidenten duidelijk uitspringen. Wel blijkt dat een groot deel (9/13) van de incidenten ontstaat bij verbindingen, flenzen en afsluiters.

- *Sommige materiële oorzaken zijn niet opgenomen in de Rrzo*
In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo) 2016 worden twee directe oorzaken genoemd die betrekking hebben op de toestand van het materiaal, namelijk corrosie en erosie. Vergelijkbare materiële oorzaken, zoals kruip, slijtage, vermoeiing en verbrossing, worden in de Rrzo niet als mogelijke directe aanleiding genoemd. Overwogen kan worden om het algemene begrip 'materiële degradatie' toe te voegen aan de Rrzo. Eventueel kunnen corrosie en erosie dan komen te vervallen.
- *Relatief veel incidenten bij hogedrempelinrichtingen*
Elf van de twaalf incidenten bij Brzo-inrichtingen waren hogedrempelinrichtingen. Dit aantal is opvallend hoog vergeleken met het totale aandeel van hogedrempelinrichtingen in Nederland (65%).
- *Relatief veel zware incidenten met ontvlambare gassen*
De zes incidenten die op basis van vrijgekomen hoeveelheden MARS-meldingsplichtig waren, hadden alle betrekking op het vrijkomen van ontvlambare stoffen. Vier daarvan betroffen ontvlambare gassen die volgens Europese richtlijn zijn ingedeeld in de zwaarste gevarencategorie (H220).

Bijlage 1 Incidentbeschrijvingen

Incident 1	Flenslekkage resulterend in lokale brand en escalerend naar inwendige tankexplosie en escalatie van de brand
Bedrijfstype	Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	In een reactorvat met onder meer ethyleenoxide is een hoge druk ontstaan met uiteindelijk uitstroming vanuit de drukveiligheid en (falende) flensverbindingen tot gevolg. De precieze toedracht kan niet met zekerheid worden vastgesteld. De meest aannemelijk toedracht is dat eerst bij hoge druk in het reactorvat ethyleenoxide is vrijgekomen via een losse flens en tot ontsteking is gekomen. Dit resulteerde in een kleine lokale brand bij het reactorvat, waarbij de temperatuur in het reactorvat is toegenomen en er op een gegeven moment een versnellende ontledingsreactie is ontstaan. Door de ontledingsreactie is de druk in het reactorvat verder toegenomen en is het noodventiel opengaan. Ongeveer 10-20 seconden later is vermoedelijk een inwendige explosie in het reactorvat opgetreden en is product vrijgekomen via falende flensverbindingen. Daarna ontstond er een grotere brand die door automatische sprinklers in ca drie minuten is geblust. Er was ten tijde van de brand en inwendige explosie geen personeel aanwezig in de omgeving van het reactorvat.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Externe brand
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan drukgolven, rondvliegende brokstukken en brand

Incident 2	Brand in koolbedfilter na bypassen van filter en openlaten van afsluiter
Bedrijfstype	Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.6) Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.60)
Beschrijving gebeurtenissen	Een filtersysteem werd tijdelijk buiten bedrijf gesteld. Hierbij werd vergeten om een afsluiter te sluiten, waardoor ongeveer 2700 kg tetrachloorkoolstof ('tetra') in leidingen en procesvaten terecht kwam die daar niet voor bedoeld waren. De tetra is daarbij onbedoeld verdeeld over diverse installatiedelen. Ongeveer 1950 kg van de 2700 kg vloeibare tetra kwam in het verwarmde dampafvoersysteem terecht. Door de hoge temperatuur in het ventsysteem verdampte een deel van de vloeibare tetra en kwam waarschijnlijk 450 kg tetra als damp via de schoorsteen in de atmosfeer terecht. De resterende damp kwam via twee chloorvernietigingstanks en een condensor in twee actief koolfilters terecht, die tetradampen verwijderen voordat de lucht wordt afgevoerd via de schoorsteen. Bij de adsorptie aan actief kool ontstaat warmte. Door de veel hogere tetraconcentratie liep de temperatuur in de koolbedden sterk

	<p>op en raakte het 2e filter in brand. Deze brand is in eerste instantie geblust door stikstofgas op dit filter te zetten en de buitenzijde te koelen door er water overheen te sproeien. In tweede instantie is het actief kool in het 2e filter geblust door het mangat te openen en water in het filter te spuiten.</p> <p>Vermoedelijk is ca 40 kg tetra verbrand, waarbij de giftige en corrosieve stoffen fosgeen, chloor en waterstofchloride gevormd kunnen worden. Uitgaande van een worst case scenario, is daarbij ongeveer 0,56 kg fosgeen en 21 kg waterstofchloride ontstaan. Er zijn geen personen blootgesteld aan de vrijgekomen tetradamp of de verbrandingsproducten.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
Gevolgen	Vrijkomen van ca 450 kg tetrachloorkoolstofdamp; vrijkomen van de verbrandingsproducten fosgeen (0,56 kg) en waterstofchloride (21 kg); geen gewonden
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving

Incident 3	Lekkage zeer licht ontvlambare koolwaterstoffen door defecte pakking
Bedrijfstype	Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Bij het opstarten van een reactor zijn ethaan, etheen en propeen vrijgekomen via een defecte pakking tussen de reactor en een verdamper. De meest waarschijnlijke toedracht is dat de pakking is beschadigd bij montage na een eerdere turnaround van de installatie. In de loop der jaren is de beschadiging toegenomen door drukopbouw en -afbouw tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de installatie. Dit leidde bij de laatste onderhoudsbeurt tot de vorming van een opening naar de buitenlucht. De pakking bevond zich in een verbinding op 11 m hoogte.</p> <p>De lekkage werd door een operator in de omgeving geroken. In verband met de aanwezigheid van isolatiemateriaal was de locatie niet direct zichtbaar. Nadat de locatie van de lekkage was vastgesteld, is de installatie geleegd en drukvrij gemaakt. In totaal is er in een tijdsbestek van een halve dag 3000 kg vloeibaar ethaan, etheen en propeen vrijgekomen.</p>
Bedrijfsfase	Opstarten na onderhoud
Directe oorzaak	Overig, namelijk degradatie van materiaal onder invloed van drukwisselingen
Gevolgen	Uitstroming zeer licht ontvlambare koolwaterstoffen
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk

Incident 4	Vrijkomen van stoom na breuk van een leiding.
Bedrijfstype	Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht (SBI 35) Productie van elektriciteit; transmissie en distributie van elektriciteit en aardgas (SBI 35.1) Productie van elektriciteit (SBI 35.11)
Beschrijving gebeurtenissen	In een elektriciteitscentrale is een stuk materiaal uit een bocht van de hoofdstoomleiding gebroken. Het gevolg was een enorme klap, waarna stoom onder hoge druk en temperatuur ontsnapte en een sissend geluid gaf dat tot ver in de omtrek hoorbaar was. Uit de leiding is een stuk van 1,60 x 0,60 m en een gewicht van ca 300 kg weggevoegen en 60 m lager op een werkvloer terechtgekomen. In de gevel van het pand is op 85 m hoogte door de druk van de vrijkomende stoom een gat naar buiten geslagen. Het falen van de leiding werd volgens onderzoek van het incident veroorzaakt door veroudering van het materiaal, als gevolg van kruip. Het fenomeen kruip werd onderkend in inspectie en onderhoud, en werd gevolgd met niet-destructief onderzoek (NDO) en vond plaats overeenkomstig de regelgeving voor drukapparatuur. Echter er is gekozen voor de best bereikbare plaats voor het uitvoeren van het NDO en niet voor de meest kritische plaats in de installatie, mede door onduidelijkheden in de regelgeving met betrekking tot het bepalen van de plaats van een onderzoek naar kruip.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overig, namelijk degradatie van het materiaal door kruip
Gevolgen	Vrijkomen van stoom onder hoge druk, rondvliegend materiaal met ernstige schade aan het gebouw; geen gewonden.
Potentie	Blootstelling van werknemers aan rondvliegende brokstukken en hete stoom

Incident 5	Vrijkomen van biogas na scheuren van het dak van een vergister
Bedrijfstype	Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10) Slachterijen en vleesverwerking (SBI 10.1) Slachterijen (geen pluimvee-) (SBI 10.11)
Beschrijving gebeurtenissen	Een bedrijf produceert biogas in vergisters. De stroom biogas en digestaat uit de vergisters wordt naar een navergister gestuurd voor de afvoer van biogas naar gebruikers en om digestaat af te voeren voor verdere verwerking. Men wil een nieuwe navergister installeren om flexibeler met de stroom producten om te kunnen gaan. Hiertoe moet de biogas afvoerleiding van de nieuwe navergister aangesloten worden op de bestaande afvoerleiding en moet een flens verwijderd worden. Om de werkzaamheden veilig uit te kunnen voeren, wordt de bestaande biogasafvoerleiding van de oorspronkelijke navergister buiten bedrijf genomen en geïnertiseerd onder stikstof, en wordt de oorspronkelijke navergister vrijgemaakt van biogas om als buffer te dienen voor de vergisters. De buffer zou voor ca 45 minuten capaciteit hebben om het biogas uit de vergisters op te kunnen vangen. Voor het begin van de werkzaamheden was geschat dat het inertiseren en verwijderen van de flens binnen 30 minuten gedaan

	<p>zou kunnen worden.</p> <p>Na de start van de werkzaamheden bleek het inertiseren, ten gevolge van verstoppingen, langer te duren dan vooraf was geschat. De druk in de navergister liep hierbij op, totdat de flexibele band – waarmee het dak is vastgezet op de betonnen tank – over een lengte van 4 tot 6 m uit zijn houder werd gedrukt en er biogas vrijkwam via de ontstane opening. Dit werd niet voorkomen door de aanwezige overdrukbeveiligingen: deze waren geblokkeerd of werkten niet adequaat. Uiteindelijk kwam ca 36 ton biogas vrij, dat ca 23 ton methaan bevatte.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoudsfase
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Vrijkomen van een brandbare wolk van methaan, uiteindelijk is ca 23 ton methaan ontsnapt; geen gewonden
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk; tevens mogelijk verstikkinggevaar voor personeel

Incident 6	Explosie reactorvat tijdens recommissioning installatie
Bedrijfstype	Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van petrochemische producten (SBI 20.14.1)
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Tijdens ingebruikname van een installatie met twee reactorvaten na onderhoud, zijn vlak na elkaar een reactorvat en een separatorvat geëxplodeerd. Voor de ingebruikname van de installatie moesten verschillende stappen doorlopen worden. Eén van de stappen betrof het opwarmen van de reactorbedden met gebruikmaking van een opwarmvloeistof en stikstof. Dit proces moest deels handmatig geregeld worden. Daarnaast was de installatie voorzien van verschillende automatische beveiligingen. Omdat het opwarmproces in één van de reactoren aanvankelijk niet snel genoeg verliep, heeft de paneloperator handmatig de warmtetoevoer verhoogd. Daarna ontstonden er fluctuaties in druk en in vloeistofniveau in de reactor en in het separatorvat, en nam de temperatuur sneller dan gepland toe. Daarbij zijn verschillende keren alarmen en automatische beveiligingen in werking getreden. De afwijkingen in de druk en de vloeistoftoevoer leidden tot de vorming van lokale hotspots in het katalysatorbed. In deze hotspots is een chemische reactie opgetreden tussen de katalysatorkorrels en de opwarmvloeistof. Door de chemische reacties zijn de druk en temperatuur in de installatie verder toegenomen. Door fluctuaties in het vloeistofniveau in het separatorvat is het afgassysteem automatisch gesloten. De chemische reacties in de reactor zijn door de toename van druk en temperatuur versneld tot een run-awayreactie. Bij het bereiken van een kritische druk zijn drukontlastingskleppen op de separatorvaten aangesproken. Het afgassysteem was op dat moment nog steeds gesloten. De capaciteit van de drukontlastingskleppen was onvoldoende om de toename van de druk door de run-awayreactie te beheersen. Kort daarna is eerst het reactorvat geëxplodeerd en vervolgens het separatorvat. Twee medewerkers in de omgeving zijn getroffen door de drukgolf en door hete katalysatorkorrels. Daarbij hebben zij kneuzingen,</p>

	tweedegraads brandwonden en gehoorschade opgelopen. Na de explosies ontstond een brand in de omgeving. De gemeenschappelijke brandweerkorpsen hebben deze gecontroleerd laten uitbranden en omliggende installaties met koeling beschermd.
Bedrijfsfase	Opstarten/ingebruikname/recommissioning
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Kneuzingen, brandwonden en gehoorschade bij twee werknemers; langdurige en omvangrijke brand binnen de inrichting; omvangrijke materiële schade aan de procesinstallatie (total loss)
Potentie	Vorming van een brandbare plas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan brand en fysische explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan drukgolven en rondvliegende brokstukken

Incident 7	Vrijkomen van nafta vanuit ventilatieopeningen in een tank
Bedrijfstype	Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving gebeurtenissen	Er is product met een te hoge temperatuur toegevoegd aan een atmosferische opslagtank met een drijvend dak. Het betreffende product was lichte nafta dat van een destillatiekolom van bedrijf A naar een opslagtank van bedrijf B werd gevoerd. De hoge temperatuur lag boven het initiële kookpunt van het mengsel. Dit leidde tot bovenmatige verdamping van het product in de tank, dat vervolgens via bestaande openingen in het drijvende dak naar buiten kwam. Nadat de opslagtank volledig gevuld was, leidde de bovenmatige uitdamping tot het afnemen van het vloeistofniveau en een automatische lekmelding. Zo'n 12 uur later was duidelijk dat het om het bovenmatig uitdampen van product ging. Vervolgens is de temperatuur van het product in de tank verlaagd door het te mengen met zwaardere producten. Hiervoor moest de (nagenoeg volle) tank eerst deels geleegd worden. Na enkele dagen was de temperatuur voldoende hersteld. In totaal is er naar schatting 150 m ³ product uitgedampt. De dampen bevatten onder meer propaan, butaan en benzeen. De hoge temperatuur in de toevoer werd mogelijk veroorzaakt door een warmtewisselaar bij de destillatiekolom waarvan de (koel)capaciteit in de loop der jaren was afgenomen. Een afsluitklep die doorvoer van product met te hoge temperatuur moest voorkomen is bij bedrijf A handmatig met een sleutel overbrugd.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Vrijkomen van uitdampende gassen via reguliere openingen in de bovenzijde van de tank
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk

Incident 8	Vrijkomen van vloeibaar methaan bij openen leidingsysteem tijdens onderhoud
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>Bij het openen van een leidingsysteem is vloeibare methaan vrijgekomen. Dit gebeurde toen de bouten van een flensverbinding werden losgedraaid om steekplaten tussen de flenzen te zetten. De leiding was lokaal geïsoleerd (de rest van de installatie bleef draaien). Doordat de afsluiter lekte, is er na het isoleren van de leiding toch weer vloeibaar waterstof in het leidingdeel terechtgekomen.</p> <p>Het losdraaien van de bouten werd gezien als routinewerk. Voor het werk werd een afdelingsprocedure gebruikt die afweek van de global standard van het bedrijf. Mede daardoor is niet ontdekt dat het leidingdeel weer onder druk was komen te staan. Voorafgaand aan de onderhoudswerkzaamheden is het oplopen van de druk in de leiding geregistreerd door een operator en vermeld op de werkvergunning. Dit signaal is door de voorbereider van het vrijgeven van de werkvergunning en door de verantwoordelijke voor het vrijgeven niet goed geïnterpreteerd. Een label aan de leiding waarop vermeld stond dat de afsluiter lekte, was door ijsafzetting niet meer zichtbaar. Het losdraaien van de bouten gebeurde niet volgens de standaard werkwijze. Toen na het losdraaien en verwijderen van de eerste bouten methaan vrijkwam, was het daardoor niet mogelijk om de flensverbinding weer snel te dichtten. Uiteindelijk heeft de uitstroming bijna twee uur geduurd. De lekkage is direct waargenomen door automatische gasdetectie. Daarbij zijn automatisch sprinklerinstallaties afgegaan om de explosieve atmosfeer te reduceren en om nabijgelegen installatieonderdelen te koelen. Twee aanwezige werknemers hebben zich in veiligheid kunnen brengen en hebben geen letsel opgelopen. In totaal is er zo'n 3,5 ton vloeibare methaan vrijgekomen.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud tijdens regulier bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
Gevolgen	Vrijkomen van tot vloeistof verdicht gas
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk

Incident 9	Vrijkomen propyleenoxide tijdens het productvrij maken van een vat
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	Een doseervat met propyleenoxide werd geleegd nadat een operator

gebeurtenissen	<p>gegis had gehoord bij een schroefverbinding tussen het vat en een afvoerleiding. Afsluiters tussen het vat en de afvoerleiding werden gesloten en daarna werd de inhoud van het doseervat weggedrukt naar een voorraadtank. Vervolgens is het vat gespoeld met stikstof en van druk afgehaald. Bij lage overdruk (ca 0,3 barg) kwam er plotseling propyleenoxide vrij vanuit de losse schroef-verbinding. Het propyleenoxide is toegestroomd via een noodleiding die verbonden was met de drukaflaat in de afvoerleiding. De afvoerleiding werd met een veerveiligheid beschermd tegen hoge druk, ingesteld op basis van een relatief drukverschil ten opzichte van de verbinding met het doseervat van meer dan 3 bar. De met de veerveiligheid verbonden noodleiding kwam uit op het doseervat. Door het afnemen van de druk in het monsternamevat, en ook door een toename van de temperatuur van de vloeistof in de ingeblokte afvoerleiding, is de veerveiligheid in de afvoerleiding aangesproken. Het incident had voorkomen kunnen worden door de afvoerleiding voorafgaand aan de onderhoudswerkzaamheden te legen en door de afsluiters voor de veerveiligheid te sluiten. Deze stappen waren niet opgenomen in de onderhoudsprocedure voor het doseervat. De uitstroming werd gedetecteerd door een gasdetectiesysteem, waarna automatisch een sprinklerinstallatie is geactiveerd.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud/herstelwerkzaamheden
Directe oorzaak	Overdruk
Gevolgen	Uitstroming van vloeibaar propyleenoxide
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk; tevens vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident 10	Vrijkomen van waterstofchloride uit een lekkende flens
Bedrijfstype	<p>Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)</p>
Beschrijving gebeurtenissen	<p>Een operator neemt in de avond een lekkage van waterstofchloride (HCl) waar aan de flens van een afsluiter. Hij neemt ook een corrosieve aanslag waar en vraagt een reparatie aan. In de dagdienst wordt de melding gecontroleerd door de technische dienst, die constateert dat de flens niet kan worden nagetrokken. In het ochtendoverleg wordt dit besproken en er wordt besloten een ammoniaktest te doen om de mate van de lekkage te kwalificeren. Naar aanleiding hiervan wordt besloten om een klembeugel op de flens te laten plaatsen door een contractor. Op dit punt schrijven de procedures voor dat de flens in plastic moet worden verpakt en onder droge stikstof geplaatst moet worden om verdere corrosie te voorkomen. Door een communicatiefout blijft dit echter achterwege. Na ondertekening van enkele partijen wordt de opdracht gegeven aan de contractor: deze zal de beugel inmeten en berekenen. Voordat de beugel wordt geplaatst, begint de afsluiter harder te lekken, waarna deze alsnog wordt ingepakt in plastic en er een stikstof purge op wordt gezet.</p>

	Doordat de lekkage al snel verder verergert, moet een milieumelding gedaan worden en wordt begonnen met het terugregelen van dit deel van de installatie. De straat is dubbel uitgevoerd, zodat er gecontroleerd afgeschakeld kan worden en de volledige productie naar de andere straat kan worden overgeheveld. Door dit rustig te doen zijn er weinig risico's op processtoornissen. Tevens meldt het bedrijf dat er geen sprake is van het risico op escalatie omdat bij een verslechtering sprinklers en/of hydranten bijgenomen kunnen worden om HCl neer te slaan en alsnog een versnelde noodstop uit te voeren. Nadat de straat uit bedrijf is gehaald, wordt de afsluiter vervangen. Na het vervangen van de afsluiter wordt het systeem afgeperst en dicht bevonden. Het leidingdeel met flens aan de reactorzijde zal bij een latere onderhoudsstop worden vervangen en er wordt alsnog een klembeugel geplaatst uit voorzorg.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Vrijkomen van ca 30 kg waterstofchloride; geen gewonden
Potentie	Vorming van een corrosieve en giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving

Incident 11	Vrijkomen van zuur bij het lossen van een tankcontainer met losslang
Bedrijfstype	Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19) Aardolieverwerking (SBI 19.2) Aardolieraffinage (SBI 19.20.1)
Beschrijving gebeurtenissen	Een chauffeur gevaarlijke stoffen reed met een tankcontainer met Fuel Antioxidant, een bijtende en giftige vloeistof, het terrein van een Brzo-inrichting op. Bij de afdeling werkvergunningen kreeg hij een werkvergunning, een H ₂ S-pieper, een explosiemeter en een operator toegewezen, die hem zou helpen bij het lossen. Aangekomen bij de unit, bespraken de chauffeur en de operator hoe er gelost moest worden. De koppeling op de tankcontainer moest vervangen worden, omdat er een andere koppeling zat op de tank dan de chauffeur normaal gesproken tegenkwam. Daarna sloot de chauffeur een slang aan tussen de tankcontainer en de unit en bracht hij de tankcontainer op druk met de compressor van de vrachtwagen. Na een halfuur was de druk in de tankcontainer op ca 1,7 bar en kon het lossen beginnen. Tijdens het opendraaien van de afsluiters van de unit en de tankcontainer door beide personen spoot er product uit de koppeling. Alle afsluiters werden hierop direct gesloten, waarna het lekken stopte. Gevolg van de lekkage was dat de tankcontainer en de lekbak van het chassis verontreinigd raakten met product en vermoedelijk kwam er ook product op de bodem onder de tankcontainer terecht. Na schoonspoelen met water werd de koppeling van de tankcontainer voor de tweede keer vervangen. Na het wisselen van de koppeling en het weer aansluiten van de slang verliep het lossen verder normaal. Na het lossen hebben de chauffeur en de operator afgekoppeld. De chauffeur heeft bij het loskoppelen van de slang op

	<p>het aansluitpunt van de unit enkele druppels van het product op zijn overall gekregen. De operator meldde dit aan de chauffeur en dat hij de overall moest wisselen. De chauffeur dacht dat zijn overall gewoon nat was van het spoelen met water en wisselde zijn overall niet. Toen ze terug keerden bij de portier kreeg de chauffeur last van zijn knie. Hij deed de broekspijp van zijn overall omhoog en zag een bruin-rode verkleuring van zijn knie. Hij had een chemische brandwond opgelopen; hij moest daarvoor een dag worden opgenomen in het ziekenhuis. Hij zou vermoedelijk 2 maanden last hebben van zijn verwonding en geheel herstellen.</p>
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Onbekend
Gevolgen	Vrijkomen van een kleine hoeveelheid giftig materiaal, met brandwond van 1 persoon als gevolg
Potentie	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers

Incident 12	Vrijkomen van methaan, cyclohexanon en waterstofgas vanuit een openstaande spui
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 ingebruikname van een installatie na kortdurend onderhoud is methaan, cyclohexanon en waterstofgas vrijgekomen via een openstaande spui.</p> <p>Tijdens normale bedrijfsvoering staat de spui in verbinding met de fakkels. Tijdens onderhoudswerkzaamheden is de spui, in afwijking van de procedure maar met toestemming van de dienstdoende chef, naar de buitenlucht geplaatst. Bij het opstarten van de installatie was men zich niet bewust van deze instelling van de spui. Daardoor is gedurende 20 uur ongeveer 6000 kg ontvlambaar gas via de open verbinding naar buiten gestroomd.</p> <p>De release werd opgemerkt door een operator van een nabijgelegen installatie. Daarna is de spui direct verbonden met de fakkels.</p>
Bedrijfsfase	Onderhoud/herstelwerkzaamheden
Directe oorzaak	Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
Gevolgen	Uitstroming van zeer licht ontvlambare gassen
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk

Incident 13	Vrijkomen van waterstofgas vanuit een ventleiding via openstaande afsluiter
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>In een productiefabriek is bij het opstarten van een compressor waterstof via een openstaande afsluiter in een bleedleiding gekomen. Het waterstof is daarna vrijgekomen via een op de bleedleiding aangesloten vent (afblaasleiding).</p> <p>Voor de recommissioning van de compressor moest een unLOTO-procedure (Lock Out Tag Out) doorlopen worden. De afsluiters op de persleiding en die op de bleedleiding zaten samen op één groepsloc en moesten na het verwijderen van de loc beide gesloten worden. De afsluiter op de bleedleiding is echter niet direct dichtgezet, omdat er nog een steker verwijderd moest worden waarvoor een steiger nodig was. Bij het recommissionen werd aangenomen dat de afsluiter op de bleedleiding wel gesloten was tijdens de unLOTO-procedure. Bij het openen van de persleiding is daarna waterstof via de openstaande afsluiter in de bleedleiding gekomen en vervolgens via de verbinding met de vent vrijgekomen. De vent bevond zich op 3,5 m hoogte, nabij een pijpenbrug. Het vrijkomen leidde vrijwel direct tot ontsteking (een whoosh-geluid, gevolgd door brand). Daarbij zijn verschillende leidingen in de nabijheid langdurig aangestraald. Aanwezige operators hebben direct een handmatige alarmering gedaan, waarna druk in de installatie is gereduceerd en waarna nabije leidingen handmatig zijn gekoeld.</p>
Bedrijfsfase	Opstarten/ingebruikname/recommissioning
Directe oorzaak	Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud
Gevolgen	Vrijkomen van waterstofgas onder druk met vrijwel directe ontsteking tot fakkelbrand
Potentie	Falen van nabijgelegen leidingen door aanstraling

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. Ook is er soms voor gekozen om niet tot het diepste detailniveau van de analyse te gaan.

Tabel 13 Jaartal waarin het incident plaatsvond

Jaartal	Aantal incidenten
2012	2
2013	1
2014	4
2015	4
2016	2

Tabel 14 Land waar het ongeval plaatsvond

Land	Aantal incidenten
Nederland	13

Tabel 15 Wettelijk regime waar de inrichting onder valt

Wettelijk regime	Aantal incidenten	
Besluit risico's zware ongevallen	12	
Waarvan hogedrempelinrichting		11
Waarvan lagedrempelinrichting		1
Overig regime	1	

Tabel 16 Wettelijke meldingsplicht met betrekking tot het incident

Jaartal	Aantal incidenten
MARS-meldingsplichtig	6
Meldingsplicht Wet Milieubeheer	4
Meldingsplicht Arbowet	1
Niet meldingsplichtig	1
Onbekend	3

Tabel 17 Overtredingen van wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving die zijn overtreden	Aantal incidenten	
Besluit risico's zware ongevallen 1999	3	
Artikel 5 lid 1		3
Artikel 5 lid 3		3
Besluit risico's zware ongevallen 2015	1	
Artikel 5 lid 1		1
Arbeidsomstandighedenwet	4	
Waarvan Artikel 6		2
Waarvan Artikel 8		1
Waarvan Artikel 16		1
Arbeidsomstandighedenbesluit	2	
Waarvan Artikel 4.6		1
Waarvan Artikel 7.4		1
Milieubeheer	3	
Waarvan Artikel 17.2		3

Wet- en regelgeving die zijn overtreden	Aantal incidenten	
Onbekend	1	
Geen overtreding	5	

Tabel 18 Handhavingsinstrument m.b.t. het incident / de overtreding

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

Tabel 19 Type bedrijf (SBI-codering)

Type bedrijf	Aantal incidenten	
10 Vervaardiging van voedingsmiddelen	1	
10.1 Slachterijen en vleesverwerking		1
19 Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	1	
19.2 Aardolieverwerking		1
20 Vervaardiging van chemische producten	9	
20.1 Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetisch rubber in primaire vorm		6
20.5 Vervaardiging van overige chemische producten		2
20.6 Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels		1
35 Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht	1	
35.1 Productie van elektriciteit; transmissie en distributie van elektriciteit en aardgas		1
52 Opslag	1	
52.10.1 Opslag in tanks		1

Tabel 20 Activiteit van het bedrijf (MARS-classificatie)

Activiteit	Aantal incidenten
TG 3201 Opslag – procesgerelateerd	1
TG 3202 Opslag – distributiegerelateerd	1
TG 3402 Afvalverwijdering / verwerking	1
TG 3101 Chemische batch reactie	1
TG 3102 Chemische continue reactie	7
TG 3106 Energie opwekking	1
Reactieproces - niet nader gespecificeerd	1

Tabel 21 Overtredingen tijdens laatste voorafgaande inspectie (maximaal twee jaar eerder)

Processtadium	Aantal incidenten	
Geen Brzo-inspectie uitgevoerd in de voorafgaande twee jaren	3	
Geen overtredingen geconstateerd bij de voorafgaande inspectie	6	
Eén of meer overtredingen geconstateerd bij voorafgaande inspectie	4	
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel ii van het VBS		2
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel iii van het VBS		3
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel iv van het VBS		1
Waarvan één of meer overtredingen m.b.t. onderdeel vi van het VBS		1

Tabel 22 Omvang van het bedrijf

Omvang	Aantal incidenten
< 25 medewerkers	0
≥25 < 100 medewerkers	1
≥100 < 250 medewerkers	5
≥250 < 1000 medewerkers	5
≥1000 medewerkers	2

Tabel 23 Mate van taakautomatisering in de installatie

Automatisering	Aantal incidenten
Handmatig	4
Semi-geautomatiseerd	4
Geautomatiseerd	4
Onbekend	1

Tabel 24 Installatie waar het ongeval ontstaat: primair of secundair proces

Type proces	Aantal incidenten
Primair proces	11
Secundair proces	2

Tabel 25 Leeftijd van de installatie

Leeftijd	Aantal incidenten
Gemiddeld (5-25 jaar)	1
Oud (> 25 jaar)	4
Onbekend	8

Tabel 26 Installatieonderdeel vanwaar de stof uitstroomt

Installatieonderdeel	Aantal keer betrokken
Atmosferisch vat / tank (druk ≤ 0.4 barg)	2
Vat / tank onder druk (>0.5 barg)	3
Pijpleiding	1
Verbinding	6
Ontworpen uitstroompunt	3

Tabel 27 Betrokken equipment (ESAW classificatie)

Type equipment	Aantal keer betrokken
04.01 Distributiesystemen voor materialen, aanvoer, leidingen - vast	6
04.02 Distributiesystemen voor materialen, leidingen - verplaatsbaar	1
10.02 Machines voor het voorbereiden van materialen: breken, vermalen, filteren, scheiden, mengen	2
10.03 Machines voor het verwerken van materialen - chemische procedés (reactoren, gistingsinstallaties)	5
11.06 Vaste systemen voor opslag, transport, containers	2

Tabel 28 Betrokken equipment (MARS classificatie)

Type equipment	Aantal keer betrokken
TG 4001 Reactie vat - geen drukvat	1
TG 4002 Reactie vat - drukvat	2
TG 4003 Overige vaten - geen drukvat	1
TG 4004 Overige vaten - drukvat	2
TG 4007 Machines / equipment (pompen, filters, kolommen)	3
TG 4010 Afsluiters, aftappunten	2
TG 4011 Leidingwerk / flenzen	5

Tabel 29 Specifiek installatieonderdeel dat faalt

Installatieonderdeel	Aantal keer betrokken
Afsluiter	2
Flens	3
Opslagtank	1
Drukvat	2
Reactor(vat)	3
Veiligheidsklep	1
Verbinding	2
Pijpleiding	1
Procesleiding	2
Slang of koppeling	1
Compressor	1
Filter	1
Tankauto	1

Tabel 30 Processtadium ten tijde van het incident

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

Tabel 31 Activiteit direct voorafgaand aan het incident

Activiteit	Aantal incidenten	
Het actief openen van het insluitsysteem of het werken aan een open vat:	2	
Het ontkoppelen van (onderdelen) van insluitsystemen		1
Handmatig openen van een insluitsysteem		1
Activiteiten aan een insluitsysteem:	2	
Onderhoudswerkzaamheden - niet nader gespecificeerd		1
Verwarmen		1
(Af)sluiten van een insluitsysteem:	2	
Afsluiten		2
Het toe- of afvoeren van stoffen naar / uit het insluitsysteem:	6	
Het toevoegen van stoffen aan een insluitsysteem		5
Het verwijderen van stoffen uit een insluitsysteem		1
Niet gespecificeerde activiteiten	2	

Tabel 32 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: 6	V: 3 G: 3 O: 0 T: 0 X: 0	P: 4 B: 0 C: 0 S: 1 T: 0 A: 1 E: 1 M: 0 O: 1	i: 1 ii: 1 iii: 5 iv: 1 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 1
Beheersing van de omgevingsfactoren	BSM: 0 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

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: 1 G: 2 O: 2 T: 0 X: 0	P: 4 B: 0 C: 3 S: 0 T: 1 A: 1 E: 0 M: 0 O: 1	i: 1 ii: 2 iii: 2 iv: 3 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Beheersing van de toestand van de installatie	BSM: 0 BFM: 7	V: 1 G: 0 O: 4 T: 0 X: 2	P: 2 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 2 O: 4	i: 1 ii: 0 iii: 4 iv: 1 v: 0 vi: 1 vii: 1 O: 3
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 0			

Tabel 33 Afwijking buiten operationele grenzen

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Afwijkingen (op)starten buiten operationele grenzen:	5	
Verkeerd insluitsysteem geselecteerd		1
Ongewenste afsluiter posities / openingen		3
Inhoud niet productvrij / niet veiliggesteld		1
Afwijking in de installatie (materiaal) buiten operationele grenzen:	6	
Corrosie		1
Materiaal brosheid / moeheid / verzwakking		2
Losse verbinding		3
Procesafwijking buiten operationele grenzen:	4	
Hoge temperatuur		2
Hoge druk		3
Grote stroming		1
Niveau afwijking		1

Tabel 34 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	BFM: 7	V: 5 G: 0 O: 0 T: 0 X: 1	P: 2 B: 0 C: 1 S: 1 T: 1 A: 1 E: 0 M: 0 O: 4	i: 1 ii: 1 iii: 4 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 2
Detectie van de afwijking	BFM: 1	V: 0 G: 1 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: 0 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Diagnose van de afwijking	BFM: 4	V: 1 G: 3 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 3 S: 1 T: 0 A: 3 E: 0 M: 1 O: 0	i: 3 ii: 1 iii: 3 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Herstelactie	BFM: 1	V: 0 G: 1 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 1 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 0			

Tabel 35 Afwijking buiten veilige grenzen (oude aanduiding en indeling)

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Afwijkingen (op)starten buiten veilige grenzen	3	
Openen van niet-productvrij / niet-veiliggesteld insluitsysteem		1
Opstarten met geopend / niet-lekdicht systeem		2
Afwijking installatie (materieel) buiten veilige grenzen	6	

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Gat / ruptuur van primaire insluitsysteem		1
Lekkage bij de verbindingen		5
Procescondities buiten veilige grenzen	5	
Hoog-hoog temperatuur		2
Hoog-hoog druk of expansie door bevrozing		3
Ongecontroleerde reactie / run-awayreactie		2

Tabel 36 Afwijking buiten veilige grenzen (nieuwe aanduiding en indeling)

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Falen primair insluitsysteem	5	
Openen niet-productvrij insluitsysteem of toevoer naar geopend insluitsysteem	3	
Openen niet-productvrij insluitsysteem		1
Toevoer producten naar een systeem met een onbedoelde opening		2
Temperatuur, druk of niveau buiten veilige grenzen	5	
Hoge temperatuur buiten veilige grenzen		2
Hoge druk buiten veilige grenzen		4
Doorslag: onbedoelde stroming tussen insluitsystemen	2	

Tabel 37 Barrière Bescherming van de containment (oude aanduiding en indeling). 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
Bescherming van de containment in geval van nood	BSM: 0 BFM: 3	V: 3 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 2 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 1 M: 1 O: 0	i: 0 ii: 3 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Preventie van inwendige explosie of brand	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

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Voorkomen van 'bypassen' van het insluitsysteem	BSM: 0 BFM: 10	V: 8 G: 1 O: 0 T: 1 X: 0	P: 1 B: 0 C: 0 S: 1 T: 0 A: 1 E: 0 M: 0 O: 9	i: 0 ii: 1 iii: 2 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 7
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 0			

Tabel 38 Barrière Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen (nieuwe aanduiding en indeling). 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
Bescherming bij doorslag van producten naar een ander installatie-onderdeel	BSM: 0 BFM: 2	V: 1 G: 0 O: 1 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 2	i: 0 ii: 1 iii: 1 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Noodbescherming tegen druk buiten veilige grenzen	BSM: 0 BFM: 4	V: 4 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 2 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 1 M: 1 O: 1	i: 0 ii: 3 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 1
Preventie van inwendige explosie of brand	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
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 7			

Tabel 39 Loss of containment (LoC) typen (oude aanduiding en indeling)

Type 'loss of containment'	Aantal keer van toepassing	
Uitstroming uit bestaande opening	8	
Uitstroming uit een ontworpen uitstroompunt		4
Uitstroming uit losgeraakte / losse verbindingen		3
Uitstroming uit bestaande opening (overig)		1
Sterkte van het insluitsysteem faalt	6	
Catastrofaal falen / ruptuur		2
Groot lek: > 10 mm (vat) of > 10% leidingdiameter		1
Klein lek: ≤10 mm (vat) of ≤ 10% leidingdiameter		2
Lekgrootte onbekend		1
Brand / explosie voor LoC	1	

Tabel 40 Type ongeval (nieuwe aanduiding en indeling)

Afwijking	Aantal keer van toepassing	
Brand in een insluitsysteem	1	
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	13	
Uitstroming uit een normaal gesloten insluitsysteem via een opening		6
Uitstroming uit falende / losse / losgeraakte verbinding		5
Uitstroming via een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		2
Catastrofaal falen		2

Tabel 41 Directe oorzaak / aanleiding van het incident

Directe oorzaak	Aantal incidenten
Corrosie	1
Overdruk	5
Menselijke fout tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	4
Overig	2
Onbekend	1

Tabel 42 Centrale gebeurtenis

Centrale gebeurtenis	Aantal incidenten
Majeur ongeval met gevaarlijke stoffen	13

Tabel 43 Type uitstroming

Type uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Directe explosie	1	
Directe brand	1	
Uitstroming gevaarlijke stoffen	13	
Uitstroming van vaste stof / deeltjes		1
Uitstroming van gas / damp onder druk		3
Uitstroming van gas / damp bij atmosferische druk		3
Uitstroming van tot vloeistof gekoeld gas		2

Type uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Uitstroming van tot vloeistof verdicht gas		1
Uitstroming van een vloeistof onder druk		3
Type uitstroming onbekend		1

Tabel 44 Locatie van de uitstroming

Locatie	Aantal keer betrokken	
Appendages	4	
Koppeling		2
Noodaflaat		2
Opslag tank	1	
Opslagtank - ontluchting		1
Proces equipment	6	
Procesvat – overig		1
Procesvat – flensverbinding		2
Procesvat – wand		1
Gaswasser / ontluchting / fakkel		2
Leidingwerk	4	
Pijpleiding – flens		2
Pijpleiding – wand		1
Flexibele slang – verbinding		1

Tabel 45 Grootte van de opening in het insluitsysteem (gatgrootte)

Grootte van de opening	Aantal incidenten
Onbekende gatgrootte	7
Zeer klein gat in leiding: ≤ 5 mm	1
Volledige diameter van leiding	3
Catastrofaal falen van een vat	2

Tabel 46 Betrokken stoffen / producten

Stof / product	Aantal keer betrokken
Biogas	1
Cyclohexanon	1
EC5202A Fuel Antioxidant	1
Ethaan	1
Etheen	1
Ethylbenzeen	1
Ethyleenoxide	1
Fosgeen	1
Katalysator (Catalist)	1
Methaan (Aardgas, LNG)	2
Nafta	1
Propeen	1
Propyleenoxide	1
Stoom / heet water	1
Waterstof	2
Zoutzuur	2

Tabel 47 Vrijgekomen hoeveelheid

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

Tabel 48 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: 3 BFM: 7	V: 4 G: 1 O: 0 T: 0 X: 2	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 1 A: 0 E: 0 M: 0 O: 6	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 7
Reductie drijvende kracht uitstroming	BSM: 2 BFM: 2	V: 1 G: 1 O: 0 T: 0 X: 0	P: 1 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 1 O: 0	i: 1 ii: 0 iii: 1 iv: 0 v: 1 vi: 0 vii: 0 O: 0
Onbekend of niet van toepassing	BSU: 2			

Tabel 49 Beperking van de uitstroming

Aard van de beperking van de uitstroming	Aantal keer van toepassing
Uitstroming wordt niet beperkt	6
Uitstroming gedeeltelijk beperkt	6
Mate van beperking uitstroming onbekend	1

Tabel 50 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: 1 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
Scheiding met andere installaties	BSM: 1 BFM: 1	V: 1 G: 0 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 1 iii: 0 iv: 1 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 0
Beheersing van ontstekingsbronnen	BSM: 2 BFM: 2	V: 0 G: 0 O: 0 T: 0 X: 2	P: 0 B: 0 C: 0 S: 0 T: 0 A: 0 E: 0 M: 0 O: 2	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 2
Beperking verdamping/dispersie	BSM: 2 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: 6			

Tabel 51 Resulterende gebeurtenis (fysisch effect)

Resulterende gebeurtenis	Aantal keer betrokken	
Dispersie van gevaarlijke gassen en/of dampen	8	
Gecontroleerd		3
Ongecontroleerd		4
Onbekend of onduidelijk		1
Brand ²¹		
Fakkelbrand	3	
Gecontroleerd		0
Ongecontroleerd		2
Onbekend of onduidelijk		1
Plasbrand	1	
Gecontroleerd		0
Ongecontroleerd		0
Onbekend of onduidelijk		1
Geen dispersie, brand of explosie	2	

Tabel 52 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: 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
Inachtneming veilige afstand tot de gevarezone	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
Persoonlijke beschermingsmiddelen	BSM: 1 BFM: 1	V: 0 G: 1 O: 0 T: 0 X: 0	P: 0 B: 0 C: 1 S: 0 T: 0 A: 1 E: 0 M: 0 O: 0	i: 0 ii: 0 iii: 0 iv: 0 v: 0 vi: 0 vii: 0 O: 1

²¹ Bij één incident trad zowel een fakkelbrand als een plasbrand op. Deze zijn afzonderlijk weergegeven.

Veiligheidsfunctie	Status	Taken	MF	VBS
Veilige toevlucht	BSM: 2 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: 6			

Tabel 53 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 een bijtende stof	1
Blootstelling van een of meer personen aan een hete stof	1
Blootstelling van een of meer personen aan overdruk / drukgolven	1
Geen LCE met betrekking tot impact/blootstelling	11

Tabel 54 Aantal slachtoffers

Aantal slachtoffers	Aantal incidenten	
Geen slachtoffers	11	
Eén of meer slachtoffers	2	
1 slachtoffer		1
2 slachtoffers		1

Tabel 55 Type verwonding

Type verwonding	Aantal slachtoffers
Ontwrichtingen, verstuikingen en verrekkingen	2
Tweedegraads verbranding	2
Chemische verbrandingen	1
Acuut gehoorverlies	2

Tabel 56 Ziekenhuisopname

Aard van de ziekenhuisopname	Aantal slachtoffers
Ziekenhuisopname	1
Geen ziekenhuisopname	2

Tabel 57 Ernst van het letsel

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

Tabel 58 Duur van het (ziekte)verzuim

Duur van het (ziekte)verzuim	Aantal slachtoffers
Onbekende duur van het (ziekte)verzuim	3

Tabel 59 Arbeidsverband van het slachtoffer

Arbeidsverband	Aantal slachtoffers
(Sub)contractor	3

Tabel 60 Materiële schade aan de inrichting en de omgeving

Aard van de materiële schade	Aantal incidenten	
Installatie beschadigd	5	
Waarvan met schade groter dan 2 M€		1
Geen significante materiële schade	8	

Tabel 61 Ecologische schade

Aard van de ecologische schade	Aantal incidenten	
Overige milieuschade	3	
Waarvan: bodemverontreiniging binnen de inrichting		1
Onbekende milieuschade	4	
Geen milieuschade	6	

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag