



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2021

RIVM-rapport 2021-0051
H.J. Manuel et al.



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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2021

RIVM-rapport 2021-0051

Colofon

© RIVM 2021

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-2021-0051

H.J. Manuel (auteur), RIVM
G.J. Kamps (auteur), Intergo
E.S. Kooi (auteur), RIVM
A.G. Wolting (auteur), RIVM

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

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110021/21/MH - Analyse MHC-ongevallen met Storybuilder

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van haar producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook <http://www.rivm.nl/toegankelijkheid>.

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

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen

Het RIVM analyseert de aard, omvang en oorzaak van incidenten bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen in Nederland. Voor dit rapport zijn zeventien incidenten geanalyseerd. Bij vijftien incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, waardoor twee keer een brand is ontstaan. Bij een ander incident was er brand in een installatie. Bij de incidenten overleed één persoon. Twee mensen houden waarschijnlijk blijvend letsel door brandwonden en oorsuizen.

Bedrijven zijn ervoor verantwoordelijk dat installaties op orde zijn en dat werknemers de productieprocessen en werkzaamheden veilig kunnen uitvoeren. Bij de onderzochte incidenten ging het op verschillende onderdelen mis.

Zo raakten materialen verzwakt bij zes incidenten of waren chemische processen niet goed onder controle bij vier incidenten. Hierdoor liepen de processen anders, wat niet op tijd is ontdekt en hersteld. Bij zes incidenten hadden bedrijven de noodmaatregelen die zij moeten hebben, niet of niet goed ingevoerd. Een noodmaatregel is bijvoorbeeld voorkomen dat gevaarlijke materialen vrijkomen door ze in een afgesloten vat op te vangen.

Bij vijftien van de zeventien incidenten schoten de 'plannen en procedures' voor de werkzaamheden tekort. Ze waren er niet, of onvoldoende om een incident te voorkomen. Dit kwam vooral doordat sommige risico's van tevoren niet waren verwacht. Soms hadden eenvoudige checklists kunnen helpen om het incident te voorkomen. Bij negen incidenten is het met maatregelen gelukt om schadelijke effecten van gevaarlijke stoffen te beperken.

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

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

Synopsis

Analysis of incidents at companies with large amounts of hazardous substances

The RIVM analyses the nature, extent and causes of incidents at companies with large quantities of hazardous substances. Seventeen incidents were analysed for this report. In fifteen incidents hazardous substances were released, resulting in two fires. Another incident involved a fire in an installation. One person died in the incidents. Two persons are likely to sustain permanent injuries from burns and buzzing in the ears.

Companies must ensure that their installations are in order and that their production processes and activities are carried out safely. In the incidents analysed, things went wrong in various areas.

For example, materials had weakened in six incidents or chemical reactions were not controlled properly in four incidents. The resulting deviations were not promptly discovered and remedied. In six incidents companies had not implemented, or not implemented properly, the emergency measures they should have. An example of an emergency protection measure is a sealed container that can receive an emergency discharge of hazardous substances.

In fifteen incidents something was wrong with the 'plans and procedures' for work activities. They were lacking or insufficient to prevent the incident. Mostly this was due to risks that were not expected beforehand. This was mainly because some risks had not been anticipated in advance. Sometimes simple checklists could have helped to prevent the incident. In nine incidents measures succeeded in limiting the harmful effects of hazardous substances.

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

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

Inhoudsopgave

Visuele samenvatting — 9

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 13

2 Kenmerken van de incidenten — 15

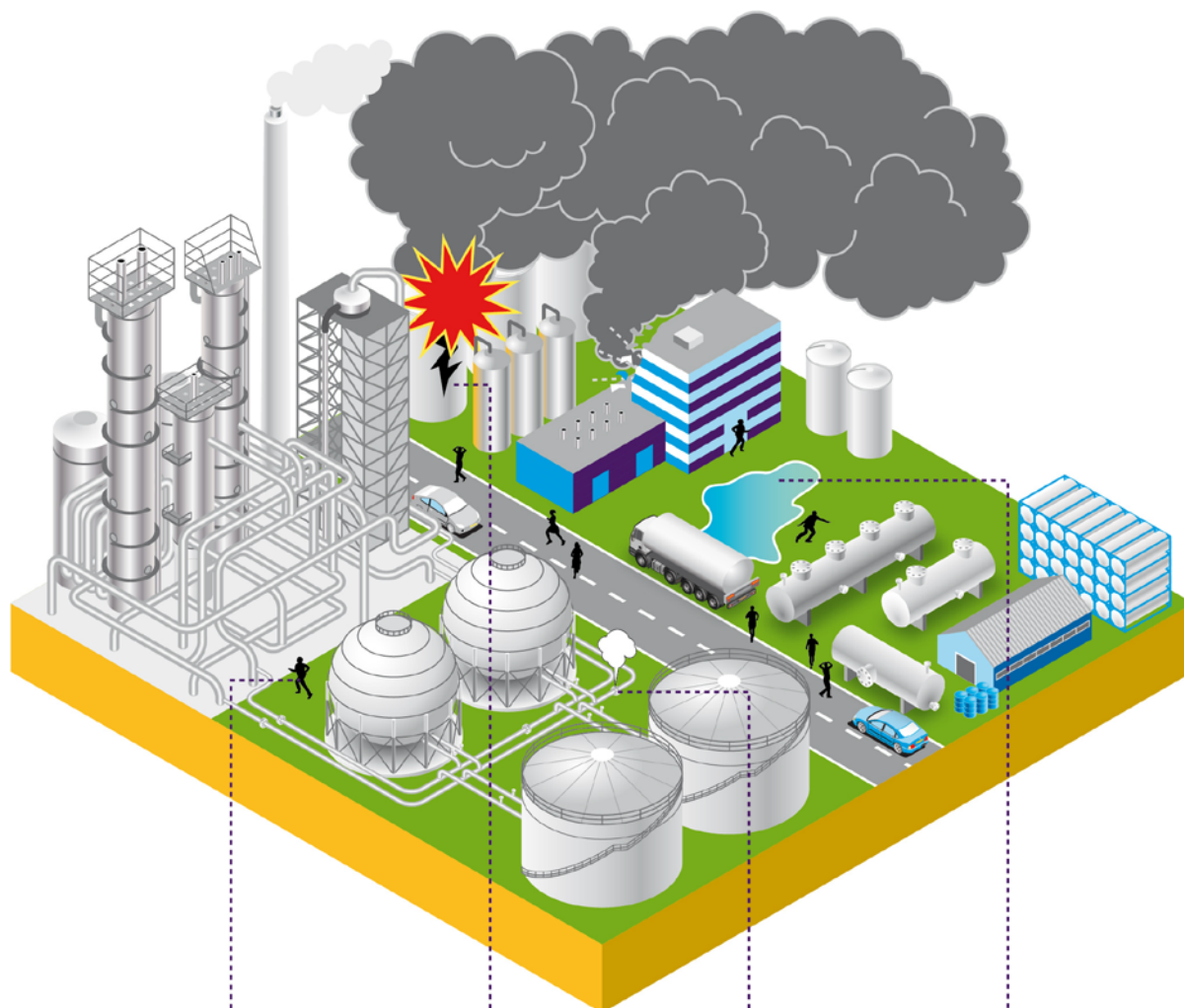
- 2.1 Aard van de bedrijven — 15
 - 2.1.1 Wettelijk regime — 15
 - 2.1.2 Type bedrijf — 15
 - 2.1.3 Bedrijfsfase — 15
- 2.2 De gevaarlijke stof — 16
 - 2.2.1 Aard van de stoffen — 16
 - 2.2.2 Hoeveelheden — 17
- 2.3 Type ongeval — 18
- 2.4 Installaties en gebeurtenissen — 18
 - 2.4.1 Betrokken installatieonderdelen — 18
 - 2.4.2 Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie — 19
 - 2.4.3 Locatie van de uitstroming — 20
- 2.5 Gevolgen — 21
 - 2.5.1 Slachtoffers — 21
 - 2.5.2 Materiële schade — 21
 - 2.5.3 Ecologische schade — 21
- 2.6 Overtredingen — 22

3 Oorzaken van incidenten — 23

- 3.1 Directe oorzaken van de incidenten — 23
- 3.2 Maatregelen en lines of defence — 24
- 3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten — 25
 - 3.3.1 Procesbeheersing — 26
 - 3.3.2 Herstel van afwijkingen — 28
 - 3.3.3 Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen — 29
- 3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 30
- 3.5 Achterliggende oorzaken — 32
 - 3.5.1 Verschaffen, gebruiken, onderhouden en toezien van maatregelen — 34
 - 3.5.2 Managementfactoren en maatregelen — 36
 - 3.5.3 Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen — 39

4 Conclusies — 41

Visuele samenvatting



Incidenten

Bij zeventien incidenten kwamen er vijftien keer gevaarlijke stoffen vrij. Twee keer ontstond daarna brand. Eén keer was er alleen een brand en één keer werden stoffen opgevangen in een calamiteitsvoorziening.

Gevolgen

Bij de incidenten viel één dode. Twee personen hebben vermoedelijk blijvend letsel opgelopen. Bij de overige dertig slachtoffers was het letsel tijdelijk.

Oorzaken

De meest voorkomende oorzaken waren materiaal oorzaken en fouten in menselijk handelen (beiden kwamen zes keer voor).

Preventie

Afwijkingen ontstonden door uiteenlopende zaken. Bij twaalf incidenten ontbrak een goede controle op afwijkingen. Dat kwam deels doordat de afwijking niet was voorzien.

Repressie

Zeven maal werd de uitstroming ingeperkt door maatregelen. In zes incidenten ging echter iets mis met evacuatie, vluchtroutes, hulpverlening of persoonlijke beschermingsmiddelen.

Samenvatting

Het RIVM heeft zeventien incidenten met gevaarlijke stoffen geanalyseerd, in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. De Inspectie SZW heeft deze incidenten onderzocht en heeft het incidentonderzoek in 2019 of 2020 afgesloten. De incidenten traden op bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen, die vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Brzo). De uitkomsten van de analyse kunnen door de Inspectie SZW worden gebruikt voor de inspectie- en handhavingsstrategieën, en door bedrijven voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

De Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) heeft zes van de zeventien incidenten onderzocht. Op basis van de vrijgekomen hoeveelheden gevaarlijke stoffen of op grond van schade aan personen of goederen waren deze incidenten meldingsplichtig aan de Europese Commissie volgens de Seveso-III-richtlijn.¹

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

Gevolgen voor mens en omgeving

Er viel één dodelijk slachtoffer. Twee personen liepen vermoedelijk blijvend letsel op (brandwonden en oorsuizen). In zeven incidenten liepen dertig personen vermoedelijk herstelbaar letsel op na het vrijkomen van gevaarlijke stoffen.

In zes incidenten raakten installaties beschadigd, tweemaal met geschatte schade groter dan 0,5 miljoen euro. De ecologische schade was meestal verwaarloosbaar of onbekend, maar in twee incidenten waren er effecten buiten de terreingrens van het bedrijf.

Kenmerken van de incidenten

Bij vijftien incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, twee keer gevolgd door brand. Eén incident betrof een directe brand in een industrieel fornuis en bij één incident kwamen door opvang in een afgesloten calamiteitenbak geen stoffen vrij.

¹ In Bijlage VI van de Europese Seveso-III-richtlijn zijn criteria opgenomen wanneer incidenten moeten worden gemeld aan de Europese Commissie. Dit zijn de zogenoemde MARS-meldingen (Major Accident Reporting System). Het betreft onder meer betrokken hoeveelheden gevaarlijke stoffen, schade aan personen of goederen, onmiddellijke schade voor het milieu, materiële schade en grensoverschrijdende schade. Zes van de zeventien incidenten waren meldingsplichtig: nummers 8, 12, 15, en 17 op grond van de vrijgekomen hoeveelheden, nummers 7 en 11 op grond van schade aan personen of goederen.

De incidenten vonden overwegend plaats bij hoge-drempelinrichtingen², relatief vaak tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen. Vaak waren hier één of meerdere ontvlambare stoffen of acuut toxische stoffen bij betrokken. Aan de incidenten lagen verschillende directe oorzaken³ ten grondslag, waarbij vooral menselijke fouten en materiaalverzwakking (waaronder corrosie en erosie) relatief vaak voorkwamen. De specifieke betrokken installatieonderdelen waren telkens anders.

Veiligheidsmaatregelen

Alle incidenten begonnen met een afwijking in de fysieke conditie van de installatie, in procesparameters of bij opstarten. De directe oorzaken van de incidenten waren voornamelijk 'materiaalverzwakking' en 'menselijke fouten'. Adequate voorzieningen om de ontstane afwijking op te merken en te herstellen, waren niet geïmplementeerd of werden niet (goed) gebruikt. Bij zes incidenten had een aanvullende noodmaatregel het incident nog kunnen voorkomen. Deze noodmaatregelen waren voornamelijk niet of niet adequaat geïmplementeerd.

Als een incident eenmaal gebeurt, kunnen maatregelen de gevolgen van het incident beperken, bijvoorbeeld door uitstroming te stoppen of de verdamping en verspreiding van gevaarlijke stoffen te beperken. Bij negen incidenten werd dit met een of meer van deze maatregelen beperkt. In al die gevallen was daarvoor een menselijke ingreep nodig.

Het falen van veiligheidsmaatregelen is vaak het gevolg van tekortkomingen in de identificatie en beoordeling van gevaren (VBS-element ii) of de controle op de exploitatie (VBS-element iii).⁴ Als gevolg daarvan zijn veiligheidsvoorzieningen vaak niet aanwezig of niet toereikend om het ongeval af te wenden. Bij vijftien incidenten was sprake van tekortkomingen in plannen en procedures (bijvoorbeeld in werkinstructies en taak-risicoanalyses).

Het onderzoek maakt deel uit van een meerjarige opdracht voor het analyseren van incidenten die door de Inspectie SZW zijn onderzocht. Het voorliggende rapport is onderdeel van de 'Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2020' aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

² Bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Brzo). Het Brzo maakt onderscheid in zogenoemde lage-drempelinrichtingen en hoge-drempelinrichtingen. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de vergunde hoeveelheden gevaarlijke stoffen. Aan hoge-drempelinrichtingen (met meer gevaarlijke stoffen) worden strengere eisen gesteld ten aanzien van de beheersing van de veiligheid en gelden meer rapportageverplichtingen.

³ In paragraaf 3.1 wordt het begrip 'directe oorzaak' toegelicht.

⁴ Voor de analyse van achterliggende oorzaken is (onder meer) aansluiting gezocht bij de zeven elementen van het Veiligheidsbeheerssysteem (VBS) uit de Europese Seveso-III-richtlijn.

1 Inleiding

Incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven kunnen een ernstig gevaar opleveren voor medewerkers, voor mensen in de omgeving en voor het milieu. Om te leren van dergelijke incidenten en om de kans op nieuwe incidenten te verkleinen, heeft het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) het RIVM gevraagd om deze incidenten op een gestructureerde manier te analyseren. Concreet gaat het om een nadere analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen die door de Inspectie SZW zijn onderzocht en die zijn geregistreerd als 'ongeval MHC'.⁵

Sinds 2015 wordt in het kader van de Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven jaarlijks gerapporteerd over de recentste bevindingen ([1], [2], [3], [4], [5]). In het voorliggende rapport worden zeventien incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in 2019 en 2020 is afgesloten en waar voldoende informatie in was te vinden voor het uitvoeren van een analyse.⁶ In 2019 heeft het RIVM een rapport over de bevindingen van vijftien jaar incidentonderzoek uitgebracht [6]. De zeventien incidenten in het voorliggende rapport werden vergeleken met de rapportage over vijftien jaar. Alleen duidelijke afwijkingen worden benoemd.

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. Een uitgebreide beschrijving van het analysemodel is te vinden in 'Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC' [7]. Naast Storybuilder is gebruikgemaakt van de informatie die beschikbaar was in het informatiesysteem van de Inspectie SZW, inclusief eventuele analyses door derden. Voor zes incidenten waren naast het onderzoek van de Inspectie SZW ook onderzoeksrapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid beschikbaar.⁷

In het rapport is de meest relevante informatie voor een breed publiek uitgewerkt. In Bijlage 1 is een korte omschrijving gegeven per incident.

⁵ MHC staat voor *Major Hazard Control*. Incidenten bij bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen, die worden onderzocht door de Inspectie SZW, worden met de CODE MHCON (MHC Ongeval) aangegeven in het elektronische systeem van de Inspectie (INET).

⁶ Door Inspectie SZW zijn 55 MHC-zaaknummers afgesloten tussen 1 jan 2019 en 31 december 2020. Hiervan zijn 37 zaaknummers afgevallen: de zaaknummers stonden al in Storybuilder (13x), de incidenten hadden wel een zaaknummer maar bleken niet onderzoekswaardig (8x), de incidenten hadden te maken met natuurlijke/medische oorzaak of waren niet te linken aan de blootstelling (3x), de zaaknummers kwamen dubbel voor maar betroffen hetzelfde incident (2x) of er was te weinig informatie in INET of die informatie stond in een ander (ontoegankelijk) systeem (11 x). Dit levert achttien te analyseren incidenten op. In twee incidenten wordt nog een uitspraak gedaan door de rechter. Deze worden pas op een later tijdstip meegenomen in de rapportage voor de Staat van de Veiligheid. Omdat er nog 1 OVV-rapport was waar geen zaaknummer voor was, leidt dit in totaal tot zeventien geanalyseerde incidenten.

⁷ In verband met herleidbaarheid tot bedrijven zijn hier geen referenties van gegeven.

2 Kenmerken van de incidenten

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste kenmerken van de incidenten besproken, zoals de typen bedrijven waar ze plaatsvonden, de aard van de incidenten en de gevolgen.

2.1 Aard van de bedrijven

2.1.1 Wettelijk regime

Alle zeventien incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarvoor het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 1999 [8] of 2015 [9] van toepassing was.⁸ Zestien daarvan zijn hoge-drempelinrichtingen en één is een lage-drempelinrichting.⁹ Van de 407 Brzo-inrichtingen in Nederland is ongeveer 65% een hoge-drempelinrichting [10]. Bij hoge-drempelinrichtingen zijn grotere hoeveelheden gevaarlijke stoffen aanwezig. Het aantal handelingen en activiteiten met gevaarlijke stoffen zal in het algemeen ook groter zijn.

Tabel 1 Wettelijk regime

Wettelijk regime	Aantal incidenten	
Inrichtingen vallend onder het Brzo	17	
Waarvan hoge-drempelinrichtingen		16
Waarvan lage-drempelinrichtingen		1

2.1.2 Type bedrijf

Veertien van de zeventien incidenten vonden plaats bij bedrijven die kunnen worden beschouwd als algemene procesindustrie (Standaard Bedrijfs Indeling¹⁰ sector 20: vervaardiging van chemische producten). De overige drie incidenten vonden plaats in SBI-codes 19 en 52.

Tabel 2 Type industrie volgens de SBI-classificatie

Industriesector	Aantal incidenten
Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19)	2
Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)	14
Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52)	1

2.1.3 Bedrijfsfase

Zeven incidenten ontstonden tijdens normaal bedrijf en tien incidenten tijdens onderhoud/inspectie, opstart of uit bedrijf nemen. In de langjarige analyse [6] gebeurde nog 60% van de incidenten tijdens normaal bedrijf. In de huidige analyse is dit aandeel dus aanzienlijk lager. Het aantal tijdens opstarten is juist hoger (35% tegenover 13%).

⁸ Tot en met 7 juli 2015 was het Brzo 1999 geldig. Met ingang van 8 juli 2015 is het Brzo 2015 van kracht. In dit rapport zijn incidenten geanalyseerd die hebben plaatsgevonden tussen 2012 en 2018. Soms worden incidenten bij niet-Brzo-bedrijven onderzocht: in deze rapportage kwamen die niet voor.

⁹ De Seveso-III-richtlijn onderscheidt ten aanzien van het veiligheidsbeleid van inrichtingen twee regimes. Het geldende regime hangt af van de op de inrichting aanwezige hoeveelheden gevaarlijke stoffen in relatie tot de drempelwaarden die in Bijlage I van de Seveso-III-richtlijn zijn vermeld.

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

Tabel 3 Bedrijfsfase waarin het incident plaatsvindt

Bedrijfsfase	Aantal incidenten
Normaal bedrijf	7
Onderhoud, inspectie en reiniging	3
Ingebruikname/opstart	6
Uit bedrijf nemen	1

2.2

De gevaarlijke stof

2.2.1

Aard van de stoffen

In Tabel 4 zijn de stoffen weergegeven die vrijkwamen bij de incidenten, ingedeeld in zeven categorieën.¹¹ Bij negen incidenten waren één of meer stoffen met acuut toxisch gevaar betrokken en bij negen incidenten één of meer ontvlambare stoffen. Stoffen kunnen in meer dan één categorie zijn ingedeeld.

Tabel 4 Aantal incidenten met één of meer betrokken stoffen per gevaarcategorie. Stoffen kunnen in meer categorieën zijn ingedeeld; het totaal is daardoor groter dan zeventien incidenten

Label	Pictogram	Samenvatting gevaar ¹¹	Aantal incidenten
GHS02		Ontvlambaar	9
GHS03		Oxiderend	1
GHS05		Corrosief/bijtend	8
GHS06		Acuut toxisch	9
GHS07		Gezondheidswaarschuwing	4
GHS08		Gezondheidsgevaar	6
GHS09		Milieugevaar	7

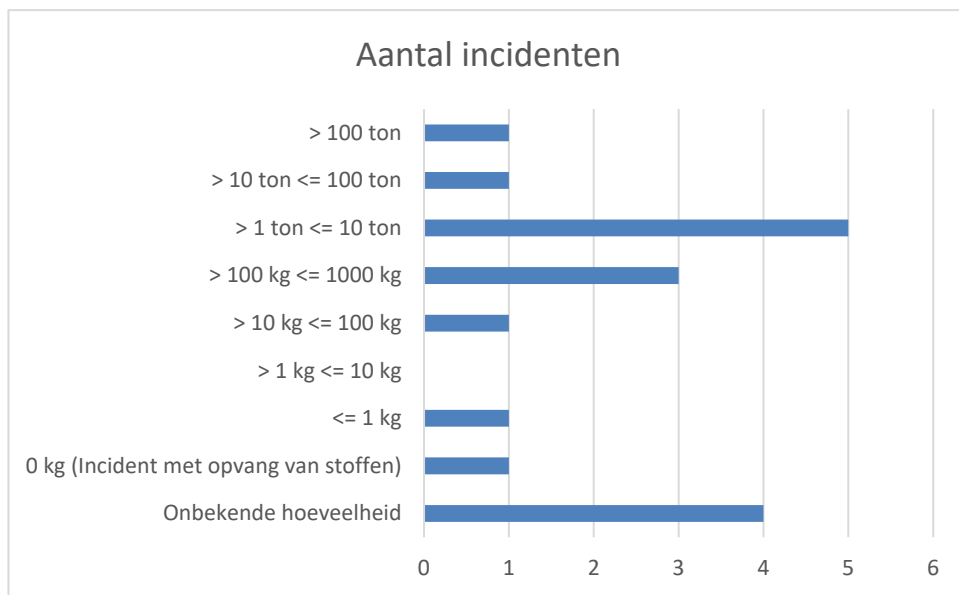
¹¹ Voor deze tabel is gebruikgemaakt van de gevarenpictogrammen die stoffen volgens de Europese Verordening betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels (de CLP-richtlijn) moeten voeren. Deze pictogrammen hebben geen pakkende aanduiding. Voor het leesgemak is een eigen omschrijving toegevoegd.

Er waren zes incidenten die meldingsplichtig¹ waren volgens de Seveso-III-richtlijn. Deze hadden betrekking op het vrijkomen van ontvlambare stoffen (tolueen, ethylbenzeen, isobutaan, een mengsel van koolwaterstoffen en vinylchloride) en acuut toxische stoffen (ammoniak).

2.2.2

Hoeveelheden

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



Figuur 1 Betrokken hoeveelheid stoffen die bij de incidenten zijn vrijgekomen

Vier incidenten (nrs 8, 12, 15 en 17) waren op grond van de vrijgekomen hoeveelheden meldingsplichtig volgens de Seveso-III-richtlijn^{1, 12}. Bij de ongevallen met een onbekende hoeveelheid vrijgekomen gevaarlijke stof ging het tweemaal om dampen (1 × chloorgas en 1 × waterstofsulfide) boven opslagvaten, 1 × om vrijkomend methanol uit een pomp en 1 × om een mix van koolwaterstoffendamp/-vloeistof uit een demper.

Eén keer kwamen er geen stoffen in de buitenlucht vrij doordat het product in een calamiteitenbak terecht kwam (nr. 6).

¹² De drempelwaarden voor registratie hangen af van de gevaareigenschappen van de producten die vrijkomen en zijn gelijk aan 5% van de hoge-drempelwaarden van het Brzo. Deze hoge-drempelwaarden zijn vermeld in kolom 3 in Bijlage II van de Seveso-III-richtlijn. NB: twee andere incidenten waren meldingsplichtig op grond van schade of letsel.

Incident met opvang van stoffen

Bij incident 6 liep product in een overdekte calamiteitenbak en werden geen concentraties van de stof gemeten buiten die bak. Hier faalde het veiligstellen van de installatie voor aanvang van de (opstart)activiteiten doordat er afsluiters openstonden voorafgaande aan het opstarten.

Het incident is in de database opgenomen, omdat er ook van dit incident kan worden geleerd. Dit incident laat bijvoorbeeld zien dat het van belang is om bij opstart te controleren of alle relevante afsluiters in de goede stand staan, bijvoorbeeld met een checklist. Het incident toont tevens aan dat het van belang is om aandacht te schenken aan noodmaatregelen gericht op het vrijkomen van stoffen naar de buitenlucht, bijvoorbeeld met een afgedekte opvanginstallatie.

2.3 Type ongeval

Het analysemodel maakt op hoofdlijnen onderscheid naar uitstroming van gevaarlijke stoffen, brand en/of explosie in een insluitsysteem en blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een insluitsysteem. Bij deze zeventien incidenten ging het vijftien keer om uitstroming van gevaarlijke stoffen, éénmaal om directe brand (nr 8) en éénmaal trad geen uitstroming op naar de buitenlucht (nr 6). Bij twee incidenten trad brand op ná het vrijkomen van de stoffen (nrs 4 en 11) (zie paragraaf 2.5). Blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een insluitsysteem kwam in deze zeventien incidenten niet voor.

Tabel 5 Type ongeval (centrale gebeurtenis)

Type ongeval / uitstroming	Aantal keer van toepassing	
Uitstroming van gevaarlijke stoffen	15	
Vanuit een reguliere opening in een insluitsysteem		4
Vanuit falende of losse verbinding		1
Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		4
Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		5
Vanuit een open systeem		1
Brand in een insluitsysteem	1	
Geen uitstroming uit insluitsysteem	1	

2.4 Installaties en gebeurtenissen

2.4.1 Betrokken installatieonderdelen

Deze paragraaf geeft een overzicht van de installatieonderdelen die betrekking hebben op het incident zelf of die relevant zijn voor de toedracht. Het gaat bijvoorbeeld om onderdelen die defect raken, verkeerd zijn ontworpen, verkeerd zijn geïnstalleerd, die opengaan of barsten. Per incident zijn vaak meerdere installatieonderdelen betrokken. Het totaal is daardoor groter dan zeventien.

Tabel 6 Betrokken installatieonderdelen bij het incident. Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal is daardoor groter dan zeventien incidenten

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Pakkingen en afdichtingen	2	
Pakking		1
Afdichting		1
Verbindingen en koppelingen	5	
Lasverbinding		2
Flensverbinding		3
Voorzieningen op/aan/in equipment	7	
Afsluiter/afsluitklep		3
Overige kleppen (incl. drukventiel)		3
Aftappunt		1
Instrumentatie in/op installatie		1
Breekplaat		1
Mangatdeksel		1
Vaste opslagtanks	1	
Onderdeel van procesinstallatie	12	
Buffervat		1
Reactorvat		2
Ab-/adsorber		2
Condensor		2
Overig type vat		1
Procesleiding		3
Pomp in procesinstallatie		3
Warmtewisselaar		3
Destillatiekolom		1
Mobiele tanks en verpakkingen	1	
Transfer	3	
Leidingen, slangen en armen		3
Pomp (transfer)		1
Utilities	3	
(Koel)watersysteem		1
Oven/fornuis		2
Overig	4	
(Nood)afblaassysteem		1
Fakkelsysteem		1
Schoorsteen		2

2.4.2

Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie

In Tabel 7 staan de installatieonderdelen vermeld die direct gerelateerd zijn aan de centrale gebeurtenis, bijvoorbeeld installatieonderdelen van waaruit product uitstroomt of waarin brand of explosie optreedt. Het incident met opvang van stoffen betrof geen uitstroming en is niet opgenomen in de tabel.

Tabel 7 Installatieonderdeel met betrekking tot de uitstroming, brand of explosie. Het incident met opvang van stoffen is hier niet van toepassing

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Vaste opslagtank	1	
Onderdeel procesinstallatie	8	
Reactorvat		1
Overig		1
Procesleiding		5
Pomp (in procesinstallatie)		1
Mobiele tank of verpakking	1	
Transfer	2	
Lange pijpleiding		1
Leidingwerk (korte leidingen)		1
Utilities	1	
Koelwatersysteem		1
Overig	3	
(Nood)afblaassysteem		1
Schoorsteen		2

2.4.3

Locatie van de uitstroming

Tabel 8 geeft de locatie van de uitstroming van de zestien incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn uitgestroomd (uitgezonderd het incident met opvang van stoffen). Meest aangetroffen waren openingen en ontworpen uitstroompunten (7×). Om incidenten te voorkomen had bij deze incidenten meer aandacht kunnen worden geschonken aan die uitstroompunten die in verbinding staan met de buitenlucht.

Tabel 8 Locatie van de uitstroming (uitgezonderd het incident met opvang van stoffen)

Installatieonderdeel	Aantal incidenten	Aantal onderdelen
Omhulling	4	
Omhulling		1
Normale lasnaad		2
Mangat		1
Voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen	5	
Opening voor instrumentatie		1
Opening voor mechanisch onderdeel		1
Afsluiter/afsluitklep		1
Overige klep (terugslagklep)		1
Verbinding (incl. flens)		1
Openingen en ontworpen uitstroompunten	7	
Afblaas (vent)		2
Ventilatieopening		1
Schoorsteen		3
Overig		1

2.5 Gevolgen

In Tabel 9 is het uiteindelijke effect van het incident vermeld, waarbij de invloed van mitigerende maatregelen is meegenomen. Bij drie incidenten was sprake van brand. Dertien keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij tien van die incidenten vond de uitstroming plaats op veilige hoogte of werd de uitstroming of verdamping door maatregelen beperkt (waaronder waterschermen en noodopvang). In het incident met opvang van stoffen was geen sprake van relevante dispersie.

Tabel 9 Type effect van het incident

Type effect	Aantal incidenten	
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	13	
Waarvan: niet gecontroleerd of beperkt		3
Waarvan: gecontroleerd of beperkt		10
Brand	3	
Waarvan: plasbrand		1
Waarvan: brand in insluitsysteem		1
Waarvan: niet nader gespecificeerd		1
Geen brand, explosie of dispersie (incident met opvang van stoffen)	1	

2.5.1 Slachtoffers

Eén persoon is overleden aan de gevolgen van een val en brandwonden. In datzelfde incident liep één ander slachtoffer blijvend letsel op door brandwonden. Bij een ander incident liep een persoon vermoedelijk blijvende gehoorschade op door een luide knal. Bij zeven incidenten hadden dertig personen vermoedelijk herstelbaar letsel, na vrijkomen en dispersie van gevaarlijke stoffen. Voornamelijk betrof dit klachten als irritatie aan luchtwegen, ademhalingsproblemen en tranende ogen na inademen van stoffen. Bij één incident werden zeventien personen behandeld (onder meer door toediening van zuurstof) na het vrijkomen van ammoniak. Bij dat incident werden ook ongeveer 650 mensen geëvacueerd. Bij een ander incident werden circa 1700 personen geëvacueerd.

Tabel 10 Aantal slachtoffers en type letsel

Type letsel	Aantal slachtoffers	
Overlijden	1	
Vermoedelijk blijvend lichamelijk letsel	2	
Waarvan: inclusief ziekenhuisopname		1
Vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel	30	
Waarvan: inclusief ziekenhuisopname		2

2.5.2 Materiële schade

Bij de zeventien incidenten trad negenmaal geen materiële schade op, werden viermaal installaties beschadigd met onbekende materiële schade en was de schade in twee incidenten groter dan 0,5 miljoen euro. Tweemaal was de schade onbekend.

2.5.3 Ecologische schade

Bij zeven incidenten was er geen sprake van ecologische schade (waaronder het incident met opvang van stoffen). Bij twee incidenten

was er een bodemverontreiniging buiten het bedrijfsterrein (éénmaal door roetvorming na brand). Bij acht incidenten was de ecologische schade onbekend (kleine plaatselijke hoeveelheden of dispersie van gassen in de atmosfeer).

2.6 Overtredingen

Bij twaalf incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen zijn weergegeven in Tabel 11. Het vaakst kwamen overtredingen van het Brzo 2015 voor.

Tabel 11 Geconstateerde overtredingen bij de incidenten. Per incident kunnen meerdere overtredingen worden geconstateerd; het totaal is daardoor groter dan zeventien incidenten

Geconstateerde overtreding	Aantal incidenten	
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 2015	9	
Waarvan art 5 lid 1 (maatregelen voorkomen zware ongevallen)		3
Waarvan art 7 lid 6 (uitvoering preventiebeleid)		6
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	5	
Waarvan art 6 (voorkoming zware ongevallen)		6
Waarvan art 32 (strafbepaling)		2
Waarvan onbekend		2
Overtreding van de Wet Milieubeheer	1	
Onbekende overtreding	3	
Geen geconstateerde overtreding (inclusief het incident met opvang van stoffen)	5	

3 Oorzaken van incidenten

3.1 Directe oorzaken van de incidenten

In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo, [11]) en in deel 6 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 6, [12]) worden tien typen voorvallen genoemd die de directe aanleiding kunnen zijn van incidenten.¹³ Deze directe aanleidingen worden in de praktijk vaak 'directe oorzaken' of 'Rrzo-scenario's' genoemd. De directe oorzaak geeft geen informatie over achterliggende factoren die hebben bijgedragen aan het ontstaan van een incident. Soms lijkt er sprake van meerdere directe oorzaken, zoals een verslechterde materiële toestand van de installatie in combinatie met een te hoge druk. In dat geval wordt nagegaan welke parameters buiten veilige grenzen (de 'safe envelope') waren.

De directe oorzaken staan vermeld in Tabel 12. Bij zestien incidenten komen 'Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' en 'Materiaalverzwakking (incl. corrosie en erosie)' allebei zes keer voor.¹⁴

Tabel 12 Directe oorzaken van de incidenten. Het incident met opvang van stoffen is niet meegerekend en per incident kunnen meerdere directe oorzaken worden geconstateerd; het totaal telt niet op tot zestien incidenten

Directe oorzaak van het incident	Aantal incidenten
Materiaalverzwakking (incl. corrosie en erosie)	6
Menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud	6
Overdruk	2
Hoge temperatuur	2
Onbekend	1

Bij zes incidenten werd de directe oorzaak 'menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' toegekend als de directe aanleiding van het incident. Menselijke handelingen kunnen ook indirect leiden tot incidenten, bijvoorbeeld een verkeerde dosering die leidt tot een hoge druk. In dat geval is de menselijke fout echter niet de *directe* aanleiding/oorzaak. Hoewel gesproken wordt over menselijke fout, dekt 'ongewenste menselijke handeling' de lading beter. Vaak is er geen sprake van een individuele fout, maar van een systeem dat ruimte biedt voor ongewenste menselijke handelingen of dat de kans daarop vergroot.

In één geval was de directe oorzaak onbekend (nummer 17). Hoewel het bij dit incident duidelijk was dat losse bouten op een flensverbinding de aanleiding waren, was niet na te gaan of dit aan menselijke fouten of aan het materiaal te wijten was.

¹³ 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.

¹⁴ Bij incident 12 zijn twee directe oorzaken geregistreerd: menselijke fout en materiaaldegradatie. Het incident met opvang van stoffen heeft geen directe oorzaak omdat er geen product vrijkwam.

3.2 Maatregelen en lines of defence

Bedrijven treffen maatregelen om incidenten te voorkomen (preventieve maatregelen) en gevolgen te beperken (mitigerende maatregelen). Deze maatregelen zijn in het Storybuilder-model onderverdeeld in zes verschillende '*Lines of Defence*' (LoD's). In de analyse wordt bekeken welke maatregelen aanwezig hadden moeten zijn en wat er misging bij die maatregelen. In paragrafen 3.3 en 3.4 worden de maatregelen per LoD behandeld, wordt aangegeven hoe vaak er zaken misgingen en worden concrete voorbeelden gegeven uit de zeventien incidenten ter illustratie.

De zes 'lines of defence' in het analysemodel

Preventieve maatregelen: de '*lines of defence*' voor het voorkomen van incidenten (paragraaf 3.3):

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

Mitigerende maatregelen: de '*lines of defence*' voor het beperken van de gevolgen (paragraaf 3.4):

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

3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten

Visuele samenvatting van maatregelen die het incident hadden kunnen voorkomen

Procesbeheersing

Zorg voor juist ontwerp en controle op procesparameters, omgevingsbeheersing en onderhoud.



Controlekamer

Herstel van afwijkingen

Zorg voor mogelijkheden om tijdig afwijkingen waar te kunnen nemen, in te kunnen schatten en acties te kunnen nemen.



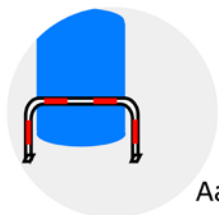
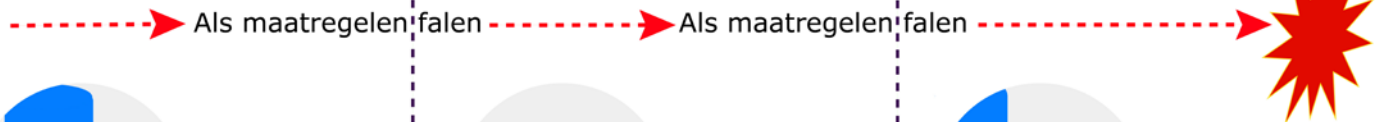
Alarmen

Noodmaatregelen

Vang afwijkingen buiten veilige grenzen op met maatregelen zoals drukventielen, noodopvang en fakkels.



Drukventiel



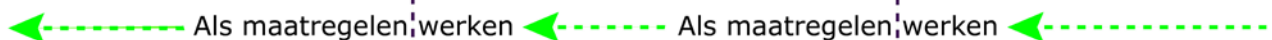
Aanrijbeveiliging



Inspectie



Noodopvang



Onderhoud



Actie



Fakkel

Maatregelen die faalden

Acht keer was de toestand van de installatie in het geding (qua montage, lasnaden en degradatie van materialen) en zes keer waren procesparameters niet onder controle (de samenstelling van het product week af, materiaal kon doorslaan of de druk liep te hoog op).

Maatregelen die faalden

Twaalf keer was er geen of onvoldoende indicatie van een afwijking, meestal omdat het risico niet was geïdentificeerd. Drie maal werd de afwijking waargenomen, maar verkeerd geïnterpreteerd.

Maatregelen die faalden

Zes maal waren noodmaatregelen om doorslag te voorkomen, een afwijkende stof op te vangen of materiaal op te vangen afwezig of onvoldoende. In de overige incidenten moet extra goed gelet worden op de procesbeheersing en herstel van afwijkingen.

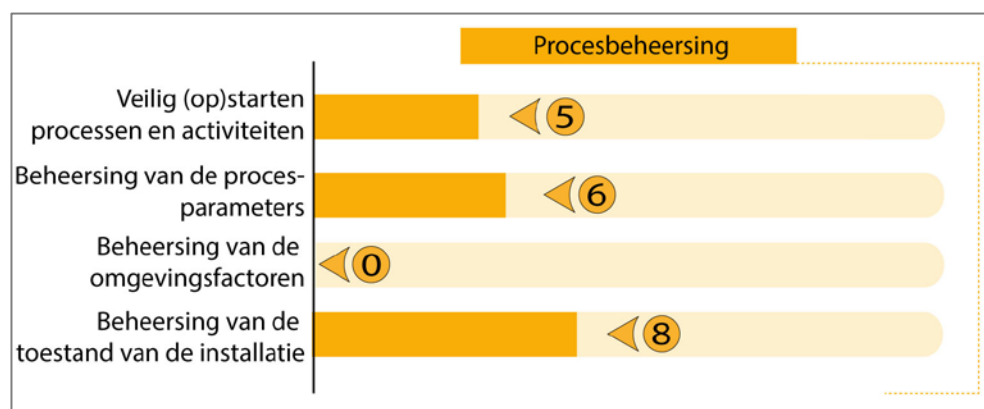
De 'preventieve maatregelen' zijn in het Storybuilder-model onderverdeeld in drie verschillende 'Lines of Defence' (LoD's) die voorafgaan aan het optreden van het incident. De eerste LoD (beheersing van processen) betreft de veilige procesvoering door onder meer juist ontwerp, juist gebruik van materialen, adequaat onderhoud met betrekking tot veroudering en goede beheersing van de procescondities.

Mocht er iets fout gaan in de veilige procesvoering, dan kan de afwijking in de tweede LoD worden waargenomen en hersteld, namelijk door een juiste indicatie, detectie en diagnose van afwijkingen en een juiste respons.

Als ook het herstel van de afwijking faalt, zijn er soms in een derde LoD nog noodmaatregelen denkbaar waarmee de uitstroom van gevaarlijke stoffen kan worden voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn noodkoeling, nooddrukaflaat en secundaire insluitsystemen. Referentie [6] bevat een gedetailleerde omschrijving van de betekenis van de verschillende LoD's.

3.3.1 Procesbeheersing

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



Figuur 2 Falende maatregelen op procesbeheersing in de eerste LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen; het totaal telt niet op tot zeventien incidenten

Zoals in Figuur 2 te zien is, falen in de eerste LoD voornamelijk maatregelen met betrekking tot de toestand van de installatie, beheersing van procesparameters en veilig opstarten. Bij de grootste groep, het beheersen van de (veilige) toestand van de installatie, speelden verschillende zaken een rol, zoals verkeerde montage van onderdelen (2x) ondeugdelijke lassen (2x) en de beheersing van condities met betrekking tot materiaaldegradatie. Bij dat laatste werd niet goed opgelet op een afwijkende inhoud, corrosieve omstandigheden en mechanische oorzaken, en werd de stromingssnelheid verhoogd terwijl dat erosie kon veroorzaken.

Werkzaamheden aan niet-geleegd systeem (veilig opstarten)

Bij incident 9 moet na onderhoudswerkzaamheden aan een reactor een voedingsleiding worden leeggeblazen. De onderhoudsmonteur plaatst hiervoor een T-stuk op de leiding. Er wordt geen LMRA (last minute risk analysis) uitgevoerd, waardoor niet wordt opgemerkt dat het kraantje van de stikstofaansluiting van het T-stuk niet helemaal dichtzit en dat de eindop op de aansluiting ontbreekt. Er lekt vervolgens 200 ml aniline op de kleding van de operator bij het leegblazen van de leiding.

Procesparameters werden niet voldoende beheerst

Bij incident 7 is het voor het terugwinnen van ammoniak uit het waterrijke mengsel belangrijk dat het ammoniak goed condenseert. Dat betekent dat de (partiële) druk van het ammoniakgas boven het condensatiepunt moet liggen. Daarmee samenhangend moeten de verschillende productstromen voldoende gekoeld zijn.

Bij het opstarten van de installatie lukte het niet om de juiste omstandigheden voor condensatie te krijgen. Door werkzaamheden elders op de inrichting was de druk in een ammoniaktoevoerleiding verlaagd, waardoor de druk van het ammoniak in het systeem ook lager was. Ten onrechte was aanwezige stikstof in de installatie niet verwijderd. Verder was de buitentemperatuur relatief hoog waardoor de koelcapaciteit van het koelwater was verminderd.

Als gevolg van deze tekortkomingen bevatten de verschillende onderdelen van de installatie te veel ammoniakgas. De capaciteit van de laatste gaswasser was onvoldoende om het resterende ammoniak uit de gasstroom te verwijderen. Daardoor werd via de schoorsteen een gasmengsel uitgestoten dat rijk aan ammoniak was. In totaal is in ruim twee uur tijd ongeveer 4 ton ammoniak naar buiten gekomen.

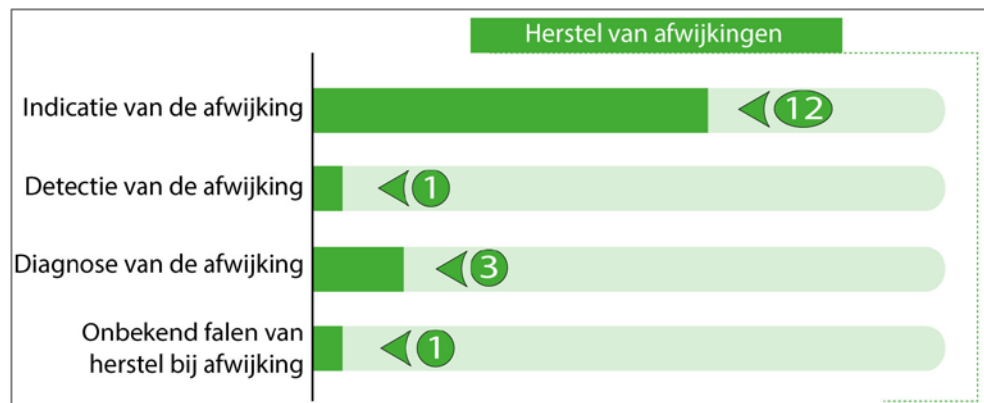
Falende lasverbindingen (toestand van de installatie)

Bij incident 10 begeeft een lasverbinding het na circa 14 jaar spontaan, waarna een leiding losspringt en materiaal onder druk uitstroomt. Uit onderzoek bleek dat er waarschijnlijk te weinig geïnertiseerd was tijdens het lassen en dat dit tot een verbrost materiaal had geleid. Hierdoor kon de las minder spanning aan. De lasverbinding was na het aanleggen waarschijnlijk niet gecheckt op kwaliteit. Dat was door het ontbreken van het technische dossier van het laswerk echter niet met zekerheid te achterhalen. Tevens was de leiding ook niet volgens het ontwerp opgehangen. Dat heeft mogelijk meegespeeld in het falen van de las, omdat dit extra spanning op de las kon brengen ten opzichte van de ontwerpsituatie.

Bij incident 13 betreft het een circa 50 jaar oude lasverbinding, waar een gat optreedt en materiaal uitstroomt. De las, die was aangebracht in een recht stuk leiding, was niet als kritisch aangemerkt en niet in een verscherpt inspectieregime opgenomen. De las werd echter wel kritisch door erosie, nadat de stromingssnelheid was verhoogd om aan een verhoogde capaciteit te voldoen.

3.3.2 Herstel van afwijkingen

In de tweede LoD moet een beginnende afwijking worden gedetecteerd en hersteld. Herstel betekent dat de installatie wordt teruggebracht in een veilige toestand. In Figuur 3 is weergegeven welk onderdeel van het herstel van afwijkingen faalde.



Figuur 3 Onderdelen van het herstel van afwijkingen die faalden

Figuur 3 laat zien dat bij twaalf incidenten beginnende afwijkingen door het ontbreken van adequate controlemechanismen niet gesignaleerd konden worden (falende indicatie). Dit aandeel is hoger dan de 48% in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar.

Qua voorzieningen ging het zes keer om het ontbreken van adequate periodieke inspecties, drie keer om alarmen voor kritische procesparameters, drie keer om het ontbreken van een LMRA (last minute risk analysis) en één keer om een lektest die niet was uitgevoerd. Bij vier incidenten was niet duidelijk welke voorziening had gefaald. De volgende drie tekstkaders geven een aantal voorbeelden van hoe het misging bij het opvangen van afwijkingen.

Geen indicatie van de toestand van een terugslagklep

Bij incident 5 knalde een terugslagklep uit elkaar. De bouten die de terugslagklep bij elkaar moeten houden, waren te kort en onvoldoende aangedraaid. Een titanium plaatje hield de klep nog enigszins intact, totdat de procesdruk bij de voorbereidingen van een stop te hoog opliep. Er was geen indicatie van de substandaard toestand van de terugslagklep omdat deze klep niet in het onderhoudssysteem was opgenomen. Dat was waarschijnlijk zo omdat de klep bij normaal bedrijf niet werd gebruikt. Als de klep wel in het onderhoudssysteem was opgenomen, had men kunnen merken dat de bouten niet op het gewenste aanhaalmoment waren aangedraaid.

Geen detectie van een open verbinding met de buitenlucht

Bij incident 17 werd door het bedrijf het verloop van de temperatuur en druk van de reactor en de druk boven een breekplaat (richting een veerveiligheid) bijgehouden. Het bedrijf had hiermee een indicatie van de druk boven de breekplaat. Omdat de druk boven de breekplaat na een onderhoudsstop bij het opwarmen van de reactor niet meer varieerde, terwijl dat voorheen wel het geval was, had men hieruit kunnen afleiden dat de leiding niet meer luchtdicht was. Het signaal werd echter niet voor dat doeleinde gebruikt, en dus bleef het lek onopgemerkt. Bij het incident brak de breekplaat en kwam materiaal vrij via het lek.

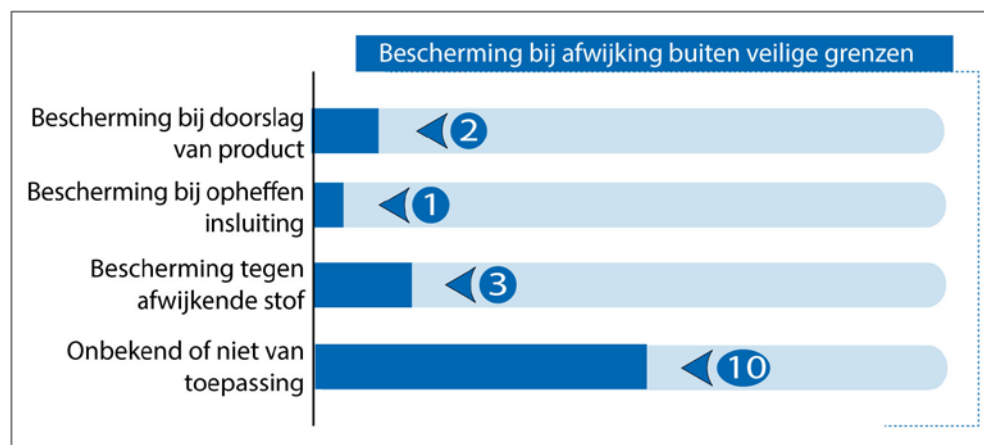
Verkeerde diagnose van de druk in de installatie

Bij incident 3 werd de druk in de installatie gemonitord. Om explosiegevoelig ammoniumnietvorming tegen te gaan, moest deze namelijk niet te laag zijn. Op een te hoge druk werd echter niet gereageerd. Er werd geen diagnose gesteld dat dit de consequentie kon hebben dat de absorptiekolom te vol zou raken en dat dit tot een salpeterzuuremissie zou leiden.

3.3.3

Bescherming bij afwijkingen buiten veilige grenzen

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



Figuur 4 Falende noodmaatregelen in de derde LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen; het totaal telt niet op tot zestien incidenten. Exclusief het incident met opvang van stoffen waar de bescherming bij doorslag wel werkte

Figuur 4 laat zien dat bij zes van de incidenten een noodmaatregel wel haalbaar was, maar dat geen adequaat middel werd verschaft of dat dit middel niet naar behoren heeft gewerkt. Een voorbeeld van een noodmaatregel die wel werkte, is het incident met opvang van stoffen, waarbij een overdekte calamiteitenbak de emissie van de gevaarlijke stof kon opvangen en er geen dispersie naar de buitenlucht plaatsvond.

Bij de overige tien incidenten is het extra van belang om afwijkingen in de 1^e en 2^e LoD adequaat op te vangen.

Falende bescherming bij afwijkende stof

Bij incident 1 kwam chloorgas vrij, bij een afvalwatervat, dat door een monteur werd ingeademd die bij het vat werkzaamheden moest uitvoeren. Na onderzoek bleek dat er twee productstromen uitkwamen in het vat, die niet bij elkaar hadden moeten komen. Dit was niet opgemerkt doordat de P&ID-tekeningen niet waren geactualiseerd.

Het afvalwater bevatte openingen rondom leidingwerk en bij de pomp. Het onvoorziene chloorgas kon via deze openingen naar buiten stromen. Primair had het bedrijf moeten voorkomen dat de twee productstromen samenkwamen in één vat. Door te werken met een vat dat een opening naar de buitenlucht bevatte, was het bedrijf niet beschermd tegen de onvoorziene situatie (het ontstaan van chloorgas in het afvalwatervat).

Extra aandacht voor procesbeheersing en herstel van afwijkingen

Bij incident 7 werd ammoniak geëmitteerd doordat de procesomstandigheden (druk, temperatuur en stroming) niet onder controle waren om het ammoniak terug te winnen uit de stroom afvalwater. De uitstoot naar de schoorsteen bevatte daardoor veel meer ammoniak dan normaal. Aangezien de schoorsteen een open verbinding met de buitenlucht heeft, kan een emissie van het ammoniak niet meer worden voorkomen wanneer de stroom naar de schoorsteen te veel ammoniak bevat. Voor dit incident zijn de eerste twee LoD's dus extra belangrijk.

Geen noodmaatregel bij het werken aan een gevulde opslagbol

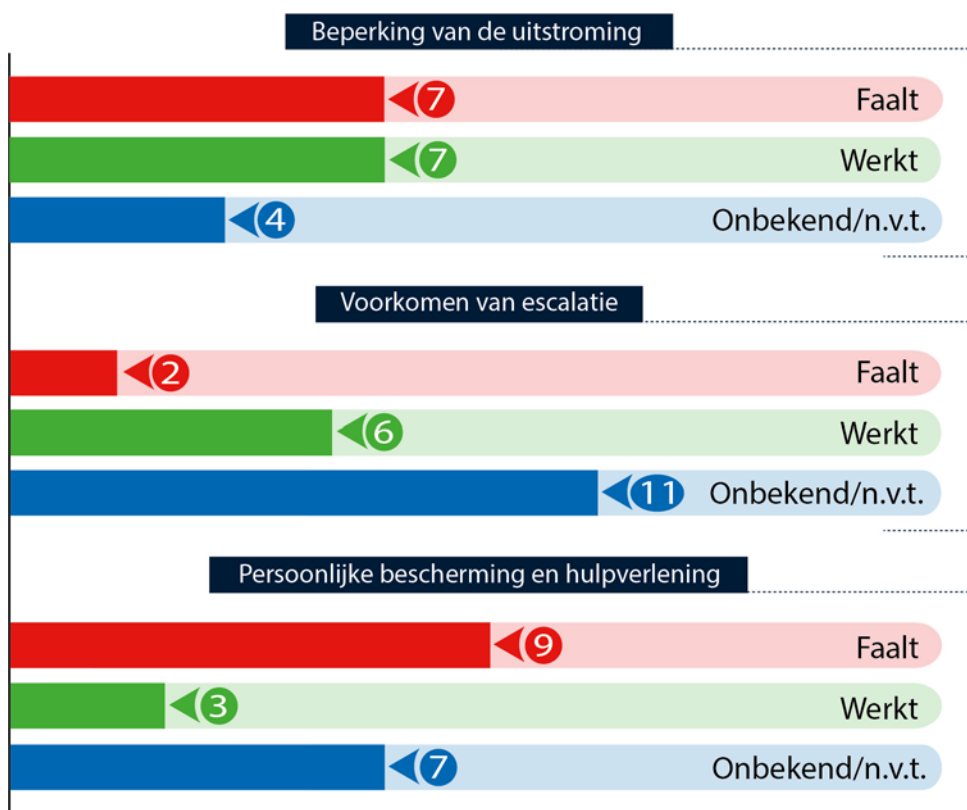
Bij incident 12 wordt instrumentatie losgeschroefd van een gevulde opslagbol. Op zich is dat mogelijk omdat het binnenste deel van het instrument achterblijft en de tank dan luchtdicht afgesloten blijft. Door corrosie en draaien en wrikken aan de instrumentatie kwam echter ook het binnenste deel los en kon er een gevaarlijke stof ontsnappen uit de opslagbol. Wanneer een gevulde opslagbol wordt geopend, is er na de goede voorbereiding en de LMRA geen 3^e LoD meer. Daarom is het raadzaam om de nodige voorzichtigheid te betrachten bij de eerste 2 LoD's (goede voorbereiding en LMRA).

3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen

Als eenmaal een uitstroming van gevaarlijke stoffen plaatsvindt, zijn verschillende maatregelen mogelijk die de ernst van de gevolgen kunnen beperken: mitigerende maatregelen. In het analysemodel zijn deze maatregelen ook weer verdeeld over drie '*lines of defence*'. Allereerst kan de uitstroming worden gestopt door het sluiten of inblokken van een systeem, of kan de drijvende kracht achter de uitstroming worden weggenomen, bijvoorbeeld door het leegpompen van een installatie. Ten tweede kan verdamping en verspreiding van gevaarlijke stoffen worden beperkt, bijvoorbeeld met een tankput en schuim- en sproeisystemen, en

kan een gaswolkbrand of -explosie worden voorkomen door het wegnemen van ontstekingsbronnen. Ten derde kunnen het aantal slachtoffers en de ernst van het letsel worden beperkt door het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, door vluchten en evacueren, en door snelle hulpverlening aan de slachtoffers.

In Figuur 5 is weergegeven welke maatregelen voor het beperken van de gevolgen hebben gewerkt in de praktijk en welke faalden. Het incident met opvang van stoffen is hier niet meegenomen omdat hier geen stoffen vrijkwamen en geen maatregelen nodig waren voor het beperken van de gevolgen.



Figuur 5 Aantallen maatregelen voor het beperken van de gevolgen, die hebben gewerkt in praktijk of die faalden. Per LoD kunnen meerdere maatregelen falen of werken; de aantallen tellen niet op tot zestien incidenten. Het incident met opvang van stoffen is hier niet van toepassing

In Figuur 5 is te zien dat vooral de maatregelen met betrekking tot het beperken van de uitstroming en het voorkómen van escalatie relatief vaak hebben gewerkt. In zeven incidenten werd de uitstroming beperkt door inblokken (afsluiters dichtdraaien, aandraaien van flenzen) en verpompen van materialen (stoppen van toevoer door een pomp of door leeg te pompen).

Bij het voorkómen van escalatie werd in vijf incidenten succesvol verdamping en/of dispersie tegengegaan, materiaal opgevangen in noodopvang, ontsteking voorkomen en brand bestreden.

In de laatste LoD faalden de maatregelen vaker dan dat ze hebben gewerkt. In deze LoD kan de impact van een incident nog worden beperkt door evacuatie, vluchtroutes en snelle hulpverlening. Tevens zijn hierin de persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) opgenomen. PBM's worden volgens de arbeidshygiënische strategie pas ingezet als laatste redmiddel als het werken met een gevaarlijke stof niet kan worden voorkomen en collectieve en individuele beschermingsmaatregelen (technische en organisatorische) niet of niet afdoende kunnen worden genomen. Bij drie incidenten werden geen PBM's aangeboden of voorgeschreven door het bedrijf. De werknemers droegen geen adembescherming, omdat men niet had ingeschat dat er gevaarlijke stoffen aanwezig zouden zijn (incident 1 en 2) of droegen zij geen vloeistofdichte werkkleding terwijl er onverwachts een kraantje lekte (incident 9).

Geen persoonlijke beschermingsmiddelen verschaft

Bij incident 2 beklom een schoonmaakmedewerker een mobiele tank met ademventiel die werd gevuld met slops uit een tank. Hij had een zwavelwaterstof (H₂S) meter bij zich die kort een alarmsignaal afgaf. De medewerker bleef vervolgens doorwerken. Bij een tweede alarm probeerde hij het dak van de tank te verlaten. Vrijwel gelijktijdig werd hij onwel. Hoewel er adembescherming was geadviseerd, is onduidelijk waarom dit advies niet werd opgevolgd. Naar aanleiding van dit incident gaat het bedrijf de risico's beter inventariseren en het personeel beter instrueren over het omgaan met H₂S.

In Figuur 5 is ook te zien dat de status van de maatregelen vaak 'onbekend of niet van toepassing' is. Meestal is het type maatregel dan niet relevant voor het incident, zoals het beperken van de uitstroming in geval van een stofexplosie of het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen bij een incident zonder aanwezige personen in de omgeving.

3.5 Achterliggende oorzaken

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

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

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

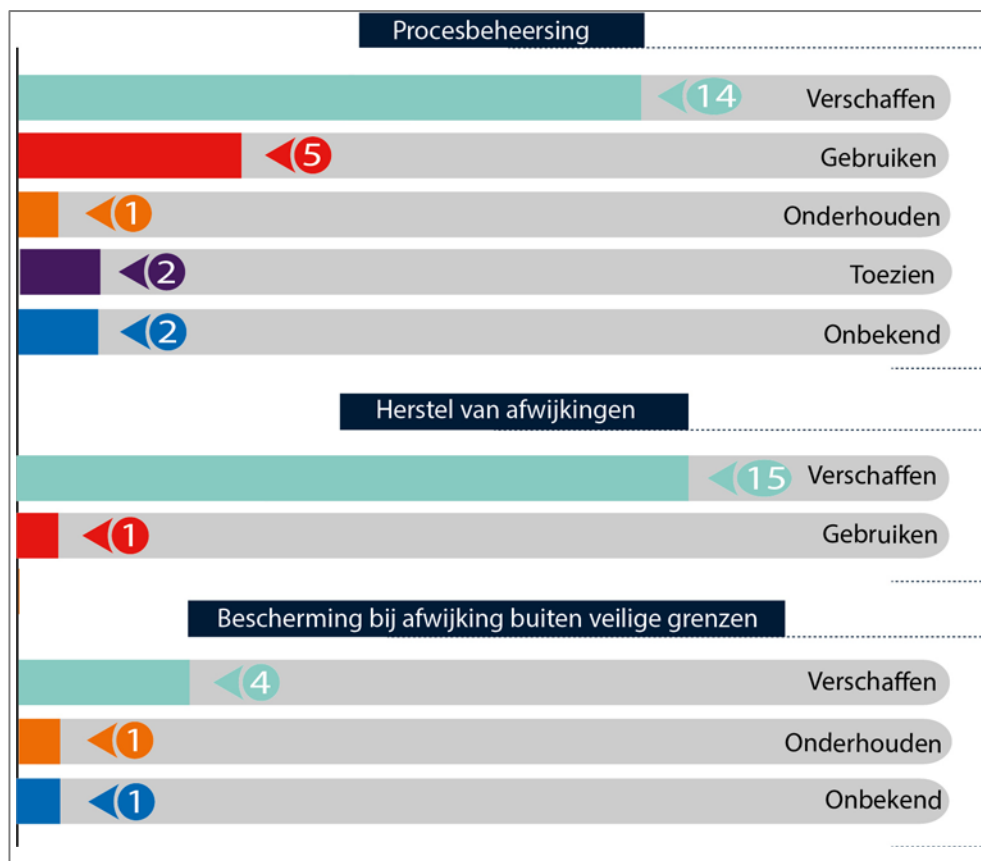
- Taken: veiligheidsmaatregelen moeten zijn *verschafft* en daarna adequaat worden *gebruikt, onderhouden en gemonitord*. Alleen als al deze taken goed functioneren, kunnen de genomen veiligheidsmaatregelen incidenten voorkomen of de gevolgen ervan beperken.
- Managementfactoren: dit zijn organisatievereisten die ertoe moeten leiden dat veiligheidsmaatregelen goed functioneren. Er wordt onderscheid gemaakt naar organisatorische, technische en cultuur-gerelateerde factoren. De organisatorische factoren in het model zijn de aanwezigheid van adequate *plannen en procedures* en de *beschikbaarheid en competentie* van personeel. De technische factoren zijn de aanwezigheid en geschiktheid van *materiaal* en materieel en goede *ergonomische omstandigheden*. De culturele aspecten in het model zijn *motivatie en alertheid* van de organisatie en de afwezigheid van *tegenstrijdige belangen* tussen productie en veiligheid.
- VBS-elementen: in Bijlage III van Richtlijn 2012/18/EU worden zeven elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) genoemd die invulling geven aan het preventiebeleid ter voorkoming van zware ongevallen. Voor falende maatregelen wordt in het model nagegaan welk VBS-element het meest van toepassing was.

Een uitgebreidere uitleg over de betekenis van de taken, managementfactoren en VBS-elementen is opgenomen in [6].

3.5.1

Verschaffen, gebruiken, onderhouden en toezien van maatregelen

In Figuur 6 zijn de falende taken weergegeven die betrekking hebben op de preventieve maatregelen in de eerste 3 (preventieve) LoD's.



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

In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen voornamelijk niet verschaft of werden ze niet (goed) gebruikt. Er moet dus beter worden gelet op het hebben van de benodigde maatregelen en ook op of deze goed worden gebruikt in de praktijk. Ook in de tweede en derde LoD komt het voornamelijk neer op het verschaffen van maatregelen. In de derde LoD waren maatregelen in elf incidenten onbekend of niet van toepassing, waardoor de aantallen lager zijn.

Geen procesinstrumentatie aanwezig (verschaft)

Bij incident 11 werd voor het onderhoud van een oven een aantal afsluiters geopend. Omdat er altijd stoom moet stromen om schade door oververhitting aan de installatie te voorkomen, is er een sleutelprocedure die borgt dat altijd één afsluiter open blijft. Die procedure dwingt echter geen volgorde van openen af. Tijdens het aflopen van de procedure wordt niet de juiste volgorde gevolgd en wordt de buitenluchtafsluiter geopend. Een ontvlambaar gas-vloeistofmengsel ontsnapt daarop, ontsteekt en veroorzaakt een vuurbal waar twee operators in terechtkomen.

Er was geen drukmeter aanwezig op het leidingstuk naar de buitenluchtafsluiter. Hiermee had de operator nog kunnen zien of het leidingstuk drukloos is en had hij de procedure kunnen afbreken, of had hij alsnog de juiste route kunnen volgen. Na het incident wordt deze instrumentatie wel aangebracht.

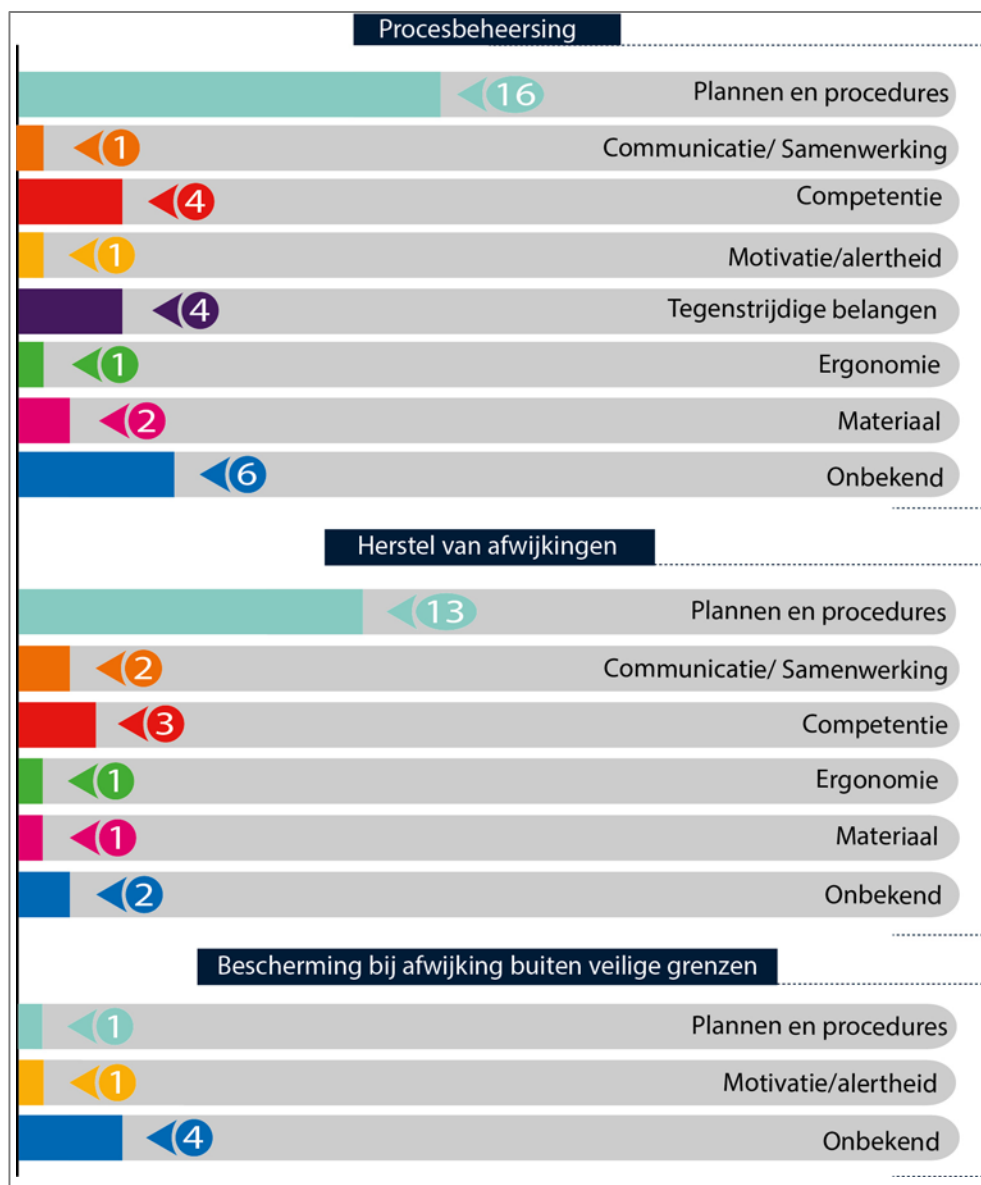
Verkeerd gebruik van brilflens

Bij incident 14 wordt na een turnaround een brilflens abusievelijk in open stand teruggemonteerd. Daardoor kon waterstoffluoride (HF) in het achterliggende leidingdeel komen. Het betreffende leidingdeel ging naar een fakkelinstallatie en werd tijdens normale bedrijfsvoeringen niet gebruikt. De brilflens en instructies waren wel aanwezig, maar het ging hier fout bij het gebruiken/monteren.

3.5.2

Managementfactoren en maatregelen

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



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

Bij deze zeventien incidenten werden relatief veel tekortkomingen gevonden in de plannen en procedures. Bij vijftien van de zeventien incidenten werd bij minimaal één van de maatregelen wel een tekortkoming in plannen en procedures aangetroffen. In de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar was dit percentage 60%.

De geconstateerde tekortkomingen betekenen dat de plannen en procedures niet aanwezig waren, of dat deze ontoereikend zijn voor de specifieke situatie:

- Soms waren er helemaal geen plannen, omdat het risico niet werd gezien (nummer 1, 2 en 12), zelfs als er wel instrumentatie was om afwijkingen te detecteren (nummer 17). Dit hangt dan ook sterk samen met VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren'.
- Plannen voor de inspectie van installatieonderdelen schieten soms tekort door een verkeerde beoordeling van gevaren. Zo werd bij incident 5 de apparatuur ten onrechte niet als kritisch gezien, werd bij incident 13 de (toegenomen) stroming niet als kritisch beschouwd en werden bij incident 15 de gevolgen van een eventuele emissie als niet-relevant beoordeeld.
- In enkele incidenten waren er wel procedures, maar richtten deze zich slechts op het beheersen van een deel van het risico ('de druk moest niet te laag worden, maar het risico van te hoge druk werd niet gezien', nummer 3) of was de procedure wel geschikt voor het opstarten van één installatieonderdeel maar niet voor meerdere tegelijk (nummer 8).
- Soms hadden eenvoudige checklists kunnen helpen:
 - o om na te gaan of alle afsluiters dicht stonden (nummer 6);
 - o om te checken of alle (kritische) procedurestappen zijn opgevolgd (nummer 11);
 - o om na te gaan of herbouw volgens ontwerp is uitgevoerd (nummer 10).

Andere managementfactoren zijn in deze zeventien incidenten minder prominent zichtbaar. In de eerste LoD worden competentie van personeel (ervaring, opleiding en instructies) en tegenstrijdige belangen ('productiebelangen vóór veiligheid') elk nog vier keer genoemd als achterliggende oorzaak voor het falen van een maatregel. De overige vijf managementfactoren worden maximaal twee keer genoemd.

Onvoldoende competentie bij terugwinning van ammoniak

Bij incident 7 is het belangrijk voor het terugwinnen van ammoniak uit een waterrijk mengsel dat het ammoniak goed condenseert. De operator die de opstart uitvoerde, deed dat voor het eerst. De persoon die hem moest begeleiden had ook andere taken en verantwoordelijkheden en had daardoor onvoldoende tijd voor goede begeleiding. Voor het opstarten van deze installatie bestonden twee werkinstructies: een lange en een korte versie. De lange versie was tijdelijk niet beschikbaar. Daardoor werd, met toestemming van de eindverantwoordelijke, de korte versie gebruikt. In de korte versie ontbrak een belangrijke stap in het opstartproces. De personen in de controlekamer leefden in de veronderstelling dat het ammoniak in de installatie voldoende condenseerde. Uit beschikbare temperatuurmetingen kon worden afgeleid dat het ammoniak onvoldoende condenseerde, maar de operator en zijn begeleider waren daarvan niet op de hoogte.

Tegenstrijdige belangen

Bij incident 2 stond een nieuwe eigenaar van het bedrijf onder tijdsdruk om tanks spoedig te reinigen en te ontmantelen. Een vaste indiktank op de terminal mocht van de vergunningverlener niet meer worden gebruikt. De nieuwe eigenaar was nog onvoldoende bekend met de activiteiten, gevaren en risico's en leunde nog op de kennis van de oude eigenaar. Tijdens de werkzaamheden is een medewerker blootgesteld aan H₂S. Hier komen tegenstrijdige belangen naar voren tussen enerzijds snel werken onder tijdsdruk en anderzijds veilig willen werken, wat meer tijd zou kosten.

Falende communicatie bij herstel van een afwijking

Bij incident 15 lekte isobutaan via het koelwatersysteem naar de buitenlucht. De lekkage was ontstaan in een warmtewisselaar. In de warmtewisselaar werd isobutaan in een pijpenbundel door koelwater geleid. Na het incident bleek dat de pijpenbundel door corrosie was aangetast. Meer specifiek ging het om een combinatie van corrosie onder afzettingen en biologische corrosie. Door de corrosie kon het isobutaan in het koelwater terechtkomen.

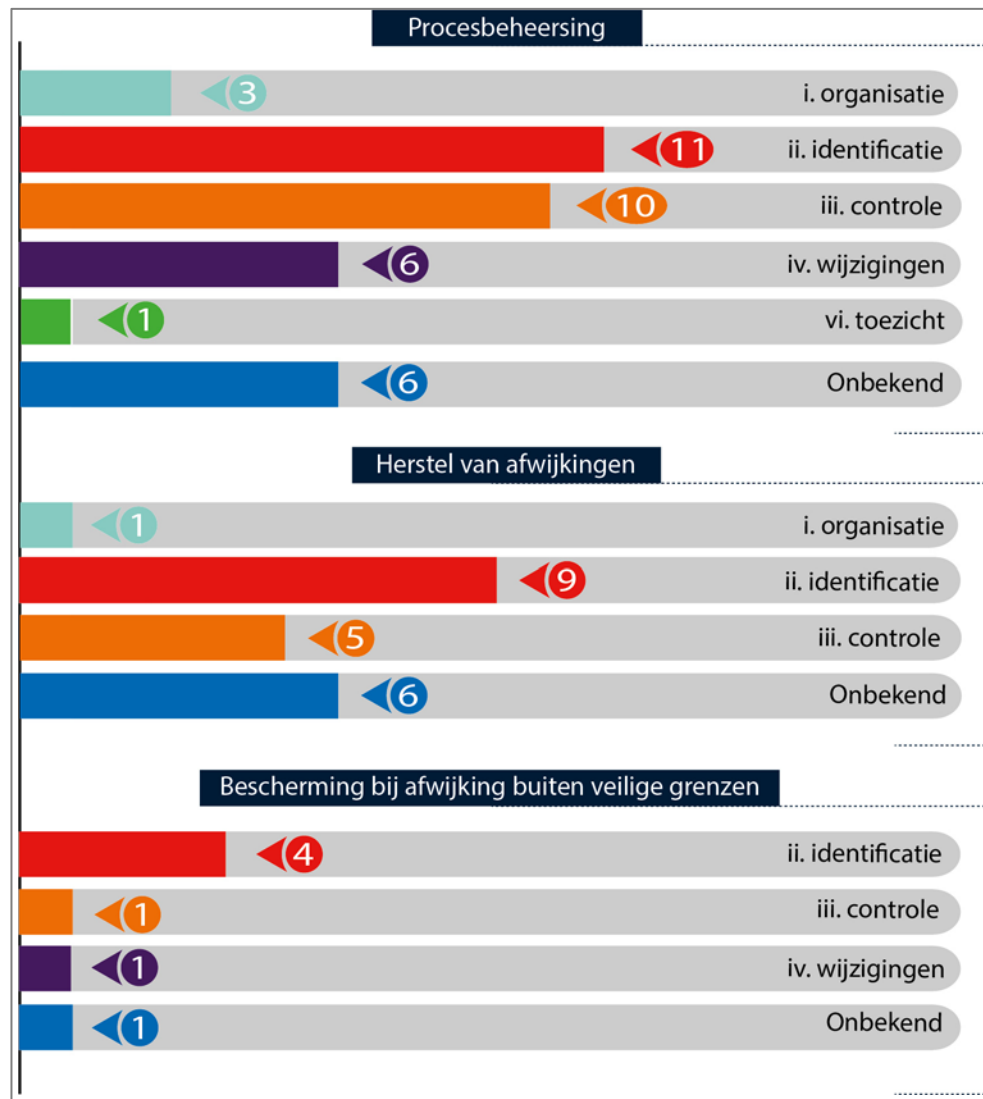
De warmtewisselaar werd elke zes jaar inwendig geïnspecteerd. De inspectiefrequentie was gebaseerd op een algemene studie naar faalmechanismen voor onderdelen van het koelwatersysteem. In die studie was geen aandacht voor de combinatie van corrosie onder afzettingen en biologische corrosie in warmtewisselaars. Daardoor was de inspectiefrequentie in verhouding tot de feitelijke risico's te laag.

Bij een andere fabriek op dezelfde inrichting hadden drie jaar eerder ook twee lekkages door interne corrosie in een warmtewisselaar plaatsgevonden. Na die incidenten had het bedrijf een instrument ontwikkeld waarmee kon worden bepaald welke warmtewisselaars een verhoogde kans op falen hadden. Hierdoor konden onderhoud en inspectie aan warmtewisselaars effectiever worden uitgevoerd. Het nieuwe instrument werd echter alleen gebruikt binnen de fabriek waarin de eerdere lekkages hadden plaatsgevonden; andere delen van de organisatie waren er niet mee bekend. Het bedrijf heeft daarmee een kans laten liggen om ook het onderhoudsprogramma van warmtewisselaars in de andere fabrieken te verbeteren.

3.5.3

Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen

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



Figuur 8 Aantallen relevante elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen.

Elementen zijn voor het overzicht in de grafiek afgekort: i. organisatie en personeel, ii. identificatie en beoordeling van gevaren, iii. controle op de exploitatie, iv. wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, vi. toezicht op de prestaties.

Per incident kunnen meerdere maatregelen falen en zijn per maatregel meerdere VBS-elementen mogelijk; de aantallen tellen niet op tot zeventien incidenten

In de Storybuilder-analyse wordt per falende maatregel bekeken welk VBS-element hiermee samenhangt. Dit kan betekenen dat er per LoD andere VBS-elementen worden aangemerkt. Een voorbeeld is incident 6, waar wijzigingen aan een klep waren uitgevoerd (LoD1, betrokkenheid van element iv), die hadden kunnen worden opgemerkt met een adequate inspectie (LoD2, betrokkenheid van element iii).

Uit de analyse blijkt dat falende preventieve maatregelen vaak samenhangen met onderdeel ii: 'de identificatie en beoordeling van gevaren', en onderdeel iii: 'de controle op de exploitatie'. Van de andere VBS-elementen kwam voornamelijk iv: 'de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen' in de eerste LoD voor (7×).

Geen identificatie van het gevaar bij complex opstarten

Bij incident 8 werden na een storing bij een destillatiekolom meerdere fornuizen opgestart. Vanwege onvoldoende vloeistofdoorstroming door uitval van een pomp en het niet opmerken hiervan werd een leiding te heet, waarna deze barstte en er brand ontstond. Het feit dat het erg complex is om meerdere fornuizen op te starten en dat de procedure voor het opstarten van één fornuis niet geschikt is voor het opstarten van meerdere tegelijk, was niet als risico geïdentificeerd.

Falende controle op de exploitatie

Bij incident 14 werd een brilflens in open stand teruggemonteerd na onderhoudswerkzaamheden. Controle hierop faalde doordat dit werd uitgevoerd door een andere persoon en de flens moeilijk zichtbaar was. Er had nog een correctie plaats kunnen vinden door de flens mee te nemen in periodieke inspectierondes. Dit bleef waarschijnlijk achterwege doordat de leiding in een installatiedeel zat, dat bij normaal bedrijf niet werd gebruikt.

Falend handelen bij wijzigingen

Bij incident 10 begaf een lasverbinding het na circa 14 jaar spontaan. De opbouw van de aangelaste leiding had niet plaats gevonden volgens het ontwerp en dit heeft mogelijk extra spanning op de las gezet. Na dit incident wordt de installatie gerepareerd en opnieuw niet volgens het ontwerp opgebouwd. Geconcludeerd werd dat de wijze waarop wordt omgegaan met wijzigingen ten aanzien van het ontwerp, het vastleggen op tekeningen en communicatie hierover met externe contractors, verbeterd kan worden.

4 Conclusies

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de zeventien incidenten die dit jaar zijn onderzocht, hebben elk hun eigen kenmerken. Op basis van het beperkte aantal incidenten dat is onderzocht, kunnen geen algemene patronen worden afgeleid die voor alle MHC-incidenten gelden.

Toch zijn er verschillende zaken die opvallen wanneer deze incidenten worden samengebracht in het Storybuilder-model. Een aantal waarnemingen kan in perspectief worden gezet door deze te vergelijken met de grotere hoeveelheid incidenten uit het rapport over vijftien jaar incidentenanalyses [6]:

Het grootste deel van de incidenten vond plaats tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen

- Tien van de zeventien incidenten vonden plaats tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen van installaties. De overige incidenten gebeurden tijdens normaal bedrijf.
- De tijdsduur van werkzaamheden tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen is relatief kleiner dan bij normaal bedrijf en volgens de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar vond 60% van de ongevallen tijdens normaal bedrijf plaats. Deze zeventien incidenten laten nu duidelijker zien dat de kans op een incident tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen relatief groter is.
- Bedrijven wordt aanbevolen de handelingen tijdens opstart, onderhoud en uit bedrijf nemen extra kritisch te blijven bekijken, zeker waar deze afwijken van de reguliere werkzaamheden.

Menselijke fouten en materiaalverzwakking zijn belangrijkste directe oorzaken van incidenten

- Bij elf van de zeventien incidenten worden menselijke fouten of materiaalverzwakking genoemd als directe oorzaak. Dit wijkt niet af van de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar.
- Met 'menselijke fouten' worden 'ongewenste menselijke handelingen' bedoeld. Ongewenste handelingen worden bij de onderzochte incidenten vooral veroorzaakt door ontbrekende of onduidelijke werkprocedures en -instructies. Het is daarom belangrijk om ruim aandacht te schenken aan de toereikendheid en duidelijkheid van werkprocedures en -instructies.
- Voor materiaalverzwakking is het van belang om te blijven letten op de juiste materialen, ontwerp en beheersing van condities met betrekking tot materiaaldegradatie. In verschillende incidenten waren inspectieprogramma's afwezig of konden deze worden verbeterd. Het is daarbij ook zaak om te blijven letten op veranderende procescondities.

Mogelijkheden om afwijkingen te herstellen ontbreken vaak

- Bij vijftien incidenten had de organisatie niet de juiste technische middelen of organisatorische procedures getroffen om afwijkingen tijdig te kunnen ontdekken en herstellen. In de

database met vijftien jaar incidenten is dit percentage flink lager, circa 35%.

- In deze zeventien incidenten ontbraken de nodige voorzieningen om tijdig afwijkingen te kunnen signaleren. Denk hierbij aan alarmniveaus voor kritische procesparameters en aan het uitvoeren van periodieke inspecties en LMRA's (last minute risk analyses) om afwijkingen boven water te krijgen.

Aanvullende noodmaatregelen ontbreken vaak

- Bij zes incidenten waren noodmaatregelen praktisch wel haalbaar, maar waren ze niet verschaft of werkten ze niet naar behoren. Dit percentage komt redelijk overeen met de database met vijftien jaar incidenten.
- Bij de overige incidenten komt de bescherming van installaties en mensen volledig neer op maatregelen rondom procesbeheersing en het herstel van afwijkingen. Voor een groot deel van de incidenten berust de veiligheid dus op twee pijlers: voorkomen dat afwijkingen ontstaan en ervoor zorgen dat afwijkingen die toch ontstaan tijdig worden gedetecteerd en verholpen.

Mitigerende maatregelen beperken vaker de gevolgen

- Maatregelen met betrekking tot het beperken van de uitstroming en het voorkomen van escalatie werkten relatief vaak. In de allerlaatste linie van maatregelen voor evacuatie, toevlucht, hulpverlening en persoonlijke bescherming (PBM's) schoten de maatregelen echter in zes van de zeventien incidenten tekort.
- Deze percentages wijken niet af van de database met vijftien jaar incidenten. Ze geven het belang aan van het hebben van maatregelen om de impact van een incident te beperken met goede evacuatie, vluchtroutes, snelle hulpverlening en als laatste redmiddel juiste en geschikte PBM's.

Achterliggende oorzaken: 'plannen en procedures' vaak niet in orde, relatie met VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren'

- Bij vijftien van de zeventien incidenten werden tekortkomingen in plannen en procedures gevonden. Dit aandeel is hoger dan de 60% in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar.
- Bij deze zeventien incidenten waren er soms geen werkplannen of -instructies omdat het risico niet werd gezien, of ontbraken onderdelen aan inspectieplannen omdat apparatuur niet als kritisch wordt gezien. Dit hangt dan ook sterk samen met het VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren' waar nog meer nadruk op kan worden gelegd door de bedrijven.
- Soms waren er wel procedures, maar richtten deze zich op het beheersen van een te beperkt deel van het risico. In een aantal incidenten hadden eenvoudige checklists kunnen helpen.

Referenties

- [1] Resultaten analyse MHC-incidenten waarvan het ongeval is afgerond in 2014/2015. VRM14.03248-R.03. RPS. 28 augustus 2015. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2014*. Beschikbaar via <https://zoek.officiëlebekendmakingen.nl/blg-586345.pdf> (ingezien op 30 maart 2021).
- [2] Incidentrapportage 2015/2016. 1600948A00-R16-0331600948A00-R16-033. RPS. 4 mei 2016. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2015*. Beschikbaar via <https://zoek.officiëlebekendmakingen.nl/blg-776787.pdf> (ingezien op 30 maart 2021).
- [3] Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2016-2017. Rapport 2017-0085. RIVM. 2017. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2016*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-bij-grote-bedrijven-met-gevaarlijke-stoffen-2016-2017> (ingezien op 30 maart 2021).
- [4] Analyse van incidenten bij grote bedrijven met gevaarlijke stoffen 2017-2018. Rapport 2018-0057. RIVM. 2018. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2017*. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-met-gevaarlijke-stoffen-bij-grote-bedrijven-2017-2018> (ingezien op 30 maart 2021).
- [5] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote bedrijven 2018. Rapport 2019-0054. RIVM. 2019. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2018*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/07/08/rapportenbundel-staat-van-de-veiligheid-brzo-bedrijven-2018> (ingezien op 30 maart 2021).
- [6] Vijftien jaar incidentanalyse, Kenmerken van incidenten met gevaarlijke stoffen bij majeure risicobedrijven in de periode 2004-2018, RIVM Rapport 2019-0042. RIVM. 2019. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2018*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/07/08/rapportenbundel-staat-van-de-veiligheid-brzo-bedrijven-2018> (ingezien op 30 maart 2021).
- [7] Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC, RIVM Rapport 2020-0129. RIVM. 2020. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0129.pdf> (ingezien op 30 maart 2021).

- [8] Besluit van 27 mei 1999 tot vaststelling van het Besluit risico's zware ongevallen 1999 en tot herziening van enkele andere besluiten in verband met de uitvoering van Richtlijn nr. 96/82/EG van de Raad van de Europese Unie van 9 december 1996 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken. Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0010475/2014-02-14> (ingezien op 30 maart 2021).
- [9] Besluit van 25 juni 2015, houdende vaststelling van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 en herziening van enkele andere besluiten in verband met de implementatie van Richtlijn 2012/18/EU van het Europees Parlement en de Raad van 4 juli 2012 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken, houdende wijziging en vervolgens intrekking van Richtlijn 96/82/EG van de Raad (Besluit risico's zware ongevallen 2015). Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0036791/2015-07-08> (ingezien op 30 maart 2021).
- [10] Overzicht Brzo-locaties, peildatum 1 april 2021. Bureau BRZO+. Beschikbaar via <https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven> (ingezien op 7 april 2021).
- [11] Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, van 29 februari 2016, nr. IENM/BSK-2016/39486, houdende regels ter uitwerking van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (Regeling risico's zware ongevallen). Beschikbaar via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0037692/2016-03-04> (ingezien op 30 maart 2021).
- [12] Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. PGS-6:2016. November 2016. Beschikbaar via <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/PGS6.html> (ingezien op 30 maart 2021).

Bijlage

Incident nr 1	Operator ademt onverwacht chloor in na openen van een flens.
Bedrijfstype	20.14.9 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	Een contractor moest een spacer plaatsen tussen twee flenzen om de spanning op een leiding van een afvalwatervat met een pomp te verlagen. De werkzaamheden vonden plaats in een put, in de nabijheid van het afvalwatervat. Tijdens de werkzaamheden, die ongeveer een half uur duurden, rook de contractor een zwembadlucht. Bij het verlaten van de put begon hij te hoesten en werk hij onwel. Hij werd naar een ziekenhuis vervoerd en een nacht ter observatie opgenomen. Hij bleek te zijn blootgesteld aan chloorgas in de put. De installatie was ongeveer 10 jaar eerder aangepast, waarbij afvalstromen van een zuur- en een loogscrubber beiden uitkwamen in hetzelfde afvalwatervat. Hierdoor kon chloor gevormd worden in het afvalwatervat. Via kleine reguliere openingen in het vat, rondom toevoerleidingen en rondom de pomp, kon het chloorgas naar buiten stromen en zich in de put ophopen. Het is onduidelijk of ten tijde van de aanpassing een gevarenanalyse voor de wijziging is uitgevoerd. De wijziging in de installatie was niet overgenomen op de P&ID's. Daardoor was het risico van chloorgasvorming ook niet onderkend in een nieuwe, recentere HAZOP. Het bedrijf was daarom niet op de hoogte van het feit dat zich in en om dit onderdeel chloorgas kon verzamelen. De installatie werd ten onrechte beschouwd als een laagrisico-installatie. Voor de werkzaamheden was een werkvergunning afgegeven en een LMRA afgenomen. Daarin werd geen rekening gehouden met de mogelijkheid van blootstelling aan chloorgas. De waarneming van een zwembadgeur was geen reden voor extra voorzichtigheid omdat op dit deel van de inrichting regelmatig zo'n geur geroken werd. Na het incident zijn trainingen gegeven over het gevaar van chloor, zijn de voorschriften voor het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) bij werkzaamheden in de nabijheid van deze installatie aangepast en is een chloormeter aangebracht om de concentratie te kunnen monitoren. Op langere termijn wordt nagegaan of de inrichting van de installatie en het proces moeten worden herzien.

Incident nr 1	Operator ademt onverwacht chloor in na openen van een flens.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Na het vrijkomen van chloor werd 1 persoon in het ziekenhuis opgenomen. Deze heeft vermoedelijk geen permanent letsel.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 2	Onwelwording van een medewerker na inademen waterstofsulfide uit een open tankcontainer.
Bedrijfstype	52.10.1 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving gebeurtenissen	Bij een terminal voor bulkopslag van vloeistoffen wordt een opslagtank gelegeerd en schoongemaakt. Het slib uit de tank wordt opgevangen in een vacuümwagen. Tijdens het lossen wordt veelvuldig waterstofsulfide (H₂S) gemeten. Daartoe besluit het bedrijf een gaswasser te plaatsen op de vacuümwagen. Door problemen bij de afvalverwerker kan de vacuümwagen niet worden afgevoerd naar de afvalverwerker. Daarom besluit het bedrijf om het slib uit de vacuümwagen over te brengen naar een mobiele indiktank. Na een uur lossen hoorde een schoonmaakmedewerker een klepperend geluid vanaf het dak van de tank. De medewerker beklimt de indiktank via een vaste trap om het probleem op te lossen. Kort na het betreden van het dak gaat de H₂S pieper van de medewerker gedurende korte tijd af. De medewerker gaat verder met zijn werkzaamheden op het dak. Enkele minuten later gaat de H₂S pieper voor een tweede keer af en wordt het slachtoffer onwel. Hij gaat de trap af en blijft onderaan de trap zitten omdat hij niet meer kan lopen. Hij heeft onvoldoende stem om operators die verderop aan het werk zijn te roepen. De operators zien het slachtoffer zitten en brengen hem naar de waterkant voor frisse lucht. Na een korte opleving wordt het slachtoffer twintig minuten later opnieuw onwel. Daarop bellen de operators de manager en worden hulpdiensten opgeroepen. Het slachtoffer wordt per ambulance naar het ziekenhuis gebracht. Het slachtoffer is op het dak van de mobiele indiktank blootgesteld aan H₂S. Het H₂S kwam vrij via een deels geopend mangat en/of een ontluchtingspijp op de tank. Het bedrijf had kort voor het incident een nieuwe eigenaar gekregen. De oude eigenaar had een slechte relatie met de vergunningverlener. Een deel van de vergunning werd

Incident nr 2	Onwelwording van een medewerker na inademen waterstofsulfide uit een open tankcontainer.
	ingetrokken. De nieuwe eigenaar stond onder tijdsdruk om tanks spoedig te reinigen en te ontmantelen. Een vaste indiktank op de terminal mocht van de vergunningverlener niet meer gebruikt worden. De nieuwe eigenaar was nog onvoldoende bekend met de activiteiten, gevaren en risico's en leunde nog op de kennis van de oude eigenaar. Het schoonmaakbedrijf werd ingehuurd via de oude eigenaar waarbij de verantwoordelijkheden niet duidelijk verdeeld waren tussen de betrokken partijen. In de procedures voor het leegmaken en reinigen van opslagtanks met verontreinigd slib was geen aandacht voor H₂S. Het gebruik van de mobiele tank was niet in de werkvergunning opgenomen. Het bedrijf had geen ervaring met het gebruik van de gaswasser en had geen instructies voor dat gebruik. Tijdens het af- en aankoppelen van verbindingen en tijdens het lossen van het slib naar de mobiele indiktank gingen meermaals H₂S alarmeren af. De HSEQ adviseur van het bedrijf adviseerde daarop de werkzaamheden stil te leggen maar om onduidelijke reden wordt dit advies niet opgevolgd. De persoon die toezicht moest houden op de werkzaamheden verliet de locatie voor een vergadering elders. Het slachtoffer droeg bij het beklimmen van de mobiele tank geen adembescherming en negeerde een alarm terwijl hij op het dak van de indiktank aan het werk was. Naar aanleiding van het incident gaat het bedrijf de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) opnieuw bekijken, het toezicht verhogen en de werknemers beter onderwijzen op het gevaar en omgaan met H₂S.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Eén medewerker is onwel geworden, kort in het ziekenhuis geobserveerd en heeft waarschijnlijk geen permanent letsel.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 3	Salpeterzuurnevel komt vrij uit schoorsteen.
Bedrijfstype	20.14.9 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	Een absorptiekolom werd tijdens opstartactiviteiten te ver opgevuld met salpeterzuur. Hierdoor ontstond een te hoog drukverschil in de kolom waardoor salpeterzuur is

Incident nr 3	Salpeterzuurnevel komt vrij uit schoorsteen.
	overgedrukt van een pompvat naar een separator. Daarop kon de separator de salpeterzuurdamp niet meer condenseren en vormde zich een nevel van salpeterzuur die via de schoorsteen naar de buitenlucht werd gebracht. De prikkelende damp werd opgemerkt door medewerkers van het naastgelegen fabrieksterrein. Daarna werd de compressor gestopt en stopte de emissie. Circa 2000 kg salpeterzuur is volgens berekening op deze manier geëmitteerd naar de buitenlucht. Dit scenario was niet onderkend in Hazops en risicobeoordelingen. In het verleden was ook al eens een salpeterzuurnevel geëmitteerd, met andere oorzaken. Dit was destijds onderzocht door een HAZOP team, maar het team werd beperkt in de scope van de opdracht en kon daarom geen diepgaande analyse uitvoeren. Mogelijk was toen het gevaar van dit scenario wel onderkend geworden. Er werd naar aanleiding van het eerdere ongeval wel gemonitord op uitstoot van NOx, maar dit is niet bedoeld als meting voor de detectie van salpeterzuurnevels. Na het ongeval is een niveau-alarm aangebracht in de separator om te waarschuwen voor de vorming van salpeterzuur in de bodem van dit vat. De werkinstructies worden ook aangepast: de eerdere instructie gaf ruimte om een overmaat salpeter te gebruiken. Hiermee werd namelijk de concentratie explosiegevoelig ammoniumnitriet zo laag mogelijk gehouden, maar er waren geen instructies tot welke druk dit mocht oplopen. De nieuwe instructie vermeldt nu een maximum druk.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen
Directe oorzaak	Hoge druk
Gevolgen	Vrijkomen van 2000 kg salpeterzuurnevel. Werknemers zijn blootgesteld, maar er is geen ziekenhuisopname of ziekmelding geweest.
Potentie	Vorming van een corrosieve wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 4	Methanol ontbrandt na vrijkomen uit een lekkende seal van een pomp.
Bedrijfstype	20.16 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)
Beschrijving gebeurtenissen	Door defecte lagers in een pomp ontstond speling op de pomp-as. Daarbij is een seal beschadigd geraakt waarna methanol vrijkwam. Het methanol kwam tot ontbranding, waarschijnlijk doordat de temperatuur in het pomphuis ten gevolge van de speling op de pomp-as verhoogd was. Door

Incident nr 4	Methanol ontbrandt na vrijkomen uit een lekkende seal van een pomp.
	de brand werd de sprinklerinstallatie geactiveerd en daarna was de brand snel onder controle. Eigen medewerkers van het bedrijf hebben de brand vervolgens nageblust en het systeem ingeblokt. Het is niet onderzocht waarom de lagers defect waren geraakt. De toestand van de lagers werd door het bedrijf niet geïnspecteerd.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Materiaalverzwakking (Overig: vermoeiing, brosheid, kruip, slijtage, enz.)
Gevolgen	Brand na vrijkomen van methanol uit een pomp, geen letsel.
Potentie	Vorming van een brandbare plas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan brand.

Incident nr 5	Vrijkomen van ammonia uit een terugslagklep die lang niet was geïnspecteerd.
Bedrijfstype	20.14.9 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	Een terugslagklep was gemonteerd op een leiding die gevuld was met een ammoniakoplossing op 90 bar en 90 graden Celsius. Bij het openen van een afsluiter na de terugslagklep knalde de terugslagklep uit elkaar. Drie onderhoudsmedewerkers, die bezig waren met voorbereidingen van het opstarten van een reactor, stonden in de directe nabijheid, 1 persoon binnen 1 meter van de terugslagklep. Geen van hen werd getroffen door de brokstukken of vrijkomende hete vloeistof. Wel is ammoniakdamp ingeademd en heeft een persoon kneuzingen opgelopen tijdens het wegvluchten vanaf het werkbordes. Zij hebben geen blijvend letsel opgelopen. Er kwam ca 180 kg ammonia vrij (oplossing van 40% ammoniak in water), met daarin 35 kg ethyleendichloride. Hieruit verdampte 100 kg ammonia; de rest stroomde af naar de waste pit. Uit onderzoek blijkt dat de bouten die de terugslagklep bij elkaar houden te kort waren. Er waren bouten gebruikt die maar ca 2 mm in het schroefgat gedraaid konden worden. Waarschijnlijk was dit een fout bij de leverancier. Daardoor konden twee inbusbouten in de bodem in de vijf jaar sinds de montage lostrillen en faalde de terugslagklep toen hij werd blootgesteld aan de procesdruk. De gevolgen van het falen werden verergerd door de aanwezigheid van een titanium plaatje, dat was bedoeld als steker en moet men

Incident nr 5	Vrijkomen van ammonia uit een terugslagklep die lang niet was geïnspecteerd.
	zijn vergeten weg te halen. Als dit plaatje er niet had gezeten, was de terugslagklep direct gefaald na het openen van de eerste afsluiter en was er slechts heet proceswater (met enkele procenten amines) op hoge druk uitgestroomd. De terugslagklep is niet volgens voorschrift jaarlijks uitgebouwd, gedemonteerd en opnieuw geassembleerd omdat de terugslagklep niet in het onderhoudssysteem was opgenomen, omdat deze bij normaal bedrijf niet werd gebruikt. Als deze wel in het onderhoudssysteem was opgenomen had men ook kunnen merken dat de bouten niet op het gewenste aanhaalmoment waren aangedraaid.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (voorbereiding voor stop)
Directe oorzaak	Menselijke fout (voorbereiding voor stop)
Gevolgen	Vrijkomen van 180 kg ammoniak-water met opgelost ethyleendichloride, waaruit ca 100 kg ammoniak is verdampt. Drie werknemers werden blootgesteld en na medische controle kon men het werk hervatten, zonder vermoedelijk permanent letsel.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 6	Incident met opvang van stoffen: TBA stroomt uit in een calamiteitenbak na open laten van afsluiter.
Bedrijfstype	20.13 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van overige anorganische basischemicaliën (SBI 20.13)
Beschrijving gebeurtenissen	Bij het opstarten van een fabriek na onderhoud wordt waterig tertiair-butylalcohol (TBA) gedestilleerd om de waterfractie in het TBA te verminderen. Na ongeveer 35 uur wordt opgemerkt dat het niveau van één van de tanks waaraan (waterig) TBA wordt toegevoegd, sneller daalt dan verwacht. Bij het nalopen van de opijning veronderstellen de operators dat TBA via een openstaande veiligheidsklep en de daaraan verbonden drainleiding wegloopt naar een overdekte calamiteitenbak. Bij nadere inspectie blijkt ook dat een afsluiter naar de drainleiding na eerdere werkzaamheden deels open is blijven staan. De lekkage stopt nadat het overdrukventiel is gereset en de afsluiter naar de drainleiding is dichtgezet. Buiten de calamiteitenbak worden geen noemenswaardige concentraties TBA gemeten. De lekkage werd relatief laat gedetecteerd doordat niveauschommelingen tijdens de opstart gebruikelijk zijn. Daarbij wist het bedrijf niet goed welke schommelingen binnen de marges van veilige procesvoering vielen. Verder

Incident nr 6	Incident met opvang van stoffen: TBA stroomt uit in een calamiteitenbak na open laten van afsluiter.
	was de tijdsdruk hoog vanwege eerdere tegenvallers bij de opstart. Operators die normaal de behandeling van afvalwater monitoren waren vanwege de opstart elders in de fabriek aan het werk. Voorafgaand aan de opstart werden installatieonderdelen met water gespoeld en gedraind, maar het bedrijf beschikte niet over een checklist waarmee gecontroleerd kon worden of alle relevante drains daarna inderdaad gesloten waren. Tot slot was de drainleiding naar de calamiteitenbak niet goed zichtbaar en kon ook de stand van de veiligheidsklep van buitenaf niet worden afgelezen.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen (Opstarten na onderhoud)
Directe oorzaak	Geen (incident met opvang van stoffen)
Gevolgen	Stof werd opgevangen in een calamiteitenbak zonder gemeten dispersie en blootstelling
Potentie	-

Incident nr 7	Ammoniak komt vrij uit schoorsteen door onvoldoende condensatie en inadequate meting van de concentratie.
Bedrijfstype	20.15 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen (SBI 20.15)
Beschrijving gebeurtenissen	Het incident vond plaats in een installatie waarin ammoniak en koolstofdioxide worden teruggewonnen uit een waterrijk mengsel. De scheiding vindt plaats in verschillende stappen. Allereerst wordt het waterrijke mengsel gekoeld en opgeslagen in een buffervat. Vervolgens wordt het mengsel verder gekoeld en naar een scheider geleid. In deze scheider worden ammoniak en kooldioxide met stoom aan het mengsel onttrokken. De stroom van ammoniak, kooldioxide en stoom gaat vervolgens via twee condensors naar een waskolom. In de waskolom wordt het ammoniak verder gecondenseerd. De gasstroom uit de waskolom wordt in een gaswasser verder ontdaan van ammoniak door te spoelen met water. Het gasmengsel dat daarna overblijft is grotendeels inert en wordt via een schoorsteen uitgestoten naar de atmosfeer. Voor het terugwinnen van ammoniak uit het waterrijke mengsel is het belangrijk dat het ammoniak goed condenseert. Dat betekent dat de (partiële) druk van het ammoniakgas boven het condensatiepunt moet liggen. Daarmee samenhangend moeten de verschillende productstromen voldoende gekoeld zijn.

Incident nr 7	Ammoniak komt vrij uit schoorsteen door onvoldoende condensatie en inadequate meting van de concentratie.
	Bij het opstarten van de installatie lukte het niet om de juiste omstandigheden voor condensatie te krijgen. Dit werd door de betrokken operator niet opgemerkt. Als gevolg hiervan bevatten de verschillende onderdelen van de installatie teveel ammoniakgas. De capaciteit van de laatste gaswasser was onvoldoende om het resterende ammoniak uit de gasstroom te verwijderen. Daardoor werd via de schoorsteen een gasmengsel uitgestoten dat rijk aan ammoniak was. In totaal is in ruim twee uur tijd ongeveer 4 ton ammoniak naar buiten gekomen. Ten tijde van de opstart waren bij het naastgelegen bedrijf ongeveer 650 mensen bezig met grootschalige onderhoudswerkzaamheden (een 'turnaround'). Ongeveer anderhalf uur na het begin van de emissie werd bij het buurbedrijf een kritische concentratie ammoniak gemeten en ging een claxonalarm af. Daarop zijn alle 650 mensen geëvacueerd. Een deel daarvan moest twee uur schuilen in Redelijk Dichte Ruimten. Zeventien mensen hebben zich met gezondheidsklachten gemeld bij de medische dienst. Verschillende personen zijn per ambulance afgevoerd en twaalf personen zijn ter plaatse behandeld (onder meer toediening van zuurstof). Tijdens het onderzoek na het incident zijn verschillende tekortkomingen geconstateerd. De buitentemperatuur was verhoudingsgewijs hoog waardoor de koelcapaciteit verminderd was. Door werkzaamheden elders op de inrichting was de druk in een ammoniaktoevoerleiding verlaagd, waardoor de druk van het ammoniak in het systeem ook lager was. De operator die de opstart uitvoerde, deed dat voor het eerst. De persoon die hem moest begeleiden had ook andere taken en verantwoordelijkheden en had onvoldoende tijd over voor goede begeleiding. Voor het opstarten van deze installatie bestonden twee werkinstructies: een lange en een korte versie. De lange versie was tijdelijk niet beschikbaar. Daardoor werd, met toestemming van de eindverantwoordelijke, de korte versie gebruikt. In de korte versie ontbrak een belangrijke stap in het opstartproces. De personen in de controlekamer leefden in de veronderstelling dat het ammoniak in de installatie voldoende condenseerde. Uit beschikbare temperatuurmetingen kon worden afgeleid dat het ammoniak onvoldoende condenseerde, maar de operator en zijn begeleider waren daarvan niet van op de hoogte. De schoorsteen bevatte een ammoniakmeter. Deze meter had een bereik tot 10.000 ppm (1 vol%); bij hogere concentraties bleef de meter hangen op 10.000 ppm. Daardoor had het bedrijf geen goed zicht op de omvang

Incident nr 7	Ammoniak komt vrij uit schoorsteen door onvoldoende condensatie en inadequate meting van de concentratie.
	van de emissie. Nadat de meter de maximale waarde (10.000 ppm) had bereikt, werd geen actie ondernomen om te controleren hoe ernstig de emissie was en of het proces daadwerkelijk goed verliep. Verhoogde emissiewaarden kwamen vaker voor en werden niet als zorgelijk ervaren. Het evacueren van de onderhoudsmedewerkers bij het buurbedrijf verliep niet geheel naar wens. Verschillende personen gingen naar de verkeerde Redelijk Dichte Ruimte. Daardoor zaten sommige Redelijk Dichte Ruimten te vol. Achteraf is aangegeven dat de evacuatie, hoewel procedureel goed gedocumenteerd, niet uitvoerbaar was.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen (Opstarten na onderhoud)
Directe oorzaak	Hoge temperatuur
Gevolgen	Vrijkomen van ca 4 ton ammoniak, waarop ca 650 werknemers moesten schuilen. 17 werknemers hadden gezondheidsklachten en werden hiervoor behandeld.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 8	Brand in fornuis na overbruggen van beveiligingen.
Bedrijfstype	19.20.1 Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19) Aardolieverwerking (SBI 19.2) Aardolieraaffinage (SBI 19.20.1)
Beschrijving gebeurtenissen	Na een storing moesten meerdere fornuizen worden opgestart, die een destillatietoren van voeding voorzien. Bij het opstarten barstte een pijp, vanwege onvoldoende vloeistofdoorstroming open in de vuurhaard van het fornuis, waarna dit ontstak en een brand veroorzaakte. Circa 110 ton brandbare stoffen (voornamelijk xylenen, ethylbenzeen en toluen) ontbrandde gedurende een uur. De brand duurde zo lang, omdat een aantal van de automatische beveiligingssystemen was overbrugd met bypasses (om het fornuis op te starten). Hierdoor werd het beveiligingssysteem dat onderdelen van de installatie zou uitschakelen buiten spel gezet. De bypasses waren vrij toegankelijk zonder beveiliging. De opstartprocedure was in feite te complex om op deze manier met de bypasses om te gaan. Deze was alleen geschikt voor het opstarten van één fornuis, niet voor meerdere tegelijk. Een bijkomende factor was dat een back-up pomp in onderhoud was, die normaal gesproken zou inspringen om de stroming in de pijp te onderhouden. De operator was hier niet van op de hoogte en drukte een alarm hierover, die een lagere prio had dan andere alarmen, weg. Doordat vervolgens de stroming in de pijp te laag was werd deze te heet en

Incident nr 8	Brand in fornuis na overbruggen van beveiligingen.
	sprong deze tenslotte open. De vele alarmen die binnenkwamen als gevolg van het uitvallen en weer opstarten van alle fornuizen, waren een te grote taak om door één operator af te handelen. Uiteindelijk werd geconcludeerd dat het risico op het uitvallen van de vloeistofstroom in het ontwerp van de installatie onvoldoende was onderkend.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen (opstarten na storing)
Directe oorzaak	Hoge temperatuur
Gevolgen	Vrijkomen van ca 110 ton brandbare vloeistof, die in de brand raakte en de installatie (oven) verwoestte. Geen slachtoffers.
Potentie	Vorming van een wolk met toxische verbrandingsproducten met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 9	Blootstelling aan aniline bij het doorblazen van een leiding.
Bedrijfstype	20.60 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.6) Vervaardiging van synthetische en kunstmatige vezels (SBI 20.60)
Beschrijving gebeurtenissen	Na onderhoudswerkzaamheden aan een reactor moet een voedingsleiding worden leeggeblazen . Hiervoor wordt in de ochtend een T-stuk gemonteerd op de leiding. Het kraantje van de stikstofaansluiting van het T-stuk staat niet helemaal dicht en de einddop op de aansluiting ontbreekt. Dit wordt niet opgemerkt door de operator. Tijdens het leegdrukken van de leiding door een collega op het bovengelegen bordes voelt de operator bij het T-stuk een warme plek boven zijn rechterknie ontstaan. Hij constateert dat er uit het T-stuk aniline op zijn broek heeft gelekt. Daarop draait hij de kraan dicht. De plek boven zijn knie is ongeveer 10 cm bij 7cm. Er is ongeveer 200 ml aniline vrijgekomen met een temperatuur van ca. 70°C. Na het incident trekt de operator zijn besmette overall en nat geworden schoenen uit. Bij een wasbak in de wasruimte maakt hij zijn bovenbeen schoon met een washandje met zeep en water. Zijn sokken voelen droog en houdt hij aan, ook omdat hij heeft geen schone sokken in zijn kastje heeft liggen. Zijn natte schoenen gooit hij in een Kliko en zijn overal in de was. Vervolgens gaat hij weer aan het werk. De aniline besmetting meldt hij niet bij zijn shiftleader. In de verdere loop van de ochtend voelt de operator zich afwisselend licht in zijn hoofd en slap maar blijft aan het werk. Het slachtoffer gaat met een collega op weg naar de

Incident nr 9	Blootstelling aan aniline bij het doorblazen van een leiding.
	zesde verdieping van de installatie. Op de vierde verdieping voelt hij zich erg licht in het hoofd en valt weg, maar komt direct weer bij. Daarna valt hij een tweede keer weg en komt na zo'n tien seconden wederom bij. Daarop vraagt de collega per portofoon om hulp. Vervolgens komt de brandweer ter plaatse. Een collega herkent in de blauwe nagels van het slachtoffer de symptomen van blootstelling aan aniline. Het ambulancepersoneel stelt een zuurstuftekort vast. De brandweer geeft het anilineprotocol mee aan het ambulancepersoneel en vervolgens wordt het slachtoffer naar het ziekenhuis vervoerd waar hij methyleenblauw krijgt toegediend en een nacht ter observatie moet verblijven. Uit onderzoek blijkt dat de afsluiter van het T-stuk gedeeltelijk openstond en dat de einddop ontbrak. Er was voorafgaand aan het leegblazen geen effectieve LMRA uitgevoerd. Door het leegblazen kon de aniline via de openstaande afsluiter op de overall van de operator terecht komen. Het slachtoffer heeft het incident niet gemeld binnen de organisatie. Waarschijnlijk is de aniline via de overall naar de sokken van het slachtoffer gelekt en vervolgens doorgedrongen in zijn huid. Daardoor kon langdurig een onbewuste blootstelling aan een kleine hoeveelheid aniline plaatsvinden.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Blootstelling aan aniline vloeistof met ziekenhuisbehandeling van een medewerker.
Potentie	Vorming van een plas giftige en carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 10	Vrijkomen van ammoniak bij het openscheuren van een niet goed aangelegde lasnaad.
Bedrijfstype	20.14.9 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	Vier steigerbouwers waren bezig met het opbouwen van een steiger toen een las op een leiding het begaf en er ammoniak met een luide knal onder hoge druk vrijkwam. De productie was in normaal bedrijf en achteraf is berekend dat ca 2000 kg Ammoniak en 35 kg vinylchloride is vrijgekomen. De steigerbouwers stonden op verschillende verdiepingen. Degene, die bovenaan stond, het dichtste bij de lekkage, viel door de knal van de steiger en werd gered door een valharnas. Alle steigerbouwers

Incident nr 10	Vrijkomen van ammoniak bij het openscheuren van een niet goed aangelegde lasnaad.
	konden van de steiger afkomen. Na behandeling, deels in het ziekenhuis bleek dat de bovenste steigerbouwer mogelijk blijvende gehoorschade heeft opgelopen en dat de overige drie waarschijnlijk geen permanent letsel hebben opgelopen. De las betrof een noodafblaasleiding die 14 jaar eerder was gelast op een dampleiding van een installatie, die 38 jaar geleden was gebouwd. Na onderzoek bleek dat er vermoedelijk te weinig geïnnertiseerd is tijdens het lassen van de titanium afdekplaat. Hierdoor was het verbrost en kon aan de binnenzijde van de leiding in deze lassen gemakkelijk scheurvorming optreden. Tevens was de leiding niet conform het ontwerp opgehangen, waardoor dit mogelijk extra spanning op de las heeft gezet. Na dit incident gaat het bedrijf controleren of er meer van dergelijke lassen voorkomen binnen het bedrijf en deze inspecteren. De inspectie van nieuwe lassen moet verbeterd worden, doordat het technisch dossier van het laswerk niet bewaard was gebleven, was niet meer te achterhalen wie destijds de las heeft aangebracht, maar inspectie daarvan had kunnen voorkomen dat de las werd goedgekeurd. Na het incident werd een nieuwe afblaasleiding aangebracht, maar ook deze werd niet volgens het ontwerp uitgevoerd, waarop Inspectie SZW aangaf dat de procedures hiervoor aangepast moesten worden. Er kon tenslotte extra ammoniak vrijkomen doordat een operator een noodstop in werking kon zetten, die de automatische noodstopprocedure overbrugde. Hierdoor stopten wel de voedingspompen van de reactor, maar bleven de toe- en afvoerkleppen van het insluitsysteem nog geopend. Deze sluiten pas als de tweede fase van de automatische noodstop ingaat. Deze procedure dient daarop aangepast te worden.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Materiaaldegradatie (verbrossing)
Gevolgen	Vrijkomen van ca 2000 kg ammoniak en 35 kg vinylchloride onder hoge druk. Vier steigerbouwers kwamen deels in de wolk terecht. Eén van hen heeft waarschijnlijk permanente gehoorschade opgelopen door het geluid.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 11	Brandwonden en een dodelijk ongeval na onvermoed vrijkomen van een mengsel van koolwaterstoffen en stoom.
Bedrijfstype	20.59 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	Het ongeval vond plaats in een procesinstallatie waar nafta en LNG-condensaat omgezet wordt in voornamelijk etheen en propeen. In de daaropvolgende secties van de fabriek worden de verschillende stoffen gescheiden in een kraaksectie. Een kraaksectie bestaat uit 13 kraakovens die één destillatiekolom voeden waar de eerste scheidingstap plaatsvindt. Een oven werd gepland uit bedrijf genomen voor onderhoud. De meetkameroperator regelde de naftatoevoer terug naar nul en sloot de inlokafsluiter. De buitenoperators sloten in de fabriek de afsluiter van de naftatoevoer, staken deze af met een brilschijf en openden de doorblaasstoomafsluiter. De meetkameroperator blies één voor één de spiralen door met stoom, en zette daarna een constante stroom van stoom door de spiralen. Deze stappen werden uitgevoerd conform de werkinstructie. Terwijl de spiralen één voor één werden doorgeblazen, liepen de twee buitenoperators van de locatie van de doorblaasstoomafsluiter de trappen op, om bovenin de fabriek de buitenluchtafsluiter en de cokespotafsluiter te bedienen. Ze hadden de sleutels bij zich om deze afsluiters open te draaien. Na bevestiging van de meetkameroperator dat de spiralen doorgeblazen waren, werd de buitenluchtafsluiter open gedraaid door de operators. De cokespotafsluiter was op dat moment gesloten. Meteen kwam er een ontvlambaar gas-vloeistofmengsel naar buiten door de demper. Dit mengsel ontstak, vermoedelijk aan een heet oppervlak. De buitenoperators bevonden zich in de vuurbol. Een andere operator, die aan het werk was op een naastgelegen oven, zag een grote vuurbol die snel weer kleiner werd. Deze operator sloeg direct alarm. Een van de buitenoperators viel bij het vluchten voor het vuur van het bordes ongeveer tien meter naar beneden. Hij overleed enkele dagen later in het ziekenhuis. De andere operator kon via verschillende ladders en trappen vluchten en werd door een collega opgevangen en naar een douche geleid. Hij overleefde het ongeval met zware brandwonden. Op het moment dat de brandweer arriveerde stond er nog een vlam op de demper en waren er nog enkele kleine vuurhaarden. Na blussen stelden andere operators de oven veilig door de cokespotafsluiter open te draaien en de master- en slave-afsluiters handmatig te bedienen. Die directe oorzaak van het ongeval is dat er onbedoeld en onvoorzien brandbare stoffen aanwezig waren in het

Incident nr 11	Brandwonden en een dodelijk ongeval na onvermoed vrijkomen van een mengsel van koolwaterstoffen en stoom.
	leidingwerk tussen de slave-afsluiter en de demper. Daarnaast was de werkinstructie niet gevolgd. Volgens deze instructie had de inhoud van het leidingwerk moeten aflopen naar de cokespot door eerst de cokespotafsluiter te openen en pas daarna de buitenluchtafsluiter. De slave-afsluiter sloot daarnaast niet goed af als gevolg van vervuiling. Het is zeer waarschijnlijk dat hierdoor de druk achter de slave-afsluiter gelijk was aan de procesdruk voor de slave-afsluiter. Deze druk (0,7 barg) is voldoende om het aanwezige gas-vloeistof mengsel een hoogteverschil van ca 7 meter (van de buitenluchtafsluiter tot aan het uiteinde van de demper) te laten overbruggen. Achterliggende oorzaken zijn terug te herleiden uit het feit dat de verschillende afsluiters van de naftakraker die betrokken waren bij het incident niet als veiligheidskritisch waren onderkend. Daarom waren er geen specificaties opgesteld voor de werking (de lektheid) en werd volstaan met alleen correctief onderhoud. Het bedrijf had het scenario dat er brandbare stoffen via de demper konden vrijkomen, niet voorzien. Daarmee was voor het bedrijf het procedureel borgen van de volgorde van openen van de afsluiters afdoende. Het niet identificeren van het risico leidde tot een situatie waarbij de juiste werkvolgorde niet afdoende werd afgedwongen. Ten aanzien van de mitigerende maatregelen kwam naar voren dat de installatie zeer compact gebouwd was waardoor de werkomstandigheden van de operators minder goed zijn. Bij de ontwaterprocedure moeten de operators afsluiters bedienen op een bordes boven in de fabriek. Zij bevinden zich hierbij direct onder de demper waaruit de gevaarlijke stof vrijkwam. Nadat de brand ontstond, moesten de operators zich in veiligheid brengen via kooiladders naar de onderliggende verdieping. Er was geen goede vluchtweg op de verdieping van de afsluiters.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (voorbereiden voor opstarten)
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Na het vrijkomen van een onbekende hoeveelheid stoom/koolwaterstoffen die als wolkbrand ontstak is 1 persoon overleden en had 1 persoon brandwonden.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers aan ontbranding van de wolk.

Incident nr 12	Vrijkomen van vinylchloride bij het vervangen van instrumentatie.
Bedrijfstype	20.16 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)
Beschrijving gebeurtenissen	Twee onderhoudsmedewerkers waren bezig om een deel van een niveaumeter te vervangen die op een druktank met vinylchloride was geschroefd. De niveaumeter bestond uit een transmitterdeel en een radarprobe. Het transmitterdeel en de probe zit op een flensverbinding geschroefd, het transmitterdeel op een uitwendige schroefdraad en de probe intern in een hals van de druktank. In praktijk kan daardoor het transmitterdeel los gehaald worden, omdat de probe in de hals blijft zitten en de tank luchtdicht afgesloten blijft. Eerder was al gepoogd om het transmitterdeel los te schroeven, maar was men gestopt omdat het moeizaam ging. Daarom hadden de medewerkers op een andere tank, die op dat moment buiten bedrijf was, de niveaumeter verwijderd om te kijken hoe dat ging. Bij het verwijderen van de niveaumeter van de andere tank hadden de medewerkers gemerkt dat er enige corrosie was opgetreden en dat het transmitterdeel moeizaam los kwam. Zij constateerden dat dit waarschijnlijk hetzelfde zou zijn bij het te vervangen transmitterdeel en vonden het niet vreemd dat deze ook moeizaam loskwam. Doordat echter bij deze niveaumeter beide schroefverbindingen aan elkaar gecorrodeerd waren kwam bij het loshalen van het transmitterdeel ook de probe vrij en ontstond daardoor een opening waarbij 5,6 ton vinylchloride in een tijdsbestek van ca 4 uur vrij kon komen. De medewerkers konden op tijd weggelopen, het personeel werd geëvacueerd en de brandweer heeft met waterschermen de wolk vinylchloride verdund. Na ca 4 uur werd een noodstop in de ontstane opening gebracht en stopte de release. Het bedrijf had dit scenario niet onderkend en de onderhoudsmedewerkers waren niet specifiek opgeleid en hadden geen werkinstructie voor het verwisselen van de transmitterkop. Het signaal van de gecorrodeerde schroefverbinding leidde er niet toe om de werkzaamheden uit te stellen en consequenties nader te onderzoeken. Het op deze manier werken aan een deels gevulde tank werd niet als risico opgevat, waardoor geen maatregelen werden genomen en er bijvoorbeeld geen adembescherming werd gedragen tijdens het uitvoeren van de werkzaamheden.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (verhelpen van storing tijdens bedrijf)
Directe oorzaak	Corrosie (galvanische corrosie) en Menselijke fout
Gevolgen	Vrijkomen van 5,6 ton vinylchloride als gas, zonder letsel voor personen.

Incident nr 12	Vrijkomen van vinylchloride bij het vervangen van instrumentatie.
Potentie	Vorming van een wolk carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving en vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident nr 13	Vrijkomen van oleum bij een las met gasinsluiting.
Bedrijfstype	20.14.9 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	Vanuit een tankenpark wordt oleum via een transportleiding naar de fabriek getransporteerd. Tijdens normaal bedrijf leidt wanddikteafname door corrosie/erosie tot een 5 mm lek in de leiding nabij een 50 jaar oude las in de transportleiding. Bevorderende omstandigheid is de niet bekende 'gasinsluiting in de las van het koolstofstaal' op een niet kritische plaats in de leiding (recht stuk leiding). De emissie is geconstateerd door de buitenoperator tijdens de 'ronde' en 250 kg oleum stroomt uit. 1700 medewerkers moeten hierdoor langer dan een uur schuilen. Het koolstofstaal vormt samen met oleum een beschermende laag ijzersulfaat, wat beschermt tegen corrosie. Door een vergrote capaciteitsvraag is echter de vloeistofsnelheid in de loop van de tijd verhoogd, waardoor er een overgang van een laminaire naar een turbulente stroming heeft plaats gevonden. Door erosie en de gasinsluiting in de las ontstaat het gat. Het gevaar van deze verandering was niet geïdentificeerd in het veiligheidsbeheersysteem.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Corrosie en Erosie
Gevolgen	Vrijkomen van wolk met ca 250 kg oleum op bedrijfsterrein. Werknemers hebben geschild en er is geen ziekenhuisbezoek of verzuim opgetreden.
Potentie	Vorming van een wolk van een corrosieve en bijtende stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 14	HF komt vrij na corrosie door verkeerd geplaatste brilflens.
Bedrijfstype	19.20.1 Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19) Aardolieverwerking (SBI 19.2) Aardolieraffinage (SBI 19.20.1)
Beschrijving gebeurtenissen	Na grootschalige onderhoudswerkzaamheden ('turnaround') in een fabriek is een brilflens abusievelijk in open stand terug gemonteerd. Daardoor kon waterstoffluoride (HF) in het achterliggende leidingdeel komen. Het betreffende leidingdeel ging naar een fakkelinstallatie en werd tijdens normale bedrijfsvoeringen niet gebruikt. Door tekortkomingen in de droogprocedures voor deze leiding en door onvoldoende afschot in deze leiding kon zich vloeistof ophopen in een bocht. Hierdoor corrodeerde de leiding en ontstond er na verloop van tijd een lek (corrosiegat). Ongeveer drie jaren na de turnaround kwam tijdens het uit bedrijf nemen van de installatie ongeveer 74 kg HF vrij via dit lek. Daarbij werden geen mensen blootgesteld omdat ten tijde van het incident niemand in de omgeving van het lek aanwezig was. Bij het incidentonderzoek bleek dat na de turnaround de stand van de brilflens onvoldoende was gecontroleerd. Daarbij speelde mee dat de flens moeilijk zichtbaar was, en dat de persoon die de controles uitvoerde een ander was dan de persoon die de controles aftekende. De veiligheid kan vergroot worden door de controle en registratie door dezelfde persoon te laten uitvoeren en door periodieke inspecties uit te voeren op de stand van brilflenzen. Water kon zich ophopen in de leiding door niet nader gespecificeerde tekortkomingen in droogprocedures en doordat de leiding onvoldoende afschot had. Het bedrijf moet de droogprocedures herzien en het afschot van leidingen in de installatie controleren en waar nodig wijzigen.
Bedrijfsfase	Uit bedrijf nemen
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Vrijkomen van 74 kg waterstoffluoride zonder letsel (personeel was niet in de buurt).
Potentie	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 15	Emissie van isobutaan uit koeltoren na lekkage uit warmtewisselaar.
Bedrijfstype	20.59 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5) Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)
Beschrijving gebeurtenissen	De emissie vond plaats bij een fabriek waarin isobutaan als hulpstof wordt gebruikt. Tijdens het productieproces raakt het isobutaan verontreinigd en moet daarom voor hergebruik worden gezuiverd. Onderdeel van deze zuivering is de condensatie van de isobutaandamp in een warmtewisselaar met koelwater als koelmedium. Na een korte geplande stop werd de productie in de fabriek weer opgestart. In de daaropvolgende dagen bleek dat het verbruik van isobutaan hoger was dan gebruikelijk. Er werd gezocht naar mogelijke oorzaken hiervan, zoals openstaande of lekkende afsluiters of afwijkingen in procescondities, maar in eerste instantie werd niets gevonden. Drie dagen later bleek bij navraag dat bij een gasmonitor op het gezamenlijke bedrijventerrein isobutaan werd gemeten. Toen duidelijk was dat het ontbrekende isobutaan in de atmosfeer verdween, bleek dat er sprake was van een interne lekkage in de isobutaankoeler. Door deze lekkage kwam isobutaan in het koelwater terecht en stroomde het via de koeltoren uit naar de atmosfeer. Na de ontdekking van de oorzaak van de emissie werd de fabriek stilgelegd. Enkele uren later was de koeler vrij van isobutaan gemaakt, waarmee de emissie stopte. De emissie bedroeg in totaal ongeveer 33 ton isobutaan in 100 uur. De levensbedreigende en alarmeringsgrenswaarden zijn buiten de koeltoren niet bereikt. De emissie niet heeft geleid tot gevaar voor personen. Uit nader onderzoek bleek dat de lekkage is ontstaan door een combinatie van corrosie onder afzettingen en biologische corrosie in de isobutaankoeler. Beide corrosievormen leiden tot putvormige aantasting van het materiaal en kunnen snel tot lekkage leiden. Er zijn verschillende achterliggende oorzaken geïdentificeerd. Zo is kennis van het koelwatersysteem en koelwaterbeheersing niet omgezet in concrete werkinstructies. Daarnaast werd het risico op doorstroming van koelwaterstoffen in koelwater als gevolg van lekkage wel geïdentificeerd, maar daarbij werden geen gevolgen voor het milieu in ogenomen en vertaald naar dagelijks beheer en inspectie. Er zat vertraging in het opmerken van de emissie doordat de communicatie met de externe partij niet goed ingeregeld was, daardoor kon de emissie 4 dagen lang plaatsvinden.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen (Opstarten na onderhoud)

Incident nr 15	Emissie van isobutaan uit koeltoren na lekkage uit warmtewisselaar.
Directe oorzaak	Corrosie
Gevolgen	Vrijkomen van 33 ton isobutaan in de atmosfeer zonder letsel tot gevolg.
Potentie	Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Incident nr 16	Emissie van ammoniak na openen van een afsluiter tijdens de opstartprocedure.
Bedrijfstype	20.15 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunstmeststoffen en stikstofverbindingen (SBI 20.15)
Beschrijving gebeurtenissen	Tijdens het opstarten van een installatie met een reactor liep de druk in de installatie op. Een operator heeft toen, conform de opstartprocedure, een handbediende afsluiter in een bypass geopend om de druk in de installatie te laten afnemen. Daarbij is gedurende ongeveer 3 minuten zo'n 300 tot 500 kg ammoniakgas via een 36 m hoge schoorsteen geëmitteerd. Deze emissie leidde tot geurhinder op het fabrieksterrein en tot lichte gezondheidsklachten, zoals irritatie aan luchtwegen, ademhalingsproblemen en tranende ogen, bij enkele personen in een dorp op 1 tot 2 km afstand van de inrichting. Ongeveer twee uren na het sluiten van de handbediende afsluiter was de druk in de installatie opnieuw toegenomen. Toen werd een veiligheidsklep in de installatie geactiveerd, waarbij in een halve minuut maximaal 6 kg ammoniakgas via de schoorsteen is vrijgekomen. Na het incident is de opstartprocedure gewijzigd, is de handbediende afsluiter uit de installatie verwijderd, is de bypass afgeblind en zijn de tripinstellingen van de installatie aangepast. Het laatste heeft tot doel ervoor te zorgen dat processen in de installatie bij hoge druk al worden afgeschakeld voordat de veiligheidskleppen worden aangesproken. Daarmee wordt het risico van emissies verminderd.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen
Directe oorzaak	Hoge druk
Gevolgen	Vrijkomen van ca 500 kg ammoniakgas via een schoorsteen met geurhinder op het terrein en lichte gezondheidsklachten van omwonenden tot gevolg.

Incident nr 16	Emissie van ammoniak na openen van een afsluiter tijdens de opstartprocedure.
Potentie	Vorming van een wolk van een toxische en irriterende stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 17	Vrijkomen van vinylchloride na het falen van een breekplaat en de pakking van een veerveiligheid.
Bedrijfstype	20.16 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)
Beschrijving gebeurtenissen	Het bedrijf maakt PVC uit het monomeer vinylchloride. De reactie wordt uitgevoerd in een reactor, waar vinylchloride, water en additieven aan toegevoegd worden in een batchproces. Aan de bovenkant van de reactor bevindt zich een procesleiding waardoor gas naar een emissiepunt kan worden afgevoerd als de druk in de installatie te hoog is. In die leiding bevinden zich een breekplaat en een veerveiligheid. De veerveiligheid is met een flensverbinding in de leiding aangebracht. Vinylchloride kan de veerveiligheid aantasten. De breekplaat in de leiding heeft tot doel het leidingdeel naar de veerveiligheid vrij te houden van vinylchloride. Tijdens een batchreactie breekt de breekplaat. De druk in de reactor is op dat moment lager dan de waarde waarbij de breekplaat volgens ontwerp zou moeten breken. Door het breken van de breekplaat stroomt gas onder druk door de leiding naar de veerveiligheid. Door de drukstoot in de leiding wordt de pakking uit de flens van de veerveiligheid geblazen en komt het vinylchloride via het ontstane gat naar buiten. Na melding van de lekkage wordt de reactor leeggepompt waardoor de emissie afneemt en 3 uur later stopt. In totaal is er ongeveer 4 ton vinylchloride vrijgekomen. De breekplaat dient uitsluitend ter bescherming van de veerveiligheid en faalt bij een lagere druk dan de activatiedruk van de veerveiligheid. Het falen van de breekplaat zou niet moeten leiden tot een emissie zolang de veerveiligheid dicht blijft. Uit onderzoek na het incident bleek echter dat verschillende bouten van de flens van de veerveiligheid niet goed vast zaten. Daardoor kon de pakking in de flens bij relatief lage druk los komen. Het is niet volledig duidelijk geworden waarom de bouten deels los zaten. Bij het onderzoek bleek ook dat de pakking al negen weken voor het incident lucht begon door te laten. Het bedrijf had uit het signaal van een drukmeter tussen de breekplaat en de veerveiligheid kunnen afleiden dat de leiding niet meer luchtdicht was. Dit signaal gaf vanaf

Incident nr 17	Vrijkomen van vinylchloride na het falen van een breekplaat en de pakking van een veerveiligheid.
	negen weken voor het incident de constante waarde 0 mbar aan, terwijl het signaal normaal gesproken schommelingen vertoont. Deze drukmeter werd door het bedrijf echter alleen gebruikt om breuk van een breekplaat te detecteren en niet om te controleren of het leidingsysteem lekdicht is.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Vrijkomen van 3,6 ton vinylchloride als gas, zonder letsel voor personen.
Potentie	Vorming van een wolk carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving en vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag