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

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2022

RIVM-rapport 2022-0051
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 2022

RIVM-rapport 2022-0051

Colofon

© RIVM 2022
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.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn 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 www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2022-0051

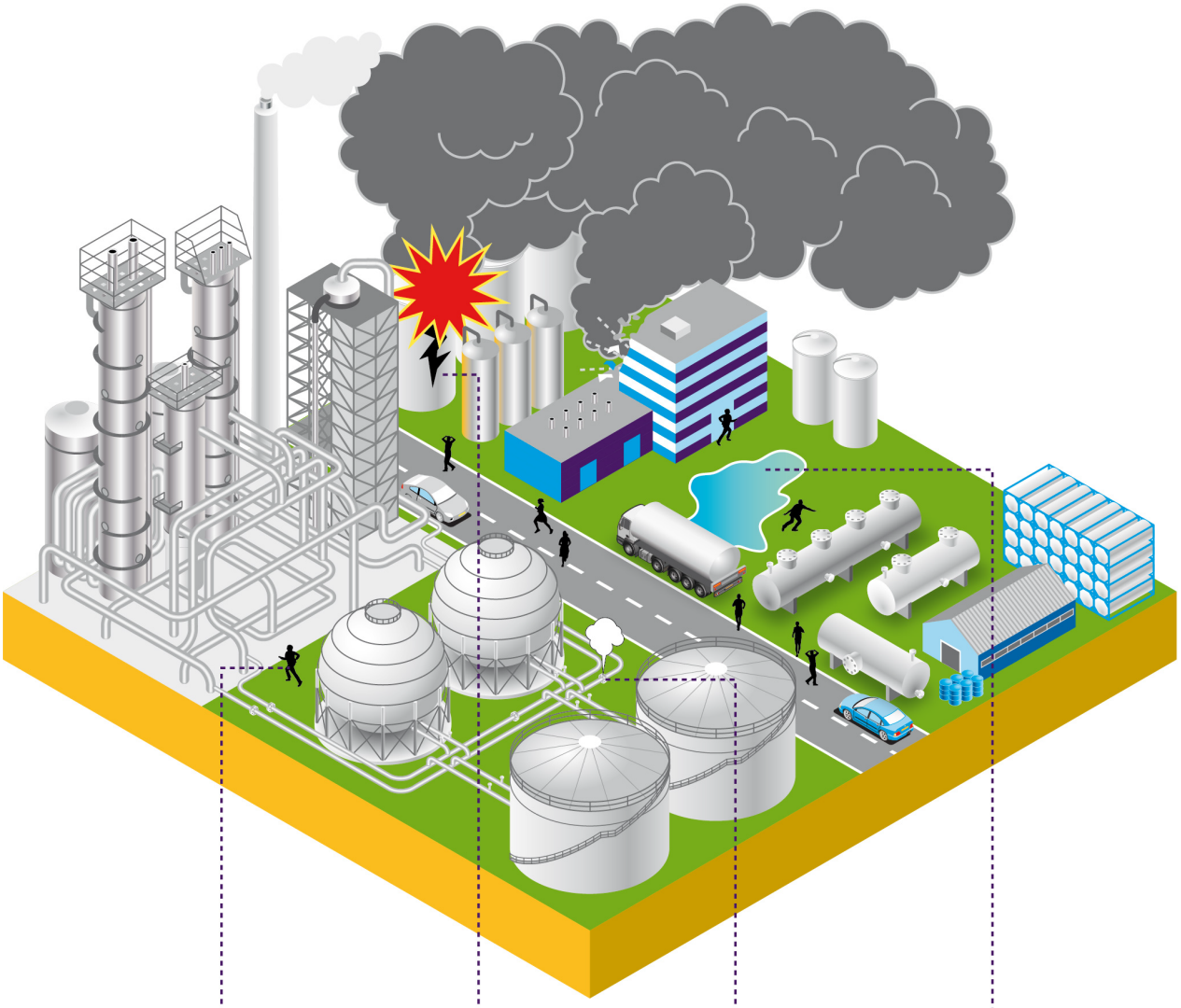
H.J. Manuel (auteur), RIVM
G.J. Kamps (auteur), Intergo
P.H. Keijzer (auteur), RIVM
A.G. Wolting (auteur), RIVM

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

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, in het kader van Z/110021/22/MH - Analyse MHC-ongevallen met Storybuilder

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

Visuele samenvatting



Incidenten

Bij twaalf incidenten kwamen er negen keer gevaarlijke stoffen vrij, twee keer gevolgd door een explosie. Twee keer ontstond directe explosie bij werkzaamheden. Bij het laatste incident kwam alleen stoom vrij.

Gevolgen

Eén persoon heeft vermoedelijk blijvend letsel opgelopen (verminderd zicht). Naast één onbekend letsel hebben dertien slachtoffers vermoedelijk tijdelijk letsel, door irritaties en ademhalingsproblemen.

Oorzaken

Fouten in menselijk handelen kwamen het meest voor als directe oorzaak. Voornamelijk door het volgen van onjuiste of onvolledige instructies en procedures.

Preventie

Bij acht van de twaalf incidenten werd de installatie niet veilig gesteld voor aanvang van een activiteit. Installaties waren niet (goed) geleegd of gespoeld of materiaal kon terugstromen in een geleegd deel.

Repressie

Bij vijf incidenten werden gevolgen met maatregelen beperkt. Bij vijf incidenten waren persoonlijke beschermingsmiddelen niet aangeboden of voorgeschreven, of werden (deels) niet goed gebruikt.

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2022

Het RIVM analyseert elk jaar de aard, omvang en oorzaak van incidenten bij bedrijven die in Nederland met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen werken. Dit keer zijn twaalf incidenten geanalyseerd. Bij negen incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, waarna twee keer een explosie is ontstaan. Bij twee incidenten ontstonden direct explosies bij werkzaamheden. Een nooddrukvoorziening voorkwam bij het laatste incident dat er gevaarlijke stoffen vrijkwamen. Hierdoor ontsnapte er alleen stoom. Eén persoon heeft aan een explosie blijvend letsel - verminderd zicht aan een oog - overgehouden. Overige slachtoffers hadden tijdelijk ademhalingsproblemen en irritaties.

Bedrijven zijn ervoor verantwoordelijk dat installaties op orde zijn en dat werknemers de productieprocessen en werkzaamheden veilig kunnen uitvoeren. Net als in voorgaande analyses ging het bij de onderzochte incidenten op verschillende onderdelen mis.

Zo werden bij acht incidenten werkzaamheden uitgevoerd, terwijl het nog niet veilig was om te beginnen. De installatie was dan bijvoorbeeld niet genoeg geleegd, of kon weer gevuld raken doordat afsluiters lekten. Deze afwijkingen zijn vaak niet opgemerkt, waarna gevaarlijke stoffen konden ontsnappen of een explosie veroorzaken. Soms kunnen noodmaatregelen helpen om het incident te voorkomen. Bij de helft van de incidenten waren er geen noodmaatregelen getroffen of werkten ze niet. Als noodmaatregel kan bijvoorbeeld de installatie worden uitgeschakeld om te voorkomen dat een gevaarlijke stof uitstroomt.

Bij alle incidenten schoten ‘plannen en procedures’ voor de werkzaamheden tekort. Ze waren er soms niet doordat de risico’s van tevoren niet waren verwacht. Soms had het bedrijf er niet op toegezien dat instructies voor werkzaamheden worden nageleefd. Of ze waren niet duidelijk genoeg opgesteld om in de praktijk te worden gebruikt.

Deze rapportage maakt deel uit van de opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) om incidenten te analyseren die de Nederlandse Arbeidsinspectie 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 with hazardous substances at Seveso companies 2022

Each year, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) analyses the nature, scale and cause of incidents at companies in the Netherlands working with large quantities of hazardous substances. Twelve incidents were analysed this time. Nine involved the release of hazardous substances, with two of these subsequently resulting in an explosion. Explosions occurred immediately during work activities in two of the incidents. In the last incident, an emergency pressure unit prevented the release of hazardous substances. Only steam was released as a result. One person sustained a permanent injury (reduced vision in one eye) as a result of an explosion. Other casualties experienced temporary breathing difficulties and irritations.

Companies are responsible for ensuring that equipment is in good working order and that employees are capable of carrying out production processes and work activities safely. As was the case in previous analyses, the incidents investigated involved shortcomings on a variety of aspects.

For instance, eight incidents occurred when work was being done despite it not being safe to commence. For example, the equipment had not been emptied sufficiently, or needed replenishing due to leaky valves. These anomalies often went unnoticed, allowing hazardous substances to subsequently escape or cause an explosion. Sometimes emergency measures can help prevent an incident. Emergency measures were not in place or failed to have the desired effect in half of the incidents. One possible emergency measure is to shut down the equipment to prevent the release of a hazardous substance.

There were shortcomings in terms of ‘planning and procedures’ for the work in all of the incidents. These were sometimes not in place due to the risks not having been anticipated in advance. Some cases entailed failure to ensure compliance with work instructions on the part of the company. Or work instructions had not been formulated with sufficient clarity to enable them to be adopted in practice.

This report forms part of the assignment issued by the Ministry of Social Affairs and Employment to analyse incidents investigated by the Dutch Labour Inspectorate. RIVM is studying the similarities and differences between these incidents. The results can be used for the purposes of inspection and enforcement strategies. Companies will be able to draw on the insights generated 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

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 13

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

3 Oorzaken van de 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 — 27
3.3.3 Noodmaatregelen — 28
3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 28
3.5 Achterliggende oorzaken — 31
3.5.1 Verschaffen, gebruiken, onderhouden en toezien van maatregelen — 32
3.5.2 Managementfactoren en maatregelen — 33
3.5.3 Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen — 35

4 Discussie en conclusies — 39

Referenties — 41

Bijlage 1 Incidentomschrijvingen van de incidenten — 43

Samenvatting

Het RIVM heeft in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid twaalf incidenten met gevaarlijke stoffen geanalyseerd. De Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA) heeft deze incidenten onderzocht en heeft het incidentonderzoek in 2021 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 NLA worden gebruikt voor de inspectie- en handhavingsstrategieën, en door bedrijven voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

De Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) heeft over één van de twaalf incidenten een onderzoeksrapport uitgebracht in de tijd van deze analyse. Op basis van de vrijgekomen hoeveelheden gevaarlijke stoffen was dit incident 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
Eén persoon liep vermoedelijk blijvend letsel op (verminderd zicht aan één oog). Bij datzelfde incident liep een ander persoon onbekend letsel op. Bij zeven andere incidenten liepen in totaal dertien personen vermoedelijk niet-permanent letsel op na het vrijkomen van gevaarlijke stoffen of explosies.

Bij twee incidenten raakten installaties beschadigd, bij de overige incidenten was er geen relevante schade of was de schade onbekend. De ecologische schade was meestal verwaarloosbaar (kleinere hoeveelheden die zijn opgeruimd) of onbekend.

Kenmerken van de incidenten
Bij negen incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij, twee keer gevolgd door explosie. Bij twee incidenten trad een directe explosie op door werkzaamheden aan een niet geleegd systeem. Bij één incident kwam geen gevaarlijke stof vrij, alleen stoom via de overdrukbeveiliging.

[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. Twee van de twaalf incidenten waren meldingsplichtig: nummers vier en zeven op grond van de vrijgekomen hoeveelheden.

De incidenten vonden overwegend plaats bij hoge-drempelinrichtingen[2], waarbij verschillende soorten gevaarlijke stoffen betrokken waren. Aan de incidenten lagen verschillende directe oorzaken[3] ten grondslag, waarbij vooral menselijke fouten relatief vaak voorkwamen. Daarbij werd de procedures vaak wel juist opgevolgd, maar bleken deze onjuist of onvolledig. 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. Bij de twaalf incidenten bleek dat acht maal te starten bij de barrière 'veiligstellen installatie voor aanvang activiteit'. Adequate voorzieningen om de ontstane afwijking op te merken en te herstellen waren vervolgens 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, de verdamping en verspreiding van gevaarlijke stoffen te beperken, of te zorgen voor vluchtroutes, evacuatie en snelle hulpverlening aan de slachtoffers. Bij vijf incidenten werden de gevolgen met een of meer van deze maatregelen beperkt. Bij vijf incidenten waren de persoonlijke beschermingsmiddelen niet op orde: ze waren niet aangeboden of (adequaat) voorgeschreven, of werden niet of deels niet goed gebruikt.

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 alle twaalf 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 NLA zijn onderzocht. Het voorliggende rapport is onderdeel van de ‘Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2021’ 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 Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA, voorheen 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], [6]). In het voorliggende rapport worden twaalf incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in 2021 is afgesloten, geen strafrechtelijke zaken meer lopen 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 [7]. De incidenten in het voorliggende rapport worden vergeleken met die rapportage. Alleen duidelijke afwijkingen worden benoemd: het aantal van twaalf incidenten is statistisch gezien te laag om vergaande conclusies te trekken.

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 gestructureerde wijze worden geanalyseerd. Een recente beschrijving van het model en de wijze waarop kenmerken van incidenten met gevaarlijke stoffen worden ingevoerd is te vinden in 'Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC' [8]. Voor de analyses is uitgegaan van de informatie in het informatiesysteem van de NLA, inclusief eventuele analyses door derden. Voor één incident was naast het onderzoek van de NLA ook een onderzoeksrapport 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 NLA, worden met de CODE MHCON (MHC Ongeval) aangegeven in het elektronische systeem van de Inspectie (INET).

[6] Door NLA zijn 21 MHC-zaaknummers afgesloten tussen 1 jan 2021 en 31 december 2021. Hier vallen een paar zaaknummers af voor de analyse. Van zes zaaknummers was te weinig informatie in INET of die informatie stond in een ander (ontoegankelijk) systeem. (Van één van die zes zaaknummers zal nog een OVV rapport verschijnen en deze zal in een later rapport opgenomen worden). Eén zaaknummer betrof de administratieve bundeling van een aantal strafrechtzaken. In drie zaken wordt nog een uitspraak gedaan door de rechter en deze zaken worden op een later tijdstip meegenomen in de rapportages voor de Staat van de Veiligheid. Eén zaaknummer die in een vorige rapportageperiode nog onder strafrecht was, is inmiddels afgerond/geschikt en is nu meegenomen in voorliggende rapportage. In totaal leidt dit tot twaalf 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 twaalf incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarvoor het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 2015 [9] van toepassing was.[8] Elf daarvan zijn hoge-drempelinrichtingen en één is een lage-drempelinrichting.[9] Van de 401 Brzo-inrichtingen in Nederland is 64% 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	12	
Waarvan hoge-drempelinrichtingen		11
Waarvan lage-drempelinrichtingen		1

2.1.2 Type bedrijf

Bedrijven worden ingedeeld volgens de Standaard Bedrijfs Indeling[10] (SBI). Negen van de twaalf incidenten vonden plaats bij bedrijven die chemische producten maken (SBI 20) of opslaan (SBI 52), de twee groepen die ook in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar het meeste voorkomen. De overige drie incidenten vonden plaats in SBI-codes 10, 24 en 46.

Tabel 2 Type industrie volgens de SBI-classificatie

Industriesector	**Aantal incidenten**
Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10)	1
Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)	5
Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24)	1
Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46)	1
Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52)	4

[8] Tot en met 7 juli 2015 was het Brzo 1999 geldig. Met ingang van 8 juli 2015 is het Brzo 2015 van kracht. Alle incidenten geanalyseerd in dit rapport hebben plaatsgevonden tussen 2016 en 2021. 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.

2.1.3 *Bedrijfsfase*

Vijf incidenten ontstonden tijdens normaal bedrijf en zes incidenten tijdens onderhoud/inspectie of opstart. In de vijftienjarige analyse [7] gebeurde 60% van de incidenten tijdens normaal bedrijf. In de huidige analyse is dit aandeel iets lager en het aantal incidenten tijdens onderhoud/inspectie of opstart iets hoger. Gezien het kleine aantal incidenten zijn hier geen harde conclusies aan te verbinden. Van één incident ontbrak voldoende informatie om de bedrijfsfase te duiden.

Tabel 3 Bedrijfsfase waarin het incident plaatsvindt

Bedrijfsfase	**Aantal incidenten**
Normaal bedrijf	5
Onderhoud, inspectie en reiniging	3
Ingebruikname/opstart	3
Onbekend	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]. Stoffen kunnen in meer dan één categorie zijn ingedeeld.

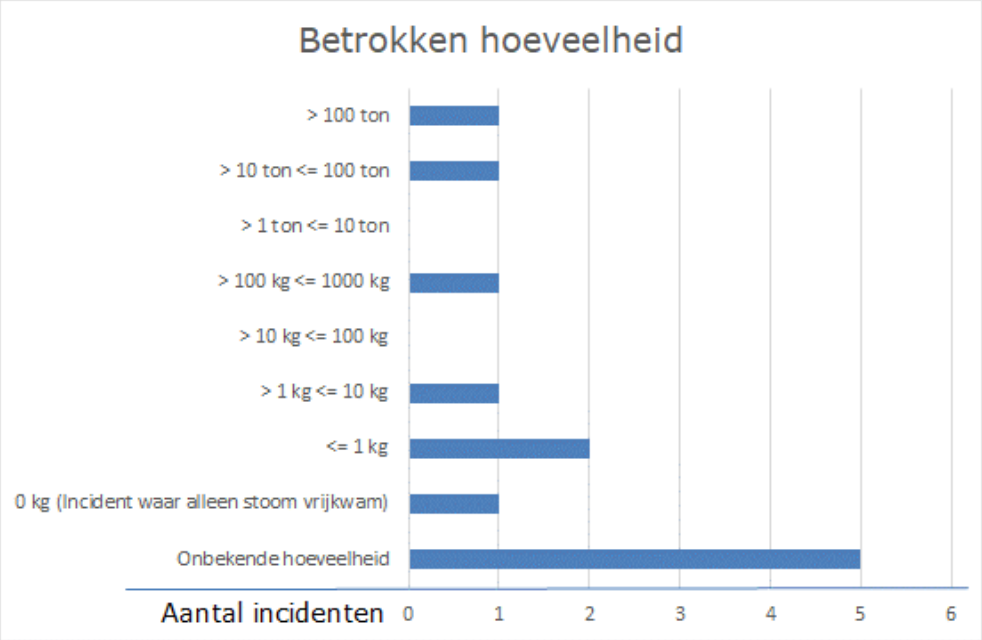
Tabel 4 Aantal incidenten met één of meer betrokken stoffen per gevaarcategorie. Stoffen kunnen in meer categorieën zijn ingedeeld; het totaal is daardoor groter dan twaalf incidenten

Label	**Pictogram**	**Samenvatting gevaar[11]**	**Aantal incidenten**
GHS01		Ontplofbare stoffen	0
GHS02		Ontvlambaar	8
GHS03		Oxiderend	1
GHS04		Gassen onder druk	2
GHS05		Corrosief/bijtend	5
GHS06		Acuut toxisch	4
GHS07		Irriterend	4
GHS08		Lange termijn schadelijke effecten/carcinogeen	6
GHS09		Milieugevaar	5

[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 eenduidige beschrijving. Voor het leesgemak is een eigen omschrijving toegevoegd.

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

Twee incidenten (nrs. 4 en 7) waren op grond van de vrijgekomen hoeveelheden meldingsplichtig volgens de Seveso-III-richtlijn.[12] Deze twee incidenten hadden betrekking op het leeglopen van een tankauto met 1,3-butadieen en een tank met fenol. Bij vijf ongevallen (nrs. 1, 5, 8, 11 en 12) was de hoeveelheid vrijgekomen gevaarlijke stof onbekend. Het ging daarbij driemaal om een explosie van achtergebleven ontvlambare stoffen (benzine, biogas en tetramethyldisiloxaan), éénmaal om achtergebleven zoutzuur/chloorgas op een filter en eenmaal om salpeterzuur na overstromen van een opvangtank.

Eén keer kwam er geen gevaarlijke stof vrij. Na het toevoegen van een verkeerde stof aan een opslagtank trad een exotherme reactie op. Daarbij werd alleen stoom gevormd, wat werd afgevoerd via een overdrukventiel (incident nr. 9).

[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.

Incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen
Bij incident 9 werd de verkeerde stof toegevoegd aan een opslagtank. De chauffeur was op een verkeerde locatie en had daar aangegeven een tankauto met natrium oplossing te leveren. De operator dacht dat de lading een natriumbisulfiet oplossing was, wat ook in de opslagtank zat. Er was wel een algemene losprocedure, maar geen losprocedure voor aflevering van natriumbisulfiet en hierover werd ook niet gecommuniceerd met de afdeling inkoop. Het bleek nu een natriumnitriet oplossing te zijn, wat in combinatie met de natriumbisulfiet oplossing een exotherme reactie gaf. Hierdoor nam de temperatuur van het mengsel toe en werd er stoom gevormd. Nadat stoom via de overdrukbeveiliging naar buiten trad werd de toevoer naar de tank gestopt, waarna de temperatuur van het mengsel weer afnam.

Het incident is in de database opgenomen, omdat ook van dit incident kan worden geleerd. Dit incident laat zien dat het van belang is om algemene noodmaatregelen als overdrukbeveiligingen op orde te hebben. Ook geeft dit het belang aan van het juist toepassen van een orderleveringssysteem en communicatie tussen afdelingen, om scenario's met verkeerde levering van stoffen tegen te gaan.

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 besloten ruimte. Bij deze twaalf incidenten ging het negen keer om uitstroming van gevaarlijke stoffen, tweemaal om een directe explosie en éénmaal trad geen uitstroming van een gevaarlijke stof op, slechts stoom. Blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een besloten ruimte kwam in deze twaalf incidenten niet voor. Tweemaal trad na uitstroming van materialen een (verlate) explosie op. Dat gebeurde bij het uitvoeren van werkzaamheden aan niet lege leidingen (lassen en vonken bij losdraaien van een flens).

Tabel 5 Type ongeval (centrale gebeurtenis). Uitstroming kan op meerdere plaatsen tegelijk plaats vinden; het totaal is daardoor groter dan de negen incidenten met uitstroming in de tabel

Type ongeval / uitstroming	**Aantal keer van toepassing**	
Uitstroming van gevaarlijke stof	9	
Vanuit een reguliere opening in een insluitsysteem		2
Vanuit falende of losse verbinding		6
Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is		2
Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad		1
Explosie in een insluitsysteem	2	
Geen uitstroming van gevaarlijke stoffen	1	

Voorbeeld van uitstroming uit meerdere plaatsen
Bij incident 4 kwam materiaal vrij uit
- een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is: een drukaflaat doordat de druk te ver opliep bij het verladen
- een nieuw ontstaan gat: de aflaat kon niet voorkomen dat de tankbodem alsnog bol kwam te staan en aan de onderzijde scheurde vanwege een te hoge druk waarna het materiaal uitstroomde

2.4 Installaties en gebeurtenissen

2.4.1 Betrokken installatieonderdelen

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

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

Installatieonderdeel	**Aantal onderdelen**
Pakkingen en afdichtingen	
Pakkingen	2
Verbindingen en koppelingen	
Flensverbinding	3
Voorzieningen op/aan/in equipment	
Afsluiter/afsluitklep	5
Overige kleppen (incl. drukventiel)	2
Blindflens/plaat	1
Monsternamepunt	1
Aftappunt	1
Vaste opslagtanks	
Atmosferische tanks	2
Onderdeel van procesinstallatie	
Buffervat	1
Scheiders	2
Procesleiding	2
Vulinstallatie	1
Mobiele tanks en verpakkingen	
Tankcontainer	1
Drum	1
Transfer	
Leidingen, slangen en armen	5
Voer en vaartuigen	
Tankauto	1
Utilities	
Afgassysteem	1

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

In Tabel 7 staan de installatieonderdelen vermeld die direct gerelateerd zijn aan de centrale gebeurtenis. Dus waaruit product vrijkomt, de brand of explosie plaatsvindt of waarbinnen mensen zijn blootgesteld.

Tabel 7 Installatieonderdelen met betrekking tot de uitstroming, brand of explosie of waarbinnen mensen zijn blootgesteld. Het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stof is hier niet van toepassing en per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal betrokken onderdelen is daardoor groter dan het aantal betrokken incidenten (elf)

Installatieonderdeel	**Aantal onderdelen**
Vaste opslagtanks	
Atmosferische tanks	1
Onderdeel procesinstallatie	
Buffervat	1
Scheiders	2
Procesleiding	3
Vulinstallatie	1
Mobiele tank of verpakking	
Tankcontainer	1
Drum	1
Transfer	
Laad/losslang	1
Leidingwerk (korte leidingen)	1
Utilities	
Afgassysteem	1

2.4.3 *Locatie van de uitstroming*

Tabel 8 geeft de locatie van de uitstroming van de incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn uitgestroomd. Meest aangetroffen waren voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen (7×). Met name verbindingen (waaronder flenzen) kwamen hierin vaker voor.

Tabel 8 Locatie van de uitstroming. Het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen en de twee directe explosies zijn hier niet van toepassing en per incident kan materiaal op meerdere punten uitstromen; het totaal aantal betrokken onderdelen is daardoor groter dan het resterende aantal betrokken incidenten (negen)

Installatieonderdeel	**Aantal onderdelen**
Omhulling	1
Voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen	
Drukveiligheidsventiel	1
Drain	1
Afsluiter/afsluitklep	1
Verbinding (incl. flens)	4
Openingen en ontworpen uitstroompunten	
Open leiding (of slang)	1
Onbekende opening	2

2.5 Gevolgen

In tabel 9 is het uiteindelijke effect van de twaalf incidenten vermeld. Zes keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij drie van die incidenten werd de uitstroming of verdamping door mitigerende maatregelen beperkt (zoals waterschermen en noodopvang). Tweemaal trad een explosie op nadat materialen waren uitgestroomd en mitigerende maatregelen faalden. Driemaal trad geen relevant effect op na de centrale gebeurtenis: bij de twee incidenten waar al direct een explosie optrad waren verdere mitigerende maatregelen niet van toepassing en bij één incident trad geen relevante verspreiding op maar ging een operator in een plas acrylonitril staan.
Bij het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen was geen sprake van een relevant effect.

Tabel 9 Type effect van het incident

Type effect	**Aantal incidenten**	
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	6	
Waarvan: niet gecontroleerd of beperkt		3
Waarvan: gecontroleerd of beperkt		3
Explosie	2	
Waarvan: Gaswolkexplosie (uitwendig)		2
Geen relevant effect na de centrale gebeurtenis	3	
Geen brand, explosie of dispersie (incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen)	1	

Falen mitigerende maatregelen
Bij incident 8 werd een biogassysteem langzaam gevuld met een ontbrandbaar mengsel. Bij laswerk tijdens onderhoud kwam het tot een explosie, waarbij een biogas knock-out drum van de bodemplaat gerukt werd en deze enkele meters verder neer kwam. Dit was mogelijk omdat er na het afgaan van een persoonlijke explosiemeter geen onderzoek naar de bron van het biogas werd uitgevoerd. Ook was de dubbele block en bleed van een reactor niet volledig.

2.5.1 Slachtoffers

Eén persoon liep vermoedelijk blijvend letsel op met een verminderd zicht aan één oog na een explosie. Bij zes incidenten hadden dertien personen vermoedelijk geen permanent letsel, na vrijkomen van gevaarlijke stoffen en een explosie. Het betrof klachten als ademhalingsproblemen, huidirritaties en een chemische brandwond na contact met de gevaarlijke stof. Bij één incident met een explosie liepen de personen kneuzingen en brandwonden op. Bij vier incidenten vielen geen slachtoffers.

Tabel 10 Aantal slachtoffers en type letsel

Type letsel	**Aantal slachtoffers**	
Vermoedelijk blijvend lichamelijk letsel	1	
Waarvan: inclusief ziekenhuisopname		1
Vermoedelijk herstelbaar lichamelijk letsel	13	
Waarvan: inclusief ziekenhuisopname		8
Waarvan: geen ziekenhuisopname		4
Waarvan: ziekenhuisopname onbekend		1
Onbekend letsel	1	
Waarvan: geen ziekenhuisopname		1

2.5.2 Materiële schade

Bij acht incidenten trad geen (relevante) materiële schade op (inclusief het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen). Tweemaal werden installaties beschadigd. Tweemaal was de schade onbekend.

2.5.3 Ecologische schade

Bij acht incidenten was er geen sprake van ecologische schade (inclusief het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen). Het betrof dan kleinere hoeveelheden of deze zijn opgevangen en opgeruimd. Bij vier incidenten was de ecologische schade onbekend (dit betrof voornamelijk dispersie van gassen in de atmosfeer).

2.6 Overtredingen

Bij negen incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen zijn weergegeven in tabel 11. Overtredingen van het Brzo 2015 artikelen 5 lid 1 of 7 lid 6 zijn overigens overtredingen van de arbeidsomstandighedenwet artikel 6.

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

Geconstateerde overtreding	**Aantal incidenten**	
Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 2015	9	
Waarvan art 5 lid 1 (maatregelen voorkomen zware ongevallen)		6
Waarvan art 7 lid 6 (uitvoering preventiebeleid)		9
Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet	9	
Waarvan art 6 (voorkoming zware ongevallen)		9
Waarvan art 32 (strafbepaling)		3
Waarvan art 10 (voorkomen gevaar derden)		1
Overtreding van de Wet Veiligheidsregio's	1	
Onbekende overtreding	1	
Geen geconstateerde overtreding (inclusief het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen)	2	

Qua handhaving werd opgetreden met een proces verbaal (6×), strafrechtelijk onderzoek (4×), bestuurlijke boete (2×), wettelijke eis tot naleving (2×), wettelijke eis tot stillegging (2×) en een wettelijke waarschuwing (1×).

3 Oorzaken van de 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 is nagegaan welke parameters buiten veilige grenzen (de '*safe envelope*') waren. De directe oorzaken staan vermeld in tabel 12.

Tabel 12 Directe oorzaken van de incidenten. Het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen is hier niet van toepassing en per incident kunnen meerdere directe oorzaken worden geconstateerd; het totaal is niet gelijk aan de resterende elf incidenten

Directe oorzaak van het incident	**Aantal incidenten**
Materiaalverzwakking (incl. corrosie en erosie)	1
Menselijke fout	6
Te hoge druk	3
Te hoog niveau (overvullen)	1
Trillingen	1
Onbekend	1

Bij zes incidenten werd de directe oorzaak 'menselijke fouten tijdens gebruik, wijziging of onderhoud' toegekend als de directe aanleiding van het incident. Het was dan de laatste handeling voordat het incident plaatsvond. 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. De analyse heeft sinds dit jaar dan ook de mogelijkheid om aan te geven of een 'onjuiste procedure correct gevolgd' is of dat een 'correcte procedure onjuist gevolgd' is. In vijf van de incidenten bleek een onjuiste procedure correct te zijn gevolgd. In het andere incident was dit onbekend (niet voldoende gegevens in het rapport).

In één geval was de directe oorzaak onbekend (nummer 7). Hoewel het bij dit incident duidelijk was dat lekkage optrad bij de pakking van de tankauto was het onduidelijk welke factor precies hier aan heeft bijgedragen en is het mogelijk een combinatie van factoren geweest.

[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.

Het bedrijf reageert hier in ieder geval op door aan de verschillende factoren te gaan werken.

Onjuiste procedure correct gevolgd
Bij incident 11 werd gebruik gemaakt van werkvergunningen voor het uitvoeren van het werk door twee externe ploegen tegelijk. Er zijn door het bedrijf dat de werkvergunningen uitgeeft enkele aannames gedaan, die niet bleken te kloppen in de praktijk:

- er werd aangenomen bij een van de ploegen dat er niet gelast hoefde te worden;
- de verschillende LOTO procedures waren niet naast elkaar gelegd om conflicten te identificeren;
- er zou zijn gespoeld met water volgens de werkvergunningen, maar dat was niet gebeurd.

Toen de twee ploegen volgens deze werkvergunning aan laswerkzaamheden begonnen trad een explosie op van de dampen van achtergebleven brandbare stoffen.

3.2 Maatregelen en lines of defence

Bedrijven treffen maatregelen om incidenten te voorkomen (preventieve maatregelen) en gevolgen te beperken (mitigerende maatregelen). Deze maatregelen zijn in het Storybuilder-MHC-model onderverdeeld in zes verschillende '*Lines of Defence*' (LoD's). In de analyse wordt bekeken welke maatregelen aanwezig hadden 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 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 (noodmaatregelen)**, 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):

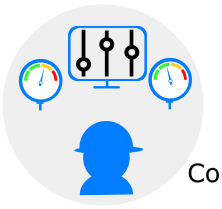
4. **Beperking van de uitstroming**, namelijk het stoppen van de uitstroming of het wegnemen van de drijvende kracht.
5. **Voorkómen van escalatie**, zoals het beperken van de verdamping of de verspreiding, en het voorkómen van ontsteking van een ontvlambare wolk.
6. **Persoonlijke bescherming en hulpverlening**,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

3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten

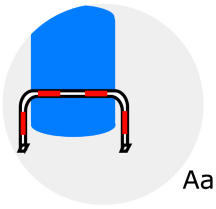
Visuele samenvatting van maatregelen die het incident hadden kunnen voorkomen

Procesbeheersing

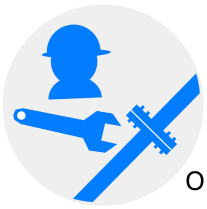
Zorg voor juist ontwerp en controle op procesparameters, omgevingsbeheersing en onderhoud.



Controlekamer



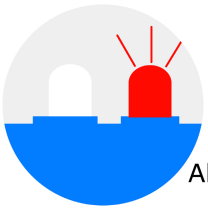
Aanrijbeveiliging



Onderhoud

Herstel van afwijkingen

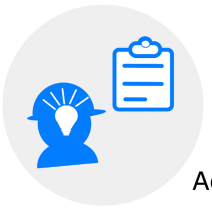
Zorg voor mogelijkheden om tijdig afwijkingen waar te kunnen nemen, in te kunnen schatten en acties te kunnen nemen.



Alarmen



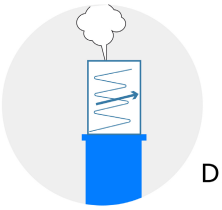
Inspectie



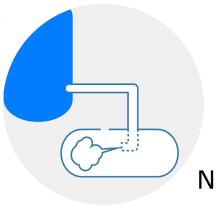
Actie

Noodmaatregelen

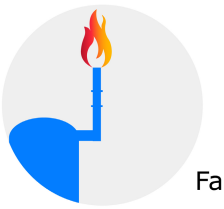
Vang afwijkingen buiten veilige grenzen op met maatregelen zoals drukventielen, noodopvang en fakkels.



Drukventiel



Noodopvang



Fakkel

Als maatregelen falen → Als maatregelen falen →

Als maatregelen werken ← Als maatregelen werken ←

Maatregelen die faalden

Acht keer werd de installatie voor aanvang van de werkzaamheden niet veilig opgeleverd. Viermaal was de toestand van de installatie in het geding (verbindingen, installatie van onderdelen en ontwerp) en eveneens viermaal waren procesparameters niet onder controle (processtromen, reacties en druk).

Maatregelen die faalden

Acht keer was er geen of onvoldoende indicatie van een afwijking, meestal omdat het risico niet was geïdentificeerd. Vijfmaal werden afwijkingen verkeerd geinterpreteerd of werd geen responsactie genomen.

Maatregelen die faalden

Zes maal waren noodmaatregelen om overdruk of een te hoog niveau op te vangen of ontsteking te voorkomen afwezig of onvoldoende. In de overige incidenten moet extra goed gelet worden op de procesbeheersing en herstel van afwijkingen. Bij één incident werkte de overdukbeveiliging naar behoren.

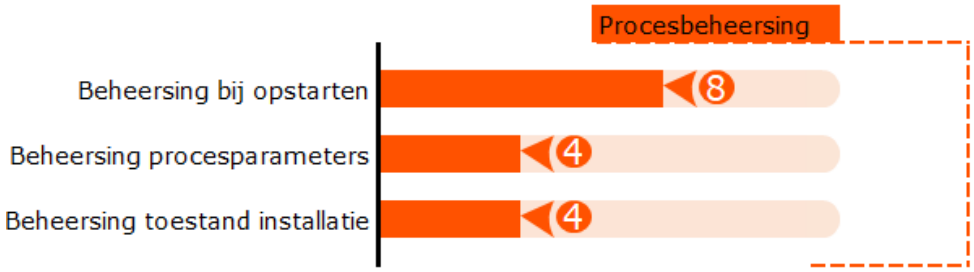
De ‘preventieve maatregelen’ zijn in het Storybuilder-MHC-model onderverdeeld in drie verschillende ‘*Lines of Defence*’ (LoD’s) die voorafgaan aan het optreden van een incident. De eerste betreft de veilige procesbeheersing door onder meer juist ontwerp, juist gebruik van materialen, adequaat onderhoud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

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

Als ook het herstel van de afwijking faalt, zijn er soms in een derde LoD nog noodmaatregelen denkbaar waarmee de uitstroom van gevaarlijke stoffen kan worden voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn noodkoeling, nooddrukaflaat en secundaire insluitsystemen. Het rapport over de bevindingen van vijftien jaar incidentonderzoek bevat een gedetailleerde omschrijving van de betekenis van de verschillende LoD’s [7].

3.3.1 Procesbeheersing

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



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

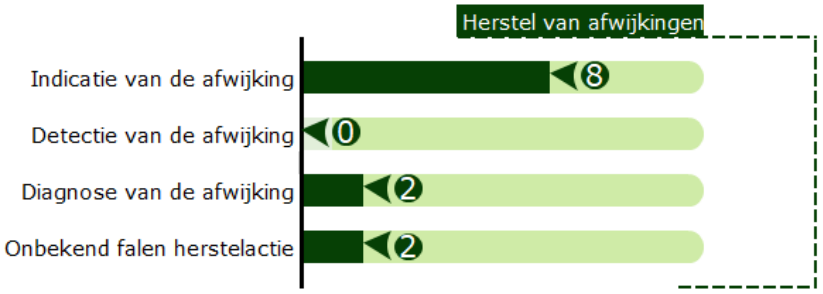
In deze twaalf incidenten faalde het veilig opstarten in 2/3 van de incidenten, waar dat in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar in 29% van de incidenten faalde. Bij de incidenten in dit rapport waarbij beheersing bij het opstarten niet op orde was, faalde bij elk incident de barrière ‘veiligstellen installatie voor aanvang activiteit’. Er had meer aandacht geschonken moeten worden aan het prepareren van de installatie voordat de werkzaamheden begonnen. Bijvoorbeeld door met behulp van een checklist na te gaan of onderdelen volledig leeg waren, of deze gespoeld waren (met de juiste middelen), het systeem niet opnieuw was gevuld door bijvoorbeeld een lekkende afsluiter en of de afsluiters goed zijn gesloten bij opstart.

Werkzaamheden aan niet-geleegd systeem (veilig opstarten)
Bij incident 12 kwam zoutzuur en chloorgas vrij na openen van de installatie. De installatie bevatte resten chloorhoudend afval en dit moest gespoeld worden met 10% zoutzuur, maar werd in plaats daarvan gespoeld met 30% zoutzuur. Hierdoor ontstond zowel chloorgas als zoutzuurgas wat vrijkwam bij het openen van de installatie na het spoelen. Hoe het kon dat er een afwijkende concentratie zoutzuur werd gebruikt werd niet duidelijk uit de rapportage, maar men had het risico op het ontstaan van chemische reacties in de installatie in ieder geval niet geïdentificeerd. Doordat een flens na het plaatsen van een steker in de installatie niet goed was aangedraaid bleek er tevens nog een extra uitstroompunt te zijn waar de gassen konden ontsnappen tijdens de werkzaamheden.

Falende procesparameters
Bij incident 4 is tijdens het lossen van verwarmde fenol vanuit een binnenvaartschip naar een opslagtank drukopbouw ontstaan. Nadat de tankbodem bol ging staan, is de tank opgeveerd en is de veiligheidsklep open gegaan. Daarnaast scheurde de tank aan de onderkant. Vloeibaar fenol stroomde uit het gat aan de onderzijde naar een tankput, terwijl gasvormig fenol via de open veiligheidsklep naar buiten kwam.

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

Bij de twaalf incidenten ging het qua voorzieningen zes keer om instrumentatie om procesparameters te volgen (bijv drukmeters), tweemaal om het ontbreken van adequate periodieke inspecties, éénmaal om het ontbreken van een lektest en éénmaal om het ontbreken van een periodieke gevarenbeoordeling. De volgende tekstkaders geven een aantal voorbeelden van hoe het misging bij het opvangen van afwijkingen.

Geen indicatie
Bij incident 10 werkten vier contractors aan het verwijderen van een flensverbinding. Door het lekken van een afsluiter kon zich een grote hoeveelheid licht ontvlambaar gas ophopen in een deel van de toevoerende leiding. Er was geen indicatiemogelijkheid om dit te controleren. Bij het losdraaien van de laatste bout van de flens ontstonden er vonken en volgde een explosie.

3.3.3 Noodmaatregelen

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



Figuur 4 Falende noodmaatregelen in de derde LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen, maar in dit geval was er precies 1 maatregel per incident en telt dit op tot elf maatregelen. Exclusief het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen waar de bescherming bij verhoogde druk (pressure relief valve) 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.

Bij de overige vijf incidenten (exclusief het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen) was de noodmaatregel onbekend of niet van toepassing. Het is dan extra van belang om afwijkingen in de 1e en 2e LoD adequaat op te vangen. Met name als een installatie geopend moet worden voor onderhoud zijn noodmaatregelen ter bescherming van de installatie, zoals een drukaflaat, niet van toepassing.

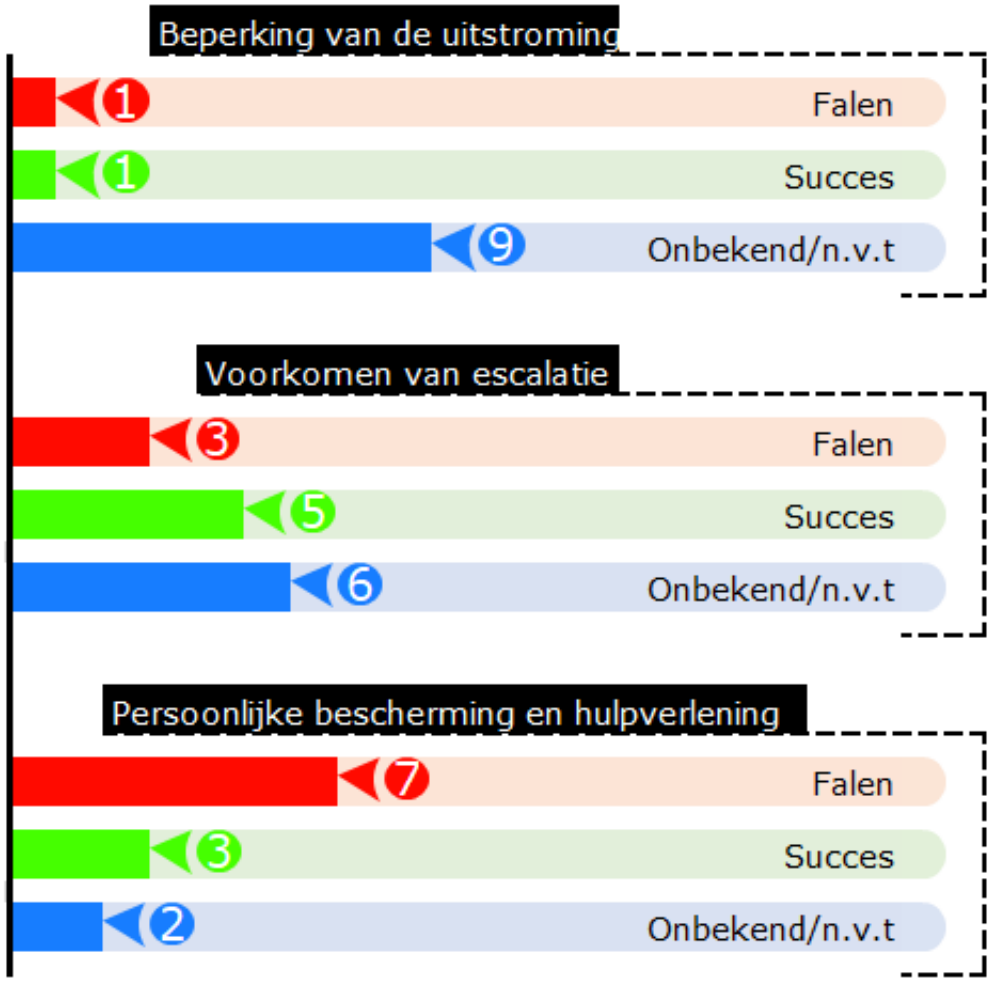
3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen

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 zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen is hier niet meegenomen omdat geen maatregelen nodig waren voor het beperken van de gevolgen.

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. 'Beperking van de uitstroming' is bijvoorbeeld niet van toepassing bij een stofexplosie of 'gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen' speelt geen rol bij een incident waar personen niet aanwezig konden zijn.



Figuur 5 Aantallen maatregelen voor het beperken van de gevolgen, die in de praktijk faalden of succes hadden. Per LoD kunnen meerdere maatregelen falen of werken; de aantallen tellen niet op tot elf incidenten. Het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stof is hier niet van toepassing

In figuur 5 is te zien dat vooral de maatregelen met betrekking tot het voorkómen van escalatie relatief vaak actief waren. Bij vijf incidenten werd verdamping en/of dispersie tegengegaan (via waterschermen (2×) en schuimlaag (1×), ontsteking voorkomen (1×) en brand bestrijding (1×)). Voor maatregelen is niet altijd in rapporten te achterhalen of deze actief waren.

In de laatste LoD faalden de maatregelen in zeven incidenten. 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 (technisch en organisatorisch) niet of niet afdoende kunnen worden genomen. Bij twee incidenten werden geen PBM's aangeboden of (adequaat) voorgeschreven door het bedrijf, zie onderstaande voorbeelden. Bij drie andere incidenten werden de PBM's, ondanks instructies, (deels) niet gebruikt vanwege falend toezicht.

Geen persoonlijke beschermingsmiddelen verschaft
Bij incident 3 werd een operator geraakt door druppels van een vloeistof toen de operator een installatie wilde sluiten. Door het ontwerp van de installatie was de afsluiter op ooghoogte en was de operator daardoor in de line of fire van de vrijkomende vloeistofdruppels. Omdat er geen rekening was gehouden met dit risico waren de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen hier niet voorgeschreven. Na het incident werd dit ook voor het sluiten van installaties verplicht gesteld door het bedrijf.

Onvoldoende verschaffen persoonlijke beschermingsmiddelen
Bij incident 2 gebruikte een operator een splashpak en laarzen. Hiermee zou de operator beschermd moeten zijn tegen vrijkomend acrylonitril. Nadat vanuit een slang acrylonitril op het splashpak kwam, werden de werkzaamheden daarom niet onderbroken. De operator kreeg echter last van irritatie op diens been. Naderhand bleek dat de aansluiting tussen de laarzen en het pak niet voldoende waren geweest. Het bedrijf heeft de werknemers hierover geïnformeerd en heeft de instructies voor het sealen van de ruimte tussen het pak en de laarzen aangepast. Ook zijn de slangen vervangen door dedicated leidingen met dry break koppelingen zodat het vrijkomen van acrylonitril feitelijk niet meer kan voorkomen.

Falend gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen
Bij incident 6 waren persoonlijke beschermingsmiddelen wel verschaft en voorgeschreven, maar werden niet alle PBM's gedragen. In dit geval werd het gelaatsmasker niet gebruikt. Hier werd geen toezicht op gehouden en het was gebruikelijk dat men niet alle PBM's droeg. Hierdoor kon azijnzuur in het gezicht van de operator spuiten bij het openen van een afsluiter door een loszittende flensverbinding. Na het incident worden een aantal maatregelen genomen, waaronder het onder de aandacht brengen van het gebruik van PBM's en het opstellen van een werkinstructie voor het nemen van monsters.

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

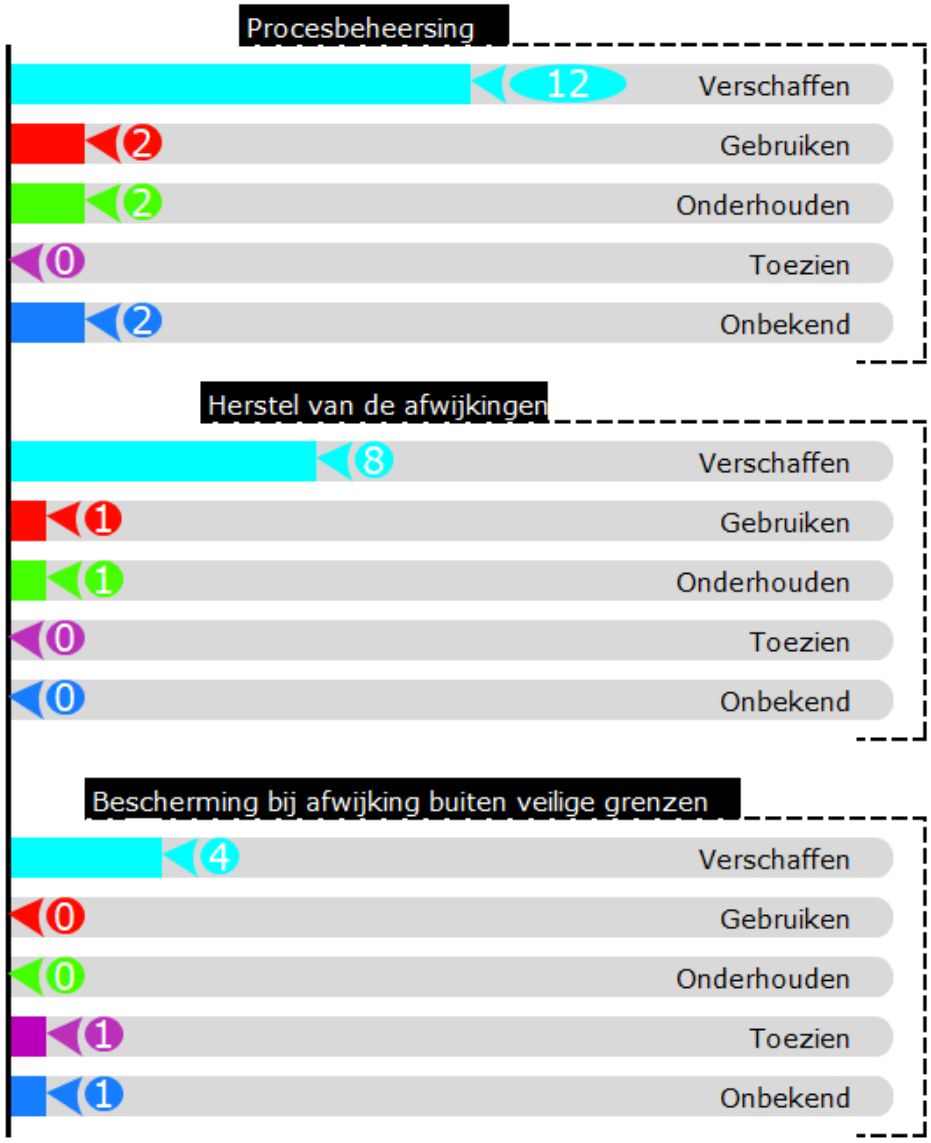
Het analysemodel maakt met betrekking tot de achterliggende oorzaken onderscheid naar taken, managementfactoren en elementen van het veiligheidsbeheerssysteem.

- Taken: veiligheidsmaatregelen moeten zijn *verschaft* 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. De elementen zijn: i. organisatie en personeel, ii. identificatie en beoordeling van gevaren, iii. controle op de exploitatie, iv. wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen, v. de planning voor noodsituaties, vi. toezicht op de prestaties. In de Nederlands technische afspraak NTA 8620:2016 wordt een specificatie gegeven voor een veiligheidsmanagementsysteem voor risico's van zware ongevallen, die gelinkt zijn aan de VBS-elementen.

Een uitgebreidere uitleg over de betekenis van de taken, managementfactoren en VBS-elementen is opgenomen in [7].

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.



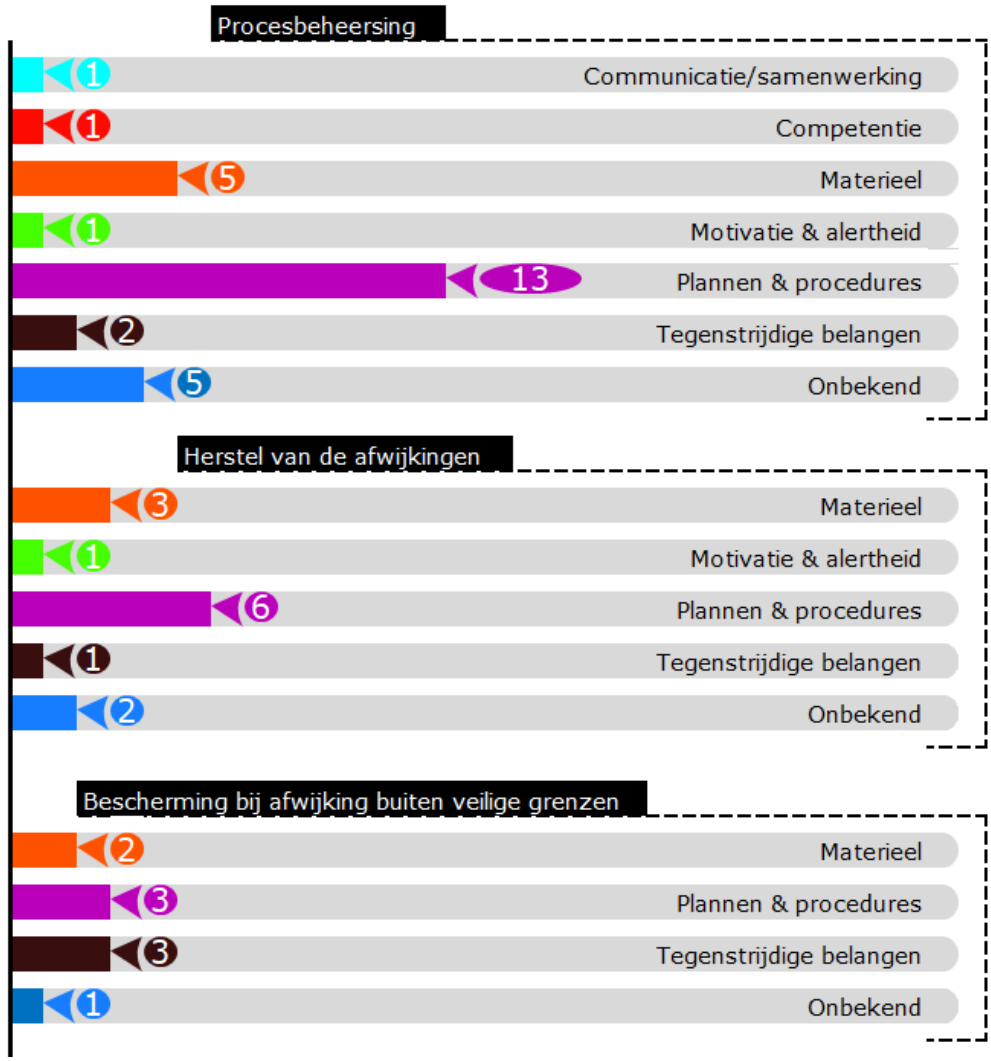
Figuur 6 Aantallen falende taken met betrekking tot falende preventieve maatregelen. Per LoD kunnen bij meerdere maatregelen taken falen of succes vertonen; de aantallen tellen niet op tot twaalf incidenten

In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen voornamelijk niet (of niet voldoende) aanwezig en moet er dus beter worden gelet dat de benodigde maatregelen adequaat aanwezig zijn voor gebruik in de praktijk. Ook in de tweede en derde LoD komt het voornamelijk neer op het verschaffen van maatregelen om waar te kunnen nemen of er een afwijking is. In de derde LoD zijn de aantallen flink lager. Dit komt doordat de taken in vijf incidenten onbekend waren of niet van toepassing (zie Figuur 4). Tevens had het incident zonder uitstroom van gevaarlijke stoffen hier een werkende noodmaatregel.

Falend verschaffen
Bij incident 5 werd een vloeistof handmatig afgevuld in een vat. De slecht geleidende vloeistof werd met een hogere stroomsnelheid en vanaf een relatief hoog punt in het vat geleid, waarna een explosie optrad door elektrostatische oplading. Het managementsysteem had geen correcte oplossing verschaft voor deze situatie. Na het incident wordt dit aangepast zodat de vloeistof op een lager punt wordt ingebracht en de stroomsnelheid pas omhoog gaat als de vulpijp onder het vloeistofniveau terecht komt.

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 twaalf incidenten

Bij deze twaalf incidenten werden relatief veel tekortkomingen gevonden in 'plannen en procedures'.[14] Bij alle 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%. Mogelijk is dit beïnvloed doordat er relatief meer incidenten waren met betrekking tot ingebruikname of onderhoud en inspectie. Deze zijn vaak met procedures en instructies omkleed.

De geconstateerde tekortkomingen lopen uiteen, maar enkele zaken komen vaker voor:

- Soms ontbraken procedures, omdat het risico niet was ingeschat:
  - nr 4: geen PBM's voorgeschreven bij sluiten van installaties;
  - nr 7: geen procedure voor aanlevering onder te hoge druk;
  - nr 10: ontbrekende procedures voor block & bleed.
- Soms waren er wel instructies maar was er onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies. Deze werden soms ook niet als veiligheidskritisch gezien:
  - nr 1: afsluiter niet gesloten, geen detectie aangeschaft naar aanleiding van eerdere incidenten, mogelijk vanwege aanstaande sluiting fabriek;
  - nr 7: noodkabel naar afsluiter tankauto was niet gelegd;
  - nr 9: losprocedure niet gericht op de aangeleverde stof en onvoldoende gecommuniceerd tussen inkoop en operators;
  - nr 11: werkvergunning klopte niet (er was niet gespoeld) en deze waren niet naast elkaar gelegd om te checken op Lock Out Tag Out);
  - nr 12: verkeerde zoutzuuroplossing gebruikt.
- In enkele gevallen waren de instructies niet toereikend of duidelijk genoeg naar de gebruiker:
  - nr 2: PBM's werden gebruikt volgens de instructie, maar later aangepast toen aansluiting pak en laarzen kritisch bleken;
  - nr 5: de werkinstructie had geen rekening gehouden met splashvulling bij handmatig afvullen.
- Sommige inspectieplannen waren ook niet toereikend:
  - nr 6 en nr 12: de bouten van een flens waren niet of niet goed aangedraaid;
  - nr 8: instructies sloten niet goed op elkaar aan, ook deze behoeven "Onderhoud".

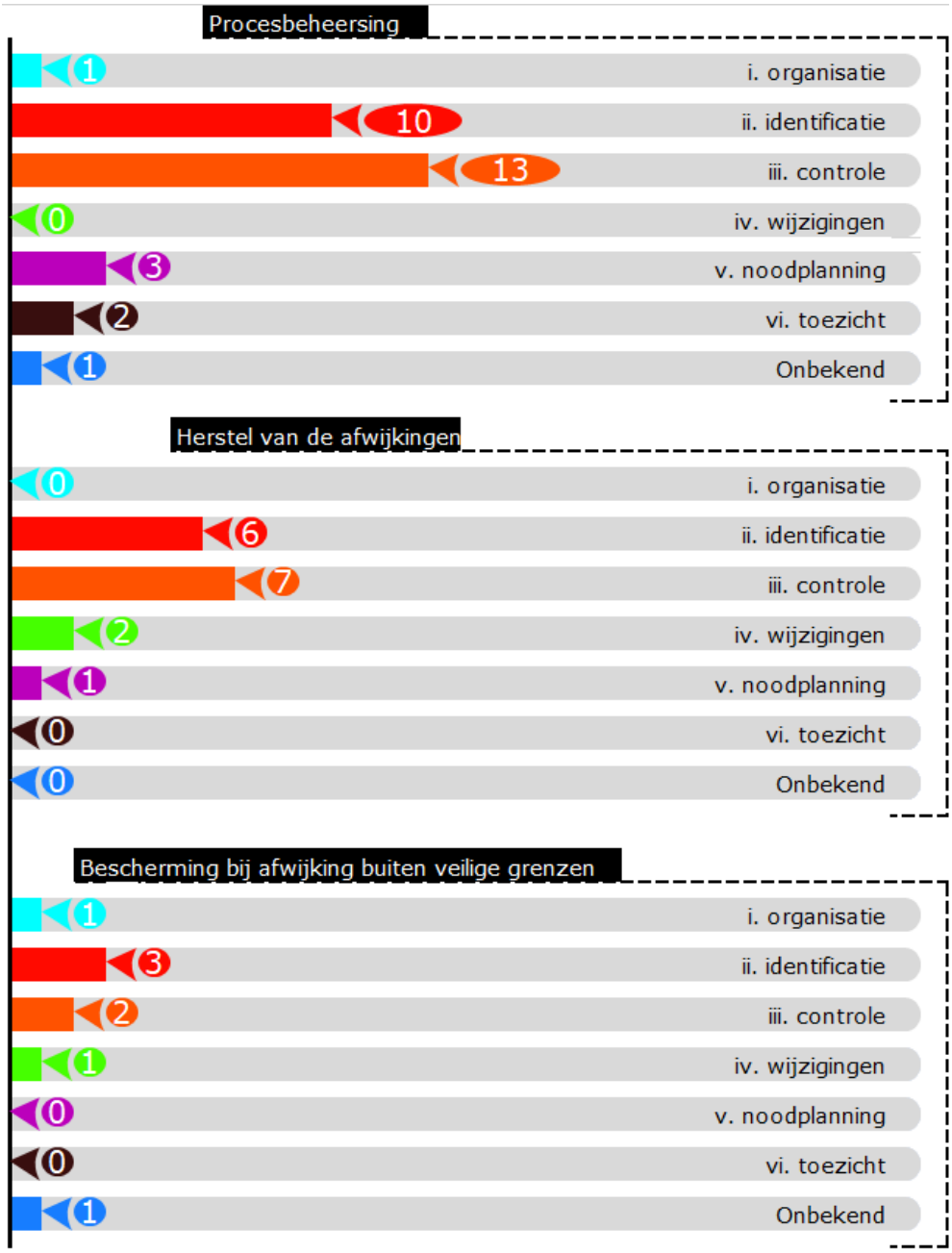
Andere managementfactoren zijn in deze twaalf incidenten minder prominent zichtbaar. Materieel (9x) en tegenstrijdige belangen ('productiebelangen vóór veiligheid', 5x) worden relatief nog het vaakst genoemd. De overige vijf managementfactoren worden maximaal twee keer genoemd.

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

Falende managementfactor tegenstrijdige belangen
Bij incident 11 werden door twee ploegen tegelijkertijd werkzaamheden uitgevoerd aan een installatie. De eerste ploeg voerde laswerkzaamheden uit, terwijl een tweede ploeg onderdelen aan een oude leiding ging plaatsen. De leiding waaraan de twee ploegen aan het werk waren, waren met elkaar verbonden. Voor het uitvoeren van de laswerkzaamheden moest de leiding worden gespoeld, voor de werkzaamheden van de tweede ploeg was dit niet nodig. Degene die de werkvergunningen vrij moest geven ging alleen uit van de werkzaamheden van de tweede ploeg, en heeft de leiding niet laten spoelen wegens financiële belangen. De ploeg die de laswerkzaamheden ging uitvoeren was echter wel in de veronderstelling dat de leidingen waren gespoeld. Als gevolg van het niet spoelen kwamen brandbare dampen vanuit de oude leiding naar het gebied waar de laswerkzaamheden plaatsvonden, met een explosie tot gevolg.

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, v. de planning voor noodsituaties, vi. toezicht op de prestaties.
Per incident kunnen meerdere maatregelen falen en zijn per maatregel meerdere VBS-elementen mogelijk; de aantallen tellen niet op tot twaalf incidenten

In de Storybuilder-MHC-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 8, waar de controle op de druk van de tank faalde (LoD1,

betrokkenheid van element ii.) en deze afwijking opgemerkt had kunnen worden bij een goede organisatie van het werk en het personeel (LoD2, betrokkenheid van element i.).

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'.

Geen identificatie van het gevaar voor splashvulling
Bij incident 5 werd een vat handmatig afgevuld na een storing. De stroomsnelheid van de handmatige vulling was hoger en de vulpijp die in het vat zakt bleef op een grotere hoogte staan dan bij de automatische vulling. Hierdoor trad splashvulling op en heeft er een elektrostatische ontlading opgetreden van het slecht geleidbare materiaal. Dit gevaar was niet onderkend in risicostudies. Na het incident werden maatregelen genomen om dit te voorkomen (software stuurt de vulpijp naar een lager standpunt en de initiële stroomsnelheid gaat omlaag tot de vulopening onder het vloeistofniveau terecht komt).

Falende controle op de exploitatie
Bij incident 12 kwam materiaal vrij uit een flens die niet goed was aangedraaid. Waarschijnlijk werd dit veroorzaakt door onderhoudswerkzaamheden waarbij een steker was geplaatst. Na het onderhoud was verzuimd te controleren of het installatieonderdeel in een veilige toestand was achtergelaten, zodat VBS element ii bij deze barrière ('juiste montage van apparatuur') heeft gefaald. Daarnaast faalde het element bij de barrière 'beheersing van reacties', omdat gespoeld werd met een te hoge concentratie zoutzuur, terwijl er chloorhoudende afvalstoffen aanwezig waren. Uiteindelijk leidde dit tot het vrijkomen van chloorgas en zoutzuurdampen.

4 Discussie en conclusies

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de twaalf incidenten die dit jaar zijn onderzocht en plaatsvonden tussen 2016 en 2021, hebben elk hun eigen kenmerken. Op basis van dit beperkte aantal 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-MHC-model. Onderstaande waarnemingen volgen uit de vergelijking met het beeld uit het rapport over vijftien jaar incidentenanalyses [7]. Deels zijn dit dezelfde waarnemingen, een paar keer zijn er opvallende toenames te zien.

Veiligstellen installatie voor aanvang van activiteiten faalt relatief vaak

- Het is opvallend dat in acht van de twaalf incidenten de barrière 'veiligstellen installatie voor aanvang activiteit' faalt. In de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar faalde deze barrière in 25% van de ongevallen. Dit geeft aan dat het belangrijk is om zorg te besteden aan het prepareren van de installatie voordat de werkzaamheden beginnen. Bedrijven kunnen bijvoorbeeld vaker/beter checken of de installatie daadwerkelijk volledig leeg is en blijft en het juiste voorwerk is gedaan voor het opstarten (instrumentatie om dit te doen ontbreekt vaak).
- Bij twee van de incidenten speelden lekkende afsluiters een rol, een opvallend hoger percentage dan de 3% in de vijftien-jaars-database. Het blijft belangrijk om informatie over lekkende afsluiters goed te communiceren met de uitvoerders van werkzaamheden, om aandacht te vragen voor het feit dat materialen terug kunnen stromen/druk kunnen opbouwen ook na afsluiten.

Foutief menselijk handelen is de belangrijkste directe oorzaak

- Bij zes van de twaalf incidenten wordt menselijke fout genoemd als directe oorzaak. Dit is redelijk in lijn met de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar.
- Met 'menselijke fouten' worden 'ongewenste menselijke handelingen' bedoeld. In vijf van de incidenten bleek dit het gevolg te zijn van het correct volgen van een (achteraf) onjuiste procedure en dus niet een onjuiste handeling per se. Het is daarom belangrijk om ruim aandacht te schenken aan de toereikendheid en duidelijkheid van werkprocedures en -instructies.

Afwijkingen worden vaak niet geïdentificeerd en/of hersteld

- Voor de twaalf incidenten was er acht keer (67%) geen indicatie dat een afwijking was opgetreden. Meestal vanwege missende of inadequate instrumentatie (zoals drukmeters), maar ook vanwege een falende lektest of falende periodieke inspectie. In de database met vijftien jaar incidenten is het percentage falende indicaties lager, circa 35%. Het blijft dus een aandachtspunt.

Aanvullende noodmaatregelen ontbreken vaak

- Bij zes incidenten (50%) waren noodmaatregelen praktisch wel haalbaar, maar waren ze niet verschaft of werkten ze niet naar behoren. Dit percentage is iets hoger dan de ca 40 % in de database met vijftien jaar incidenten.
- Bij de overige incidenten moeten bedrijven dus voorkomen dat afwijkingen ontstaan en ervoor zorgen dat afwijkingen die toch ontstaan tijdig worden gedetecteerd en verholpen.

Mitigerende maatregelen beperken relatief vaak de gevolgen

- Maatregelen met betrekking tot het voorkomen van escalatie werkten relatief vaak. Echter in de allerlaatste linie van maatregelen voor evacuatie, toevlucht, hulpverlening en persoonlijke bescherming (PBM's) schoten de maatregelen in zeven van de twaalf incidenten tekort.
- Deze percentages lijken grotendeels op de cijfers uit de database met vijftien jaar incidenten. Ze geven het belang aan van het hebben van mitigerende maatregelen om de impact van de gevolgen te beperken.

Achterliggende oorzaken: 'plannen en procedures' vaak niet in orde, relatie met VBS-elementen 'identificatie en beoordeling van gevaren' en 'controle op de exploitatie'

- Bij alle twaalf 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. Mogelijk komt dit door relatief veel incidenten met betrekking tot ingebruikname of onderhoud en inspectie, die vaak met procedures en instructies zijn omkleed. Het geeft wel het belang aan van het hebben van de juiste procedures, instructies, werkplannen en communicatie hiervan met de werknemers.
- Bij deze twaalf incidenten waren er soms geen werkplannen of -instructies omdat het risico niet werd gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren'. Soms was er onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies, soms omdat deze niet als veiligheidskritisch werden gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'controle op de exploitatie'.
- In een aantal gevallen waren de instructies niet toereikend of duidelijk genoeg naar de gebruiker. De achterliggende oorzaken lopen nogal uiteen, maar zijn deels toe te wijzen aan vaker voorkomende factoren, zie ook paragraaf 3.5.2. De incidentomschrijvingen uit dit rapport en de Storybuilder-MHC database kunnen helpen bij de borging hiervan.

De twaalf incidenten zijn onderzocht in opdracht van SZW. De resultaten kunnen worden gebruikt voor inspectie- en handhavingsstrategieën. Bedrijven kunnen de inzichten gebruiken om hun veiligheidsbeleid te verbeteren.

Referenties

[1] Resultaten analyse MHC-incidenten waarvan het ongeval is afgerond in 2014/2015. VRM14.03248-R.03. RPS. 28 augustus 2015. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2014.* Beschikbaar via https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-586345.pdf (ingezien op 8 april 2022).

[2] Incidentrapportage 2015/2016. 1600948A00-R16-0331600948A00-R16-033. RPS. 4 mei 2016. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2015.* Beschikbaar via https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-776787.pdf (ingezien op 8 april 2022).

[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 8 april 2022).

[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 8 april 2022).

[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.rivm.nl/publicaties/analyse-van-incidenten-met-gevaarlijke-stoffen-bij-grote-bedrijven-2018 (ingezien op 8 april 2022).

[6] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2021. Rapport 2021-0051. RIVM. 2021. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2020.* Beschikbaar via https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/06/25/bijlage-1-staat-van-de-veiligheid-brzo-bedrijven-2020 (ingezien op 8 april 2022)

[7] Vijftien jaar incidentanalyse, Kenmerken van incidenten met gevaarlijke stoffen bij majeure risicobedrijven in de periode 2004-2018, RIVM Rapport 2019-0042. RIVM. 2019. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2018.* Beschikbaar via https://www.rivm.nl/publicaties/vijftien-jaar-incidentanalyse-oorzaken-gevolgen-en-andere-kenmerken-van-incidenten-met (ingezien op 8 april 2022).

[8] Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC, RIVM Rapport 2020-0129.RIVM. 2020. https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0129.pdf (ingezien op 8 april 2022).
[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 8 april 2022).
[10] Overzicht Brzo-locaties, peildatum 1 april 2021. Bureau BRZO+. Beschikbaar via https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven (ingezien op 8 april 2022).
[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 8 april 2022).
[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 8 april 2022).

Bijlage 1 Incidentomschrijvingen van de incidenten

Onderstaand een beschrijving van de twaalf onderzochte incidenten, wat het bedrijf ervan heeft geleerd en enkele kenmerken: bedrijfstype-indeling volgens de SBI code, bedrijfsfase, directe oorzaak volgens Rrzo en de gevolgen voor mens en milieu. Onder potentie staat een mogelijk worst case scenario, bijvoorbeeld als er wel werknemers in de buurt waren geweest terwijl dat nu niet het geval was, of als een release niet tijdig was ontdekt en gestopt.

Incident nr 1	**Condensaattank loopt over na negeren hoog niveau alarm.**
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	Bij voorbereiden van het opstarten van de fabriek na onderhoud werd er 60% salpeterzuur ingetrokken. Na circa 10 minuten werd geconstateerd dat er zuur via trechters overliep naar een lekzuurtank en nog enkele minuten later werd er een plof gehoord waarbij een dikke geelbruine wolk stikstofoxiden (NOx gassen) ontstond. De plof werd vermoedelijk veroorzaakt doordat de lekzuurtank overstroomde en het uitgestroomde zuur reageerde met het staal van een steiger dat in dezelfde ruimte stond en na werkzaamheden niet was opgeruimd. Er werd een sirene-alarm gegeven en hierna zijn de fabrieksprocessen direct gestopt, heeft de bedrijfsbrandweer waterschermen opgezet om de emissie van NOx tegen te gaan en is de ruimte waar het zuur in uitstroomde onder water gezet, waarmee de uitstoot stopte. De lekkage is vermoedelijk ontstaan doordat aftapafsluiter in de omloopleiding in strijd met de werkinstructie niet was gesloten en de lekzuurtank geen adequate overloopbeveiliging had. Deze overloopbeveiliging ontbrak vanwege plannen om de installatie binnen enkele jaren te sluiten. Ondanks het ontbreken van beveiligingen waren de procedures niet als veiligheidskritisch aangemerkt en waren de afsluiters bij de lekzuurtank niet voorzien van juiste identificatie, ondanks dat hierover eerder vergissingen hebben plaatsgevonden en de stand van deze afsluiters niet zichtbaar was in de meetkamer. Naar aanleiding van het incident heeft het bedrijf maatregelen getroffen om de veiligheid te verbeteren.
Bedrijfsfase	Opstarten na onderhoud
Directe oorzaak	Te hoog niveau (overvullen)
Gevolgen	Vrijkomen van salpeterzuur met plof en NOx dampen als gevolg. Geen gezondheidseffecten bij medewerkers.
Potentie	Vorming van een plas corrosieve stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 2	**Operator krijgt acrylonitril over zijn been tijdens koppelen van slangen.**
Bedrijfstype	52.10.1 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving	Een operator trof voorbereidingen om acrylonitril over te pompen van een tank naar een steiger. Daarbij bleek de slang te kort en werd deze onder een andere slang geleid om de slang wel te kunnen koppelen Daarbij kwamen enkele liters acrylonitril vrij, die over het been van de operator heen kwamen. Hij wilde dit met water wegspoelen, maar de waterslang was niet aanwezig. Omdat hij een chemiepak en laarzen aan had heeft hij eerst de werkzaamheden afgerond, waarbij hij deels in de plas acrylonitril stond. Daarna trad echter irritatie op aan zijn been. Na het uittrekken van het pak en de laarzen heeft hij gedoucht en werd een zalf gebruikt. BHV heeft hem vervolgens naar het ziekenhuis verwezen, waar hij een nacht ter observatie werd opgenomen. Het bedrijf concludeerde dat het pak en de laarzen op zich in orde waren, maar dat deze mogelijk niet goed op elkaar aansloten. Het incident is gecommuniceerd met de werknemers met de vraag goed op de aansluiting van de PBM's te letten en op de mogelijkheid van het lekken van achtergebleven product uit slangen. Tevens is de installatie aangepast naar het gebruik van dedicated leidingen om dit soort incidenten te voorkomen.
Bedrijfsfase	Onbekend
Directe oorzaak	Menselijke fout (onjuiste procedure, correct gehandeld)
Gevolgen	Eén operator kreeg irritatie aan zijn been en werd overnacht ter observatie in het ziekenhuis opgenomen. Geen verwacht permanent letsel
Potentie	Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 3	**Operator krijgt vloeistof in gezicht bij sluiten installatie.**
Bedrijfstype	20.14.1 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van petrochemische producten (SBI 20.14.1)
Beschrijving	Een installatie is stilgelegd om een vervuiling te verwijderen. Enkele leidingen zijn hiertoe ingeblokt met behulp van afsluiters en met stikstof zijn deze vervolgens leeggeblazen. Een drain in het systeem is opengezet en een operator krijgt nu de opdracht om deze te sluiten om de installatie weer in gebruik te kunnennemen. Terwijl hij met voorbereidende werkzaamheden bezig is naast de drain merkt hij dat er enkele druppels in zijn gezicht worden geblazen. Het materiaal kan bij inslikken fatale gevolgen hebben en hij wordt naar een ziekenhuis vervoerd ter observatie. Het risico op dit scenario was niet onderkend. Waarschijnlijk is door trillingen een hoeveelheid vloeistof vrijgekomen en door een kleine achtergebleven pocket stikstof naar buiten gevoerd. De drukmeter bleek na inspectie in orde: het vrijkomen van deze hoeveelheid vloeistof was te gering of te kort om waargenomen te kunnen worden. Omdat de werkzaamheden op ooghoogte moesten plaats vinden bevond de operator zich in de line of fire. Na het incident scherpt het bedrijf de regels voor het gebruik van PBM’s aan: deze moeten nu ook gebruikt worden bij het sluiten van apparatuur.
Bedrijfsfase	Opstarten na onderhoud
Directe oorzaak	Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld)
Gevolgen	Eén medewerker kreeg vloeistofdruppels in het gezicht had misschien iets ingeslikt en werd daarom overnacht ter observatie opgenomen in het ziekenhuis. Geen verwachte permanente gevolgen.
Potentie	Vorming van giftige druppels met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers. Mogelijk fataal bij inslikken.

Incident nr 4	**Geïrriteerde ogen wanneer fenol uit een veiligheidsklep stroomt door drukopbouw in een tank.**
Bedrijfstype	52.24.2 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Dienstverlening voor vervoer (SBI 52.2) Laad-, los- en overslagactiviteiten (SBI 52.24) Laad-, los- en overslagactiviteiten niet voor zeevaart (SBI 52.24.2)
Beschrijving	Bij het lossen van verwarmde fenol vanuit een binnenvaartschip naar een opslagtank (capaciteit 500 m3) is door drukopbouw in de tank de tankbodem bol gaan staan, waardoor de tank is opgeveerd en de veiligheidsklep (= Emergency Relief Valve) open ging. Daarbij kwam aan de bovenzijde, via de veiligheidsklep, fenol vrij in gasvorm en fijne gestolde deeltjes. Aan de onderzijde scheurde de tank waardoor ca. 325 m3 vloeibare fenol in de tankput is uitgestroomd. Op het fenol is schuim gebracht en er is met water gesproeid wat de uitdamping beperkte. Door het bewegen van de tank en van de toe- en afvoerleidingen gingen de doorvoeringen in de tankput lekken en kwam een enkele kubieke meter fenol buiten de tankput. Tijdens het incident kwamen een operator en een schipper in aanraking met fenoldamp. Na het incident hadden meerdere operators last van prikkeling op de ogen en luchtwegen. Zij zijn onderzocht door de ambulance verpleegkundige. Zij hadden op dat moment en later geen klachten. Geen informatie over wat bedrijf heeft geleerd
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Te hoge druk en trillingen
Gevolgen	Enkele medewerkers met prikkelingen op de ogen en luchtwegen.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr 5	**Explosie en brand bij het afvullen van een container.**
Bedrijfstype	52.10.9 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in distributiecentra en overige opslag (niet in tanks, koelhuizen e.d.) (SBI 52.10.9)
Beschrijving	Op een automatische afvullijn worden vaten gevuld met tetramethyldisiloxane (TMDS). Op een gegeven moment ontstonden er problemen met de vataarding ten gevolge van corrosie aan de onderkant van een van de vaten. Hierop is de Technische Dienst ingeschakeld. Om de productielijn leeg te maken werd er met de hand afgevuld door de operator. Bij het overschakelen van grof naar fijn afvullen gaat de stroomsnelheid omhoog, TMDS is isolerend en slecht geleidend waardoor splashvulling optrad en oplading van elektriciteit kon ontstaan met als gevolg een explosie in het vat. De dippijp was daarbij niet onder vloeistofniveau. Er is geen schade aan de vulinstallatie of personen, enkel het vat is bol komen te staan. Het bedrijf heeft daarbij het volgende geleerd: - Afvullen onder vloeistofniveau (via een softwareaanpassing gaat de dippijp naar een lager niveau), met bijbehorende aanpassingen in de werkinstructies; - Technische aanpassingen om de stroomsnelheid te verlagen; - Geautomatiseerde controle (interlock) van aarding van de vaten; - Opname in de HAZOP met bijbehorende werkinstructies
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (verhelpen van storingen tijdens bedrijf)
Directe oorzaak	Te hoge druk
Gevolgen	Explosie in een vaatje met opvolgende brand, die geblust werd met een automatische sprinklerinstallatie. Geen gezondheidseffecten bij medewerkers.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident nr 6	**Azijnzuur spuit uit loszittende flensverbinding en treft operator.**
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	Een operator wilde een vloeistofmonster nemen bij een monsterpunt aan een leiding onder een flashvat met ongeveer 33% tereftaalzuur (PTA, vaste stof) in azijnzuur. Het flashvat werd gebruikt om azijnzuur uit te dampen en daarbij het product te koelen. Voor het nemen van het monster moest de operator eerst een afsluiter openen, hierbij spoot een oplossing van circa 90% azijnzuur uit een flensverbinding tussen de afsluiter en het monsterpunt. Later bleek dat de bouten van de flensverbinding los zaten, maar dat dit nergens was aangegeven. De flensverbinding was waarschijnlijk losgemaakt om een verstopping binnen de leiding te verhelpen, dit gebeurde vaker. De operator had beperkte persoonlijke beschermende middelen gebruikt, het gelaatsmasker ontbrak. Deze stond wel in het werkvoorschrift maar werd doorgaans door niemand gedragen. Communicatie daarover ontbrak en er was geen toezicht op het gebruik van PBM's tijdens de monstername. De operator kreeg vloeistof in zijn gezicht en over zijn linkerarm en rug en ademde vrijkomende dampen in. Het slachtoffer liep zelf naar de dichtstbijzijnde nooddouche om te spoelen en vroeg om hulp via de portofoon. Vervolgens is het slachtoffer door BHV-medewerkers onder een andere nooddouche geplaatst vanwege de schadelijke dampen die op dat moment nog vrij kwamen. Een oogdouche is gebruikt voor het uitspoelen van de ogen. Het slachtoffer had last van de ademhaling en heeft zuurstof gekregen van professionele hulpverlening ter plaatse, en is daarna met de traumahelikopter naar het ziekenhuis vervoerd, waar verder is gekoeld en waar het slachtoffer een nacht op de IC-afdeling heeft doorgebracht. De volgende dag mocht het slachtoffer naar huis. Naar aanleiding van het incident is het gebruik van PBM’s voor werknemers extra onder de aandacht gebracht, is er een werkinstructie opgesteld voor het nemen van monsters, is een spoelsysteem aangebracht bij monsternamepunten die het vaakst verstopt raken en is ingesteld dat bij het verhelpen van verstoppingen er altijd twee operators aanwezig moeten zijn.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf
Directe oorzaak	Menselijke fout
Gevolgen	Eén medewerker met ademhalingsproblemen die een nacht ter observatie in het ziekenhuis heeft gelegen. Geen verwacht permanent letsel.
Potentie	Vorming van een plas en wolk corrosieve stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 7	**Tankauto loopt leeg na bezwijken van pakking**
Bedrijfstype	52.10.1 Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) Opslag (SBI 52.1) Opslag in tanks (SBI 52.10.1)
Beschrijving	Een tankauto met 1,3 butadieen wordt neergezet om gelost te worden in een opslagbol. Na verbreken van verzegelingen op de transporttank en aanleggen van aarding wordt de stikstofleiding van het bedrijf aangesloten op de gasfaseleiding van de transporttank. Op de vloeistofleiding van de tank wordt een laadarm aangesloten middels een verlengarm omdat de transporttank midden op een chassis staat waardoor deze iets naar achteren staat. Hierdoor werd ook niet de druk in de transporttank afgelezen: de meters bevonden zich verder naar achteren dan normaal. De afsluiters op de transporttank worden geopend evenals de afsluiter van de stikstofleiding. Daarna worden de laatste, op afstand bediende afsluiters naar de opslagbol geopend met een knop in een overdekte opstelplaats. Daarop beweegt het verlengstuk heen en weer en lekt een stroom butadieen bij de transporttank naar buiten. Het lek treedt op door de pakking tussen de doorstroombegrenzer en de transporttank. De afsluiters tussen de bol en de transporttank worden via het automatische systeem gesloten en de afsluiters op de transporttank via handbediening. Normaal gesproken is een kabel aangesloten op de laatste afsluiter naar de doorstroombegrenzer die tot de overdekte plaats leidt, maar men is dit nu vergeten en een operator met ademluchtbescherming sluit deze nu handmatig. De lekkage blijft echter bestaan en de tank met 13 m3 butadieen loopt helemaal leeg. De sprinklerinstallatie rondom de laadplaats wordt vanuit de controlekamer aangezet om ontsteking te voorkomen en dampen neer te slaan. Dat de pakking lek raakte door 1 factor is achteraf moeilijk te achterhalen, maar het is waarschijnlijk dat dit door een combinatie van factoren is opgetreden en er worden een aantal acties genomen door het bedrijf. De kabel naar de doorstroombegrenzer wordt nu verplicht uitgerold naar de overdekte plaats. Het verlengstuk wordt niet meer gebruikt: tanks moeten bij aanlevering altijd tot aan de rand van het chassis reiken. De druk in de transporttank moet nu altijd afgelezen worden. Deze bleek na het incident ca 8 bar te zijn, hoger dan te verwachten is op grond van de dampspanning. Daarom wordt voortaan de druk in de transporttank eerst vereffend met de vloeistofleiding bij meer dan 3 bar verschil met de opslagbol door de afsluiter van de vloeistofaansluiting langzaam te openen en daarna de stikstofaanvoer geleidelijk te openen.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (opstarten)
Directe oorzaak	Onbekend
Gevolgen	Vrijkomen van 13 m3 1,3 butadieen. Enkele werknemers blootgesteld aan lage concentraties van deze zeer zorgwekkende stof.
Potentie	Vorming van een plas/wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk en vorming van een plas carcinogene stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr 8	**Vat wordt weggeslingerd na explosie brandbaar gas door laswerkzaamheden.**
Bedrijfstype	10.62 Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10) Vervaardiging van meel (SBI 10.6) Vervaardiging van zetmeel en zetmeelproducten (SBI 10.62)
Beschrijving	Voor gepland onderhoud aan het biogasafvoerssysteem van drie waterzuiveringen van een fabriek werd deze meer dan 12 uur van te voren stilgelegd. Er was echter gaslekkage omdat een vlinderklep, in de gasleiding na een biogasreactor, niet geheel sloot. Ook was de dubbele block en bleed van een reactor niet volledig en was de slang van de compressor nog aangesloten. Het biogassysteem werd hierdoor langzaam gevuld tot een ontbrandbaar mengsel. Daarbij werd de verspreiding van het gas naar alle waarschijnlijkheid nog versterkt door een natuurlijke trek in het systeem. Door laswerk aan het biogassysteem werd het gas ontstoken en liep het vlamfront door de leiding terug. Hierbij ontstond een explosie in een deel van de installatie en werd een biogas knock-out drum van de bodemplaat gerukt en kwam enkele meters verder neer. Geconstateerde oorzaken: - door tijdsdruk niet alle werkzaamheden stilgelegd na het afgaan van een explosie meter - geen onderzoek naar de bron van het biogas na het afgaan van een persoonlijke explosiemeter. - na een wijziging op het originele ontgasplan, niet teruggegaan naar de originele lock out tag out, waardoor er maar één afsluiter (één beveiliging) dicht was vanaf de anaerobe reactor. Het bedrijf heeft het ongeval geanalyseerd en aanbevelingen opgesteld die vooral gericht zijn op verbetering van het proces en het (preventieve) onderhoud.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Materiaalverzwakking (Overig (vermoeiing, brosheid, kruip, slijtage, enz.)
Gevolgen	Explosie zonder gevolgen voor werknemers
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident nr 9	**Laden van verkeerde stof in tank leidt tot exotherme reactie**
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	Een tankauto met een Natriumnitriet 40%-oplossing in water wordt aangesloten op de losleiding naar een tank van het bedrijf. De inhoud was echter bedoeld voor een ander bedrijf. De tank is op dat moment gevuld met een Natriumbisulfiet 40%-oplossing in water. Er ontstaat een exotherme reactie waarbij de temperatuur oploopt tot ongeveer 105°C. Dit is het kookpunt van het mengsel. De automatische overdrukbeveiliging (ingesteld op 50mbar) treed in werking, waardoor er stoom naar buiten gaat. De operator, die de lossing begeleidde, heeft de klep voor het lossen gesloten. Daarna heeft de chauffeur de afsluiter van de tankauto gesloten. In totaal is er 2320 kg 40%-natriumnitriet oplossing in de tank gepompt. Het veiligheidsrapport had geen scenario met als oorzaak het lossen van een verkeerde grondstof in een vat. Ook was er geen losprocedure voor natriumbisulfiet en was de algemene losprocedure niet bekend bij de operators. Deze was onvoldoende gecommuniceerd tussen inkoop en operators. Voornemen van de inrichting is het aanpassen van de losprocedure en verbeteren van de informatievoorziening aan medewerkers over binnenkomende chemicaliën.
Bedrijfsfase	Normaal bedrijf (normaal opstarten)
Directe oorzaak	Niet van toepassing (er kwamen geen gevaarlijke stoffen vrij, alleen stoom)
Gevolgen	Stoomvorming als gevolg van een exotherme reactie. Geen gevaarlijke stoffen vrijgekomen.
Potentie	Vorming van een plas van een milieugevaarlijke stof met mogelijke effecten voor het aquatisch milieu

Incident nr 10	**Explosie bij het verwijderen van een flensverbinding door lekkende afsluiter.**
Bedrijfstype	24.10 Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24) Vervaardiging van ijzer en staal en van ferrolegeringen (SBI 24.10)
Beschrijving	Aan het einde van een meerdaagse onderhoudsklus aan een ammoniakgaswasser (= met zwavelzuur de ammoniak uit gas wassen) wordt het demisterpakket (een filter dat de vloeistofdruppels uit het gas haalt) vervangen. Hiervoor werken vier contractors aan het verwijderen van een flensverbinding in de toevoerende kooksovengasleiding om daar een blindplaat in te kunnen steken. Door het lekken van een afsluiter heeft zich een grote hoeveelheid licht ontvlambaar cokesgas opgehoopt in een deel van de toevoerende kooksovengasleiding tussen de afsluiter en de blindplaat. Bij het losdraaien van de laatste bout van de flens ontstaan er vonken en volgt een explosie. De contractors worden door de kracht van de explosie enkele meters weggesmeten en lopen daarbij kneuzingen en brandwonden op. Oorzaak is lekken van de dichtgezette afsluiter in de toevoerende kooksovengasleiding. Ook was de installatie niet voorzien van een block and bleed voorziening om de leiding te kunnen spoelen bij het openen. Na het incident heeft het bedrijf de installatie voorzien van een adequaat block- en bleed systeem.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Menselijke fout (onjuiste procedure, correct gehandeld)
Gevolgen	Kneuzingen en brandwonden bij werknemers na een explosie. Geen verwacht permanent letsel.
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident nr 11	**Explosie bij laswerkzaamheden treft 2 onderhoudsmonteurs.**
Bedrijfstype	46.712 Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46) Overige gespecialiseerde groothandel (SBI 46.7) Groothandel in brandstoffen en overige minerale olieproducten (SBI46.71) Groothandel in vloeibare en gasvormige brandstoffen (SBI 46.712)
Beschrijving	Er worden onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd aan een installatie door 2 ploegen tegelijk. De eerste ploeg was aan het lassen om een nieuw stuk leiding aan te brengen, terwijl een andere ploeg bezig was om een oude leiding te openen en onderdelen zoals een afsluiter te gaan plaatsen. Volgens de werkvergunningen was de oude leiding gespoeld met water om benzineresten te verwijderen. Beide groepen waren er van uitgegaan dat dit ook gebeurd was, maar dat bleek in praktijk niet te zijn gebeurd. Beide leidingdelen waren niet van elkaar gescheiden voor het begin van de werkzaamheden waardoor brandbare dampen uit het oude leidingdeel ook in de nieuwe leidingdeel terecht konden komen. Bij aanvang van het lassen ontstond daarop een explosie, waardoor de ploeg bij het oude leidingdeel getroffen werd door wegspringende delen en resten uit de oude leiding. Twee personen liepen daarbij letsel op aan gezicht en bovenlichaam, waarvoor een van de twee in het ziekenhuis werd opgenomen. Degene die de werkvergunning vrij moest geven ging uit van het aansluiten van de nieuwe leiding via een flensverbinding en was niet op de hoogte van de uitvoer van heetwerkzaamheden middels lassen. Omdat de leiding droog was en er niet van heetwerkzaamheden werd uitgegaan was niet gespoeld met water voor aanvang van de werkzaamheden, terwijl dit wel was aangegeven op de werkvergunningen. Tevens waren de twee ploegen niet op de hoogte van de precieze gelijktijdige werkzaamheden van de andere ploeg en is er ook geen TRA (Taak Risico Analyse) uitgevoerd voor deze situatie. Het bedrijf controleerde onvoldoende op het systeem van werkvergunningen: er is niet gereageerd op het feit dat er onderlinge conflicten door de werkvergunningen ontstonden bijvoorbeeld door de verschillende LOTO's (Lock Out Tag Out) uit de aanvragen naast elkaar te leggen.
Bedrijfsfase	Onderhoud, inspectie en reiniging
Directe oorzaak	Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld) en Te hoge druk
Gevolgen	Explosie waarbij 2 medewerkers werden blootgesteld aan rondvliegende brokstukken en letsel opliepen waarvoor ze in het ziekenhuis werden behandeld en verzuim opliepen. Bij 1 medewerker wordt permanent letsel verwacht (verminderd zicht).
Potentie	Explosie met mogelijke blootstelling van medewerkers aan een drukgolf, rondvliegende brokstukken en brand.

Incident nr 12	**Chloorgas komt vrij door spoelen met te hoge concentratie zoutzuur.**
Bedrijfstype	20.12 Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1) Vervaardiging van kleur- en verfstoffen (SBI 20.12)
Beschrijving	Tijdens het draaien van een proef op een filterpers in een procesinstallatie is een onbekende hoeveelheid zoutzuur en chloorgas vrijgekomen. Daarbij zijn drie personen blootgesteld aan chloorgas. Zij hadden last van hoesten, benauwdheid en problemen met ademhaling en zijn ter observatie opgenomen in het ziekenhuis. Zeker één slachtoffer heeft vermoedelijk tijdelijke schade aan de longen opgelopen. Het chloorgas is ontstaan door een onbedoelde chemische reactie in de installatie. De filterinstallatie had tot doel vaste deeltjes uit afvalwater ter verwijderen. Het afvalwater in de installatie bevatte metaalhydroxiden, calciumhydroxide, calciumhypochloriet en/of natriumhypochloriet (chloorbleekloog). Ten tijde van de proef werd de installatie gespoeld met een oplossing van 30% zoutzuur. Door de lage pH-waarde van het zoutzuur kon vervolgens chloorgas ontstaan. Het zoutzuur en het chloorgas zijn vrijgekomen via een flens in de installatie die niet goed was aangedraaid en/of een niet nader genoemde opening in de filterinstallatie. Na het vrijkomen is een alarm afgegaan en is het zoutzuur met een waterslang weggespoeld. Ter plaatse is geprobeerd om de toestand van de slachtoffers te stabiliseren. Eén van de slachtoffers bleef echter ademhalingsproblemen houden. Vervolgens is de ambulance gealarmeerd en zijn de drie slachtoffers naar het ziekenhuis gebracht. Het bedrijf had het risico van het ontstaan van chemische reacties in de installatie niet geïdentificeerd. Het chloorhoudende afvalwater was voorafgaand aan het spoelen met de zoutzuuroplossing niet uit de installatie verwijderd. Verder werd voor het spoelen een 30%-zoutzuuroplossing gebruikt terwijl de procedure uitging van een 10%-zoutzuuroplossing. Daarnaast had het bedrijf niet gesignaleerd dat een flens na het plaatsen van een steker in de installatie niet goed was aangedraaid.
Bedrijfsfase	In gebruik nemen (testen/proefdraaien)
Directe oorzaak	Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld)
Gevolgen	Drie personen met last van ademhaling, hoesten en benauwdheid na blootstelling aan chloorgas. Een slachtoffer met vermoedelijk tijdelijke schade aan de longen.
Potentie	Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag