



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

Analyse van incidenten met **gevaarlijke stoffen** bij Brzo-bedrijven 2023

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2023

RIVM-rapport 2023-0016

Colofon

© RIVM 2023

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-2023-0016

H.J. Manuel (auteur), RIVM
J.H.J. Wijten (auteur), RIVM
M.P.N. Spruijt (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/110080/23/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

Publiekssamenvatting

Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2023

Het RIVM analyseert elk jaar de aard, omvang en oorzaak van incidenten bij bedrijven die in Nederland met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen werken. Het gaat om 15 van 24 incidenten waarvan de Nederlandse Arbeidsinspectie de onderzoeken tussen 2019 en 2021 heeft afgerond en waarover genoeg informatie bekend was voor een analyse. Bij veertien incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij. Bij één incident explodeerde afdichtingmateriaal. Eén persoon heeft aan een chemische verbranding waarschijnlijk blijvend letsel overgehouden. Overige slachtoffers hadden tijdelijk letsel door ademhalingsproblemen, irritaties en brandwonden.

Bedrijven zijn ervoor verantwoordelijk dat installaties op orde zijn en werknemers de productieprocessen en werkzaamheden veilig kunnen uitvoeren. Net als uit eerdere analyses bleek dat veel van deze incidenten hadden kunnen worden voorkomen. Het is daarom belangrijk dat bedrijven leren van deze incidenten en maatregelen nemen om ze te voorkomen.

Zo waren bij acht incidenten de factoren waarmee processen onder controle worden gehouden, zoals druk, temperatuur of chemische reacties, niet in orde. Hierdoor konden ze afwijken van de veilige eisen die ervoor bestaan. Doordat de afwijkingen vaak niet zijn opgemerkt, konden gevaarlijke stoffen ontsnappen of kon een explosie ontstaan. Soms kunnen noodmaatregelen helpen om een incident te voorkomen. Zo zijn er systemen die een installatie automatisch uitschakelen om te voorkomen dat een gevaarlijke stof wegstroomt. Bij zeven incidenten waren geen noodmaatregelen getroffen of werkten ze niet goed.

Bij veertien incidenten schoten plannen en procedures voor de werkzaamheden tekort. Soms waren ze niet gemaakt omdat de gevaren van tevoren niet waren verwacht. Soms zag het bedrijf er niet op toe dat instructies voor werkzaamheden werden nageleefd. Of de instructies waren niet duidelijk genoeg opgesteld.

Deze rapportage maakt deel uit van de opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid 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 inspecties, of om het veiligheidsbeleid van bedrijven 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 2023

Each year, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) analyses the nature, scale and cause of incidents at companies working with large quantities of hazardous substances in the Netherlands. These are 15 of 24 incidents for which the Dutch Labour Inspectorate completed investigations between 2019 and 2021 and for which enough information was known for an analysis. Fourteen incidents involved the release of hazardous substances. In one incident sealing material exploded. One person probably sustained permanent injuries from a chemical burn. Other casualties suffered temporary injuries due to breathing problems, irritation and burns.

Companies are responsible for ensuring that installations are in order and that a safe working environment is provided so that employees can work safely. As previous analyses showed, many of the incidents could have been prevented. It is therefore important that companies learn from these incidents and take measures to prevent them.

For example, in eight incidents, the factors used to control processes, such as pressure, temperature or chemical reactions, were not in order. This allowed them to deviate beyond the safe design requirements. Because the deviations often went undetected, hazardous substances could escape or an explosion could occur. Sometimes emergency measures can help prevent an incident. For instance, there are systems that automatically shut down an installation to prevent a hazardous substance from escaping. In seven incidents, emergency measures were not in place or did not work properly.

In fourteen incidents, plans and procedures for the work were inadequate. Sometimes they were not made because the risks were not anticipated beforehand. Sometimes the company did not ensure that work instructions were followed. Or the instructions were not drafted clearly enough.

This report is part of the assignment from the Ministry of Social Affairs and Employment to analyse incidents investigated by the Netherlands Labour Authority. RIVM examines the similarities and differences between these incidents. The results can be used for inspections or to improve companies' safety policies.

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

Inhoudsopgave

Visuele samenvatting — 9

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 15

1.1 Leeswijzer — 15

2 Kenmerken van de incidenten — 17

2.1 Aard van de bedrijven — 17

2.1.1 Wettelijk regime — 17

2.1.2 Type bedrijf — 17

2.1.3 Bedrijfsfase — 18

2.2 De gevaarlijke stof — 18

2.2.1 Aard van de stoffen — 18

2.2.2 Hoeveelheden — 18

2.3 Type ongeval — 19

2.4 Installaties en gebeurtenissen — 20

2.4.1 Betrokken installatieonderdelen — 20

2.4.2 Installatieonderdelen met betrekking tot uitstroming, brand of explosie of waarbinnen mensen zijn blootgesteld — 21

2.4.3 Locatie van de uitstroming — 21

2.5 Gevolgen — 22

2.5.1 Slachtoffers — 22

2.5.2 Materiële schade — 23

2.5.3 Milieuschade — 23

2.6 Overtredingen — 23

3 Oorzaken van de incidenten — 25

3.1 Directe oorzaken van de incidenten — 25

3.2 Maatregelen en Lines of Defence — 26

3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten — 29

3.3.1 Procesbeheersing — 30

3.3.2 Herstel van afwijkingen — 32

3.3.3 Noodmaatregelen — 34

3.4 Maatregelen voor het beperken van de gevolgen — 35

3.5 Achterliggende oorzaken — 38

3.5.1 Verschaffen van, gebruiken van, onderhouden van en toezien op maatregelen — 38

3.5.2 Managementfactoren en maatregelen — 40

3.5.3 Elementen van het veiligheidsbeheerssysteem en maatregelen — 43

4 Discussie en conclusies — 47

4.1 Discussie — 47

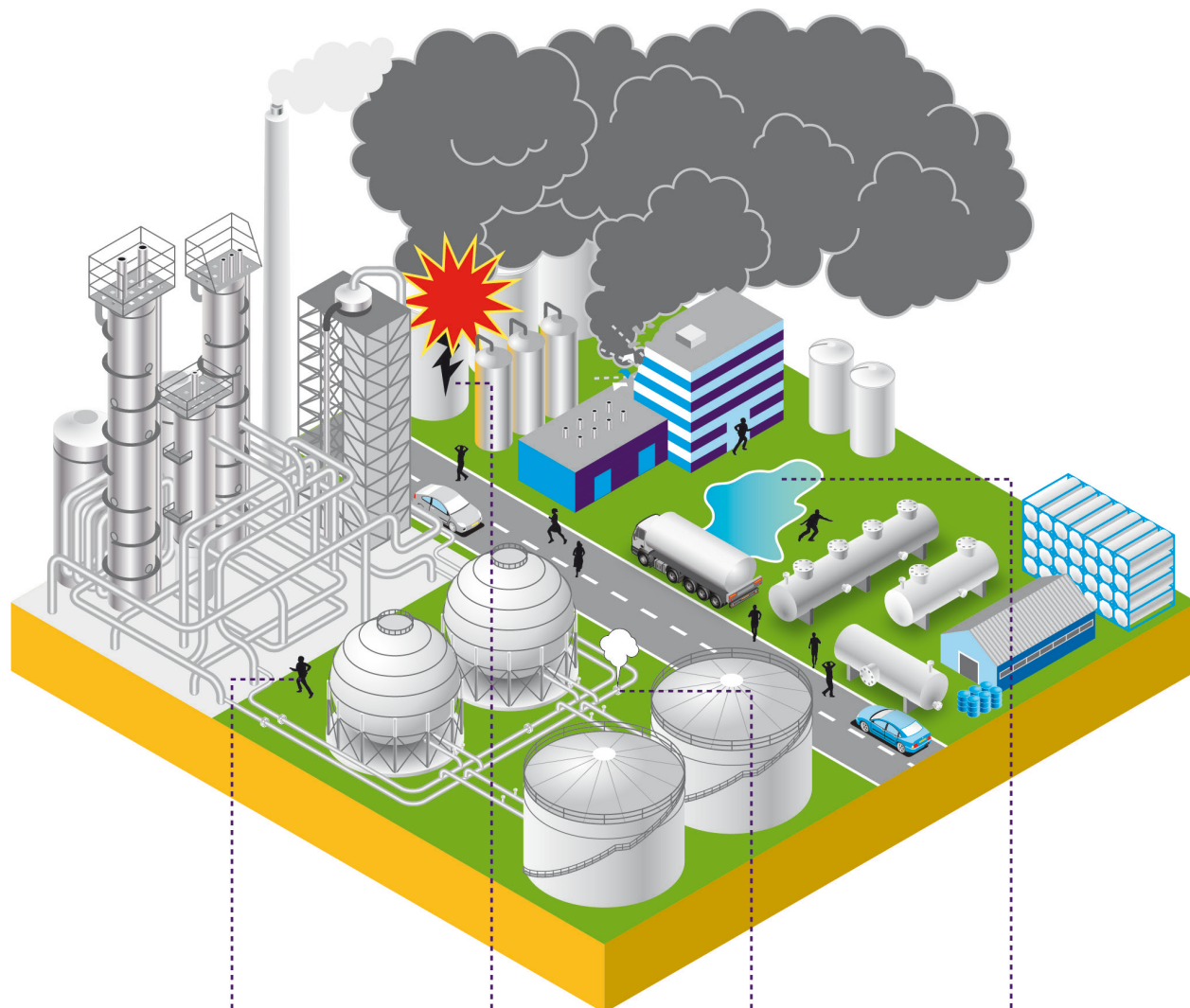
4.2 Conclusies — 48

Referenties — 53

Afkortingen- en begrippenlijst — 55

Bijlage Omschrijvingen van de incidenten — 59

Visuele samenvatting



Incidenten

Bij vijftien incidenten kwamen er veertien keer gevaarlijke stoffen vrij. Eén keer ontstond een directe explosie bij onderhoudswerkzaamheden, waarbij fragmenten van een pakking werden weggeblazen.

Gevolgen

Eén persoon heeft vermoedelijk blijvend letsel (chemische verbranding van de huid). Vermoedelijk hebben 21 personen tijdelijk letsel, door irritaties, ademhalingsproblemen en brandwonden.

Oorzaken

Fouten in menselijk handelen kwamen het meest voor als directe oorzaak, gevolgd door materiaalverzwakking door corrosie of slijtage en vermoeiing.

Preventie

Bij acht van de incidenten waren de procesparameters zoals druk, temperatuur of chemische reacties niet onder controle. Bij zes incidenten werden processen en activiteiten niet veilig opgestart.

Repressie

Bij zeven incidenten werden gevolgen met één of meer maatregelen beperkt. Bij zes incidenten waren persoonlijke beschermingsmiddelen niet aangeboden, niet goed gebruikt of geïnspecteerd.

Samenvatting

Het RIVM heeft in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid vijftien incidenten met gevaarlijke stoffen geanalyseerd. De Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA) heeft veertien van deze incidenten onderzocht en heeft het incidentonderzoek in 2022 afgesloten of vrijgegeven als een strafrechtzaak was afgerond. Eén incident is alleen door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV) onderzocht. 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 inspectie- en handhavingsstrategieën, en door bedrijven voor het verbeteren van het veiligheidsbeleid.

In de analyse is gekeken naar overeenkomsten en verschillen in de kenmerken van de incidenten, zoals de gevolgen voor het installatie-onderdeel dat faalde en de gevolgen voor mens en omgeving. Ook is geanalyseerd welke maatregelen voor het voorkómen van incidenten en voor het beperken van de gevolgen wel of niet werkten. De analyse is uitgevoerd met het wetenschappelijk onderbouwde model Storybuilder-MHC [1].

Gevolgen voor mens en omgeving

Eén persoon liep vermoedelijk¹ blijvend letsel op (chemische verbranding van de huid). Bij vijf andere incidenten liepen in totaal 21 personen vermoedelijk niet-permanent letsel op na het vrijkomen van gevaarlijke stoffen of door explosies.

Bij één incident raakte de installatie beschadigd, bij de overige incidenten was er geen relevante schade of was de schade onbekend. De milieuschade was meestal verwaarloosbaar (kleinere hoeveelheden die zijn opgeruimd) of onbekend.

Kenmerken van de incidenten

Bij veertien incidenten kwamen gevaarlijke stoffen vrij. Eénmaal ging het om een (fysische) explosie bij onderhoudswerkzaamheden (fragmenten van een grafiet pakking).

De incidenten vonden overwegend plaats bij hoge-drempelinrichtingen², waarbij verschillende soorten gevaarlijke stoffen betrokken waren. De specifieke betrokken installatieonderdelen waren telkens anders.

¹ Het letsel wordt ingeschat ten tijde van een incident. Dit wordt als 'vermoedelijk' blijvend letsel of niet-permanent letsel genoteerd omdat het slachtoffer later in de tijd niet meer gevolgd wordt door de NLA.

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.

Maatregelen en oorzaken

Om incidenten te voorkomen en gevolgen te beperken nemen bedrijven maatregelen. Er is voor de vijftien geanalyseerde incidenten op verschillende manieren gekeken waar en hoe zaken fout gingen:

1. Door te kijken naar de directe oorzaak: het allerlaatste wat fout ging voordat het incident gebeurde;
2. Door te bekijken welke maatregelen er waren (of ontbraken) om incidenten te voorkomen en wat daar faalde;
3. Door te kijken naar de achterliggende oorzaken op organisatieniveau: heeft de organisatie de zaken op orde, op het gebied van procedures, opleiding personeel, goed materieel, etc. Alleen dan kunnen maatregelen op een effectieve manier ingezet worden.

Bij elk van deze onderdelen zijn zaken op te merken die nu en voorheen fout gingen en waar aan gewerkt kan worden om incidenten te voorkomen:

1. **Directe oorzaak.** Bij de directe oorzaak was foutief menselijk handelen de belangrijkste oorzaak. Voornamelijk kwam dit doordat de procedures wel juist werden opgevolgd, maar onjuist of onvolledig bleken. Dit behoeft aandacht, omdat het de laatste jaren vaker een rol lijkt te spelen. Materiaalverzwakking bleek bij een kwart van de incidenten een rol te spelen. Dit lijkt op voorgaande jaren en geeft aan dat aspecten, die met ageing/veroudering te maken hebben, blijvend aandacht behoeven.
2. **Maatregelen.**
 - a. Afwijkend van de analyses van vorige jaren lijken dit jaar voornamelijk maatregelen te falen waarmee procesparameters worden beheerst. Het blijft zaak om op te letten dat temperatuur, reacties en processtromen in de hand gehouden worden en dat daar de juiste apparatuur voor gebruikt wordt die ook getest moet zijn voor praktijksituaties. Wellicht is dit een onderwerp dat in toekomstige Brzo-inspecties meer aandacht kan krijgen.
 - b. Als er afwijkingen in procesbeheersing optreden kunnen die opgevangen worden, zodat het proces terugkeert naar een veilige toestand. Dit jaar en voorgaande jaren lijkt er een groter aantal incidenten te zijn waarbij die afwijkingen gemist worden (niet worden geïdentificeerd). Het is belangrijk dat er adequate instrumentatie aanwezig is om afwijkingen te kunnen meten of alarm te slaan. Ook is het belangrijk dat er duidelijk vermeld wordt (bijvoorbeeld door middel van een label) als een onderdeel van de installatie afwijkt van het gebruikelijke ontwerp van dat onderdeel. Indien er toch zaken falen in de procesbeheersing, dan moeten er adequate noodmaatregelen zijn om afwijkingen op te kunnen vangen.
 - c. Noodmaatregelen bleken geregeld niet aanwezig of inadequaat. Er werd bijvoorbeeld bij één incident gewerkt met een procedure om de uitstroom van materiaal te beperken. Dit bleek niet te werken in praktijk en de procedure wordt nu vervangen door een technische maatregel.
 - d. Maatregelen die de gevolgen moeten beperken waren in bijna de helft van de incidenten succesvol om escalatie tot een ernstiger ongeval te voorkomen. Helaas ging het bij persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) nog wel geregeld mis door het

- niet beschikbaar hebben of stellen door de organisatie, maar ook in het (adequaate) gebruik en toezicht op het gebruik.
- e. Dit jaar waren er opvallend veel incidenten waarbij uitstroming van stoffen plaatsvond uit bestaande openingen. In de praktijk moet er rekening mee worden gehouden dat er ook ongewenste hoeveelheden stoffen vrij kunnen komen uit dergelijke ontworpen openingen. Wellicht is dit een blinde vlek en zou dit meegenomen kunnen worden tijdens Brzo-inspecties in de toekomst.
3. **Achterliggende oorzaken.** Allerlei achterliggende oorzaken op organisatieniveau spelen een rol en het is maatwerk voor bedrijven hoe hier mee om te gaan. Eén oorzaak springt er dit jaar en voorgaande jaren uit: plannen en procedures. Hoewel de incidenten verschillen is er een aantal overkoepelende categorieën te geven:
- a. Soms waren er geen (adequate) werkplannen of instructies omdat het risico niet werd gezien. Via het VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren' zou dit aangepakt moeten worden. Het voorliggende rapport kan hierin helpen doordat het voorbeelden geeft van zaken die misgingen en die gebruikt kunnen worden om incidenten met vergelijkbare achterliggende oorzaken bij andere organisaties te voorkomen.
 - b. 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. Dit zou via het VBS-element 'controle op de exploitatie' geregeld moeten worden.
 - c. Tenslotte waren instructies soms niet toereikend of duidelijk genoeg naar de gebruiker. Dit kan ook betrekking hebben op (interne) inspectieplannen. Het blijft belangrijk om dit na te gaan, bijvoorbeeld in oefeningen.

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 2022' aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

1 Inleiding

Incidenten met gevaarlijke stoffen bij grote chemische bedrijven kunnen een ernstig gevaar opleveren voor medewerkers, voor mensen in de omgeving en voor het milieu. Om te leren van dergelijke incidenten en 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) zijn onderzocht en die zijn geregistreerd als 'ongeval MHC'³ en in één geval om een incident dat alleen is onderzocht door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OvV).

Sinds 2015 wordt in het kader van de Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven jaarlijks gerapporteerd over de recentste bevindingen [2-8]. In het voorliggende rapport worden vijftien incidenten besproken waarvan het incidentonderzoek in 2022 is afgesloten, waaromtrent geen strafrechtelijke zaken meer lopen en waarover voldoende informatie te vinden was voor het uitvoeren van een analyse.⁴ In 2019 heeft het RIVM een rapport over de bevindingen van vijftien jaar incidentonderzoek uitgebracht [9]. De incidenten in het voorliggende rapport worden vergeleken met die rapportage waar dat illustratief is. Alleen duidelijke afwijkingen worden benoemd: het aantal van vijftien 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 [1]. 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' [10]. Voor de analyses is uitgegaan van de informatie in het informatiesysteem van de NLA, inclusief eventuele analyses door derden. Van één incident (incident nr. 13) was alleen een rapport van de OvV beschikbaar en van één ander incident (incident nr. 1) was naast het onderzoek van de NLA ook een onderzoeksrapport van de OvV beschikbaar.⁵

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de kenmerken van de bedrijven beschreven om aan te geven welk soort incidenten in deze rapportage zijn geanalyseerd. Hoofdstuk 3 gaat in op de oorzaken van de incidenten en vergelijkt deze met de bevindingen van vijftien jaar incidentonderzoek. In dit hoofdstuk

³ 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).

⁴ In het INET systeem van de NLA zijn 24 MHC-zaaknummers afgesloten tussen 1 jan 2022 en 31 december 2022. Daarvan staan drie zaaknummers al in de Storybuilder database (één in het archief, één is al gerapporteerd en één valt nog onder strafrecht en wordt in een volgende rapportage meegenomen) en bevatten negen zaaknummers niet genoeg informatie voor een analyse. In twee zaaknummers die in een vorige rapportageperiode nog onder strafrecht vielen, zijn inmiddels schikkingen getroffen en die worden in de voorliggende rapportage meegenomen. Tenslotte is er één incident waar alleen een OvV rapport van is verschenen. In totaal leidt dit tot vijftien geanalyseerde incidenten. De incidenten vonden allen plaats tussen 2019 en 2022.

⁵ In verband met herleidbaarheid tot bedrijven zijn hier geen referenties van gegeven.

wordt ingegaan op maatregelen om incidenten te voorkomen of effecten te beperken. Het hoofdstuk beschrijft of deze aanwezig waren en waarom ze wel of niet gewerkt hebben. In blokken met een blauwe achtergrond worden een aantal keer voorbeelden gegeven uit de incidenten. Deze voorbeelden geven inzicht in hoe onderdelen van het Storybuilder model werken en hoe ze terugkomen in verschillende incidenten. In hoofdstuk 4 worden de bevindingen bediscussieerd en worden conclusies gegeven van zaken die het beeld uit het rapport over vijftien jaar incidentenanalyses bevestigen of die juist opvallend afwijken. In bijlage 1 is een korte omschrijving gegeven van de vijftien incidenten met een samenvatting van wat er is gebeurd, de achtergrond en welke maatregelen genomen worden door de bedrijven om deze in de toekomst te voorkomen.

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 vijftien incidenten vonden plaats bij inrichtingen waarop het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) 2015 van toepassing was.⁶ Dertien daarvan zijn hoge-drempelinrichtingen en twee lage-drempelinrichtingen.⁷ Van de 408 Brzo-inrichtingen in Nederland is 65% een hoge-drempelinrichting [12]. 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 | 15 | |
| Waarvan hoge-drempelinrichtingen | | 13 |
| Waarvan lage-drempelinrichtingen | | 2 |

2.1.2 Type bedrijf

Bedrijven worden ingedeeld volgens de Standaard Bedrijfs Indeling⁸ (SBI). Zeven van de vijftien incidenten vonden plaats bij bedrijven die chemische producten maken (SBI 20). Dit is de SBI code die ook in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar het meeste voorkomt (54%). De overige acht incidenten vonden plaats in SBI-codes 19, 24, 46, 52 en 71.

Tabel 2 Type industrie volgens de SBI-classificatie.

| Industriesector | Aantal incidenten |
|--|-------------------|
| Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19) | 1 |
| Vervaardiging van chemische producten (SBI 20) | 7 |
| Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24) | 1 |
| Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46) | 4 |
| Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52) | 1 |
| Architecten, ingenieurs en technisch ontwerp en advies; keuring en controle (SBI 71) | 1 |

⁶ Tot en met 7 juli 2015 was het Brzo 1999 geldig. Met ingang van 8 juli 2015 is het Brzo 2015 van kracht. Alle incidenten geanalyseerd in dit rapport hebben plaatsgevonden tussen 2019 en 2022. Soms worden incidenten bij niet-Brzo-bedrijven onderzocht: in deze rapportage kwamen die niet voor.

⁷ De Seveso-III-richtlijn onderscheidt ten aanzien van het veiligheidsbeleid van inrichtingen twee regimes. Het geldende regime hangt af van de op de inrichting aanwezige hoeveelheden gevaarlijke stoffen in relatie tot de drempelwaarden die in Bijlage I van de Seveso-III-richtlijn zijn vermeld.

⁸ SBI: Standaard Bedrijfs Indeling. Opgesteld door het Centraal Bureau voor de Statistiek.

2.1.3 Bedrijfsfase

Twaalf incidenten ontstonden tijdens normaal bedrijf, voornamelijk normaal opstarten (4x) of stoppen/afschakelen (1x). In de vijftienjarige analyse [9] gebeurde 60% van de incidenten tijdens normaal bedrijf. In de huidige analyse is dit aandeel dus nog iets hoger (80%).

Tabel 3 Bedrijfsfase waarin het incident plaatsvindt.










| Bedrijfsfase | Aantal incidenten |
|-----------------------------------|-------------------|
| Normaal bedrijf | 12 |
| Onderhoud, inspectie en reiniging | 2 |
| Niet in bedrijf (turnaround) | 1 |

2.2 De gevaarlijke stof

2.2.1 Aard van de stoffen

In tabel 4 zijn de stoffen weergegeven die vrijkwamen bij de vijftien incidenten, ingedeeld in zeven categorieën⁹. Stoffen kunnen in meer dan één categorie zijn ingedeeld.

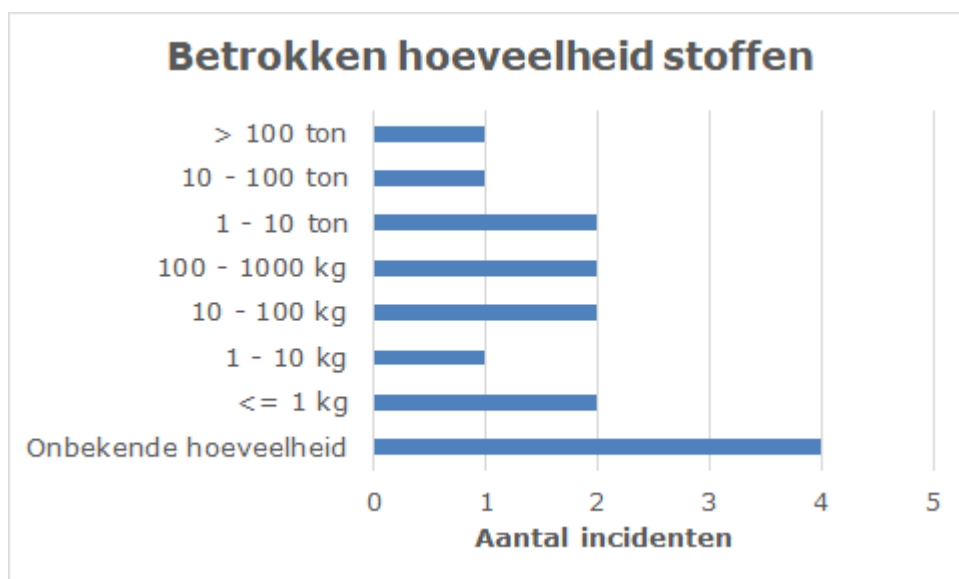
Tabel 4 Aantal incidenten met één of meer betrokken stoffen per gevaarcategorie. Stoffen kunnen in meer categorieën zijn ingedeeld; het totaal is daardoor groter dan vijftien.

| Label | Pictogram | Samenvatting gevaar ⁹ | Aantal incidenten |
|-------|---|--|-------------------|
| GHS01 |  | Ontploffbare stoffen | 0 |
| GHS02 |  | Ontvlambaar | 6 |
| GHS03 |  | Oxiderend | 5 |
| GHS04 |  | Gassen onder druk | 6 |
| GHS05 |  | Corrosief/bijtend | 6 |
| GHS06 |  | Acuut toxisch | 8 |
| GHS07 |  | Irriterend | 2 |
| GHS08 |  | Lange termijn schadelijke effecten/carcinogeen | 6 |
| GHS09 |  | Milieugevaar | 8 |

2.2.2 Hoeveelheden

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

⁹ 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.



Figuur 1 Betrokken hoeveelheid stoffen die bij de incidenten zijn vrijgekomen.

Twee incidenten (nrs. 1 en 13) waren op grond van de vrijgekomen hoeveelheden meldingsplichtig volgens de Seveso-III-richtlijn.¹⁰ Deze twee incidenten hadden betrekking op het vrijkomen van 180 ton hete olie uit een kraker en het vrijkomen van 14 ton van een mengsel brandbaar en toxisch materiaal uit een destillatiekolom.

Bij vier ongevallen (nrs. 4, 6, 9 en 10) was de hoeveelheid vrijgekomen gevaarlijke stof onbekend. Het ging daarbij om het vrijkomen van gas bij overpompen van methylmethacrylaat, het vrijkomen van salpeterzuur/water uit een koppeling, het explosief vrijkomen van pakkingsmateriaal bij onderhoud en het ontsnappen van chloordamp doordat materiaal uit een afvullijn reageerde met nog aanwezig product in een lekbak.

2.3 Type ongeval

Het analysemodel maakt op hoofdlijnen onderscheid tussen uitstroming van gevaarlijke stoffen, brand en/of explosie in een insluitsysteem en blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een besloten ruimte. In tabel 5 is een uitsplitsing gegeven naar de verschillende typen ongevallen. Bij deze vijftien incidenten ging het veertien keer om uitstroming van gevaarlijke stoffen en eenmaal om een directe (fysische) explosie. Blootstelling aan gevaarlijke stoffen binnen een besloten ruimte kwam bij deze incidenten niet voor. De explosie betrof een fysische explosie: bij incident 9 werden fragmenten van een grafiet pakking weggeblazen door de druk van verhit water in een pakkingskamer. Zie par. 2.4.3 voor meer details over de locaties waar stoffen zijn uitgestroomd.

¹⁰ 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. In Bijlage VI van de 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.

Tabel 5 Type ongeval (centrale gebeurtenis).

| Type ongeval / uitstroming | Aantal incidenten | |
|--|-------------------|---|
| Uitstroming van gevaarlijke stof | 14 | |
| Vanuit een reguliere opening in een insluitsysteem | | 4 |
| Vanuit een opening die bij normale bedrijfsvoering gesloten is | | 4 |
| Vanuit een open systeem | | 2 |
| Vanuit een nieuw ontstaan gat, inclusief lasnaad | | 3 |
| Onbekend | | 1 |
| Explosie in een insluitsysteem (fysische explosie) | 1 | |

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, waardoor het totaal groter is dan vijftien. De incidenten in deze rapportage waren divers van aard. Hoewel voornamelijk procesinstallatie-onderdelen betrokken waren, springen er geen onderdelen uit die veel vaker voorkomen dan andere.

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

| Installatieonderdeel | Aantal onderdelen |
|---|-------------------|
| Pakkingen en afdichtingen | |
| Pakking | 1 |
| Verbindingen en koppelingen | |
| Flensverbinding | 1 |
| Voorzieningen op/aan/in equipment | |
| Afsluiter/afsluitklep | 2 |
| Overige kleppen (incl. drukventiel) | 1 |
| Blindflens/plaat | 1 |
| Instrumentatie in/op installatie | 1 |
| Vaste opslagtanks | |
| Atmosferische tank | 1 |
| Onderdeel van procesinstallatie | |
| Buffervat | 1 |
| Reactorvat | 2 |
| Scheider (ad/absorber, scrubber) | 2 |
| Procesleiding | 3 |
| Pomp | 2 |
| Compressor | 1 |
| Installatie voor vullen/malen/verpakken | 3 |
| Mobiele tanks en verpakkingen | |
| IBC (Intermediate Bulk Container) | 2 |
| Gasfles | 1 |
| Transfer | |
| Leidingen, slangen en armen | 2 |
| Voer en vaartuigen | |

| Installatieonderdeel | Aantal onderdelen |
|-----------------------------|--------------------------|
| Tankauto | 1 |
| Utilities | |
| Verwarmingssysteem | 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. Het betreft onderdelen waaruit product vrijkomt, waarin 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. Per incident kunnen meerdere installatieonderdelen betrokken zijn; het totaal aantal betrokken onderdelen is daardoor groter dan vijftien.

| Installatieonderdeel | Aantal onderdelen |
|-------------------------------|--------------------------|
| Vaste opslagtanks | |
| Atmosferische tanks | 1 |
| Onderdeel procesinstallatie | |
| Reactorvat | 1 |
| Scheider | 1 |
| Overige vaten | 3 |
| Procesleiding | 2 |
| Pomp | 1 |
| Mobiele tank of verpakking | |
| IBC | 1 |
| Gasfles | 1 |
| Transfer | |
| Laad/loslang | 1 |
| Leidingwerk (korte leidingen) | 2 |
| Voer- en vaartuigen | |
| Tankauto | 1 |
| Utilities | |
| Afgassysteem | 1 |
| (Nood)afblaassysteem | 1 |

2.4.3 *Locatie van de uitstroming*

Tabel 8 geeft de uitstroomblocatie van de incidenten waarbij gevaarlijke stoffen zijn uitgestroomd. In de helft van de veertien incidenten met uitstroming betrof het voornamelijk onderdelen die permanent (open vaten/tanks) of een deel van de tijd (openingen en ontworpen uitstroompunten) in verbinding met de buitenlucht staan. Dat is aanzienlijk meer dan de 17% uit de vijftienjarige analyse. Het geeft aan dat het belangrijk is ook deze routes als uitstroommogelijkheid te onderkennen in risicoanalyses, HAZOPs (Hazard and Operability Study) en dergelijke.

Tabel 8 Locatie van de uitstroming. Dit betreft veertien incidenten met uitstroming; het incident met de fysische explosie is hier niet van toepassing.

| Installatieonderdeel | Aantal onderdelen |
|---|-------------------|
| Open vat/tank | 2 |
| Omhullingen/wanden | |
| Omhulling | 2 |
| Deksel (incl. mangat) | 1 |
| Voorzieningen op/aan/in equipment en verbindingen | |
| Drukveiligheidsventiel | 2 |
| Blindflens/plaat | 2 |
| Openingen en ontworpen uitstroompunten | |
| Afblaas (vent) | 2 |
| Open leiding (of slang) | 1 |
| Scrubber/gaswasser | 1 |
| Ventilatieopening | 1 |

2.5 Gevolgen

In tabel 9 is het effect qua verspreiding van stoffen bij de vijftien incidenten vermeld. Elf keer zijn gevaarlijke stoffen vrijgekomen en verspreid naar de omgeving. Bij drie van die incidenten werd de uitstroming of verdamping door mitigerende maatregelen beperkt: tweemaal door afdekken met een schuimlaag en eenmaal met behulp van een zuigauto/installatie. Bij één incident (incident nr. 9) zijn geen gevaarlijke stoffen vrijgekomen.

Viermaal trad geen relevant effect op na de centrale gebeurtenis:

- Bij incident nr. 1 kwam hete olie vrij, maar was er geen relevante verdamping naar de omgeving;
- Bij incident nr. 8 kwam 278 kg brandbare vloeistoffen vrij, dit werd afgedekt met schuim en daarna afgevoerd met een pompwagen;
- Bij incident nr. 9 trad een explosie op en waren verdere mitigerende maatregelen niet van toepassing;
- Bij incident nr. 12 werd het proces gestopt en werd er direct geëvacueerd. Het chloor is alleen in de productiehal vrijgekomen/waargenomen.

Tabel 9 Type effect van het incident.

| Type effect | Aantal incidenten | |
|---|-------------------|---|
| Verspreiding van gevaarlijke stoffen | 11 | |
| Waarvan: niet gecontroleerd of beperkt | | 8 |
| Waarvan: gecontroleerd of beperkt | | 3 |
| Geen relevant effect na de centrale gebeurtenis | 4 | |

2.5.1 Slachtoffers

Eén persoon liep vermoedelijk blijvend letsel op door contact met fenol dat onder een handschoen terechtgekomen was. Bij zes incidenten hadden 21 personen vermoedelijk geen permanent letsel, na inademen van chloor (incident nrs. 5, 10 en 12) of mierenzuur (incident nr. 7), in aanraking komen met salpeterzuur en water (incident nr. 6) en door fragmenten van een grafiet pakking die explodeerde (incident nr. 9). Het betrof klachten als ademhalingsproblemen, huidirritaties en brandwonden. Bij zeven 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 | 21 | |
| Waarvan: geen ziekenhuisopname | | 21 |
| Onbekend letsel | 3 | |
| Waarvan: geen ziekenhuisopname | | 1 |
| Waarvan: inclusief ziekenhuisopname | | 1 |
| Waarvan: onbekende ziekenhuisopname | | 1 |

2.5.2 *Materiële schade*

Bij elf incidenten trad geen (relevante) materiële schade aan installaties op, buiten kosten voor verlies van grondstoffen of producten of door productieverlies. Eenmaal werd een installatie beschadigd. Driemaal was de schade onbekend.

2.5.3 *Milieuschade*

Bij twaalf incidenten was er geen sprake van milieuschade. Het betrof dan kleinere hoeveelheden, of deze zijn opgevangen en opgeruimd. Bij drie incidenten was de schade onbekend. Dit betrof driemaal dispersie van gassen in de atmosfeer: ca 9 kg acetyleen, 15 kg chloor en 14 ton van een mengsel van koolwaterstoffen.

2.6 **Overtredingen**

Per incident wordt geregistreerd welke overtreding is begaan volgens de NLA. Er kunnen meerdere overtredingen zijn begaan. Bij acht van de vijftien incidenten zijn één of meerdere overtredingen van wet- en regelgeving geconstateerd. De overtredingen zijn weergegeven in tabel 11. Overtredingen van het Brzo 2015 artikel 5 lid 1 of artikel 7 lid 6 zijn tevens overtredingen van de arbeidsomstandighedenwet artikel 6. Bij zes incidenten zijn geen overtredingen geconstateerd en/of de informatie daarover ontbrak. Eenmaal was de overtreding onbekend: er werd een handhavingseis gesteld, maar verdere informatie ontbrak.

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

| Geconstateerde overtreding | Aantal incidenten met overtreding |
|--|--|
| Overtreding van het Besluit risico's zware ongevallen 2015 | |
| Art 5 lid 1 (maatregelen voorkomen zware ongevallen) | 2 |
| Art 7 lid 6 (uitvoering preventiebeleid) | 5 |
| Overtreding van Regeling risico's zware ongevallen | 1 |
| Overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet | |
| Art 6 (voorkoming zware ongevallen) | 5 |
| Art 32 (strafbepaling) | 1 |
| Art 10 (voorkomen gevaar derden) | 1 |
| Overtreding van de Wet Milieubeheer | |
| Art 17.2 (melden ongewoon voorval) | 5 |
| Overtreding van Arbeidsomstandighedenbesluit | |
| Art 7.4 (deugdelijkheid arbeidsmiddelen en ongewilde gebeurtenissen) | 1 |
| Onbekende overtreding | 1 |
| Geen geconstateerde overtreding (of geen informatie gevonden) | 6 |

Qua handhaving werd opgetreden met een wettelijke eis tot naleving (3×), een proces verbaal (2×), een strafrechtelijk onderzoek (1×) en een bestuurlijke boete (1×). Eenmaal werd de gedifferentieerde aanpak ongevalsonderzoek (GAO) ingezet, waarbij het bedrijf verzocht wordt om zelf het onderzoek uit te voeren en een plan van aanpak op te stellen [15].

3 Oorzaken van de incidenten

3.1 Directe oorzaken van de incidenten

In de Regeling risico's zware ongevallen (Rrzo, [13]) en in deel 6 van de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS 6, [14]) worden tien typen oorzaken genoemd die de directe aanleiding kunnen zijn van incidenten.¹¹ 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 is 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 van de vijftien onderzochte incidenten staan vermeld in tabel 12.

Tabel 12 Directe oorzaken van de incidenten. Per incident kunnen meerdere directe oorzaken worden geconstateerd; het totale aantal is groter dan vijftien.

| Directe oorzaak van het incident | Aantal | |
|---|--------|---|
| Materiaalverzwakking (incl. corrosie en erosie) | 4 | |
| Waarvan: corrosie | | 2 |
| Waarvan: overig (vermoeding, brosheid, kruip, slijtage, enz.) | | 2 |
| Menselijke fout | 7 | |
| Waarvan: correcte procedure, onjuist gevolgd | | 4 |
| Waarvan: onjuiste procedure correct gevolgd | | 3 |
| Te hoge druk | 1 | |
| Te hoge temperatuur | 2 | |
| Te hoog niveau (overvullen) | 1 | |
| Overig | 1 | |

Bij zeven 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. Daarom wordt ook bekeken of er sprake was van 'onjuiste procedure correct gevolgd' of 'correcte procedure onjuist gevolgd' is. Dat bleek vier-, respectievelijk driemaal voor te komen. Bij incident nr. 9 werden zowel te hoge temperatuur als menselijke fout (onjuiste procedure, correct gevolgd) aangegeven, hetgeen leidt tot een totaal aantal directe oorzaken van zestien in tabel 12.

¹¹ 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.

Onjuiste procedure correct gevolgd

Bij incident nr. 14 werden werkzaamheden uitgevoerd aan een draaiende installatie. Men dacht de werkzaamheden uit te kunnen voeren, omdat afsluiters waren gesloten en het ingeblokte deel was leeggedraaid en gespoeld. De afsluiters kunnen echter bij een draaiende installatie nooit geheel afsluiten. Er was dus toch product (fenol) in de installatie gekomen, die eruit kwam bij het indraaien van blindflenzen. De onderhoudsprocedures en instructies worden nu aangepast om dit te voorkomen.

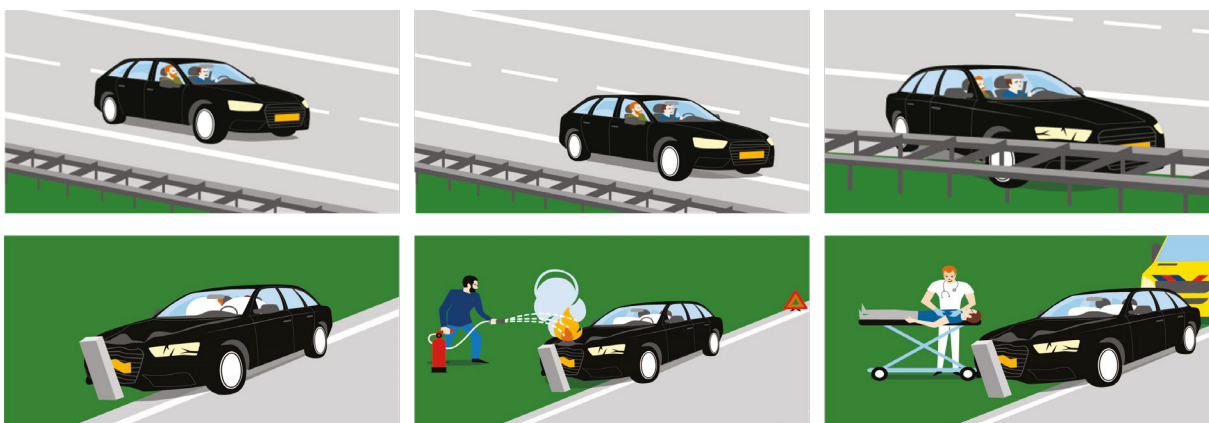
Correcte procedure onjuist gevolgd

Bij incident nr. 12 werd correct gehandeld volgens de procedures door te evacueren **nadat** chloor vrij was gekomen. Het had voorkomen kunnen worden als ook juist was gehandeld volgens de procedure om extra te spoelen bij afwijkende spoelresultaten volgens de juiste weg (met autorisatie om dit zo te doen).

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.

Om de betekenis van deze LoD's te verduidelijken is een analogie bedacht met het rijden van een auto op de snelweg waarbij ook maatregelen zijn getroffen om auto-ongelukken te voorkómen en gevolgen te beperken.



Onderstaande wordt links de analogie gegeven en rechts de situatie in een procesomgeving voor de zes LoD's.

Procesbeheersing

In het verkeer ervoor zorgen dat de rijbaan markeringen heeft die laten zien waar je mag rijden. Ervoor zorgen dat je de auto binnen de markeringen houdt (rijbewijs) en dat de auto (APK) en de weg onderhouden is.

In een chemisch proces dient het ontwerp goed te zijn om binnen veilige grenzen te kunnen blijven. Parameters zoals druk en temperatuur dienen onder controle te zijn. Apparatuur en processen moeten onderhouden blijven.

Herstel van afwijkingen buiten operationele grenzen

Ervor zorgen dat herstel mogelijk is als je toch buiten de rijbaan bent geraakt. Bijvoorbeeld via een vluchtstrook naast de rijbaan. Je kunt hierbij ook denken aan indicatie dat je van de weg aan het raken bent, zoals ruwe wegmarkeringen die je hoort en voelt.

In een procesomgeving heb je indicatoren nodig om afwijkingen aan te kondigen (bijvoorbeeld met een druk- of temperatuurmeter). Operators horen kennis te hebben om indicatoren af te kunnen lezen en de juiste vervolghandeling te kunnen doen om te herstellen naar een veilig niveau.

Noodbescherming

Voorkomen dat het voertuig van het wegdek geraakt. Bijvoorbeeld door een vangrail te plaatsen.

Noodopvang van de afwijking door bijvoorbeeld een secundaire opvang voor de chemische stof, of een overdrukventiel om druk af te laten.

Beperken van de uitstroming (impact)

Wanneer er onverhoopt toch een incident plaatsvindt: ervoor zorgen dat de impact zo beperkt mogelijk is. Bijvoorbeeld via kreukzones in de auto, gordels en airbags.

In een procesomgeving valt de impact van een incident te reduceren door bijvoorbeeld de plek van uitstroming in te blokken met kleppen.

Voorkomen van escalatie

Ervor zorgen dat het incident niet erger wordt. Een beginnende brand snel blussen om uitbreiding te voorkomen. Voorkomen dat andere voertuigen bij het incident betrokken raken.

Ervor zorgen dat het incident zich niet uitbreidt door bijvoorbeeld blussen of een schuimdeken welke verdamping voorkomt.

Persoonlijke bescherming en hulpverlening

EHBO en professionele hulpverlening. Een slachtoffer zo snel mogelijk behandelen en daarmee de gevolgen voor het slachtoffer beperken.

Het voorkomen van letsel door middel van evacuatie van de werknemers en juist gebruik van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen. Ook slachtofferhulp valt hieronder.

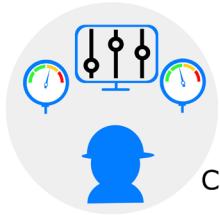
Dit is de opzet van het analysemodel. Bedrijven zijn verplicht om de veiligheid van de werknemer afdoende te beschermen, maar ze mogen zelf bepalen hoe. Net als dat een wegeigenaar een vluchtstrook of vangrail niet altijd nodig vindt (denk aan lokale wegen), kunnen ook bedrijven zelf bepalen hoe ze de veiligheid willen borgen en welke maatregelen daarvoor nodig zijn. In plaats van een vluchtstrook of vangrail kan misschien ook de maximale snelheid worden verlaagd. De bovenstaande indeling wordt ook gebruikt bij het analyseren van incidenten. Het analysemodel laat zien welke beschermingslagen mogelijk zijn en welke bij het incident aanwezig waren.

3.3 Maatregelen ter voorkoming van incidenten

Visuele samenvatting van maatregelen die het incident hadden kunnen voorkomen

Procesbeheersing

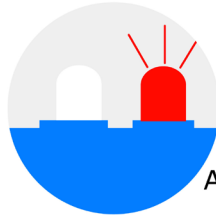
Zorg voor juist ontwerp en controle op procesparameters, omgevingsbeheersing en onderhoud.



Controlekamer

Herstel van afwijkingen

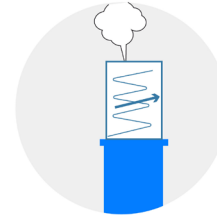
Zorg voor mogelijkheden om tijdig afwijkingen waar te kunnen nemen, in te kunnen schatten en acties te kunnen nemen.



Alarmen

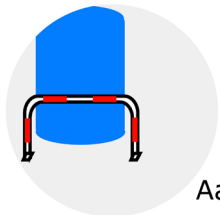
Noodmaatregelen

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



Overdrukventiel

Als maatregelen falen → Als maatregelen falen → Als maatregelen falen → 



Aanrijbeveiliging



Inspectie



Noodopvang

← Als maatregelen werken ← Als maatregelen werken ← Als maatregelen werken ←



Onderhoud



Actie



Fakkel

Maatregelen die faalden

In acht incidenten waren procesparameters (temperatuur, reacties en procestromen) niet onder controle. Zesmaal werd de installatie voor aanvang van de werkzaamheden niet veilig opgeleverd. Viermaal was de installatie zelf in het geding (verbindingen, ontwerp, corrosiebescherming).

Maatregelen die faalden

Elf keer was er geen of onvoldoende indicatie van een afwijking, meestal omdat het risico vooraf niet was onderkend. In de overige vier incidenten faalde eenmaal de detectie, eenmaal de diagnose, eenmaal de respons en was dit eenmaal onbekend.

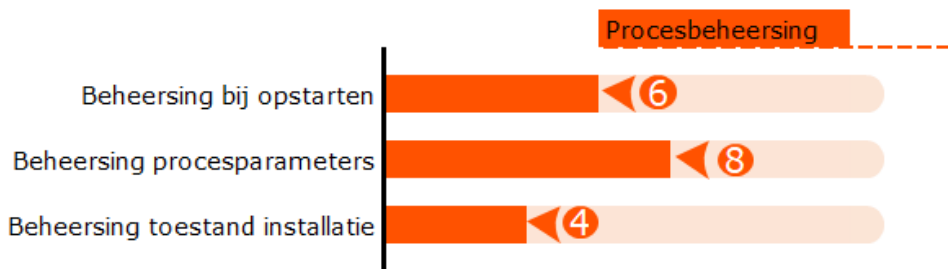
Maatregelen die faalden

In zeven incidenten faalden noodmaatregelen. Dit betrof beschermingen tegen overdruk, hoge temperatuur, hoog niveau, opheffing van insluiting en bescherming tegen afwijkende stof. In de overige incidenten moet extra goed gelet worden op de procesbeheersing en herstel van afwijkingen.

De 'preventieve maatregelen' zijn in het Storybuilder-MHC-model onderverdeeld in drie verschillende, algemeen toepasbare, '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 [9].

3.3.1 Procesbeheersing

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



Figuur 2 Aantal incidenten met falende maatregelen op procesbeheersing in de eerste LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen; het totaal telt niet op tot vijftien incidenten.

Opvallend bij deze vijftien geanalyseerde incidenten is het relatief grote aandeel waarbij er iets faalde bij de beheersing van de procesparameters (53%). In de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar was dit 32%. Het ging hierbij om de beheersing van de temperatuur (2×), van de reacties (3×), de processtromen (2×) en scheiding van niet-compatibele stoffen (2×). Bij incident nr. 7 werden zowel beheersing van de temperatuur als beheersing van de reacties aangegeven.

Falende beheersing procesparameter (temperatuur en reacties)

Bij incident nr. 7 werd de temperatuur gemeten in de reactor om het verloop van de reacties te kunnen volgen. De meter was onderin de reactor geplaatst en gaf daardoor geen accuraat beeld van de opbouw van de temperatuur over de gehele hoogte van de reactor. Een van de reactanten werd van bovenaf toegevoegd, zonder gebruik te maken van een maatregel als een dippijp en door de sterk exotherme reactie steeg de temperatuur bovenin sterk. Hierdoor kookte een deel van het aanwezige mierenzuur weg naar de scrubber. Deze kon de hoeveelheid mierenzuur niet aan, waardoor een deel naar buiten trad. Daarnaast

was de reactor niet naadloos afgesloten en trad in de productieruimte zelf mierenzuurdamp naar buiten, waardoor een schoonmaakster blootgesteld werd.

Falende beheersing procesparameters (reacties en druk)

Bij incident nr. 9 zijn tijdens een turnaround vijf mensen blootgesteld aan een explosie. Spoelwater was in de pakkingen blijven zitten, welke extern werden verhit om deze los te kunnen krijgen. De ontstane stoomdruk ontsnapte explosief toen op de pakking geslagen werd om deze los te krijgen. De drukgolf blies de omstaande contractors, welke in de line of fire stonden, weg. Dit scenario was niet eerder voorspeld. De procedures zijn nu aangepast: niet meer werken bij hoge temperatuur en ook zo werken dat er geen drukopbouw meer plaats kan vinden. Bij een volgende turnaround worden de pakkingen vervangen door metalen pakkingen waarbij dit niet meer kan voorvallen.

Bij deze vijftien incidenten faalde het veilig opstarten in zes gevallen (40%), waar dat in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar in 29% van de incidenten faalde. Bij deze zes incidenten faalde de barrière 'veiligstellen installatie voor aanvang activiteit'. Er had daarbij 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), of het systeem niet opnieuw was gevuld door bijvoorbeeld een lekkende afsluiter en of de afsluiters goed waren gesloten bij opstart.

Falende beheersing bij opstarten (normaal bedrijf)

Bij incident nr. 11 faalde een gascilinder met acetyleen catastrofaal tijdens de uitvoer van standaard werkzaamheden: het batchgewijs vullen van cilinders met acetyleen. Tijdens het vullen werd op enig moment acetyleen geroken, en werd het gas eveneens met een detector vastgesteld. De serie van juist gevulde cilinders en de serie cilinders die op dat moment nagenoeg gevuld was werden door de operator systematisch onderzocht op een lekkage. Hiertoe werden de cilinders één voor één afgezeeft en vervolgens rondom aan de buitenzijde en bij de vulpunten gecontroleerd op lekkage. Nergens werden zeepbellen (gas) waargenomen en de cilinders vertoonden geen zichtbare schade, waarop de operator besloot het vulproces weer op te starten en een cilinder faalde. Uit nader onderzoek bleek dat de bodem van de cilinder door corrosie was verzwakt en dit ook het geval was bij enkele andere exemplaren. Het bedrijf concludeerde dat het van belang is de visuele inspectie van cilinders ook aan de onderzijde uit te voeren en dat dat tot dusver onvoldoende onderkend was.

Hoewel de beheersing van de toestand van de installatie in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar 41% bedroeg, kwam het bij deze vijftien incidenten maar bij 27% van de incidenten voor.

Falende beheersing toestand installatie (beheersing condities m.b.t. materiaaldegradatie)

Bij incident nr. 3 faalde een pomp waarna ca 2 m³ epichloorhydrine uitstroomde. Het pomphuis is gescheurd doordat het lager van de pomp-as is versleten. Het bedrijf had de slijtage van de lagers wel gevolgd in het verleden, maar was daarmee gestopt. De reden hiervoor blijkt niet duidelijk uit de rapportage. Het bedrijf ziet het belang van het beter volgen van de status van de lagers nu wel in en gaat deze nu monitoren via continue temperatuur- en trillingsmetingen.

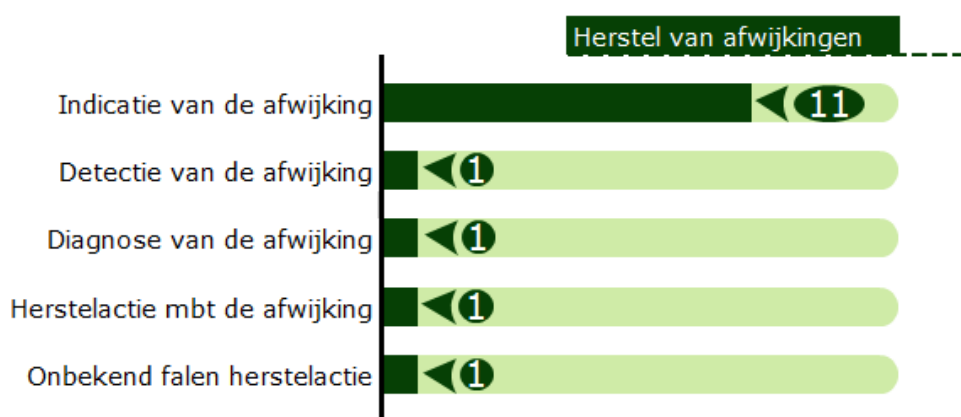
Falende beheersing toestand installatie (beheersing condities m.b.t. materiaaldegradatie)

Bij incident nr. 2 is chloor vrijgekomen uit een gecorrodeerde gasleiding. De corrosie vond van buitenaf plaats onder een wartelmoer. Na elementanalyse lijkt dit door (zout)wateropbouw onder de wartelmoer te zijn gebeurd. Dit vond buiten het zicht plaats, waardoor dit niet is opgemerkt.

3.3.2

Herstel van afwijkingen

In de tweede LoD moet een beginnende afwijking worden opgepakt en hersteld. Herstel betekent dat de installatie wordt teruggebracht in een veilige toestand. Hiertoe moet er een indicatie zijn van een afwijking, deze moet worden gedetecteerd, een juiste diagnose van de afwijking moet worden gemaakt en vervolgens moet een herstelactie worden ondernomen. Als bijvoorbeeld de druk oploopt in een proces tot buiten de veilige waarden kan er een lampje gaan branden (indicatie), waarna dit wordt gezien door een operator (detectie), die besluit dat dit een actie behoeft (diagnose) en het proces bij gaat sturen (herstelactie). In figuur 3 is weergegeven welk van deze mogelijkheden tot het herstel van afwijkingen faalde.



Figuur 3 Aantal incidenten waarbij een mogelijkheid om een afwijking te herstellen faalde.

Figuur 3 laat zien dat bij elf van de vijftien incidenten (73%) beginnende afwijkingen door het ontbreken van adequate controlemechanismen niet gesignaleerd konden worden (falende indicatie). Dit aandeel is hoger

dan de 48% in de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar.

Bij de vijftien incidenten ging het qua voorzieningen bij indicatie, detectie, diagnose of respons zeven keer om instrumentatie om procesparameters te volgen (bijvoorbeeld drukmeters, temperatuurmeters), eenmaal om het ontbreken van adequate periodieke inspecties, eenmaal om het ontbreken van een LMRA (last minute risk analysis) en eenmaal om het ontbreken van een periodieke gevarenbeoordeling. De volgende tekstkaders geven een aantal voorbeelden hoe het misging bij het opvangen van afwijkingen.

Geen indicatie

Bij incident nr. 1 is 180 ton hete olie (180 °C) vrijgekomen. Dit gebeurde doordat een blindflens opgemaakt werd zonder dat de voorliggende klep gesloten was. Dit kwam doordat de geïnstalleerde klep van een ander ontwerp was dan de gebruikelijke kleppen waar de operator aan gewend was. De operator dacht de klep dichtgezet te hebben, maar deze stond nu juist open. Een indicatie op de klep om hierop te wijzen, bijvoorbeeld met behulp van een tag, ontbrak.

Falende detectie

Bij incident nr. 5 zijn elf slachtoffers blootgesteld aan chloor bij het uit gebruik nemen van een reactor. De procedure beschreef niet dat de hoeveelheid toegediend chloor af moest nemen met de afnemende hoeveelheid etheen. Hierdoor liep de concentratie chloor op. Door een opeenvolging van gebeurtenissen kwam chloor vrij, na oplopen van de druk. Een belangrijk aspect bij dit incident is dat het chlooralarm niet goed ingesteld stond. De hoge trip stond op 5000 ppm, maar door de afstelling van de sensor was de hoogste meetwaarde die deze door kon geven 4999.4 ppm. De sensor kon veel hogere waarden meten, maar het meetbereik was lager gekozen opdat deze nauwkeuriger waarden door kon geven. Die grotere meetnauwkeurigheid is in praktijk echter minder van belang dan de alarmeringsmogelijkheid. Dit was niet voldoende getest in de praktijk.

Falende diagnose

Bij incident nr. 3 werd epichloorhydrine (ECH) toegevoegd aan een reactor. Een indicatie en detectie van een afwijking werd verkregen doordat de flow van ECH wegviel en men dit merkte. Helaas werd hierna een verkeerde diagnose gesteld: men stopte tijdelijk de reactiecyclus en probeerde daarna verder te gaan met doseren. Pas nadat de flow opnieuw wegviel ging men kijken bij de installatie/pomp en kwam men erachter dat er 2 m³ epichloorhydrine in de tankput was gestroomd. Bij dit incident had ook nog een indicatie voor een afwijking verkregen kunnen worden als men trillingen aan het lagersysteem had gemeten. Echter, twaalf jaar eerder was het monitoren van deze trillingen gestopt. Na een dergelijk besluit is het extra van belang om op te letten bij andere indicaties dat er iets misgaat.

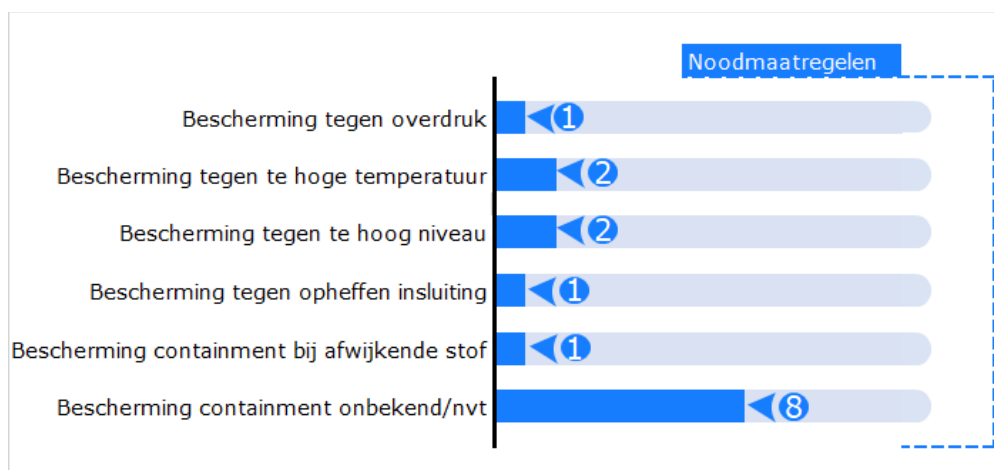
Falende herstelactie

Bij incident nr. 10 kwam een hoeveelheid chloor vrij bij een afvullijn, die werd geroken door een operator (detectie). De operator stelde vast dat dit flink afweek van normale geuren: een sterke 'zwembadgeur' waar actie op genomen moet worden (diagnose). Een juiste herstelactie bleef echter uit: volgens de eigen procedures had het proces stilgelegd moeten worden en had er evacuatie plaats moeten vinden om de bron op te speuren. Nu werd aanbevolen om de lijn nog eens extra te spoelen. Dit verergerde echter het vrijkomen van chloor, omdat er een zuur product in de lekbak zat, waar het materiaal uit de afvullijn mee reageerde onder vorming van chloor.

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 Aantal incidenten met falende noodmaatregelen in de derde LoD. Per incident kunnen meerdere maatregelen falen, maar in dit geval was er precies 1 maatregel per incident en betreft dit vijftien maatregelen.

Figuur 4 laat zien dat bij zeven 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 acht incidenten was de noodmaatregel onbekend of niet van toepassing. Het is dan extra van belang om afwijkingen in de 1^e en 2^e 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.

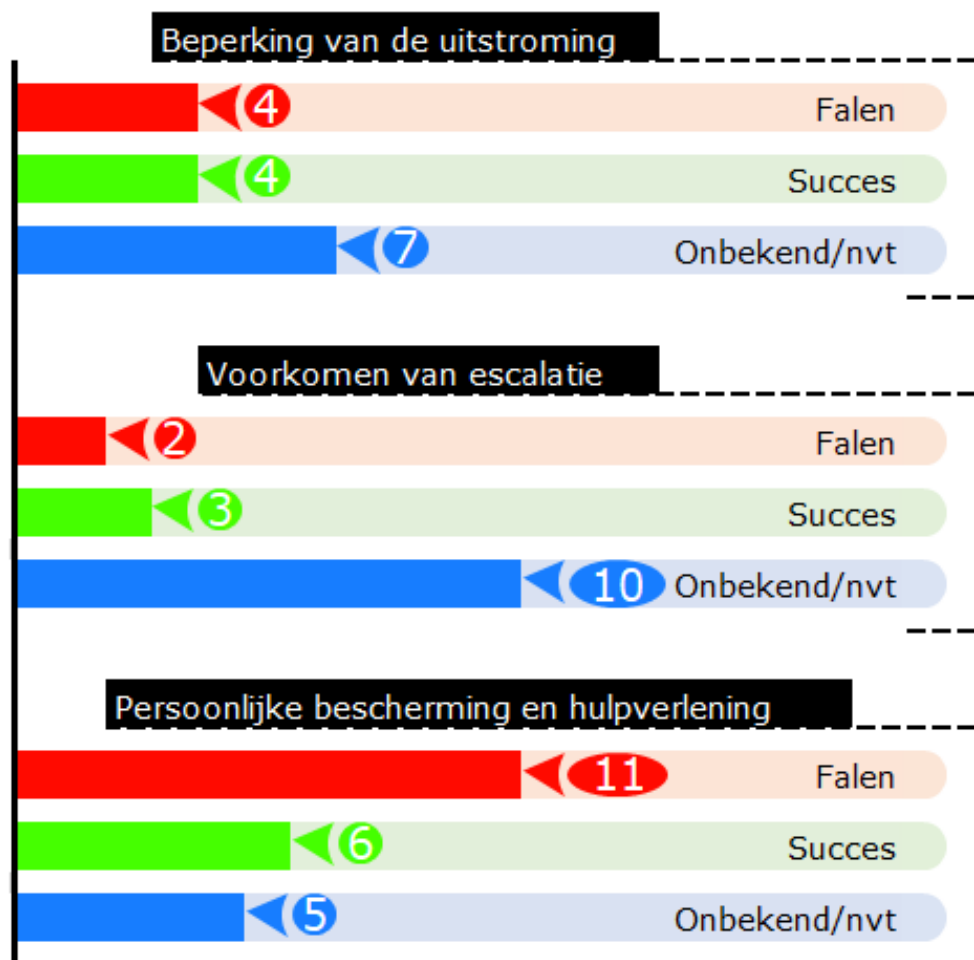
Falende noodmaatregel

Bij incident nr. 13 leidde een defecte afsluiter van de stoomtoevoer tot een procesverstoring in een fabriek waardoor uiteindelijk de stroom afgassen richting de verbrandingsketel veel meer organische stoffen bevatte dan onder normale productieomstandigheden. Om de verbrandingsketel te beschermen tegen het explosiegevaar werd de stroom automatisch naar de buitenlucht geschakeld. De procedure voor operators gaf aan dat in zo'n situatie de reactor na 10 minuten moest worden gestopt. Dit was echter multi-interpretabel, waardoor dit niet werd gedaan en de emissie uiteindelijk ongeveer drie uur duurde. Naar aanleiding van het voorval heeft het bedrijf besloten om de procedurele beveiliging te vervangen door een instrumentele beveiliging.

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 LoD's. 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 kan 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. In figuur 5 is 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 overal op tot vijftien incidenten.

In figuur 5 is te zien dat de repressieve maatregelen een aantal maal actief waren, terwijl er dit keer geen successen te melden waren in de preventieve maatregelen. Dit geldt met name voor 'Persoonlijke bescherming en hulpverlening' en 'Beperking van de uitstroming'. Voor maatregelen is niet altijd in rapporten te achterhalen of deze actief waren, waardoor er ook redelijk vaak 'Onbekend' is ingevuld.

Falen stoppen van de uitstroming.

Bij incident nr. 10 werd het advies gegeven om de installatie nog wat verder te laten spoelen nadat er een chloorlucht was geroken. Dit verergerde echter het vrijkomen van chloor, doordat de oorzaak niet in de installatie zat maar in het feit dat er materiaal in een lekbak zat dat reageerde met het materiaal dat uit de vulinstallatie kwam tijdens het spoelen. Volgens de eigen procedures had men de installatie moeten stoppen, evacueren en op zoek moeten gaan naar de oorzaak. Dan was er geen verder materiaal meer vrijgekomen dat kon reageren tot chloor.

Succesvol voorkomen van escalatie.

Bij incident nr. 8 kwam 278 kg aan brandbare en toxische vloeistoffen vrij uit een opslagtank via het systeem dat een inerte stikstoflaag op de vloeistoffen brengt. Het materiaal uit de opslagtank werd in een waste recovery tank gedumpt. De 278 kg kwam terecht op de betonnen vloer en in goten. De vloeistof werd afgedekt met schuim en de goten werden ingeblokt. Daarna werden de vloeistof en het schuim via een pompwagen opgezogen en is er geen vloeistof naar de bodem gelekt.

In de laatste LoD faalden elf maatregelen in tien van de vijftien 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 (technische en organisatorische) niet of niet afdoende kunnen worden genomen.

Bij de PBM's ging het mis in zes incidenten:

- Bij drie incidenten werden geen PBM's aangeboden of (adequaat) voorgeschreven door het bedrijf, omdat het risico van het incident niet was voorzien.
- Bij twee incidenten werden de PBM's niet gebruikt, éénmaal omdat de operator onbekend was met het juiste gebruik en éénmaal onbekend.
- Bij het zesde incident schoot het toezicht op het gebruik van de PBM's tekort, net als het toezicht op andere aspecten.

Succesvol ingrijpen bij persoonlijke bescherming en hulpverlening (evacuatie)

Bij incident nr. 12 werd een chloorlucht geroken bij een afvullijn. De operator bij de desbetreffende productielijn waarschuwde een BHV-er, die meteen regelde dat de productiehal werd ontruimd en dat de concentratie chloor met een chloormeter werd bepaald. Het bedrijf heeft geleerd van een vorig, soortgelijk incident, waar te lang werd gewacht met meten, terwijl de eigen procedures dit wel voorschrijven. Nu werd direct geëscaleerd naar een crisisteam. Dit team bepaalde vervolgens met welk protocol de twee stoffen, die met elkaar in aanraking waren gekomen en het chloor veroorzaakten, konden worden opgeruimd middels spoelen in enkele stappen.

Succesvol ingrijpen bij persoonlijke bescherming en hulpverlening (evacuatie)

Bij incident nr. 2 kwam chloor vrij uit een gecorrodeerde leiding. Dit werd snel door het automatische gasdetectiesysteem opgepakt en ook geroken. Daaropvolgend is meteen het evacuatieplan in werking gesteld en is er succesvol geëvacueerd, waarna de oorzaak veilig vastgesteld en aangepakt kon worden.

Falende evacuatie en voorziening van PBM's

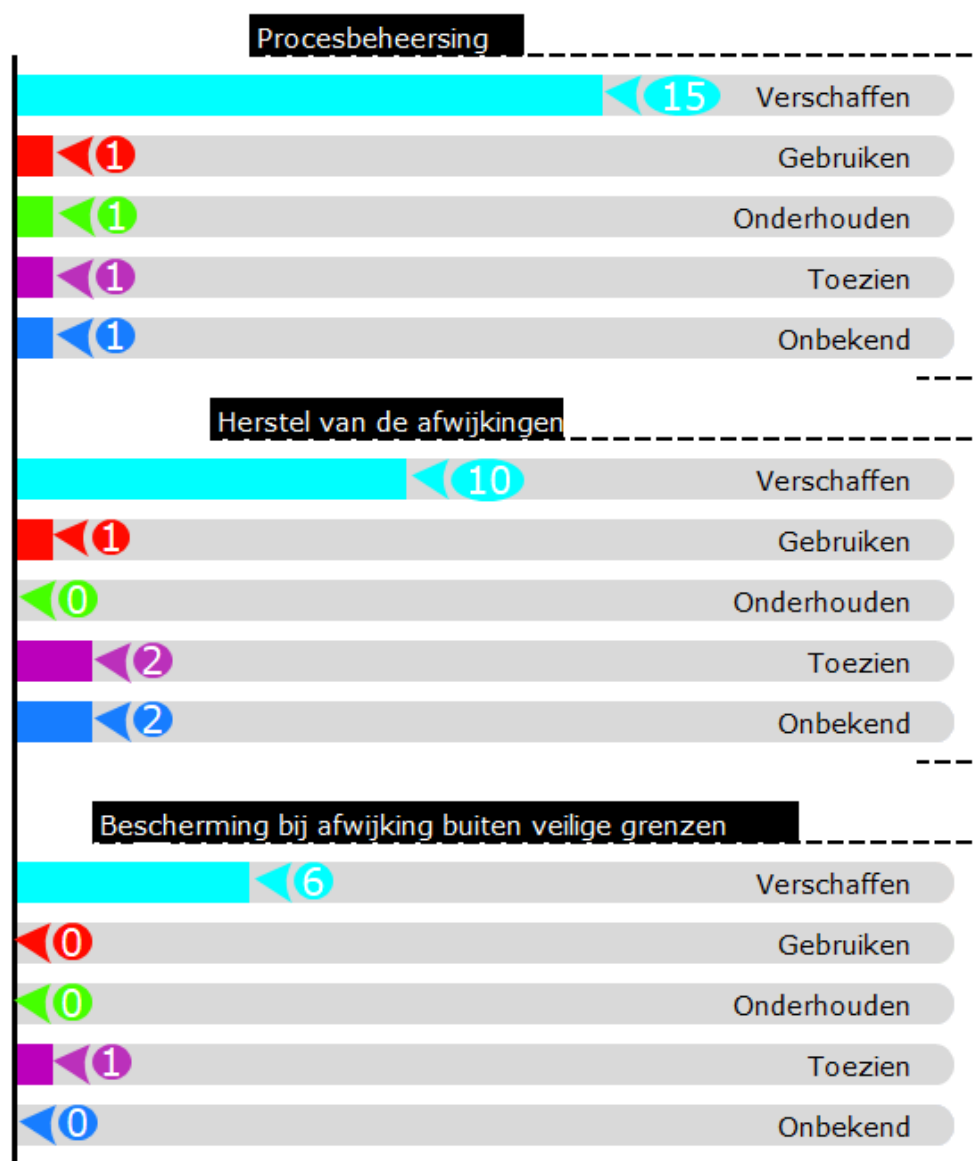
Bij incident nr. 5 zijn elf slachtoffers blootgesteld aan chloor bij het uit gebruik nemen van een reactor. Door een opeenvolging van gebeurtenissen kwam chloor vrij. De slachtoffers waren contractors die niet goed genoeg bekend waren met de vluchtroutes. Hierdoor vluchtten zij door de chloorwolk heen en kwamen ze bij een poort vast te staan waar ze geen toegang toe hadden. De opleidingsbehoeftes (ook van contractors) waren niet adequaat geïdentificeerd. Ook waren er geen PBM's verschaft omdat een dergelijk incident niet voorzien was.

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 de afkortingen- en begrippenlijst).

3.5.1 *Verschaffen van, gebruiken van, onderhouden van en toezien op 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 daarom niet op tot vijftien.

In de eerste LoD, het beheersen van processen, waren de benodigde preventieve maatregelen voornamelijk niet (of onvoldoende) aanwezig en is dus betere controle nodig dat de benodigde maatregelen adequaat aanwezig zijn. Ook in de tweede en derde LoD komt het voornamelijk neer op het verschaffen van preventieve maatregelen. In de derde LoD zijn de aantallen flink lager, omdat in acht incidenten noodmaatregelen onbekend of niet van toepassing waren.

Falende taak: verschaffen (van noodmaatregel)

Bij incident nr. 8 trad een storing in het procesbesturingssysteem op. Tijdens de storing ging een hoog niveau alarm van een tank af. Er werd daarna verondersteld dat de tank ingeblokt was. Er kon echter nog materiaal de tank instromen, en deze raakte overvuld, waarna vloeistof

via een doorlatende regelklep naar buiten trad. Er was dus geen adequate noodmaatregel verschaft om dit scenario te voorkomen.

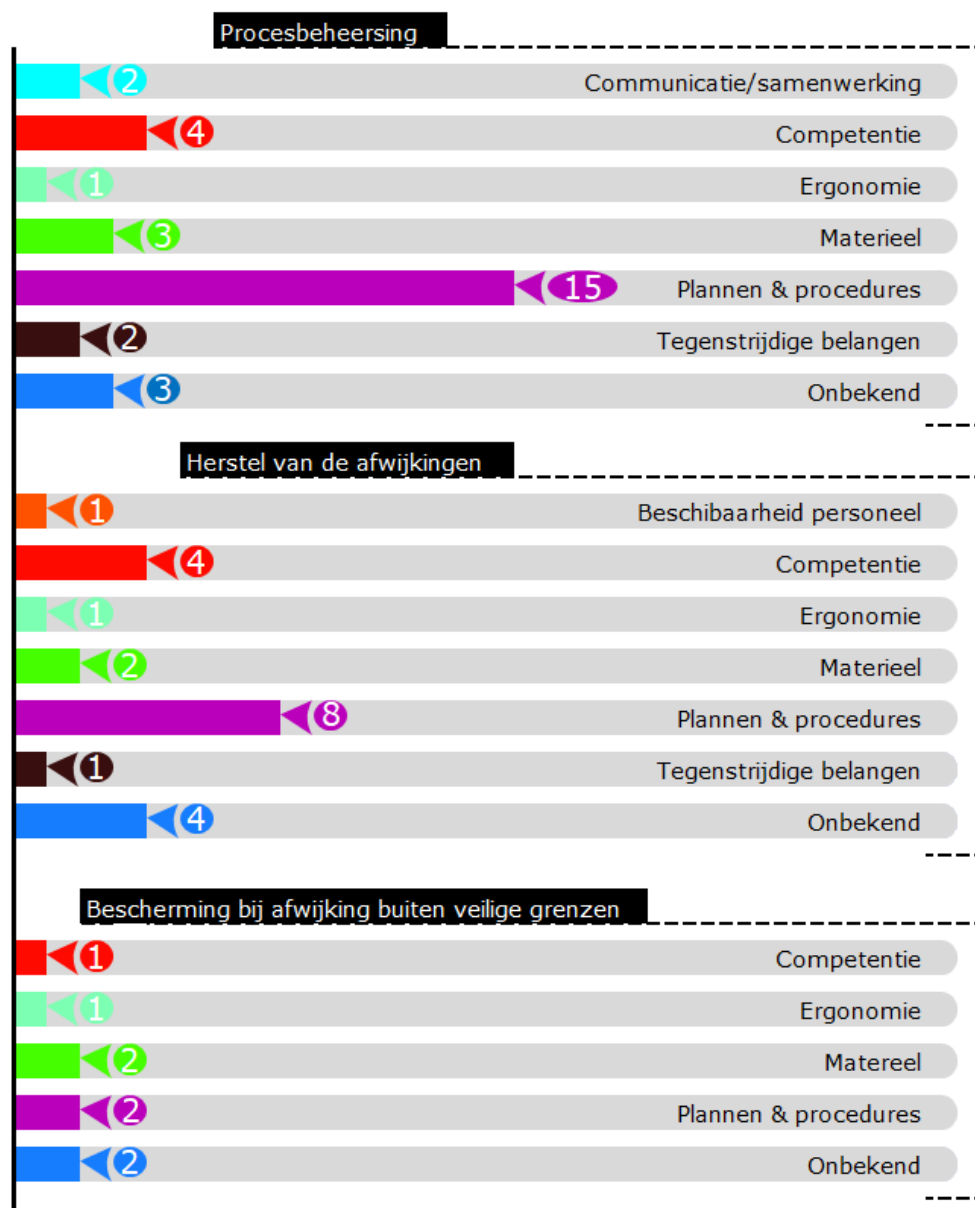
Falende taak: toezien

Bij incident nr. 6 kwam een chauffeur salpeterzuur verladen. In de procedure was aangegeven welke werkzaamheden en handelingen uitgevoerd mochten worden. De chauffeur mocht geen kleppen bedienen, ook niet als er iets vastloopt, maar deed dit wel. Hij had hier een operator bij moeten halen. Er werd echter geen toezicht gehouden op de verladingsactiviteiten en toen de chauffeur op een klem sloeg om deze los te maken spoot er salpeterzuur uit dat hij over zich heen kreeg. Het was bij zowel de chauffeur als de operators niet goed genoeg bekend dat dit niet mocht volgens de procedure. In praktijk bleek het gebruikelijk om dit zo uit te voeren.

3.5.2

Managementfactoren en maatregelen

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



Figuur 7 Aantallen 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 vijftien.

Bij deze vijftien incidenten werden voornamelijk tekortkomingen gevonden in 'plannen en procedures'.¹² Tekortkomingen in plannen en procedures werden in totaal 25 keer aangetroffen bij verschillende maatregelen in de preventieve LoD's. Dit kwam voor bij veertien van de vijftien incidenten (93%). In de database met incidenten van de afgelopen vijftien jaar was dit percentage 60%.

De geconstateerde tekortkomingen aangaande plannen en procedures lopen uiteen, maar enkele zaken komen vaker voor:

¹² 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).

1. Soms ontbraken procedures, omdat het risico niet was onderkend:
 - Incident nr. 1: Ontbrekende instructies die aangaven hoe je om moet gaan met afwijkende afsluiters;
 - incident nr. 3: Procedures voor het volgen van de fysieke conditie van de lagers van de pomp waren ooit gestopt, mogelijk omdat men niet verwachtte dat hierdoor het pomphuis kon scheuren;
 - incident nr. 5: De chloormeter stond op een te laag bereik ingesteld. Hiermee kon nauwkeuriger worden gemeten, maar daardoor werd er geen alarm meer gegeven toen de concentratie te hoog opliep;
 - incident nr. 5: PBM's waren niet voorgeschreven omdat het scenario van het incident niet voorzien was;
 - incident nr. 7: Geen procedures voor het omgaan met warm weer en schoonmaakwerkzaamheden, waardoor mierenzuur zich kon ophopen in een ruimte;
 - incident nr. 10: Er was geen procedure die aangaf wat te doen als er bij een voorgaande run op de installatie veel gespoeld moest worden;
 - incident nr. 12: De procedures hielden geen rekening met opvolgende niet-compatibele stoffen op de productlijn;
2. 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:
 - Incident nr. 6: Een chauffeur bediende de installatie waar hij kwam lossen in plaats van een operator van het bedrijf (volgens de procedures), hier werd in praktijk niet goed op toegezien;
 - incident nr. 9: Er hadden aparte werkvergunningen afgegeven moeten worden voor de plaats van de werkzaamheden en de fabriek. (dat had het incident overigens niet voorkomen);
 - incident nr. 10: Een operator gaf aan chloorlucht te ruiken, waarop de bestaande procedure is om te ontruimen en op zoek te gaan naar de oorzaak, maar dat werd bij dit incident niet als noodzakelijk gezien en daarom niet uitgevoerd;
 - incident nr. 12: De procedures gaven aan extra te spoelen bij afwijkingen in het spoelresultaat en dat dit geautoriseerd moest worden, maar dat was bij dit incident verzuimd;
3. In enkele gevallen waren de instructies niet toereikend of niet duidelijk genoeg naar de gebruiker:
 - Incident nr. 5: De procedure voor uitgebruikname was niet toereikend, waardoor de hoeveelheid toegediend chloor niet werd bijgesteld bij een afnemende hoeveelheid etheen;
 - Incident nr 13: De procedure om binnen 10 minuten de reactor met een noodknop handmatig te stoppen bleek multi-interpretabel, waardoor uitstroming langer duurde dan nodig;
4. Sommige inspectieplannen waren ook niet toereikend:
 - Incident nr. 2: Tijdens de periodieke inspectie van de installatie werd niet onder de wartelmoeren gecontroleerd op corrosie. Hierdoor kon een leiding uiteindelijk onopgemerkt corroderen en kon er chloor ontsnappen. Wateropbouw onder een wartelmoer en dus corrosie van buitenaf was niet onderkend als een risico.

Andere managementfactoren zijn in deze twaalf incidenten minder prominent zichtbaar. Competentie (9×) en Materieel (7×) worden naast procedures en plannen het vaakst genoemd.

Falende managementfactor materieel

Bij incident nr. 15 werd acetyleen afgeblazen naar de atmosfeer. Dit had naar een fakkelinstallatie gestuurd moeten worden om het daar gecontroleerd te laten verbranden. Een flowmeter gaf aan dat er te weinig stroming naar de fakkel liep. Omdat de fakkel bij lage stromingscondities niet goed werkt werd de acetyleen naar de afblaasinstallatie gestuurd. De flowmeter bleek echter onnauwkeurig te werken bij lage stroming. Met een andere flowmeter was het gebruik van de afblaasinstallatie niet nodig geweest en had de acetyleen gecontroleerd verbrand kunnen worden. Het materieel was niet adequaat getest voor deze situatie.

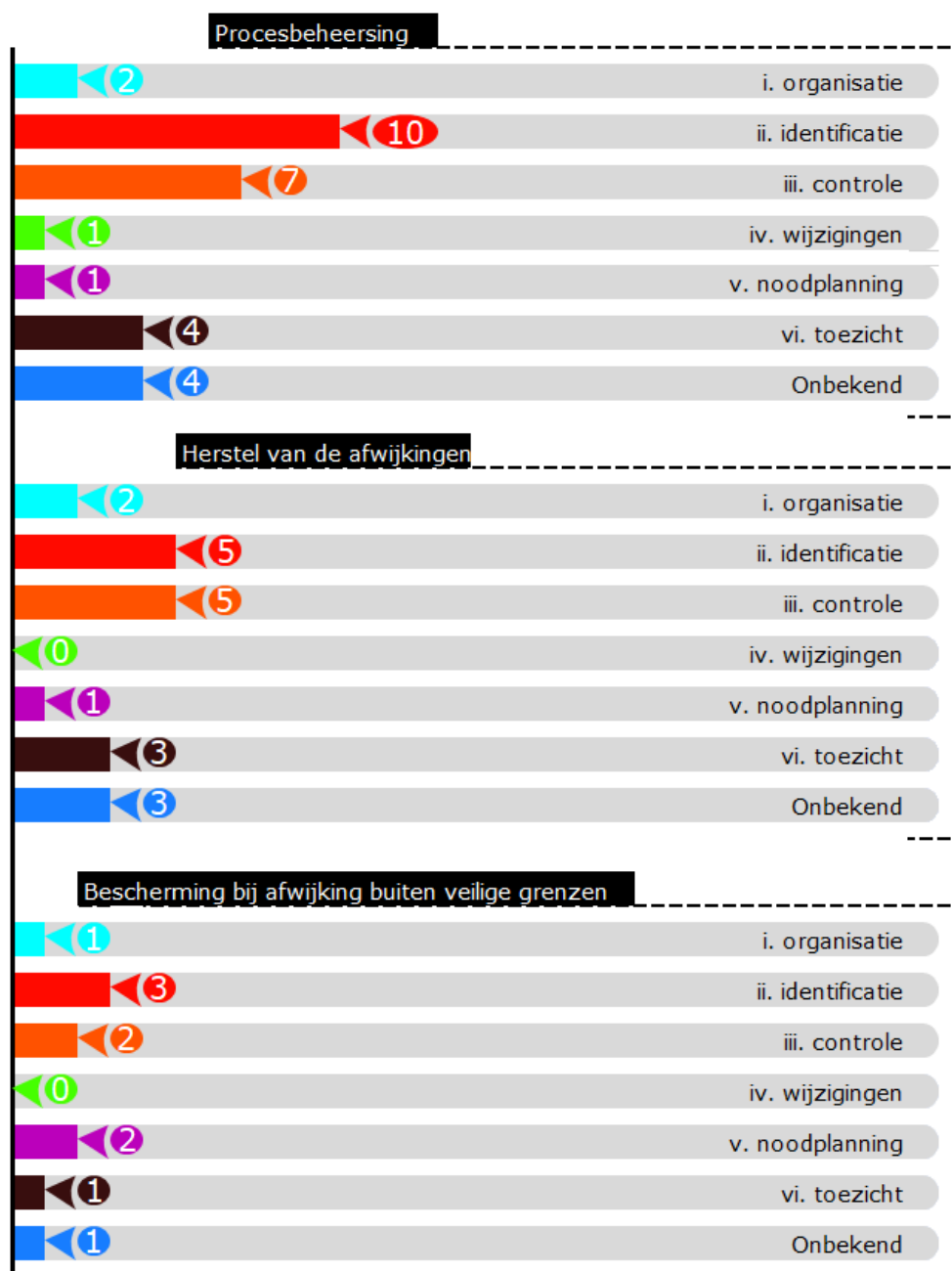
Falende managementfactor ergonomie

Bij incident nr. 1 kwam hete olie vrij na het openhalen van een blindflens. Getracht werd de uitstroming te stoppen door de leiding met de flens in te blokken met behulp van twee achterliggende afsluiters. Hier is ergonomie als falende managementfactor aangegeven in het model: één van de afsluiters was zo geplaatst dat er moeilijk tot geen toegang toe was, nog bovenop het feit dat de hete olie toegang nog verder beperkte.

Daarnaast speelde hier nog mee dat de andere afsluiter van een afwijkend type was waarvan de brandweer niet wist hoe deze werkte. Het lek kon pas gedicht worden toen de druk flink was afgenomen en de blindplaat weer geplaatst kon worden.

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 Aantal relevante elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) met betrekking tot het falen van de preventieve maatregelen. Elementen zijn voor het overzicht in de figuur 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 hierdoor niet op tot vijftien.

In de analyse wordt per falende maatregel bekeken welk VBS-element hiermee samenhangt. Dit kan betekenen dat er per LoD andere VBS-elementen worden aangemerkt. Voorbeelden hiervan zijn:

- Incident nr. 1: in de 1^e LoD (procesbeheersing) was een afwijkende afsluiter aangebracht maar had men zich niet gerealiseerd dat dit een wijziging is die via VBS-element iv (management of change) opgepakt moet worden. Dan kunnen de effecten van de wijziging in kaart gebracht worden om te bepalen welke maatregelen genomen moeten worden. In de 2^e LoD (herstel van afwijkingen) had dan een afwijking opgevangen kunnen worden door het personeel hiervoor op te leiden (VBS-element i, organisatie en personeel).
- Incident nr. 12: hier werd begonnen met het aanmaken van een nieuwe batch materialen, terwijl er nog resten van een vorige run waren achtergebleven, die niet volgens de procedures voldoende waren weggespoeld (VBS-element iii, controle op de exploitatie, 1^e LoD). Vervolgens zijn er in de 2^e en 3^e LoD feitelijk geen maatregelen om deze afwijking te detecteren en met noodmaatregelen op te vangen omdat dit scenario niet voorzien was (VBS-element ii, identificatie en beoordeling van gevaren).

Falende preventieve maatregelen gingen bij deze vijftien incidenten vaak (14×) samen met VBS-element ii: 'de identificatie en beoordeling van gevaren', en/of element iii: 'de controle op de exploitatie'.

Falende identificatie en beoordeling van gevaar

Bij incident nr. 2 ontstond door uitwendige corrosie een gat onder de wartelmoer van een reduceerventiel, wat leidde tot de lekkage van chloorgas. Het bedrijf had dit risico onvoldoende onderkend. Eerder had een vergelijkbaar incident plaatsgevonden, waar men lering uit had kunnen trekken.

4 Discussie en conclusies

4.1 Discussie

Er zijn veel verschillende manieren waarop incidenten kunnen ontstaan en verlopen. Ook de vijftien incidenten die dit jaar zijn onderzocht hebben elk hun eigen kenmerken. In feite is elk incident uniek. De incidenten worden vaak onderzocht door verschillende partijen, zoals het bedrijf zelf, de NLA of de OvV. Elk van die partijen heeft een eigen insteek, methode en doel bij een ongevalsonderzoek. Uiteindelijk is het overkoepelende doel om te leren van de ongevallen en herhaling te voorkomen. Dit geldt ook voor de analyse in dit rapport. In deze analyse wordt geprobeerd om patronen te ontdekken die voor meerdere incidenten gelden en waar een grotere groep van kan leren. Dit is dan aanvullend op de lering die er uit de individuele incidenten getrokken kan worden.

De praktische lessen die we kunnen trekken uit de vijftien onderzochte incidenten staan hieronder in paragraaf 4.2 (conclusies) vermeld. Met name opvallend afwijkende zaken of zaken die het beeld uit het rapport over vijftien jaar incidentenanalyses [9] bevestigen worden daar genoemd. Door het kleine aantal incidenten zijn er echter niet altijd harde uitspraken te doen. Er zijn bijvoorbeeld in deze vijftien incidenten vier incidenten waarbij iets misging bij het 'veiligstellen van de installatie voor aanvang van de werkzaamheden'. Die vier incidenten laten niet direct verstrekkende conclusies toe, maar hiervoor gelden waarschijnlijk ook de bevindingen, die bijvoorbeeld al beschreven zijn in een eerdere publicatie over dit onderwerp [16]. Hierin worden een aantal zaken gemeld dat voor dat type incidenten geldt en waar op gelet kan worden in veiligheidsstudies, HAZOPs, en dergelijke.

Een aantal zaken waar met name leerpunten in zitten die maar in één of enkele incidenten voorkwamen zijn:

- In enkele incidenten valt op dat de directe oorzaak aan wordt gepakt, zonder de achterliggende oorzaak op te zoeken. Bij incidenten nrs. 10 en 12 bij hetzelfde bedrijf lijkt er wel geleerd te zijn van het snel evacueren na het detecteren van chloorlucht, maar lijkt er weinig focus te zijn op het scheiden van niet-compatibele stoffen. Het tweede incident vond een jaar later plaats en had waarschijnlijk voorkomen kunnen worden als men na het eerste incident had nagegaan waar er nog meer mogelijkheden zijn voor het samenkomen van niet-compatibele stoffen. Hier hadden dan voorzorgsmaatregelen voor genomen kunnen worden, door in acht te nemen dat mensen of software kunnen falen, om dan dat risico af te vangen door een extra barrière. Wel wordt uiteindelijk gekozen voor een oplossing waarbij het gevaar helemaal wordt weggehaald.
- Bij incident nr. 9 is goed nagegaan door het bedrijf wat er precies gebeurd is. Er wordt ook hier gekeken naar de directe oorzaak en bekeken of er andere apparatuur is waar dit voor geldt, maar daarnaast ook gekeken naar de onderhoudsmethode en de pakking die uit elkaar spatte. Voorlopig wordt voor een

onderhoudsmethode gekozen waarbij het incident niet meer voor kan komen. Er wordt tevens besloten om het gevaar helemaal te elimineren door uit te gaan van een ander soort pakking, geheel volgens de arbeidshygiënische strategie.

- Tegelijkertijd leert incident nr. 9 dat het van belang kan zijn de process safety fundamentals of life saving rules nog eens goed ter harte te nemen. Bij dat incident stonden de onderhoudsmedewerkers allen in de line of fire bij het exploderen van de pakking. Dit was weliswaar niet verwacht, maar het is de vraag of alle vier de medewerkers per se dicht bij de werkzaamheden moesten staan. Wellicht was het ook mogelijk geweest om het lostikken zo uit te voeren dat de onderdelen van de pakking bij een eventuele explosie van de medewerkers afschoten.
- Bij incident nr. 8 kwam 278 kg brandbare vloeistoffen vrij, toen een vat overstroomde. De uitstroming werd snel gestopt door de inhoud van het vat over te brengen in een noodopvang (waste recovery tank). Het is aan te bevelen hier in meer situaties rekening mee te houden voor noodsituaties.

4.2 Conclusies

Er is een aantal zaken dat bij deze vijftien incidenten het beeld uit het rapport over vijftien jaar incidentenanalyses [8] bevestigt of waarin het beeld juist opvallend afwijkt. De lessen en mogelijke acties die hieruit opgepakt kunnen worden zijn schuingedrukt gegeven:

Foutief menselijk handelen is de belangrijkste directe oorzaak van ongeveer de helft van deze incidenten.

- Met 'menselijke fouten' worden 'ongewenste menselijke handelingen' bedoeld. Vaak is dit een gevolg van gebrekkige organisatie. Uiteindelijk was er bij 46% van de vijftien incidenten ongewenst menselijk handelen genoemd als directe oorzaak. Dit percentage is hoger dan de 31% in de vijftien jaar incidentenanalyse. In de voorgaande twee RIVM rapportages uit 2021 en 2022 was dit respectievelijk 38% en 50%. Het lijkt dat dit de laatste jaren iets vaker voorkomt. In vier van de incidenten werd de bestaande procedure correct gevolgd. Echter bleken de procedures niet geschikt te zijn voor het werk: *Het is daarom belangrijk dat bedrijven aandacht schenken aan de toereikendheid en duidelijkheid van werkprocedures en instructies. Dit kan bijvoorbeeld meegenomen worden in oefeningen met afwijkende situaties.*
- Ook waren er drie incidenten waarbij de procedures wel correct waren, maar waarbij deze niet (adequaat) werden opgevolgd: *Het is belangrijk dat bedrijven bekijken of procedures gevolgd worden en hoe de werkbaarheid, het toezicht en de instructies te verbeteren. Test bijvoorbeeld of werknemers voldoende instructie hebben gehad en zie er op toe dat volgens de instructie wordt gewerkt.*

Materiaalverzwakking (onderdeel van ageing/veroudering) is een directe oorzaak in een kwart van de incidenten.

- Bij 27% van de vijftien incidenten is materiaalverzwakking een directe oorzaak. Dit is in lijn met de 25% in de vijftien jaar

incidentenanalyse. Bij ageing spelen naast materiaalverzwakking overigens ook andere zaken een rol zoals veroudering van kennis en systemen, die niet direct resulteren in een directe oorzaak: *Het blijft van belang de toestand van de installatie te volgen om aspecten als ageing in de gaten te kunnen houden. Via asset management kunnen de verschillende aspecten door bedrijven worden meegenomen.*

Beheersing van procesparameters faalt in meer dan de helft van de incidenten.

- Het blijft zaak om op te letten dat temperatuur, reacties en processtromen in de hand gehouden worden. Daar is ook de juiste apparatuur voor nodig, die ook getest moet zijn voor praktijksituaties. Bij deze vijftien incidenten faalde deze beheersing van de procesparameters in 53%, relatief vaak vergeleken met voorheen: 32% in de vijftien jaar incidentenanalyse, 35% in 2021, en 33% in 2022.
- Een aantal voorbeeld verbeterpunten uit deze incidenten:
 - Het gebruik maken van een temperatuurmeter die een adequaat beeld geeft van de temperatuur over de reactor.
 - Een chlooralarm met de juiste instelling gebruiken door deze vooraf grondig te testen.
 - Een flowmeter gebruiken die geschikt is voor de processituaties met lage flow.
 - Niet-compatibele stoffen gescheiden houden door adequate administratie.
- *De beheersing van procesparameters is dit jaar opvallend vaak naar voren gekomen als oorzaak van incidenten. In toekomstige Brzo-inspecties kan in de gaten gehouden worden of bedrijven hier nog voldoende vat op hebben. Dit om te voorkomen dat dit het begin van een stijgende trend blijkt te zijn.*

Afwijkingen in het proces worden vaak niet geïdentificeerd.

- Bij de vijftien incidenten was er elf keer (73%) geen indicatie dat een afwijking in het proces was opgetreden. Dit is meer dan het dubbele t.o.v. de 35% in de vijftien jaar incidentenanalyse. Ook in de voorgaande analyses uit 2021 en 2022 was dit verhoogd (67% en 71% respectievelijk) en verdient aandacht. Bij de elf betrokken incidenten betrof het voornamelijk (5x) missende of inadequate instrumentatie en éénmaal een periodieke gevarenbeoordeling. De instrumentatie betrof hier een hoog-hoog-alarm, een drukmeter, een temperatuurmeter, indicatie van een niet-compatibele stof en indicatie van een afwijkende stoomtoevoer.
- *Het is van belang dat operators kunnen zien waarmee ze te maken hebben. De aanwezigheid van indicatoren zoals meters, en kennis daarover, is daarom noodzakelijk, net als voldoende training om hier mee om te gaan.*

Aanvullende noodmaatregelen ontbreken bij bijna de helft van de incidenten.

- Bij zeven incidenten (47%) waren noodmaatregelen praktisch wel haalbaar, maar waren ze niet aanwezig of werkten ze niet naar

behoren. Dit percentage is iets hoger dan de ca 40% in de vijftien jaar incidentenanalyse.

- Bij de overige acht incidenten voorkwamen bedrijven dus niet dat afwijkingen ontstonden en dat afwijkingen die toch ontstonden tijdig werden gedetecteerd en verholpen. In zes incidenten gold dit vooral voor het openen van installaties bij onderhoud (4x) en bij optredende materiaaldegradatie (corrosie/vermoeding etc., 2x).
- *Bedrijven dienen dus goed te kijken naar hun noodplannen en ook met name naar de preventieve (nood)maatregelen.*

Mitigerende maatregelen voorkomen regelmatig escalatie tot een ernstiger ongeval.

- Maatregelen met betrekking tot het voorkomen van escalatie, zoals evacuatie, vluchtroutes, snelle hulpverlening en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's), hebben in zeven van de vijftien incidenten de gevolgen beperkt.
- In zeven van de vijftien incidenten schoten deze maatregelen tekort. Met name bij PBM's ging het mis bij het niet beschikbaar hebben of stellen door de organisatie, en in een aantal gevallen in het goed gebruik ervan.
- Deze percentages lijken grotendeels op de cijfers uit de vijftien jaar incidentenanalyse.
- *Mitigerende maatregelen zijn van belang om de impact van het incident te beperken, dus zorg voor de beschikbaarheid van genoeg en goede PBM's en leidt hier werknemers, en externen, in op. Zorg voor duidelijke vluchtroutes. Geef instructies aan alle aanwezigen, ook welke niet direct werken met de chemische installaties, zoals schoonmakers.*

Relatief vaak uitstroming uit bestaande openingen.

- Bij zes incidenten vindt uitstroming plaats van stoffen uit reguliere openingen (afblaas- of ventilatie-openingen, een open leiding, een scrubber) en bij twee incidenten uit een open systeem (spoelbak bij een afvulinstallatie). Deze 53% is een factor 3 hoger dan de 17% in de vijftien jaar incidentenanalyse.
- Het geeft aan dat het belangrijk is ook deze routes als uitstroombmogelijkheid te onderkennen in risicoanalyses, HAZOPs en dergelijke. Hoewel deze openingen in een ontwerpfase zijn aangebracht, moet er in praktijk rekening mee worden gehouden dat er ongewenste hoeveelheden stoffen vrij kunnen komen in bepaalde (afwijkende) scenario's:
- *Identificeer reguliere openingen (bijvoorbeeld afblaaspunten, ventilatieopening, scrubbers en open leidingen) als gevarenpunten. Bij afwijkingen kunnen hier (te veel) stoffen uittreden. Mogelijk is dit een blinde vlek bij veel bedrijven en zou dit meegenomen kunnen worden tijdens Brzo-inspecties in de toekomst.*

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

- Bij veertien incidenten werden tekortkomingen in plannen en procedures gevonden. Dit aandeel is hoger dan de 60% in de

vijftien jaar incidentenanalyse. De achterliggende oorzaken lopen uiteen en zijn divers van aard. In paragraaf 3.5.2 is een lijst met voorbeelden gegeven, die in een aantal categorieën is in te delen:

- Er waren geen werkplannen of -instructies omdat het risico niet werd gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'identificatie en beoordeling van gevaren'.
- Er waren wel instructies maar er was onvoldoende toezicht op het uitvoeren en gebruiken van de instructies. Deze werden soms ook niet als veiligheidskritisch gezien. Dit heeft een relatie met het VBS-element 'controle op de exploitatie'.
- De instructies waren niet toereikend of duidelijk genoeg naar de gebruiker. Dit kan ook betrekking hebben op (interne) inspectieplannen.
- *Bovenstaande geeft het belang aan van het hebben van de juiste procedures, instructies, werkplannen en communicatie hierover met de werknemers.*

Het is onmogelijk om alle risico's te voorzien. Het voorliggende rapport kan hierin helpen doordat het voorbeelden geeft van zaken die misgingen en die gebruikt kunnen worden om vergelijkbare incidenten bij andere organisaties te voorkomen. Het kan verder versterkt worden door het onderling delen van (incidenten)kennis en het testen/simuleren van afwijkingen. Bijvoorbeeld: als een alarm geïnstalleerd wordt, test dan het correct afgaan van de trip door, indien dit gecontroleerd mogelijk is, deze bloot te stellen aan de trippende waarde.

De vijftien 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] Analysis of underlying causes of investigated loss of containment incidents in Dutch Seveso plants using the Storybuilder method, Bellamy L.J., Mud M., Manuel H.J. & Oh J.I.H, J. Loss Prev in the Proc Ind, 26 (2013) 1039-1059.
- [2] 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 1 maart 2023).
- [3] 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 1 maart 2023).
- [4] 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 1 maart 2023).
- [5] 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 1 maart 2023).
- [6] 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 1 maart 2023).
- [7] 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-2-rapportenbundel-bij-staat-van-de-veiligheid-brzo-bedrijven-2020> (ingezien op 1 maart 2023).
- [8] Analyse van incidenten met gevaarlijke stoffen bij Brzo-bedrijven 2022. Rapport 2022-0051. RIVM. 2022. *Onderdeel van de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Brzo-bedrijven 2021*. Beschikbaar via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/12/05/rapportenbundel-svdv-2021> (ingezien op 1 maart 2023).

- [9] 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 1 maart 2023).
- [10] Gebruiksvoorschrift Storybuilder-MHC, RIVM Rapport 2020-0129. RIVM. 2020. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0129.pdf> (ingezien op 1 maart 2023).
- [11] 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 1 maart 2023).
- [12] Overzicht Brzo-locaties, peildatum 1 april 2023. Bureau BRZO+. Beschikbaar via <https://brzoplus.nl/brzo/bedrijven> (ingezien op 21 april 2023).
- [13] 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 1 maart 2023).
- [14] 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 1 maart 2023).
- [15] <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/23/kamerbrief-invoering-werkwijze-gedifferentieerde-aanpak-ongevalsonderzoek-nederlandse-arbeidsinspectie> (ingezien op 24 april 2023).
- [16] Learning from incidents at Seveso sites: a focus on the safeguarding of containments prior to start of operations, Manuel H.J., Kooi E., Wolting A.G., Chemical Engineering Transactions, 90, 637-642.
- [17] De ontwikkeling van Storybuilder: Achtergrond en verantwoording, RIVM Rapport 110010001, RIVM, 2013. Beschikbaar via <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/110010001.html> (ingezien op 7 juni 2023).

Afkortingen- en begrippenlijst

Een aantal termen uit het rapport wordt hieronder kort toegelicht. Een uitgebreidere beschrijving van de onderdelen van het Storybuilder model is terug te vinden in [17].

Asset management

Systematische en gecoördineerde activiteiten waarmee een organisatie optimaal haar bedrijfsmiddelen beheert, gedurende de hele levensduur van die bedrijfsmiddelen.

BHV

Bedrijfshulpverlening

Brzo

Besluit risico's zware ongevallen 2015 (voorheen 1999). Het Brzo integreert wet- en regelgeving op het gebied van arbeidsveiligheid, externe veiligheid en rampenbestrijding in één juridisch kader. Doelstelling is het voorkomen en beheersen van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn. Het Brzo stelt hiertoe eisen aan de meest risicovolle bedrijven in Nederland. Daarnaast wordt in het besluit de wijze geregeld waarop de overheid daarop moet toezien. Op 8 juli 2015 trad het vernieuwde Brzo 2015 in werking.

Directe oorzaak

Het betreft het faalmechanisme dat chronologisch direct voorafging aan het incident. Bijvoorbeeld de fysieke oorzaak van het bezwijken van een insluitsysteem of de directe oorzaak waardoor een insluitsysteem open ging.

Incident

Bij een incident zijn een of meer afwijkingen ten opzichte van de normale bedrijfsvoering opgetreden. Incident is dus een breed begrip, dat zowel 'bijna ongevallen' als ongevallen omvat.

Insluitsysteem

Een insluitsysteem bestaat uit een of meer toestellen, waarvan onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en die bestemd zijn om één of meer stoffen te omsluiten. In geval van een (dreigend) zwaar ongeval kan het insluitsysteem in korte tijd worden afgesloten. Onder insluitsystemen worden hier verstaan installatieonderdelen (zoals reactoren, procesvaten en procespijpleidingen), maar ook opslageenheden (zoals tanks, drums en cilinders) en transportinstallaties (zoals transportpijpleidingen, flexibele slangen, laadarmen), et cetera.

Line of Defence (LoD)

Een verzameling maatregelen met een functionele samenhang. In het Storybuilder model onderscheiden we zes LoD's: drie preventieve

maatregelen om incidenten te voorkomen en drie mitigerende maatregelen om gevolgen te beperken.

In de drie preventieve LoD's zorg je dat je je processen en installatie op orde hebt, dat je bij afwijkingen kunt ingrijpen en dat je noodmaatregelen achter de hand hebt als je de afwijking niet hebt opgemerkt of kon stoppen:

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'.

In de drie mitigerende LoD's zorg je dat je een uitstroming beperkt, vrijgekomen materiaal niet kan verdampen of ontsteken en dat werknemers beschermd worden tegen gevolgen:

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/plas.
6. *Persoonlijke bescherming en hulpverlening*, zoals correct gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, veilige toevlucht zoeken, evacuatie en (bedrijfs)hulpverlening.

Managementfactor

dit zijn organisatievereisten die ertoe moeten leiden dat veiligheidsmaatregelen goed functioneren. In feite geven deze factoren aan, aan welke 'knoppen' de organisatie kan draaien om de veiligheid te verbeteren. Wanneer bijvoorbeeld in de analyse "competentie" als factor vaak naar voren komt, dan zou de organisatie moeten kijken of opleidingen, instructies en ervaring van medewerkers verbeterd kunnen worden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen 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, alsmede de communicatie tussen partijen. 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.

PBM

Persoonlijke Beschermingsmiddelen

Taak

Maatregelen moeten genomen zijn om een ongeval te kunnen voorkomen of effecten te verminderen. In het Storybuilder model moeten vier taken borgen dat de maatregel functioneert. De maatregel kan hier nu op vier manieren in falen:

- **Verschaffen:** als de maatregel niet bestaat, niet goed is ontworpen of niet voldoende/niet gemakkelijk beschikbaar is als men deze wil gebruiken.
- **Gebruiken:** als de maatregel wel is verschaft, maar niet, verkeerd of maar gedeeltelijk gebruikt wordt.
- **Onderhouden:** als de maatregel wel is verschaft, maar niet meer in goede staat is.
- **Toeziën:** als er niet (voldoende) wordt toegezien op het juiste gebruik van de maatregel.

Verschaffen

Zie Taak.

VBS-elementen

In Bijlage III van Richtlijn 2012/18/EU worden zes elementen van het veiligheidsbeheerssysteem (VBS) genoemd die invulling geven aan het preventiebeleid ter voorkoming van zware ongevallen. Voor falende maatregelen wordt in het Storybuilder 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.

Bijlage Omschrijvingen van de incidenten

Onderstaand wordt een beschrijving gegeven van de vijftien 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 is een inschatting gegeven van 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 uitstroming niet tijdig was ontdekt en gestopt. In sommige gevallen kan de potentie (nagenoeg) gelijk zijn aan wat er daadwerkelijk is voorgevallen.

MHC incidenten met omschrijvingen

Incident nr. 1 Hete olie komt vrij bij openen afwijkende afsluiter.

Bedrijfstype 20.59

Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)

Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5)

Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)

Beschrijving gebeurtenissen

Ter voorbereiding van een aanpassing aan de opstelling werd de taak neergelegd bij de middagploeg om een klep te testen. De middagploeg is hier niet aan toegekomen door tijdsgebrek en heeft het overgedragen aan de nachtploeg maar heeft in de communicatie niet de procedurele route gevolgd. Hierdoor was het niet bekend dat deze werkzaamheden uitgevoerd werden.

Tijdens de werkzaamheden was het bij de uitvoerende operator niet bekend dat in dit geval een alternatieve klep (lift-plug) geïnstalleerd was. De management of change procedure was niet doorlopen bij de installatie 8 jaar geleden. Waar de operator dacht dat deze klep dichtgezet was, was deze echter opengezet. Hierdoor spoot bij het openmaken van de blindflens de inhoud eruit (quench olie op 180 graden C en 7 bar) en veroorzaakte tweedegraads brandwonden in het gezicht en op de handen. De voorgeschreven PBM's werden niet gedragen.

In totaal kwam er ongeveer 180 ton olie vrij voordat het systeem weer dichtgemaakt kon worden. De brandweer wilde twee achterliggende afsluiters dichtmaken, maar één van de kleppen was niet bereikbaar en een was andere van het type lift-plug waar de brandweer geen raad mee wist. Ontsteking en verdamping is beperkt door een schuimdeken. Na 38 uur was het systeem gesloten.

Het bedrijf gaat de management of change procedure aanpassen en verduidelijken, de communicatieprocedures richting de ploegen herzien en niet-standaard afsluiters markeren.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld)

Gevolgen

Vrijkomen sproeiregen van hete olie, 1 persoon zware brandwonden 2 personen licht gewond. Ca 180 ton olie vrijgekomen.

Potentie

Mogelijke blootstelling van meerdere medewerkers aan een hete vloeistof met verbrandingsverschijnselen als gevolg. Zonder schuimdeken had ook ontsteking kunnen plaatsvinden met een grote plasbrand en/of explosieve dampen als gevolg.

Incident nr. 2 Chloorgas komt vrij door gecorrodeerde moer.

Bedrijfstype 24.42

Vervaardiging van metalen in primaire vorm (SBI 24)

Vervaardiging van edelmetalen en overige non-ferrometalen (SBI 24.4)

Vervaardiging van aluminium (SBI 24.42)

Beschrijving gebeurtenissen

In mengkasten wordt Chloor (10%) gemengd met Argon (90%) en vervolgens als menggas gedoseerd aan een aluminiumproductieproces voor zuivering van het aluminium. In de gieterij ontstond door een gat onder de wartelmoer van een reduceerventiel een chloorgaslek. Een medewerker rook het chloor en het gasdetectiesysteem werd automatisch aangesproken.

De noodorganisatie is vervolgens in werking gesteld, waarbij fabriek is ontruimd en de chloortoevoer naar de gieterij is ingeblokt. Onderzoek wees uit dat de lekkage ontstond doordat uitwendige corrosie onvoldoende was onderkend. Het bedrijf heeft de mengkast uit bedrijf genomen en het leidingwerk wordt vervangen.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Materiaalverzwakking (corrosie)

Gevolgen

Vrijkomen van een hoeveelheid chloorgas zonder gevolgen voor het personeel.

Potentie

Vorming van giftige dampen met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 3 Lekkage van epichloorhydrine in tankput door versleten lager en gescheurd pomphuis.

Bedrijfstype 20.14.9

Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)

Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1)

Vervaardiging overige organische basischemicaliën (geen petrochemische) (SBI 20.14.9)

Beschrijving gebeurtenissen

Tijdens een reactiecyclus wordt epichloorhydrine gedoseerd. Na enige tijd valt de flow weg. Er wordt tijdelijk gestopt met de reactie, waarna de cyclus opnieuw vervolgd wordt. Opnieuw valt de flow weg. Na controle van de pomp blijkt deze te lekken en blijkt dat deze warmgelopen is. Er blijkt ca 2 m³ epichloorhydrine in de tankput te zijn gestroomd. Na stoppen van de reactiecyclus wordt de lekkage opgeruimd met gebruik van PBM's (ademplucht, gelaatschermen, chemisch bestendige overalls, handschoenen en laarzen).

De pomp is daarna onderzocht. Het lager van de pomp-as blijkt versleten, wat tot gevolg had dat deze heet werd en dat het pomphuis is gescheurd.

Ca 12 jaar terug is de beslissing genomen om trillingsmetingen aan lagerssystemen te stoppen. Tevens was de levensduur van de pomp inmiddels overschreden zonder dat correctief onderhoud was gepleegd. Het bedrijf gaat het onderhoudssysteem aanpassen en via continue temperatuur- en trillingsmetingen de toestand van de lagers volgen.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Materiaalverzwakking (slijtage)

Gevolgen

Lekkage van ca 2 m³ epichloorhydrine, geen gevolg voor personeel.

Potentie

Vorming van een plas giftige en ontvlambare stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en mogelijke blootstelling van medewerkers aan brand. Temperatuur ten tijde van incident was lager dan vlammpunt, anders ook mogelijk explosiegevaar.

Incident nr. 4 Onwelwording van externen bij lossing tankauto met methylmethacrylaat.

Bedrijfstype 52.10.1

Opslag en dienstverlening voor vervoer (SBI 52)

Opslag (SBI 52.1)

Opslag in tanks (SBI 52.10.1)

Beschrijving gebeurtenissen

Bij groot onderhoud aan een lege opslagtank werden enkele medewerkers van derden onwel. De oorzaak hiervan was, op 45m afstand van de tank, een lossing van een tankauto met methylmethacrylaat (MMA) naar een andere opslagtank. De lossing van 24,3 ton duurde 40 minuten. De medewerkers roken daarbij de regulier vrijkomende damp. Hierbij werd geen grenswaarde overschreden want MMA wordt al geroken ruim voordat er een blootstellingsrisico ontstaat. Het bedrijf heeft de procedure voor gelijktijdige werkzaamheden zo aangepast dat ook geur wordt beschouwd bij de duiding van risico's.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf (Normaal opstarten)

Directe oorzaak

Overig

Gevolgen

Onwelwording van enkele medewerkers in de omgeving.

Potentie

Vorming van een wolk irriterende stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr. 5 Vrijkomen van chloor door ontoereikende procedure bij legen van de reactor voor onderhoud.

Bedrijfstype 20.16

Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)

Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1)

Vervaardiging van kunststof in primaire vorm (SBI 20.16)

Beschrijving gebeurtenissen

Bij het uitgebruiknemen van een reactor voor onderhoud is chloor vrijgekomen waarbij 11 slachtoffers zijn blootgesteld. De procedure voor uitgebruikname was niet toereikend waardoor de hoeveelheid toegediend chloor niet werd bijgesteld bij een afnemende hoeveelheid etheen. Het hoog chlooralarm werd niet getript doordat de alarmwaarde van 5000 ppm niet gehaald kon worden doordat de sensor niet hoger aan kon geven dan 4999.4 ppm. Het chloor dient dan gewassen te worden met loog, maar de wasser tripte op hoog niveau waardoor geen loog meer toegevoegd werd. Een overdruk kon ontstaan doordat de pomp naar de incinerator uitsloeg door fluctuaties in de gasstroom. Daardoor kwam chloorhoudend gas vrij bij de afblaas. Het vluchten van mensen verliep niet volgens procedure en er werd gevluht door de wolk in plaats van van de wolk weg. Tevens kwamen mensen bij de poort vast te staan doordat ze geen toegang hadden tot die poort. Tenslotte waren er geen vluchtmaskers voorgeschreven omdat dit voorval niet voorzien was.

Het bedrijf gaat de procedures aanpassen om rekening te houden met de mogelijkheid van de hoeveelheid etheen en gaat de vluchtprocedures herzien. Het meetbereik voor het chloorgehalte wordt opgerekt om beter te kunnen alarmeren.

Bedrijfsfase

Onderhoud, inspectie en reiniging

Directe oorzaak

Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld)

Gevolgen

Vrijkomen van ca 15 kg chloor waarbij 1 persoon in het ziekenhuis moest worden behandeld en 10 personen ter plaatse zijn behandeld.

Potentie

Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr. 6 Chauffeur krijgt salpeterzuur over zich heen na losslaan koppeling.

Bedrijfstype 71.12

Architecten, ingenieurs en technisch ontwerp en advies; keuring en controle (SBI 71)

Architecten, ingenieurs en technisch ontwerp en advies (SBI 71.1)

Ingenieurs en overig technisch ontwerp en advies (SBI 71.12)

Beschrijving gebeurtenissen

Een transportbedrijf kwam een tankauto met geconcentreerd salpeterzuur (68%) lossen bij een afvalverwerkingsbedrijf. Nadat de lossing was beëindigd werd de afsluiter bij de vrachtwagen gesloten en op de zij koppeling werd een waterslang aangesloten om de losslang te spoelen. Hiertoe wilde de chauffeur de losslang ontkoppelen, maar deze kwam niet meteen los doordat de afsluiter bij de afvoer nog dicht stond. Het spoelwater kon daarom niet weg, wat drukopbouw gaf. De chauffeur sloeg diverse keren op de ontkoppelklem en bij het loskomen van de koppeling kwam het mengsel van salpeterzuur en spoelwater vrij. De chauffeur werd geraakt in het gezicht en op de kleding. Hij is onder de nooddouche gespoeld en meegenomen met een ambulance en heeft naar alle waarschijnlijkheid geen blijvend letsel.

Voornaamste leerpunt uit het onderzoek is dat het toezicht op de werkzaamheden, waaronder de rolverdeling tussen transportbedrijf en afvalverwerkingsbedrijf, onvoldoende is geweest.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf (normaal stoppen/afschakelen)

Directe oorzaak

Menselijke fout (correcte procedure onjuist gevolgd)

Gevolgen

Een persoon geraakt door spetters salpeterzuur/water mengsel, geen blijvend letsel verwacht.

Potentie

Vorming van een plas corrosieve stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 7 Onwelwording door blootstelling aan mierenzuur dampen uit lekkende reactor.

Bedrijfstype 20.59

Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)

Vervaardiging van overige chemische producten (SBI 20.5)

Vervaardiging van overige chemische producten (rest) (SBI 20.59)

Beschrijving gebeurtenissen

Een schoonmaakster is onwel geworden door inademen van mierenzuur. Een wolk mierenzuur was ontstaan bij de exotherme reactie in een reactor, die niet volledig afsloot. Deels werd de damp via een scrubber naar buiten geleid. Echter, de damp uit de scrubber kon door de wind teruggevoerd worden, verergerd doordat deuren tussen de productiehal en de ruimte waar de schoonmaakster aan het werk was deels open stonden vanwege de warme weersomstandigheden buiten. Door defecte automatische ventilatie roosters in het dak, de openstaande deuren en luchtstromingen in de schoonmaakruimte kon de mierenzuurdamp zich verzamelen en concentreren op het punt waar de schoonmaakster bezig was.

Uit onderzoek naar het incident bleek een flink aantal verbeterpunten nodig te zijn. De productiewijze gaat uit van het ineens laten reageren van een reactant met de inhoud van de reactor, waardoor een sterk exotherme reactie op gang komt. Hierbij wordt de reactant meteen toegevoegd, zonder bijvoorbeeld gebruik te maken van een dippijp. Tevens wordt de temperatuur op een punt gemeten dat geen juiste waarde weergeeft van de reactie. De reactor is, door de aanwezigheid van inspectieluiken, doorgang van een roerwerk etc. ook niet hermetisch afgesloten en behoeft onderhoud. De scrubber heeft waarschijnlijk ook niet de benodigde capaciteit om de hoeveelheden mierenzuur af te vangen bij de huidige procescondities

Organisatorisch zijn er verbeterpunten te vinden in het opvolgen van punten uit de HAZOP van de reactor, en is er geen vastgelegd bedrijfsbeleid op de inzet van contractors en subcontractors en de werkomstandigheden bij verschillende weersinvloeden, zoals warmte, koude en wind. Daarnaast heeft het bedrijf in ieder geval de doseersnelheid van de reactant verlaagd, de temperatuurinstelling op een lagere temperatuur gezet en gaat het scherper toezien op het gesloten houden van deuren.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Te hoge temperatuur

Gevolgen

Eén persoon onwel geworden door vrijkomende dampen, geen blijvend letsel verwacht.

Potentie

Vorming van een wolk corrosieve stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 8 Brandbare en giftige vloeistoffen komen vrij na overvullen tank na onvoldoende afsluiten van de tank.

Bedrijfstype 46.12

Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46)

Handelsbemiddeling (SBI 46.1)

Handelsbemiddeling in brandstoffen, ertsen, metalen en chemische producten (SBI 46.12)

Beschrijving gebeurtenissen

Bij een styreenfabriek viel tijdens normaal bedrijf een deel van het procescontrolesysteem uit. Bij het opnieuw opstarten van de reactor werd daarom, anders dan bij normaal bedrijf, ethylbenzeen toegevoegd aan de reactor. Ethylbenzeen is niet reactief en verdunt het reactormengsel, wat de reactie onder controle houdt. De ethylbenzeen werd langer dan gebruikelijk toegevoegd, want de opstartprocedure was gecompliceerder door de aard van de procesverstoring. Kort na de storing, ging het hoog-hoog niveau alarm (= level switch high) van de voedingstank van de reactor af. De toevoerkleppen naar de tank van acrylonitril, styreen en recycle (=na de reactie teruggewonnen mengsel van acrylonitril, ethylbenzeen en styreen) werden automatisch gesloten en de voedingspompen vielen uit. Aangenomen werd dat ook de automatische bodemuitlaatklep en drukregelklep van de tank gesloten waren. Er volgde geen operationele actie gezien de status van de fabriek, de vele acties die nodig waren om de reactie te beheersen, en de aanname dat de tank volledig ingeblokt was en het vloeistofniveau niet verder steeg. Het kwam enkele uren later tot overvullen van de tank via de veiligheid van de stikstofpadding (=afdeksysteem op 7 m hoog afgesteld op 200 mbar) van de voedingstank. Hierbij kwam in totaal 278 kg vloeistof bestaande uit acrylonitril (13%), ethylbenzeen (49%) en styreen (38%) vrij. Het incidentonderzoek gaf als oorzaak van het overvullen aan dat via de doorlatende regelklep van de tank ethylbenzeen in beperkte mate ook wordt teruggevoerd naar de tank. Het bedrijf heeft direct het hoog-hoog niveau alarm een hogere prioriteit gegeven en gaat een nieuw ontwerp voor de overdrukbescherming van de tank en stikstofpadding van het hele lage druk stikstofsysteem implementeren.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Te hoog niveau (overvullen)

Gevolgen

Vrijkomen van 278 kg brandbare en giftige vloeistof.

Potentie

Vorming van een brandbare plas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan brand.

Incident nr. 9 Brandwonden na explosief vrijkomen van een pakking bij verhitten.

Bedrijfstype 19.20.1

Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking (SBI 19)
Aardolieverwerking (SBI 19.2)
Aardolieraffinage (SBI 19.20.1)

Beschrijving gebeurtenissen

Tijdens een turnaround werd onderhoud gepleegd aan een stoomgenerator. Bij het openmaken bleek de pakking vast te zitten. Deze werd vervolgens door een andere ploeg verwarmd met inductiekabels om materialen zachter te maken en hem los te krijgen. Toen wederom gepoogd werd de pakking open te tikken spatte deze explosief uiteen. Vier monteurs werden geraakt door de explosie en de uitgeworpen onderdelen van de pakking. Drie personen liepen daarbij brandwonden in de hals op door rondvliegende stukjes hete pakking en één persoon schrok enorm van de explosie. Tevens zijn ook kneuzingen, pijn op de borst, oorsuizen en misselijkheid gerapporteerd door de slachtoffers. Twee personen en de geschrokken persoon werden behandeld in het ziekenhuis, één persoon ter plekke.

Onderzocht werd hoe dit incident kon gebeuren. Er werd gedacht aan achtergebleven residuen gasolie, maar daarvoor was niet genoeg verwarmd. Uiteindelijk is het meest realistische scenario dat er water is achtergebleven in de pakkingkamer. Door het verhitten kon dit een druk van circa acht bar veroorzaken en bij het loskomen van de pakking de explosie veroorzaken.

Het bedrijf is nagegaan waar deze configuratie nog meer voorkomt en tot incidenten kan leiden. De onderhoudsprocedure wordt aangepast. Voortaan mogen de pakkingen alleen koud verwijderd worden. Bij vastzittende pakkingen behandelt een andere firma de generator eerst met een pyrolyse-stap en wordt gezorgd dat er geen drukopbouw plaats kan vinden. Daarnaast wordt het ontwerp aangepast en worden de grafiet pakkingen vervangen door een stalen variant bij de volgende turnaround.

Bedrijfsfase

Onderhoud, inspectie en reiniging (turnaround)

Directe oorzaak

Menselijke fout (Onjuiste procedure, correct gehandeld) NB: toch ook een werkvergunning gebruikt die dit niet helemaal afdekte (maar slechts een bijkomend effect had, had het waarschijnlijk niet kunnen voorkomen).

Gevolgen

Brandwonden bij vier personen door uit elkaar spattende pakking.

Potentie

Mogelijke (fatale) blootstelling van meerdere medewerkers aan rondvliegende brokstukken.

Incident nr. 10 Operator ademt chloordampen in door restproduct in afvullijn.

Bedrijfstype 46.44.2

Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46)

Groothandel in consumentenartikelen (non-food) (SBI 46.4)

Groothandel in glas, porselein en aardewerk en in reinigingsmiddelen (SBI 46.44)

Groothandel in was-, poets- en reinigingsmiddelen (SBI 46.44.2)

Beschrijving gebeurtenissen

Een operator werkt op een afvullijn als er een storing optreedt. Een medewerker van de technische dienst komt kijken om de storing te verhelpen. De operator ruikt een sterke chloorlucht en vraagt aan de BHV of er gemeten kan worden op chloor, maar krijgt het advies om te spoelen met water. Bij het spoelen neemt de chloorlucht toe. Hij doet vervolgens een gasmasker op, maar wordt benauwd en verlaat zijn werkplek. Gegevens van de stof uit de afvullijn (hypochloriet) worden vervolgens doorgegeven aan de huisartsenpost en de operator krijgt het advies om naar huis te gaan en bij klachten naar de huisarts te gaan. Na een bezoek aan de huisarts enkele dagen later mag hij weer aan het werk, maar krijgt op de werkplek al snel weer klachten aan de ademhaling. Hij neemt hierop nog een week rust, waarna de klachten verdwijnen. Een inspectie, enkele dagen na het incident, levert een aantal bevindingen op. Het interne meldsysteem van het bedrijf was onvoldoende om de ernst van dit ongeval goed in te schatten. Hierdoor werd het ongewone voorval niet tijdig gemeld bij de omgevingsdienst. Het bedrijf heeft procedures om in actie te komen bij het detecteren van chloorlucht/chloorgas. De concentratie chloorgas had bepaald moeten worden, opdat een juiste beoordeling van het gevaar plaats had kunnen vinden om maatregelen te nemen, zoals alarmering, ontruiming en inzet van een EHBO-er. Die procedures zijn niet opgevolgd. De operator heeft nu schoonmaakwerkzaamheden uitgevoerd na het vrijkomen van chloorgas zonder op basis van chloormetingen vast te stellen dat het verantwoord was om de ruimte te betreden. Daarbij hadden ook de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen ingezet moeten worden, maar de interne procedures waren niet duidelijk om te bepalen welke PBM's ingezet moesten worden. De bron voor het geroken chloorgas bleek een restproduct te zijn van een vorige batch dat zich in een lektank bevond. Dit bevatte een zuur product dat reageerde met het hypochloriet materiaal waar de operator mee bezig was. Het bedrijf had geen adequate procedures om te voorkomen dat deze stoffen met elkaar in contact konden komen en een ongewenste reactie konden veroorzaken. Het bedrijf heeft correctieve acties ondernomen om herhaling hiervan te voorkomen.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Menselijke fout (correcte procedures onjuist opgevolgd door de organisatie)

Gevolgen

Blootstelling van een operator aan chloordampen gedurende enige uren, met verzuim door geïrriteerde luchtwegen.

Potentie

Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 11 Acetylenecilinder schiet bij vullen weg na openbarsten gecorrodeerde las.

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 gebeurtenissen

Met een vulinstallatie werden acetylenecilinders gevuld tot een druk van 15 bar. Deze installatie werd ook gebruikt voor het vullen van een ouder type cilinder. Daarvan verkeerde de bodem door corrosie in zodanig slechte staat dat de bodem bezweek ten gevolge van normale drukopbouw tijdens het vulproces. De cilinder werd hierdoor gelanceerd, ging rakelings langs een operator, en door het dak van de vulhal. Hierbij kwam naast het acetyleen ook een wolk wit asbest (chrysotiel) vrij wat zich in de cilinder bevond. De operator had een gaslucht geroken en was juist met zeepsop bezig te zoeken naar een lek. Er werd claxonalarm gegeven, waardoor de sprinklerinstallatie werd geactiveerd en de bedrijfsbrandweer automatisch werd gealarmeerd. Het bluswater van de sprinkler nam veel stof vanuit de lucht mee het riool in.

Het bedrijf heeft o.a. de volgende acties uitgevoerd: verscherpte aandacht voor corrosie van cilinders, speciaal opgeleide operators voeren een extra controle van de cilinderbodems uit. Deze maatregelen zijn middels een toolboxmeeting gecommuniceerd aan de medewerkers en ook naar andere vestigingen en de branche.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Materiaalverzwakking (corrosie)

Gevolgen

Wegschieten van een gasfles. Geen gevolgen voor personeel.

Potentie

Medewerkers (fataal) getroffen door uiteenspatten van gasfles

Incident nr. 12 Vrijkomen chloor door samenkomen incompatibele stoffen op afvullijn.

Bedrijfstype 46.44.2

Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen) (SBI 46)

Groothandel in consumentenartikelen (non-food) (SBI 46.4)

Groothandel in glas, porselein en aardewerk en in reinigingsmiddelen (SBI 46.44)

Groothandel in was-, poets- en reinigingsmiddelen (SBI 46.44.2)

Beschrijving gebeurtenissen

Bij de afvullijn wordt een chloorlucht waargenomen. De dienstdoende operator waarschuwt een collega van de BHV-organisatie, die de productiehal laat ontruimen. De concentratie chloor wordt vastgesteld met een chloormeter bij het vaste spoelvat en mobiele opvangvaten. De concentratie is duidelijk verhoogd boven deze vaten. Tijdens een voorgaande run op de afvullijn is een serie producten gemaakt en is daarna gespoeld om de lijn schoon te maken. Daarna is gestart met een nieuwe run, waarbij eerst een hoeveelheid materiaal in het spoelvat gebracht wordt totdat het product op specificatie is. Bij deze activiteiten werd de chloorlucht opgemerkt. Het blijkt dat de componenten uit de voorgaande run niet voldoende uitgespoeld zijn en nu reageren met de componenten uit de huidige run, waarbij chloorgas vrijkomt door de reactie. Er wordt een instructie opgesteld om de reactanten te kunnen verwijderen/uitspoelen in enkele stappen. Drie personen zijn waarschijnlijk blootgesteld aan chloordampen, maar hebben waarschijnlijk geen permanent letsel opgelopen.

Uit een analyse van het incident blijkt dat er geen onderscheid wordt gemaakt in de volgorde van productruns. Om dergelijke incidenten te voorkomen wordt de planning aangepast zodat er geen twee runs van de incompatibele stoffen meer achter elkaar gepland worden. Dit wordt besproken bij de planningsafdeling en bij de operatorploegendienst. Ook is een script/macro geschreven, die het feitelijk onmogelijk maakt om dit in de planningstool in te voeren.

Tevens bleek dat de overdracht van de ene shift naar de andere niet goed is uitgevoerd: er had sowieso 2 maal gespoeld moeten worden bij overgang van de ene run naar de andere bij deze componenten. Dit wordt nader onder de aandacht gebracht van de ploegen (bij de besprekingen van het team met de teamleider).

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Menselijke fout (correcte procedures onjuist opgevolgd door de organisatie)

Gevolgen

Blootstelling van drie personen aan chloordampen, zonder (waarschijnlijk) permanent letsel.

Potentie

Vorming van een giftige wolk met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 13 Acrylonitril en blauwzuur komen vrij door defecte afsluiter

Bedrijfstype 20.14.9

Vervaardiging van chemische producten (SBI 20)

Vervaardiging van chemische basisproducten, kunstmeststoffen en stikstofverbindingen en van kunststof en synthetische rubber in primaire vorm (SBI 20.1)

Vervaardiging overige organische basischemicaliën (geen petrochemische) (SBI 20.14.9)

Beschrijving gebeurtenissen

Een defecte afsluiter van stoomtoevoer gaf een procesverstoring in een acrylonitrilfabriek. De warmtehuishouding raakte uit balans, waardoor de scheiding van acrylonitril, acetonitril en waterstofcyanide in een destillatiekolom niet goed verliep. Hierdoor bevatte de stroom afgassen van de absorber, die richting de verbrandingsketel werd gestuurd, een veel grotere hoeveelheid aan stoffen dan onder normale productieomstandigheden. Om de verbrandingsketel te beschermen tegen het explosiegevaar dat ontstaat bij deze grote stroom, werd de stroom automatisch naar de buitenlucht geschakeld. Geprobeerd werd de situatie terug te brengen naar de normale productieomstandigheden. Dit kostte enige tijd, met als resultaat dat in ongeveer 3 uur via een afblaaspijp op 65 meter hoogte een mengsel van 14 ton naar de buitenlucht werd geëmitteerd waarvan gemiddeld 2500 kg/uur acrylonitril en gemiddeld 135 kg/uur waterstofcyanide. Het bedrijf stelt op basis van verspreidingsberekeningen dat de emissie geen impact had op de veiligheid en gezondheid van medewerkers en omwonenden. In totaal is 1052 kg propeen, 1256 kg propaan, 1205 kg acetonitril, 7163 kg acrylonitril, 388 kg blauwzuur (HCN), 43 kg acroleïne, 99 kg andere koolwaterstoffen en 2070 kg koolmonoxide vrijgekomen.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf (Normaal opstarten)

Directe oorzaak

Materiaalverzwakking (incl. corrosie en erosie) - Overig (vermoeiing, brosheid, kruip, slijtage, enz.)

Gevolgen

Vrijkomen van 14 ton brandbaar en giftig mengsel op 65 m hoogte.

Potentie

Vorming van een wolk brandbaar en giftig gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk en met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers en omgeving.

Incident nr. 14 Contractor krijgt straal fenol over zich heen bij aanbrengen blindflens.

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 gebeurtenissen

Voor het periodiek wisselen van een katalysatorbed van een reactor was de fabriek uit bedrijf genomen. Een gedeelte van de installatie werd vervolgens leeg gedraaid, gespoeld en drukloos opgeleverd. Hierna draaien contractors de (blind)flenzen in om de definitieve separatie tot stand te brengen, waarna de katalysatorbedwissel plaatsvindt. Het overige deel van deze installatie blijft steeds in bedrijf. Bij één van deflenzen die werd ingedraaid kwam het in het leidingsysteem van de installatie aanwezige fenol vrij. Eén van de contractors kreeg een straal fenol over zich heen met vermoedelijk blijvend letsel. De installatie bleek niet drukloos te zijn voordat men het werk ging uitvoeren en de afsluiter bleek onvoldoende af te sluiten vanwege de hoge pompdruk (13 bar). Controle van het drukloos zijn was onmogelijk doordat de uitgevoerde separatiemethode niet 'Block & Bleed' was (= technische voorziening om een deel van de installatie af te sluiten (block) en waarmee de inhoud van dat deel kan worden afgetapt of afgeblazen (bleed)).

Het bedrijf gaat na het incident andere PBM's voorschrijven, de onderhoudsmethode aanpassen en instructies aanpassen aangaande de separatie en verantwoordelijkheden van operators. Ook de voorlichting en onderricht, het LOTO systeem en het werkvergunning systeem wordt bekeken op aanpassingen om dergelijke incidenten te voorkomen.

Bedrijfsfase

Onderhoud, inspectie en reiniging

Directe oorzaak

Menselijke fout (onjuiste procedure correct gevolgd)

Gevolgen

Blootstelling van 1 operator aan een straal toxische, corrosieve stof met ziekenhuisopname en vermoedelijk blijvend letsel tot gevolg

Potentie

Vorming van een plas giftige stof met mogelijke gezondheidseffecten bij medewerkers.

Incident nr. 15 Vrijkomen van acetyleen na trippen van compressor.

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 gebeurtenissen

Nadat een compressor in een kraakinstallatie was getript, hoopte zich acetyleen op in de installatie. Hierdoor nam de druk in de installatie toe. Om de installatie te beschermen is de doorzet van de installatie beperkt tot het minimum. De resterende hoeveelheid gas die nog werd toegevoerd is via een afblaaslocatie op 36 m hoogte naar buiten gebracht. In totaal is daarbij ongeveer 5 ton acetyleen vrijgekomen. Het trippen van de compressor was vermoedelijk het gevolg van een niet goed functionerend thermokoppel in de compressor. Voor het afvoeren van overtollig gas was primair een fakkel beschikbaar. De fakkel was met een flowmeting beveiligd tegen eventuele stroomomkering (backflow). Doordat te weinig stroming naar de fakkel werd gemeten werd de toevoer naar de fakkel dicht gestuurd. Daarop is het overtollige gas via de afblaaslocatie op 36 m hoogte naar buiten gebracht.

Achteraf bleek dat de flowmeter in de fakkelinstallatie onnauwkeurig was bij lage stroming. Ook had de stroming naar de fakkelinstallatie vergroot kunnen worden door de druk in de fakkelinstallatie tijdelijk te verminderen. Met een andere flowmeter en met instructies om de druk in de fakkelinstallatie tijdelijk te verlagen, was het gebruik van de afblaasinstallatie niet of minder nodig geweest.

Bedrijfsfase

Normaal bedrijf

Directe oorzaak

Hoge druk

Gevolgen

Vrijkomen van vijf ton acetyleen via een afblaasinstallatie zonder gevolgen voor medewerkers.

Potentie

Vorming van een wolk brandbaar gas met mogelijke blootstelling van medewerkers en omgeving aan explosie of ontbranding van de wolk.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

juni 2023

De zorg voor morgen
begint vandaag