



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Explosies MSPO2 Shell Moerdijk



Explosies MSPO2 Shell Moerdijk

3 juni 2014

Den Haag, juli 2015

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl

Bron coverfoto: Politie/LTFO

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

In Nederland wordt ernaar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Onderzoeksraad is in een aantal gevallen verplicht onderzoek te doen.

Onderzoeksraad

Voorzitter:

mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt

Buitengewone raadsleden: ir. H.L.J. Noy
ir. J. van der Vlist

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50 Postadres: Postbus 95404
2593 HT Den Haag 2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000 Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: www.onderzoeksraad.nl

Samenvatting	6
Beschouwing	9
Lijst van begrippen en afkortingen.....	12
1. Inleiding	18
1.1 Aanleiding onderzoek	19
1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen.....	19
1.3 Onderzoeksaanpak	20
1.4 Afbakening van het onderzoek	21
1.5 Andere onderzoeken.....	22
1.6 Betrokken partijen	22
1.7 Opbouw rapport	24
2. Achtergrond en toedracht	26
2.1 Shell Moerdijk en de unit 4800	26
2.2 De aanloop naar de explosie op 3 juni 2014.....	31
2.3 Analyse technische oorzaak van de explosie	38
2.4 Analyse achterliggende oorzaken	43
3. Toezicht	54
3.1 Beschrijving intern toezicht door Shell Moerdijk.....	54
3.2 Beschrijving extern toezicht bij Shell Moerdijk.....	58
3.3 Analyse intern en extern toezicht bij Shell	65
4. Brandbestrijding, crisisbeheersing, crisiscommunicatie.....	73
4.1 Brandbestrijding.....	75
4.2 Crisisbeheersing.....	79
4.3 Crisiscommunicatie	83
4.4 Analyse brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie	86
5. Conclusies	96
6. Aanbevelingen	101
Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	103
Bijlage B. Reacties op het conceptrapport.....	108
Bijlage C. Betrokken partijen.....	109

Bijlage D. Technische onderbouwing historie SMPO	111
Bijlage E. Technische onderbouwing directe oorzaak.....	126
Bijlage F. Technische onderbouwing ontwerp en gebruik	135
Bijlage G. Technische onderbouwing tijdlijn	161
Bijlage H. Veiligheidsbeheerssysteem	174
Bijlage I. Vergunningen.....	176
Bijlage J. Toezichtmodel.....	178
Bijlage K. Brzo-toezicht.....	181
Bijlage L. BRZO-Overtreding	183
Bijlage M. WABO-Toezicht	184
Bijlage N. Grip-schema - toelichting.....	187
Bijlage O. Wet- en Regelgeving	192
Bijlage P. Referentiekader publiek toezicht Onderzoeksraad	194
Bijlage Q. Referentiekaders deelonderzoeken	196
Bijlage R. Samenvatting en verbetermaatregelen onderzoek Shell Moerdijk	199
Bijlage S. Verbetermaatregelen betrokken partijen	205

Op 3 juni 2014, omstreeks 22.48 uur, vonden bij Shell in Moerdijk twee zware explosies plaats, gevolgd door een grote brand. De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft dit voorval onderzocht en zich daarbij gericht op het volgende:

- Wat waren de directe en achterliggende oorzaken van dit voorval?
- Hoe zijn de brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie verlopen?
- Hoe verliep de vergunningverlening, het toezicht en de handhaving?

Hieronder leest u per onderwerp de belangrijkste gebeurtenissen en de conclusies die de Onderzoeksraad daarover trekt.

Ontstaan en gevolg explosies

Op 25 mei 2014 nam Shell Moerdijk de styreenmonomeer-en-propheenoxide 2-fabriek in Moerdijk (verder: MSPO2-fabriek) uit bedrijf voor een geplande korte onderhoudsstop, de zogeheten pitstop. De pitstop was vooral bedoeld om de katalysatorhoudende korrels (hierna: katalysatorpellets) te vervangen in twee reactoren van unit 4800. Deze unit was een onderdeel van de MSPO2-fabriek.

Na de katalysatorwissel werd een aantal stappen doorlopen om deze unit weer gereed te maken voor productie. Een van deze stappen was de reactoren opwarmen met ethylbenzeen. Het opwarmen begon op 3 juni 2014 omstreeks 21.00 uur. Omdat het opwarmen volgens de operators niet snel genoeg verliep, voegden zij in twee stappen handmatig warmte toe aan de ethylbenzeen. Enkele meetgegevens op de schermen bij de panel-operator vertoonden vanaf het opwarmen van de reactoren een fluctuerend beeld.

Door het opwarmen kwam energie vrij en ontstonden onvoorziene chemische reacties tussen de gebruikte opwarmvloeistof (ethylbenzeen) en de gebruikte katalysatorpellets. Buiten het zicht van de paneloperator en de productieteamleider zorgden die reacties voor gasvorming en drukverhoging in de reactoren.

Rond 22.16 uur trad een automatische beveiliging in werking die moest voorkomen dat vloeistof in het gassysteem (fakkel) terechtkwam. Hierdoor konden ook de gassen uit het systeem niet meer worden afgevoerd. Door het verder opwarmen ontstonden nog meer chemische reacties tussen de ethylbenzeen en de katalysatorpellets. Het gevolg van de chemische reactie was gasvorming en drukverhoging in de reactoren. In de laatste twee minuten voor de eerste explosie nam door de snelle chemische reacties de druk zo snel toe dat deze niet meer beheersbaar was.

Door de toename van de druk explodeerde de reactor. De inhoud van de reactor en de bijbehorende scheidingsvaten verspreidden zich in de wijde omgeving van de installatie.

Delen van de reactor werden weggeschoten tot op een afstand van 250 meter. Andere brokstukken van de unit 4800 zijn teruggevonden tot op een afstand van circa 800 meter. De explosie was tot op een afstand van 20 kilometer te horen.

Op het moment van de explosies waren twee personen aan het werk tegenover unit 4800. Zij werden door de drukgolf van de explosie en door rondvliegende hete en brandende katalysatorpellets geraakt en liepen daardoor kneuzingen en tweedegraads brandwonden op. De andere medewerkers die op dat moment dienst hadden, bevonden zich in de controlekamer en bleven ongedeerd.

Er ontstond een zeer grote, felle lokale brand met veel rookontwikkeling. De rook die vrijkwam bij de brand, trok over het Hollands Diep naar het effectgebied in de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid. In het brongebied Moerdijk en in Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid werden crisisbeheersingsorganisaties ingericht. Aandachtspunten binnen de crisisbeheersing waren:

- burgers informeren over het incident;
- gecoördineerd de vrijgekomen stoffen meten;
- een advieslijn openen;
- burgers informeren over de uitkomsten van de meting van vrijgekomen stoffen en de adviezen die daarop volgden.

Op 8 juni 2014 werd bekend dat bij blootstelling aan de gemeten concentraties geen verhoogde gezondheidsrisico's te verwachten waren.

Conclusies over oorzaak en toezicht

De *directe* oorzaak van de explosies kan de Onderzoeksraad eenduidig vaststellen. Ethylbenzeen reageerde onvoorzien met de katalysator. Shell Moerdijk beschouwde ethylbenzeen als een veilige stof in dit proces. De chemische reactie bleef onopgemerkt en kon zich ontwikkelen tot een ongecontroleerde reactie (*runaway*), waardoor de druk snel toenam en de reactor explodeerde. De operators waren niet verontrust door het fluctuerende beeld van de getoonde meetwaarden. Gegeven eerdere vergelijkbare opwarmprocessen was dit ook hun verwachting.

De Onderzoeksraad onderkent daarnaast verschillende *achterliggende* oorzaken bij de explosies bij Shell Moerdijk. In de eerste plaats heeft Shell Moerdijk de risico's van wijzigingen in de installaties en in de uitvoering van chemische processen niet onderkend en beheerst. De effecten van wijzigingen en vernieuwingen in de MSPO2-fabriek zijn niet in alle gevallen systematisch met een risicoanalyse onderzocht. In 1977 is een reactiviteitstest gedaan, waarbij ethylbenzeen en het toenmalige type katalysator tot 130°C zijn verwarmd. Daarbij heeft Shell geen mogelijke chemische reactie vastgesteld van ethylbenzeen met de gebruikte katalysator. In de daaropvolgende jaren vonden wijzigingen plaats aan de installaties en procedures binnen dit chemische proces. Deze wijzigingen leidden echter niet altijd tot een nieuwe risicoanalyse. De reactie van ethylbenzeen met de katalysator bleef daardoor buiten beeld.

In de tweede plaats is belangrijke informatie verloren gegaan tussen het ontwerp en het beheer van de installatie. Bij het ontwerp zijn procesgrenzen voor de opstartfase bepaald. Bij het opstellen van de werkinstructies zijn deze procesgrenzen niet altijd of niet op de juiste wijze verwerkt. Hierdoor ontstond een verschil in beschikbare informatie tijdens de ontwerpfase en het uiteindelijke beheer. Dit verschil is niet onderkend, waardoor er risico's ontstonden die Shell Moerdijk niet beheerste.

Ten derde concludeert de Onderzoeksraad dat er verschillende redenen waren om het chemische proces te stabiliseren of te stoppen en dat daar ook de mogelijkheid voor was. Dit is echter niet gebeurd. Miskend werd dat het op zichzelf altijd gevaarlijk is om te werken met een reactorvat met ethylbenzeen en deze katalysator. Er kunnen incidenten ontstaan waarbij, buiten de reactor, brand of explosies optreden of kankerverwekkend materiaal zich verspreidt. Hoewel bij de opwarming van de reactoren kritische procesgrenzen werden overschreden (met daarbij alarmen en automatische beveiligingen die in werking traden), besloten de operators ten onrechte het proces door te laten gaan.

In de vierde plaats concludeert de Onderzoeksraad dat Shell Moerdijk onvoldoende heeft geleerd van een eerder incident in de Shell-fabriek in Nanhai. Het onderzoek laat zien dat verschillende signalen over de ontstane risico's niet als zodanig herkend en opgepakt zijn.

Toezicht en crisisbeheersing

De toezichthouders hadden een positief beeld van het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk. Enkele tekortkomingen bij Shell Moerdijk wijzigden dit beeld niet. Als het gaat om procesveiligheid, dan krijgt Shell Moerdijk systeemgericht toezicht. De Raad oordeelt dat bij deze vorm van toezicht met schaarse middelen en tijd niet van de betrokken inspecteurs kan worden verwacht dat zij in staat zijn dieperliggende tekortkomingen bij Shell Moerdijk te constateren, als Shell die zelf niet had voorzien.

De samenwerkende brandweerkorpsen hebben de brand doeltreffend bestreden. Ook de gedifferentieerde GRIP-opschaling was passend. De Onderzoeksraad concludeert dat daadwerkelijk geleerd is van de eerdere ervaringen met onder andere de brand bij Chemie-Pack in 2011. Wel onderscheidt de Raad enkele verbeterpunten op het gebied van informatiemanagement en het alarmeren en informeren van omwonenden. Het is in dit voorval niet gelukt burgers te alarmeren met NL-Alert, omdat het bericht niet iedereen bereikte. Het alarmeren en daarmee het informeren van de burgers is hiermee niet adequaat verlopen. Gezien het late tijdstip van het voorval en de beperkte gevolgen heeft dit geen extra gevaar voor de burgers opgeleverd.

Werken binnen de chemische industrie betekent werken met risico's. De Onderzoeksraad is zich ervan bewust dat een risicoloze maatschappij niet bestaat, maar stelt wel hoge eisen aan deze bedrijven om risico's tot een minimum te beperken. Hoe groter het risico, des te groter de verantwoordelijkheid van een bedrijf. Brzo-bedrijven, oftewel bedrijven waar grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen aanwezig zijn, vormen dan ook al langer een aandachtspunt voor de Onderzoeksraad.

De Raad constateerde in eerdere onderzoeken problemen bij zogenoemde achterblijvers binnen deze sector. Bij bedrijven waarbij veiligheid niet in de genen, in de 'Hearts and Minds' zit. De explosies in Moerdijk op 3 juni 2014 deden zich echter voor bij een bedrijf dat door de samenleving, de toezichthouder en het bedrijf zelf niet tot deze achterblijvers wordt gerekend. Het wordt juist gezien als voorloper. Voor de Raad is dit een zorgelijke constatering.

Shell behoort tot een van de grootste petrochemische bedrijven ter wereld en profileert zich als een voorloper op het gebied van veiligheid. Shell is een van de grondleggers van het veiligheidscultuurprogramma Hearts and Minds. Het omvangrijke veiligheidsbeheersysteem van Shell Moerdijk heeft echter niet kunnen voorkomen dat onveilige situaties over het hoofd zijn gezien. Interne procedures zijn niet goed opgevolgd, er is niet geleerd van eerdere incidenten en onjuiste aannames over een basale chemische reactie zijn in ruim 35 jaar nooit geëvalueerd. Volgens de Onderzoeksraad heeft Shell Moerdijk hierdoor de hoge verwachtingen over de veiligheidsbeheersing niet waargemaakt. De explosies van 3 juni lijken qua gevolgen met 'slechts' twee lichtgewonden mee te vallen, zeker in het licht van het aantal contractors dat in de directe nabijheid van de reactor nog gepland aan het werk was. Gezien de kracht waarmee brokstukken tot op 800 meter van de oorspronkelijke plek zijn teruggevonden, zijn de gevolgen relatief beperkt gebleven. Dit onderstreept nog meer de noodzaak voor Shell om zijn veiligheidsbeheersing te herbeoordelen en veranderingen door te voeren om de kans op ongevallen in de toekomst te verkleinen.

De explosies werden veroorzaakt door een chemische reactie tijdens een opstartfase, een algemeen bekend veiligheidskritisch proces. Shell had deze reactie kunnen voorzien door een basale test uit te voeren op het moment dat wijzigingen in het productieproces werden doorgevoerd. Shell heeft dit na 1979 echter niet meer gedaan. Niet op het moment dat op een andere katalysator werd overgegaan, maar ook niet op eerdere momenten. Voor een risicovol bedrijf als Shell zou het normaal moeten zijn om bij iedere verandering in het proces een kritische risicoanalyse uit te voeren en eerder gedane aannames opnieuw te toetsen. Immers, elke wijziging in processen, procedures en installaties kan onbedoeld nieuwe risico's introduceren. Shell handelde zo in strijd met zijn eigen management-of-changebeleid. Hiermee bracht Shell de operators in een situatie waarbij zij besluiten namen waarvan zij de consequenties niet konden overzien.

Shell liet daarnaast de mogelijkheden onderbenut om te leren van incidenten bij vergelijkbare installaties. Deze incidenten hadden volgens de Raad moeten leiden tot diepgaander onderzoek. Dit had Shell inzicht gegeven in zowel de risico's van dit chemische proces als in het geheel van falende veiligheidsbarrières en achterliggende organisatorische oorzaken.

Brzo-toezicht

De Brzo-toezichthouders hebben de tekortkomingen bij Shell niet onderkend. De Raad verwacht van toezichthouders dat zij met toezicht en handhaving bedrijven stimuleren hun veiligheidskritische processen te verbeteren. Dat betekent het constateren en benoemen van tekortkomingen en ook bij goed beoordeelde bedrijven daarop doorvragen om hen aan te zetten dieperliggende oorzaken op te sporen. De Raad verwacht van toezichthouders niet dat zij de risicoanalyses voor Brzo-bedrijven uitvoeren. Dat is eerst en primair de verantwoordelijkheid van het bedrijf. Toezichthouders moeten wel intensief de wijzigingen in installaties, in procedures en in processen beoordelen. Bovendien moeten ze zeker verder doorvragen als zij die eerder als matig hebben beoordeeld. Ook meent de Raad dat de toezichthouders meer aandacht zouden moeten besteden aan veiligheidskritische processen zoals onderhoud en de opstart van chemische processen.

Shell werd door de toezichthouders als een goed functionerend bedrijf beoordeeld waarin zij veel vertrouwen hadden. Het bedrijf had een goede reputatie op het gebied van veiligheid. De explosies op 3 juni 2014 en de oorzaken daarvan hebben dat vertrouwen geschaad. Dit geschade vertrouwen moet de toezichthouder dan ook aangrijpen om de wijze van toezicht op Shell Moerdijk te herbeoordelen en aan te scherpen.

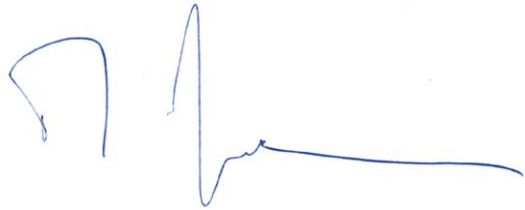
Aanbevelingen

De Onderzoeksraad is van mening dat Shell zijn bewustzijn van het werken met veiligheidskritische processen moet aanscherpen. Hij moet een nadrukkelijke rol nemen bij het actief doorontwikkelen en verspreiden van kennis en ervaring, zowel in het eigen bedrijf als daarbuiten. De Raad komt daarom tot de volgende aanbevelingen, die ook toepasbaar zijn op andere Brzo-bedrijven in de chemische industrie.

Aan Shell Nederland B.V.

1. Zorg ervoor dat alle medewerkers van Shell continu alert zijn op de veiligheidsrisico's die volgen uit wijzigingen aan installaties, in processen en in procedures. Evalueer hoe risicoanalyses uitgevoerd worden en voer wijzigingen hierin door. Op die manier kunnen ook eerdere veronderstellingen en aannames opnieuw geëvalueerd worden. Voer (nieuwe) risicoanalyses uit, neem adequate beheersmaatregelen en zorg voor voldoende kritisch vermogen binnen het team dat die analyses uitvoert. Wees daarbij alert op aannames op basis van risico's die eerder werden uitgesloten.

2. Organiseer dat proceskennis en lessen uit (bijna-)incidenten bekend zijn bij medewerkers die verantwoordelijk zijn voor de beheersing van de veiligheidsrisico's. Zorg dat onderzoek naar (bijna-)incidenten ook inzicht geeft in achterliggende oorzaken. Borg de implementatie van acties die hieruit voortkomen en draag bij aan verspreiding van deze kennis binnen de petrochemische industrie.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'J' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter van de Onderzoeksraad

A handwritten signature in blue ink, featuring a stylized 'M' followed by a series of loops and a long diagonal stroke.

mr. M. Visser
Algemeen secretaris

LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

AC	Actiecentrum
Afgassysteem	Deel van de installatie dat tot doel heeft om overtollige gassen uit de scheidingsvaten via veiligheidskleppen af te voeren en te verbranden.
Afgestemd toezicht	Afstemming en gegevensuitwisseling tussen Wabo- en Brzo-inspecteurs, onder meer via de online database Gemeenschappelijke Inspectieruimte (GIR). Hierbij kan ook de Brzo-inspectie gezamenlijk plaatsvinden.
AGS	Adviseur gevaarlijke stoffen
BBS	Bedrijfsbeheersysteem
BOT-mi	Beleidsondersteunend Team Milieu-incidenten: samenwerkingsverband van RIVM en andere kennisorganisaties.
Brandweer Moerdijk-Haven	Brandweer Moerdijk-Haven is een publieke brandweerpost die ook werkt voor de Brzo-bedrijven op industrieterrein Moerdijk. Hiervoor heeft de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant een overeenkomst gesloten met die bedrijven. In de onderliggende publiek-private samenwerking is overeengekomen dat brandweer Midden- en West-Brabant de basis- en bedrijfsbrandweezorg op het industrieterrein Moerdijk uitvoert. De post valt daarmee onder de operationele hoofdstructuur van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.
Brandweer MWB	Brandweer Midden- en West-Brabant
Brzo	Besluit risico's zware ongevallen
Carcinogeen	Kankerverwekkend
Chroom(VI)	Zeswaardig chroom. Kankerverwekkende stof die voorkomt in de katalysator gebruikt in MSPO2.
Contractors	Aannemers: bedrijven die in opdracht van Shell Moerdijk werkzaamheden verrichten.
CoPI	Commando Plaats Incident
CSB	Chemical Safety Board
DCS	Distributed Control System: geautomatiseerd computersysteem voor de beheersing van het chemische proces.
EB	Ethylbenzeen
EPA	Environmental Protection Agency
ESP	Ensure Safe Production

Ethylbenzeen	Ethylbenzeen is een aromatisch koolwaterstof. Het is een licht ontvlambare vloeistof waarvan het ethylbenzeen-luchtmengsel tussen bepaalde grenzen explosief is. Ethylbenzeen reageert heftig met oxiderende middelen (zoals zuurstof). Het International Agency for Research on Cancer (IARC) beschouwt het als een stof die kankerverwekkend voor de mens kan zijn.
Exotherm	Een reactie waarbij energie vrijkomt in de vorm van warmte.
Fakkel	Een industriële brander die overdruk uit vaten en leidingen wegneemt door overtollige gassen via veiligheidskleppen af te leiden en te verbranden. Wordt ook wel flare genoemd.
Flare	Zie fakkel
GAGS	Gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen
GBT	Gemeentelijk beleidsteam
GRIP	Gecoördineerde Regionale Incidentenbestrijdingsprocedure: een bestuurlijke opschalingsregeling voor de coördinatie tussen hulpverleningsdiensten bij grootschalige incidenten of incidenten met grote bestuurlijke impact.
HD-tray	High Dispersion Tray: een onderdeel in de reactor dat de vloeistof en het gas homogeen verdeelt.
Hydrogenering	Een chemische reactie waarbij een onverzadigde binding wordt omgezet in een verzadigde binding door waterstof toe te voegen.
Insluitsysteem	Een insluitsysteem bestaat uit een of meerdere toestellen waarvan onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan. Het systeem kan aan zijn buitengrenzen afgesloten worden door afsluiters die bedienbaar zijn op een veilige plaats. Unit 4800 van de MSPO2-fabriek is een insluitsysteem.
Installatie	Een technische eenheid binnen een inrichting waarin gevaarlijke stoffen worden vervaardigd, gebruikt, gebezigd, verwerkt of opgeslagen. Daartoe rekenen we ook alle uitrusting, constructies, leidingen, machines, gereedschappen, eigen spooreplacements, laad- en loskades, aanlegsteigers voor de installatie, pieren, depots of soortgelijke, al dan niet drijvende, constructies die nodig zijn voor de werking van de installatie.
Katalysator	Een stof die bij een chemische reactie wordt gebruikt om de reactiesnelheid te beïnvloeden.
Katalysatorpellet	Een cilindervormige 'katalysatorkorrel' waarin de elementen van die katalysator zijn samengebracht om de katalysator een handelbare en doseerbare vorm te geven.
LCMS	Landelijk Crisis Management Systeem
Liaison	Verbindingsfunctionaris

Liquid-fullreactor (LFR)	Een reactor volledig gevuld met vloeistof - dit in tegenstelling tot een trickle-bedreactor.
Maatregelgericht toezicht	Bij een inspectie volgens de maatregelgerichte benadering wordt de daadwerkelijke prestatie van het veiligheidsbeheerssysteem doorgelicht door scenario's of concrete risicosituaties te inspecteren.
MHC	Major Hazard Control: het organisatieonderdeel van Inspectie SZW dat onder meer Brzo-inspecties uitvoert.
MOC	Management of Change
MOD	Milieu Ongevallen Dienst: expertteam van RIVM die brandweer en lokale hulpverleners ondersteunt door risicoschattingen te maken van de effecten van bij brand vrijkomende gevaarlijke stoffen op de gezondheid en het milieu.
MPC	Methylphenylcarbinol
MPK	Methylphenylketon
MSDS	Material Safety Data Sheet
MSPO	Styreenmonomeer-en-propenenoxidefabriek in Moerdijk
MSPO1	Fabriek die styreenmonomeer en propenenoxide produceert. Dit is de afkorting voor de eerste MSPO-fabriek bij Shell Moerdijk (geplaatst in 1979).
MSPO2	Fabriek die styreenmonomeer en propenenoxide produceert. Dit is de afkorting voor de tweede MSPO-fabriek bij Shell Moerdijk (geplaatst in 1999).
NL-Alert	Alarmmiddel van de overheid voor de mobiele telefoon. Met NL-Alert kan de overheid mensen in de directe omgeving van een noodsituatie met een tekstbericht informeren.
OVD	Officier van dienst ofwel operationeel leidinggevende van de betrokken hulpverleningsdienst ((bedrijfs)brandweer, politie of geneeskundige hulpverleningsorganisatie in de regio).
OGS	Ongevalsbestrijding Gevaarlijke Stoffen
OMWB	Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant
Opstartfase	In de opstartfase wordt de unit klaargemaakt voor productie. Hierbij worden globaal de volgende stappen doorlopen: unit testen op lekkages; unit zuurstofvrij maken; unit spoelen met ethylbenzeen om vervuilingen te verwijderen; unit vullen met schone ethylbenzeen; unit circuleren en opwarmen met ethylbenzeen; katalysatorpellets reduceren met waterstof.
PGS29	Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks.
Pitstop	Een korte, niet-periodieke onderhoudsstop.
PLC	Programmable logic controller
PSA	Proces Safety Assessment

P&T	Projects & Technology: de wereldwijd opererende technologiedivisie van Shell.
PTL	Productieteamleider
QRA	Kwantitatieve risicoanalyse: een methode om risico's in de omgeving van risicoveroorzakende bedrijven te berekenen en inzichtelijk te maken.
Raschig-ringen	Keramische ringen die in grote aantallen in de reactor geplaatst worden om distributie van vloeistof te verbeteren.
Reactor	Installatie bedoeld om er een chemische reactie in te doen plaatsvinden.
Reduceren	Een chemische reactie die het oxidatiegetal van de te reduceren stof (in dit geval de katalysator) verlaagt. Het is het tegenovergestelde van oxideren, waarbij juist een verbinding (reactie) met zuurstof wordt aangegaan.
Reductie	Het proces van reduceren.
RHA	Reactive Hazard Assessment
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
ROT MWB	Regionaal Operationeel Team Midden- en West-Brabant
ROT ZHZ	Regionaal Operationeel Team Zuid-Holland Zuid
Runaway	Een chemische reactie die steeds sneller verloopt en zichzelf daarbij in stand houdt en versterkt. De reactie is alleen beheersbaar met zeer ingrijpende maatregelen (bijvoorbeeld emergency depressurization).
Safeguarding	Beveiliging van het chemische proces.
SDI	Shell Downstream International
SMPO	Styreenmonomeer-en-propeenoxide: aanduiding van het productieproces.
SSS	Stabilize, Slowdown, Shutdown: maatregelen binnen ESP-aanpak.
Systeemgericht toezicht	Een combinatie van een inspectie op systeemniveau en fysieke inspectie. Op systeemniveau controleert de inspectie het functioneren van het veiligheidsbeheerssysteem. Bij fysieke inspectie controleert zij concrete veiligheidsvereisten.
SZW	(Ministerie van) Sociale Zaken en Werkgelegenheid
Trickle-bedreactor	Een met katalysatorpellets gevulde kolom waarin een gas en een vloeistof onder invloed van de zwaartekracht met elkaar rondom en door de 'open' katalysatorpellets in dezelfde richting neerwaarts stromen.
Trip	Een automatisch in werking tredende beveiliging die delen van de installatie beschermt (bijvoorbeeld een beveiliging die de gevolgen van een te hoge temperatuur voorkomt).
Turnaround	Periodieke onderhoudsstop
U4800	Unit 4800 van de MSPO2-fabriek

VBS	Veiligheidsbeheerssysteem
ViB	Veiligheidsinformatieblad: vergelijkbaar met MSDS.
VMS	Veiligheidsmanagementsysteem; VBS inclusief preventiebeleid.
VR	Veiligheidsrapport, een document dat een Brzo-bedrijf moet opstellen volgens specificaties vastgelegd in het Brzo.
VRMWB	Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant
VRR	Veiligheidsregio Rijnmond
VRZHZ	Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
WAS	Waarschuwings- en alarmeringssysteem
WOL	Werkontleding
Wvr	Wet veiligheidsregio's

1 INLEIDING

1.1	Aanleiding onderzoek	19
1.2	Doelstelling en onderzoeksvragen.....	19
1.3	Onderzoeksaanpak	20
1.4	Afbakening van het onderzoek	21
1.5	Andere onderzoeken.....	22
1.6	Betrokken partijen	22
1.7	Opbouw rapport	24

1 INLEIDING

Op 3 juni 2014, omstreeks 22.48 uur, vonden tijdens een onderhoudsstop bij Shell in de tweede styreenmonomeer-en-propenenoxide-fabriek in Moerdijk (verder: MSPO2-fabriek¹) kort na elkaar twee explosies plaats. Hierop volgde een grote brand. Delen van de fabriek werden weggeschoten en zijn tot op een afstand van 250 meter² teruggevonden. Andere brokstukken werden teruggevonden tot op een afstand van circa 800 meter. De knal werd tot op een afstand van 20 kilometer³ gehoord. Uit onderzoek blijkt dat de explosies plaatsvonden in de unit 4800 van de MSPO2-fabriek. Dit voorval en de publieke onrust over een dergelijk incident bij Shell in Moerdijk hebben bijgedragen aan het besluit van de Onderzoeksraad voor Veiligheid om een onderzoek te starten.

Moerdijk siddert na explosies

MOERDIJK - Bij Shell Moerdijk hebben zich gisteravond twee grote explosies voorgedaan. Tot op tientallen kilometers afstand waren de enorme knallen te horen en was de gigantische vuurzee te zien. De explosies gebeurden om kwart voor elf, ongeveer tijdens de wisseling van de ploegen bij Shell. Het lijkt erop dat er een reactor met benzeen, een kankerverwekkende stof, is ontploft. De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant meldde rond middernacht dat er geen sprake was van vermisten of gewonden. Korte tijd later meldde het personeel van uitgerukte traumahelikopters dat er wel gewonden waren gevallen en dat die werden behandeld.

De brand lijkt in omvang vergelijkbaar met de verwoestende brand bij Chemie-Pack, inmiddels drie jaar geleden. Daar bleken de veiligheidsvoorschriften niet goed te zijn nageleefd. De fabrieken van Shell in Nederland staan bekend om de strenge veiligheidseisen en controle op naleving daarvan. Brandweerkorpsen uit de wijde omtrek snelden met onder andere schuimblusvoertuigen te hulp. Omwonenden kregen het advies ramen en deuren goed dicht te houden en ze werden opgeroepen uit de buurt te blijven, zodat de hulpdiensten hun werk konden doen.

Kader 1.1: Krantenartikel explosies Shell Moerdijk. (Bron: De Telegraaf, 4 juni 2014)

- 1 Locaties die styreenmonomeer en propenenoxide produceren, worden meestal aangeduid met de afkorting SMPO. MSPO is de afkorting voor de styreenmonomeer-en-propenenoxide-installatie in Moerdijk. Shell heeft deze afkorting gekozen om binnen Shell de verschillende Shell SMPO-locaties wereldwijd te kunnen onderscheiden.
- 2 'Interim Report Physical Causes MSPO/2 Explosion U4800' (Shell Downstream Services International B.V., Revision C, 7 October 2014).
- 3 Bron: Interview Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid.

1.1 Aanleiding onderzoek

Op basis van de Seveso II-richtlijn is er een wettelijke verplichting voor de Onderzoeksraad om onderzoek te doen naar dit voorval. Maar ook zonder deze verplichting was er voor de Onderzoeksraad reden om een onderzoek op te starten. Shell is een bedrijf dat bekend staat om zijn veiligheidsambities en de voortrekkersrol die hij wereldwijd binnen de sector zegt in te nemen. Shell stelt zich ten doel⁴ om voortdurend te excelleren op gebied van duurzaamheid, gezondheid, veiligheid en milieu. De ontploffing en brand op 3 juni werpen de vraag op wat het betekent als een dergelijk voorval zich voor kan doen bij een bedrijf van de omvang van Shell Moerdijk. Hoe heeft het voorval kunnen gebeuren, en wat is er geleerd van eerdere voorvallen die de Onderzoeksraad binnen deze sector heeft onderzocht?

In januari 2011 heeft zich op hetzelfde industrieterrein in Moerdijk een brand voorgedaan bij Chemie-Pack, een op- en overslagbedrijf voor chemische stoffen. Deze brand leidde tot veel maatschappelijke onrust en uitgebreid onderzoek door diverse publieke organisaties, waaronder de Onderzoeksraad. De aanbevelingen van deze onderzoeken hebben geleid tot een scala aan verbeteractiviteiten in de gemeente, in de regio en landelijk.

In juni 2013 heeft de Onderzoeksraad onderzoek gedaan naar de veiligheidssituatie bij het Rotterdamse tankoverslagbedrijf Odfjell. De aanbevelingen van dit onderzoek hebben geleid tot een groot aantal activiteiten gericht op het verbeteren van het toezichtstelsel voor Brzo-bedrijven in Nederland.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Onderzoeksdoel

Het onderzoek moet voor alle betrokken partijen inzicht(en) opleveren in de factoren en mechanismen die een rol hebben gespeeld bij de explosie. De Onderzoeksraad kijkt ook naar de achterliggende factoren en mogelijke tekortkomingen in het (veiligheids)systeem. Waar zulke structurele tekortkomingen zijn aangetroffen, formuleert de Onderzoeksraad aanbevelingen om deze te verhelpen.

Met dit onderzoek wil de Onderzoeksraad alle betrokken partijen helpen om van dit voorval te leren. Zo kunnen zij toekomstige incidenten voorkomen en de gevolgen ervan beperken. Een voorval ontstaat overigens (nagenoeg) altijd door een combinatie van factoren en is vrijwel nooit aan één factor toe te schrijven.

Onderzoeksvragen

Op basis van het voorval zijn er twee onderzoeksvragen voor dit onderzoek:

1. *Hoe kon de MSPO2-fabriek bij Shell Moerdijk tijdens een geplande onderhoudsstop exploderen en in brand vliegen?*

⁴ Deliver continuous sustainable Health, Safety, Security and Environmental excellence.

Deze vraag omvat de toedracht van de brand, de vergunningverlening, toezicht en handhaving alsook de opvolging van de aanbevelingen van eerder onderzoek.⁵

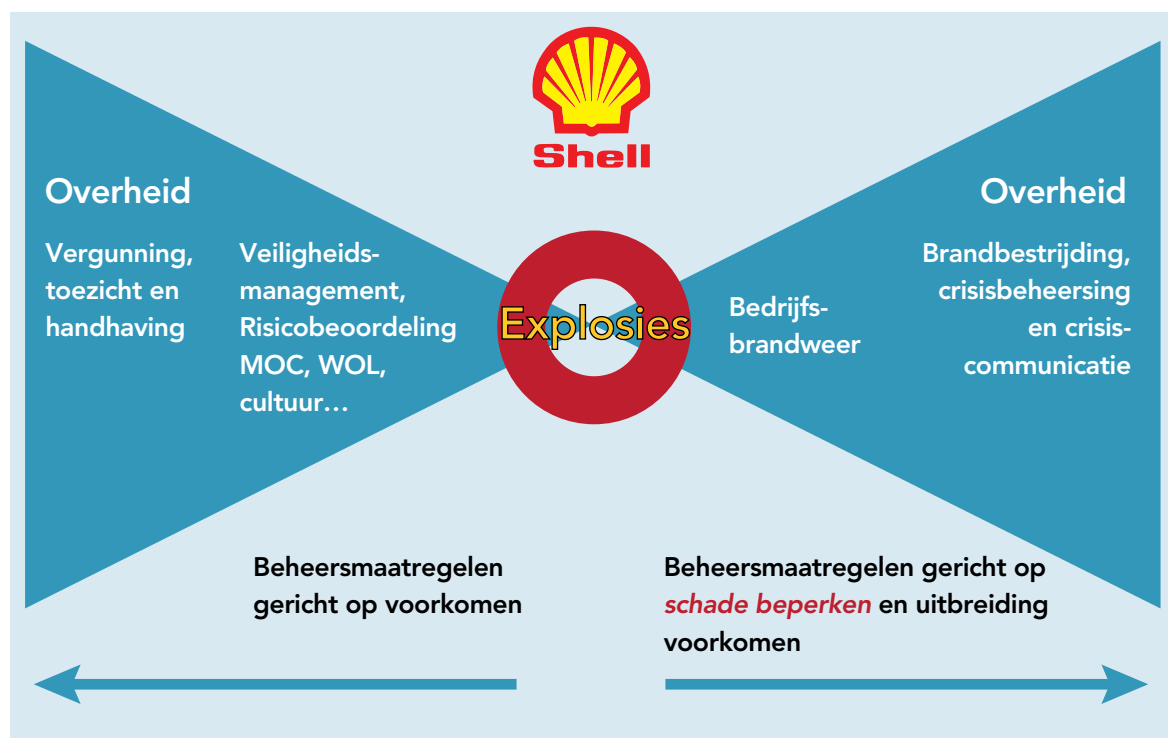
2. *In hoeverre konden brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie bijdragen aan het beheersen en voorkomen van uitbreiding van het voorval?*

Met deze vraag onderzoeken we de brandweerinzet, brandbestrijding, crisisbeheersing, crisiscommunicatie alsook de opvolging van de aanbevelingen van eerder onderzoek.⁶

1.3 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is onderverdeeld in de volgende drie deelonderzoeken:

- deelonderzoek toedracht;
- deelonderzoek vergunningverlening, toezicht en handhaving;
- deelonderzoek brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie.



Figuur 1.2: Samenhang deelonderzoeken.

Elk deelonderzoek kent een eigen context van betrokken partijen en relevante referentiekaders (zie bijlage 15 en 16). Voor publiek toezicht hanteert de Onderzoeksraad een specifiek referentiekader (zie bijlage 15).

⁵ In het bijzonder het onderzoek naar Chemie-Pack (2011) en Odfjell (2013).

⁶ In het bijzonder het onderzoek naar Chemie-Pack (2011) en Odfjell (2013).

In figuur 1.2 ziet u hoe de deelonderzoeken zich verhouden tot de centrale rol van Shell Moerdijk binnen dit voorval. Shell mag bedrijfsactiviteiten verrichten binnen de kaders van zijn vergunning van de overheid. Centraal daarbij staat de verantwoordelijkheid van Shell om alles te doen om risico's voor de omgeving te voorkomen. Als zich dan toch een voorval voordoet, moet Shell in eerste aanleg alle maatregelen nemen om het voorval te bestrijden dan wel de gevolgen ervan te beperken.

Dat creëert twee raakvlakken tussen Shell en organisaties binnen de overheid: bij vergunningverlening, toezicht en handhaving aan de 'linkerkant' en brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie aan de 'rechterkant'.

In bijlage 1 vindt u een uitgebreide onderzoeksverantwoording bij de onderzoeksaanpak.

1.4 Afbakening van het onderzoek

Dit rapport bevat die feiten, gebeurtenissen en omstandigheden die rondom het voorval een rol spelen. De focus ligt op die punten waarvan de Onderzoeksraad verwacht dat ze bijdragen aan leren. Hieronder lichten we de afbakening per deelonderzoek toe.

Deelonderzoek toedracht

- De onderzoeksperiode begint bij het ontwerp van de MSPO2-fabriek in 1996 en loopt tot en met de dag van de explosie.
- Het onderzoek beperkt zich tot de MSPO2-fabriek.

Deelonderzoek vergunningverlening, toezicht en handhaving

- Het onderzoek beperkt zich tot de periode van 2010 tot 2014, omdat Shell Moerdijk in deze periode een nieuw Veiligheidsrapport opstelde (2011), de veiligheidsregio een brandweerkazerne op industrieterrein Moerdijk aanlegde (2011), de vorige onderhoudsstop van de MSPO2-fabriek plaatsvond (2011) en het Brzo-toezicht verscherpte na de voorvallen bij Chemie-Pack en Odfjell.
- Het onderzoek richt zich op de vergunningverlening, het toezicht en de handhaving bij Shell Moerdijk in de bovengenoemde periode, inclusief relevante aspecten van intern toezicht bij Shell Moerdijk.

Deelonderzoek brandbestrijding, crisisbeheersing en hulpverlening

- De onderzoeksperiode begint bij de explosies in de MSPO2-fabriek 3 juni 22.48 uur en loopt tot en met 8 juni 2014. Toen werd bekend dat er geen sprake was van vrijkomende gevaarlijke stoffen.
- Het onderzoek beperkt zich tot de bestrijding van de brand op 3 juni 2014 en de beheersing van de daaruit voortvloeiende crisis in de effectgebieden, de crisiscommunicatie en specifiek het alerteren en informeren van de betrokken burgers.

Voor de leesbaarheid worden technische begrippen en processen in de hoofdtekst zo eenvoudig mogelijk beschreven. Waar nodig vindt u een meer technische beschrijving en/of onderbouwing in een voetnoot of in de technische bijlagen van dit rapport.

1.5 Andere onderzoeken

Naast de Onderzoeksraad heeft Shell Moerdijk zelf onderzoek gedaan naar de factoren en mechanismen die een rol hebben gespeeld bij dit incident.⁷ Daarnaast doen de volgende organisaties onderzoek naar de brand bij Shell Moerdijk:

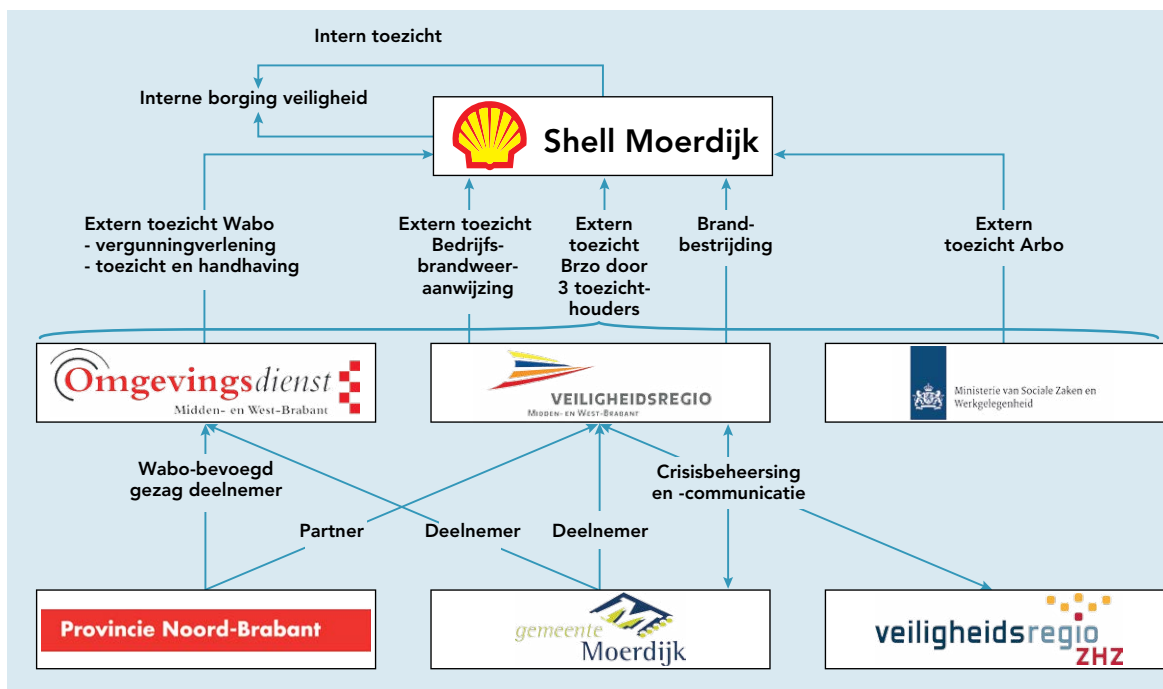
- Het Openbaar Ministerie, Functioneel Parket: strafrechtelijk vooronderzoek op basis van onder meer artikel 5 Brzo 1999;
- Inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Inspectie SZW), directie Major Hazard Control (MHC): onderzoek naar de naleving van de regels vanuit Brzo-wetgeving en het arbeidsomstandighedenbesluit (met name veiligheid medewerkers en aannemers van Shell);
- Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant: onderzoek naar de naleving van vergunningvoorwaarden.

Deze onderzoeken zijn in eerste aanleg gericht op het vaststellen van nalatigheid of verwijtbaar handelen van personen of organisaties. Alle informatie uit deze rapporten is, voor zover beschikbaar, betrokken bij het onderzoek van de Onderzoeksraad.

1.6 Betrokken partijen

In figuur 1.3 ziet u welke partijen een centrale rol spelen bij de veiligheid van Shell Moerdijk.

⁷ 'Causal Learning Report June 3rd 2014, MSPO/2 U4800 incident' (Shell Downstream Services International B.V., January 30 2015).



Figuur 1.3: Overzicht partijen betrokken bij de veiligheid bij Shell Moerdijk.

Shell Moerdijk

De MSPO2-fabriek is eigendom van een 50/50 joint venture van Shell Moerdijk en BASF. Het personeel van Shell Moerdijk voert de werkzaamheden uit en de fabriek maakt integraal deel uit van de inrichting van Shell Moerdijk. Het feit dat BASF gedeeltelijk eigenaar is van MSPO2, speelt in dit onderzoek geen rol. Shell Moerdijk is namelijk vergunninghouder voor het geheel van de fabrieken op het terrein en daarmee volledig verantwoordelijk voor MSPO2. Omdat Shell Moerdijk de zogeheten drijver van de inrichting is en werkgever voor zijn medewerkers, moet Shell Moerdijk onder meer:

- alle maatregelen treffen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken (vanuit het Besluit risico's zware ongevallen);
- verantwoordelijkheid dragen voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers bij alle met de arbeid verbonden aspecten (vanuit de Arbeidsomstandighedenwet).

Overheid

De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant en de Inspectie SZW zijn de drie toezichthouders die toezicht houden op de borging van veiligheid bij Shell Moerdijk. De provincie is bevoegd gezag Milieu. Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant in juni 2013 verleent deze organisatie vergunningen, houdt toezicht en handhaaft namens en in opdracht van het bevoegd gezag (de provincie). De Veiligheidsregio Midden- en West-

Brabant en de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid en de burgemeester van Moerdijk⁸ zijn centrale partijen in de brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie. Bijlage 3 bevat een beschrijving van de betrokken overheidspartijen.

1.7 Opbouw rapport

In dit rapport leest u eerst de achtergrond en toedracht van het voorval (hoofdstuk 2). Vervolgens vindt u in hoofdstuk 3 onze bevindingen uit het deelonderzoek toezicht. In hoofdstuk 4 staan de resultaten uit het deelonderzoek brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie. Daarna volgen in hoofdstuk 5 en 6 respectievelijk de conclusies en de aanbevelingen. Als u geïnteresseerd bent in meer achtergrondinformatie en technische uitwerkingen, dan kijkt u in de bijlagen bij dit rapport.

⁸ In dit rapport maken we onderscheid tussen brongemeente en de betrokken effectgemeenten. We noemen steeds de voor dat deel centrale partij of functionaris. In relatie tot de crisiscommunicatie hebben ook de burgemeesters van Strijen en Binnenmaas invulling gegeven aan hun verantwoordelijkheden.

2 ACHTERGROND EN TOEDRACHT

2.1	Shell Moerdijk en de unit 4800	26
2.2	De aanloop naar de explosie op 3 juni 2014.....	31
2.3	Analyse technische oorzaak van de explosie	38
2.4	Analyse achterliggende oorzaken	43

2 ACHTERGROND EN TOEDRACHT

Dit hoofdstuk beschrijft de achtergronden en de toedracht van het voorval dat op 3 juni 2014 bij Shell Moerdijk plaatsvond. Paragraaf 2.1 beschrijft de omgeving en de installatie waarin het voorval plaatsvond. Vervolgens staat in paragraaf 2.2 wat er tijdens het voorval gebeurde. Tot slot leest u een analyse van de technische oorzaak (paragraaf 2.3) en van de achterliggende oorzaken (paragraaf 2.4).

2.1 Shell Moerdijk en de unit 4800

Shell Moerdijk

Het bedrijf Shell Nederland Chemie in Moerdijk (hierna: Shell Moerdijk) produceert basischemicaliën zoals etheen en propaan, waarvan kunststofproducten worden gemaakt. Veel grondstoffen die Shell Moerdijk verwerkt, komen van de raffinaderij Shell Pernis. Het hart van Shell Moerdijk is de Lower Olefinsfabriek, ofwel de 'kraker'. Deze kraker zet via verhitting gasolie, nafta⁹ en LPG om in een groot aantal chemicaliën. Deze chemicaliën dienen onder andere als grondstof voor de andere fabrieken van Shell in Moerdijk, waaronder de styreenmonomeer-en-propaanoxidefabrieken (MSPO).



Figuur 2.1: Ligging Shell Moerdijk. (Bron: Google Maps)

⁹ Nafta ontstaat bij het 'kraken' van aardolie.



Figuur 2.2: Shell Moerdijk. (Bron: Shell Foto)

In Moerdijk heeft Shell twee MSPO-fabrieken: MSPO1 en MSPO2.¹⁰ De MSPO2-fabriek werd in 1996 ontworpen door de voorloper van het huidige Shell Projects & Technology, de licentiehouder van het proces. Shell Moerdijk is op basis van een gebruiksovereenkomst verantwoordelijk voor de exploitatie van de MSPO2-fabriek.

Producten van de MSPO-fabrieken

In de MSPO-fabrieken wordt, met ethylbenzeen als grondstof, styreenmonomeer en propeenoxide gemaakt. Met styreenmonomeer wordt polystyreen geproduceerd, een kunststof die verwerkt wordt in bijvoorbeeld piepschuim en vele andere producten. Met propeenoxide wordt propyleenglycol gemaakt, dat in onder andere voeding, cosmetica en geneesmiddelen zit.¹¹

Wereldwijd heeft Shell nog drie andere fabrieken waarin styreenmonomeer en propeenoxide wordt geproduceerd volgens nagenoeg hetzelfde proces als bij de MSPO2-fabriek. Twee fabrieken staan op de Shell-locatie Seraya (Singapore) en één staat in Nanhai (China).

Kader 2.3: Toelichting op producten MSPO2.

¹⁰ De MSPO1 werd rond 1979 in bedrijf genomen, de MSPO2 rond 1999.

¹¹ In grote lijnen vindt de productie van styreenmonomeer en propeenoxide als volgt plaats. Ethylbenzeen reageert met zuurstof, waarbij het omgezet wordt in ethylbenzeenhydroperoxide. De ethylbenzeenhydroperoxide reageert vervolgens, onder invloed van een katalysator, met propeen en wordt omgezet in propeenoxide en methylfenylcarbinol en methylfenylketon. De methylfenylketon is een 'bijproduct' van deze reactie. In de laatste stap wordt methylfenylcarbinol omgezet in styreenmonomeer. Het bijproduct methylfenylketon wordt vervolgens in een losstaande processtap, onder invloed van een andere katalysator, omgezet in methylfenylcarbinol.

Unit 4800

De MSPO2-fabriek bestaat uit een aantal units. De explosies hebben plaatsgevonden in de hydrogeneringsunit. Dat is unit 4800 van de MSPO2-fabriek.



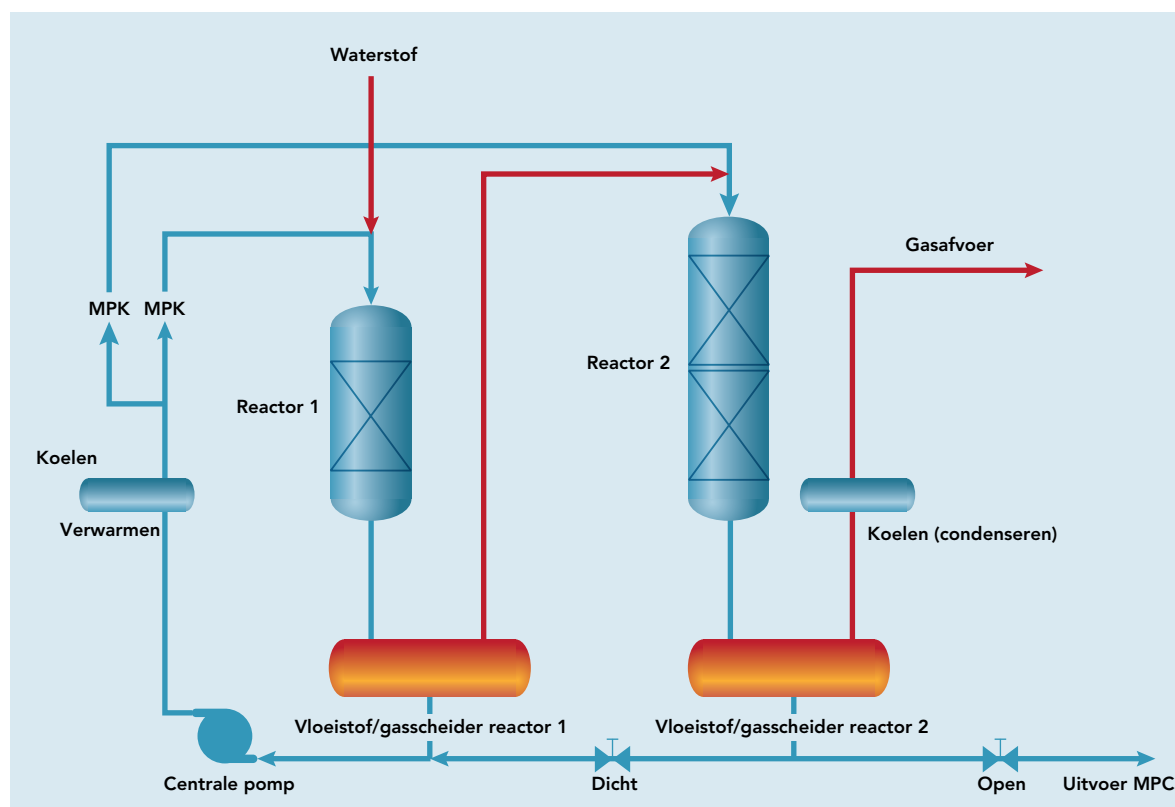
Figuur 2.4: Unit 4800 voor de explosie. (Bron: Shell Foto)

Reguliere productie unit 4800

In unit 4800 wordt in de reactoren methylphenylketon met behulp van waterstof, en onder invloed van een katalysator,¹² omgezet in methylphenylcarbinol.¹³ Dit omzetten met behulp van waterstof heet hydrogeneren. Bij de reactie met waterstof in de unit 4800 komt warmte vrij.¹⁴ Deze warmte wordt afgevoerd door vloeibare MPK/MPC langs de katalysator in de reactoren te laten stromen.

Kader 2.5: Toelichting reguliere productie unit 4800.

De unit 4800 bestaat globaal uit twee reactoren, twee scheidingsvaten, een gecombineerde installatie waarmee een vloeistof verwarmd of gekoeld kan worden en een installatie om de gasstroom te condenseren. De verschillende installatieonderdelen van de unit 4800 zijn aan elkaar gekoppeld via leidingwerk en één centrale pomp (zie ook figuur 2.6).



Figuur 2.6: Unit 4800 bij 'normale productie'.

- ¹² Een katalysator is een stof die de snelheid van een bepaalde chemische reactie beïnvloedt, zonder zelf verbruikt te worden.
- ¹³ Dit is de basis voor de productie van styreenmonomeer, die plaatsvindt in een andere sectie van de MSPO2-fabriek.
- ¹⁴ Dit heet een 'exotherme hydrogeneringsreactie'. Hierbij is een verhoogde druk in de reactor nodig. Omdat waterstof zeer brandbaar is, kan, in combinatie met deze verhoogde druk, bij een lekkage makkelijk brand ontstaan. Dit stelt eisen aan de constructie van de unit.

Katalysator

In de reactoren bevindt zich een katalysator.¹⁵ De katalysator wordt gebruikt om de reactie tussen de gebruikte stoffen in de reactoren te versnellen. In unit 4800 heeft de katalysator de vorm van cilindervormige katalysatorpellets. Deze zijn samengesteld uit verschillende elementen, waaronder koper, chroom en barium. Na een aantal jaren productie neemt de werking van een katalysator af en moet deze vervangen worden. Het wisselen van de katalysatorpellets gebeurt tijdens een korte onderhoudsstop.



Figuur 2.7: Voorbeeld G22-2 katalysatorpellets.

Onderhoudsstop

Na het wisselen van de katalysatorpellets moet de unit 4800 in een aantal stappen¹⁶ worden klaargemaakt voor productie. Deze stappen zijn beschreven in een werkprocedure: de werkontleding (WOL). Deze WOL is door ervaren operators opgesteld¹⁷ als voorbereiding op een onderhoudsstop.

Op hoofdlijnen zijn dit de volgende stappen:

- Maak de unit zuurstofvrij en test deze op lekkages.
- Spoel de unit met ethylbenzeen om vervuilingen te verwijderen.
- Vul de unit met schone ethylbenzeen en start met het circuleren van de ethylbenzeen (de circulatiefase).
- Warm de unit op (de opwarmfase).
- Reduceer de katalysator met waterstof¹⁸ (de reductiefase).

De ethylbenzeen moet circuleren en de unit moet opwarmen, zodat de katalysatorpellets goed worden benat en de unit op de juiste temperatuur komt voor de reductie van de katalysator.

¹⁵ Een technische uitwerking hiervan vindt u in de bijlagen 4 en 5.

¹⁶ Zie bijlagen 5 en 6 voor een technische uitwerking.

¹⁷ In de werkontleding (WOL) zijn alle relevante processtappen en procescondities beschreven voor de inbedrijfname van de installatie. De WOL voor de onderhoudsstop is opgesteld door paneloperators van de installatie en geaccordeerd door de medewerkers van de proceseigenaar P&T (zie technische uitwerking in bijlage 6).

¹⁸ Met reduceren wordt de (roostergebonden) zuurstof van de katalysator door een chemische reactie deels verwijderd.

Benatting van de katalysator

In een trickle-bedreactor¹⁹ is het belangrijk dat de katalysatorpellets goed benat zijn. Een goede benatting voorkomt dat er lokaal droge zones ontstaan. Daar kan vrijkomende reactiewarmte namelijk niet worden afgevoerd. Dit kan leiden tot een ongewenste opwarming van de reactoren. Voor een goede benatting van de katalysatorpellets is het nodig dat er voldoende ethylbenzeen en stikstof door de reactoren stroomt en dat de ethylbenzeen goed wordt verdeeld. Dit gebeurt door ethylbenzeen (vloeistof) en stikstof (gas) in de juiste verhouding door een verdeelplaat²⁰ in de reactoren te voeren. Hierdoor ontstaat een 'douche-effect', waardoor de vloeistof optimaal over de katalysatorpellets wordt verspreid.²¹

Kader 2.8: Toelichting benatting katalysator.

Als de installatie op de gewenste temperatuur is en ten minste 6 uur gecirculeerd is met de warme ethylbenzeen, kan het reduceren van de katalysator starten. In deze fase worden de nieuwe katalysatorpellets klaargemaakt voor het gewenste productieproces. Aan deze stap is Shell Moerdijk op 3 juni 2014 niet meer toegekomen. De explosies vonden plaats in de opwarmfase.

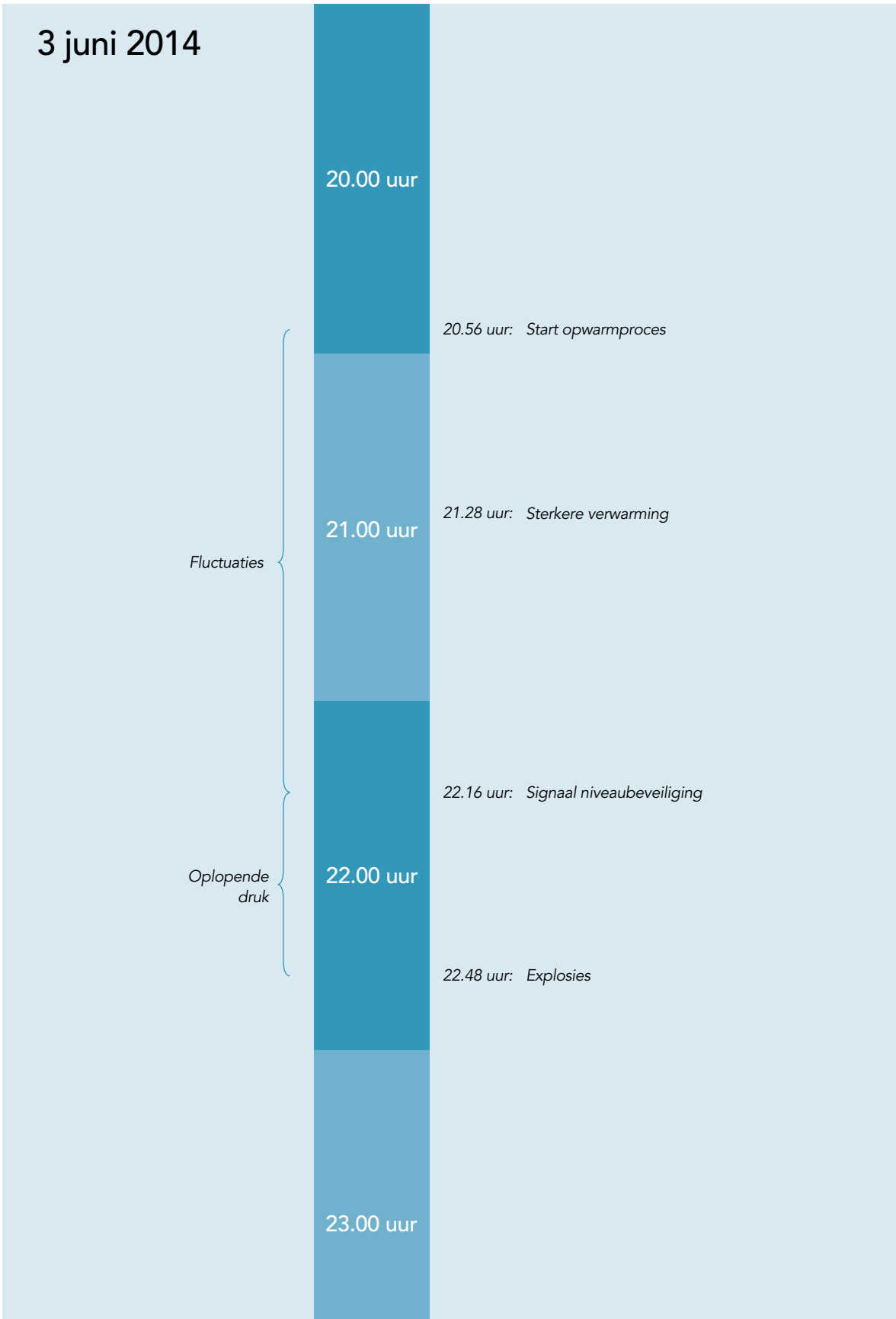
2.2 De aanloop naar de explosie op 3 juni 2014

De figuur 2.9 geeft de laatste uren voor de explosie schematisch weer.

¹⁹ In de unit 4800 worden zogenoemde trickle-bedreactoren gebruikt. Dit zijn 'open' met katalysator gevulde kolommen waarin een gas en een vloeistof met elkaar, onder invloed van de zwaartekracht, in dezelfde richting stromen (zie bijlage 5 voor technische uitwerking).

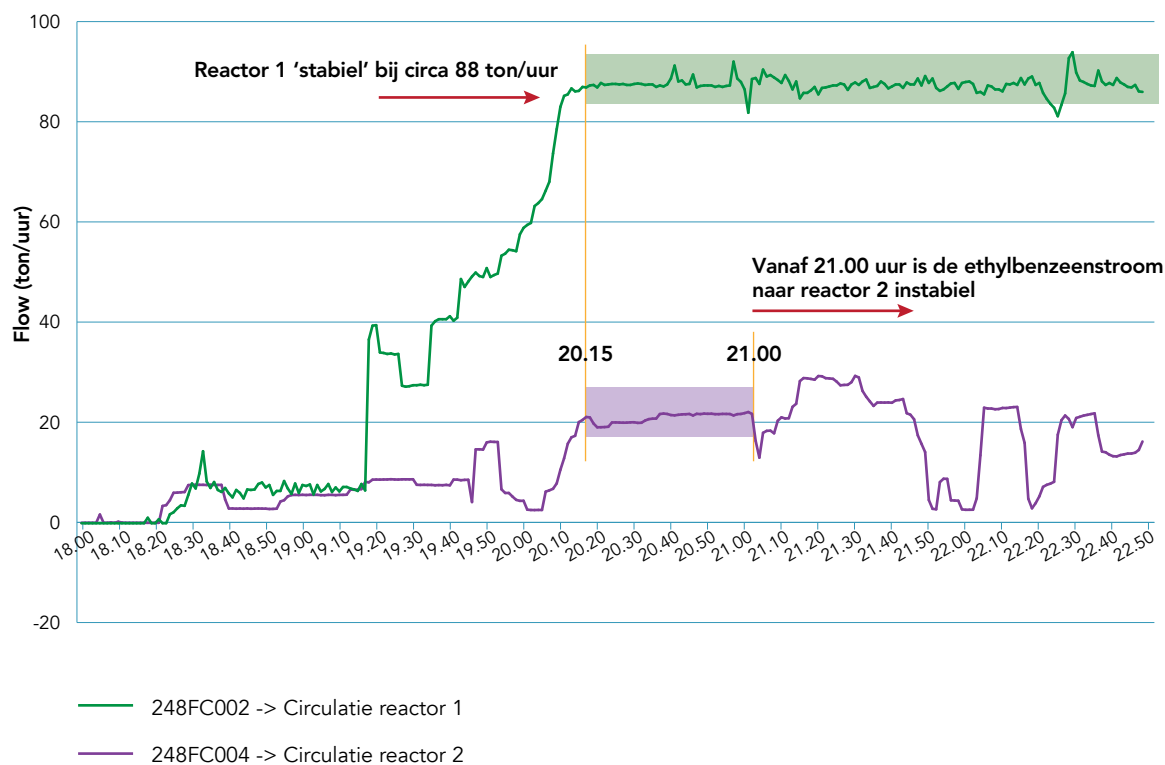
²⁰ Deze verdeelplaat heet een High Dispersion tray. Dit is een onderdeel boven in de reactorunit dat er op basis van een juiste vloeistof-gashoeveelheden voor zorgt dat de vloeistof homogeen over het onderliggende reactorbed verdeeld wordt (zie bijlage 5 voor een technische uitwerking).

²¹ In bijlage 5 staat hiervan een technische uitwerking.



Figuur 2.9: Tijdlijn voorval.

's Avonds op 3 juni 2014 omstreeks 20.15 uur begon de paneloperator met het circuleren van ethylbenzeen door de unit. Toen de ethylbenzeenstroom door de unit circa drie kwartier stabiel was (zie de paarse markering in figuur 2.10), besloot de paneloperator om om 20.56 uur te starten met het opwarmen van de unit. Vanaf dat moment ontstond er een wisselend niveau van ethylbenzeen in de scheidingsvaten²² en van de ethylbenzeenstroom richting de tweede reactor (zie de paarse lijn in figuur 2.10, vanaf 21.00 uur).²³

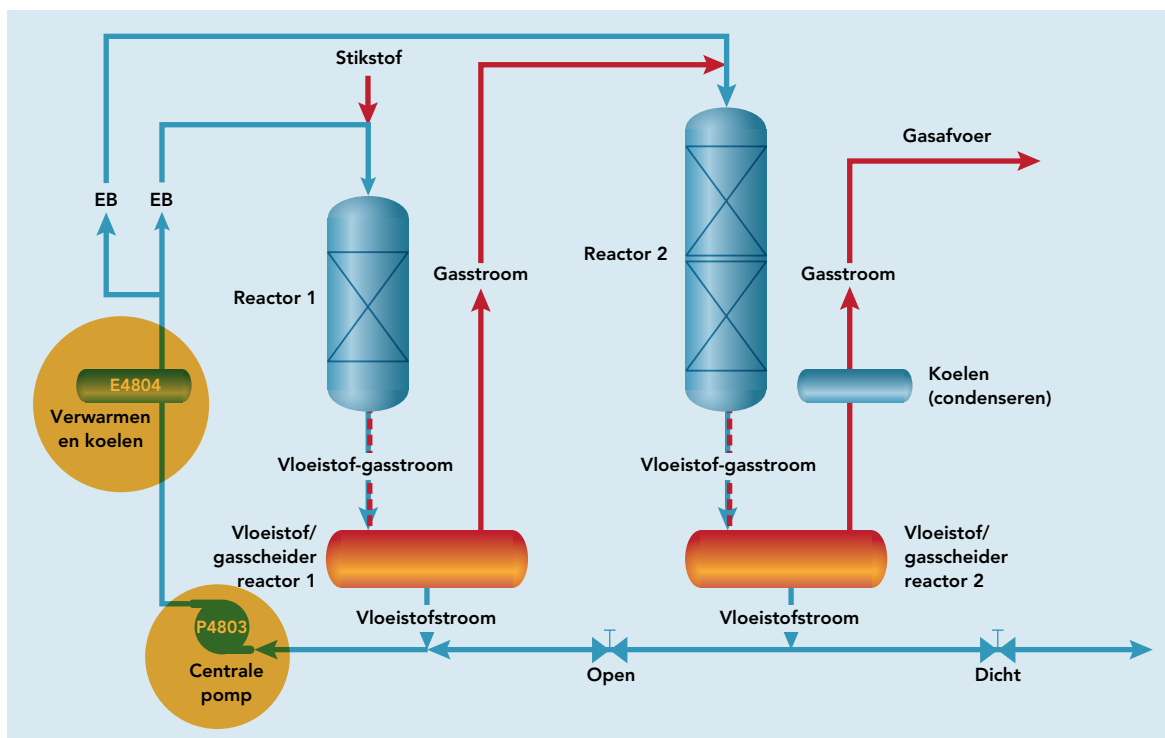


Figuur 2.10: Circulatiestromen ethylbenzeen in de twee reactoren.

Het fluctuerende beeld paste in het verwachtingspatroon van de operators. Uit eerdere onderhoudsstops was het bekend dat de vloeistofniveaus en de vloeistofstromen moeilijk waren te stabiliseren. Het was aan de paneloperators en de productieteamleider om op basis van hun kennis en ervaring de gas- en de vloeistofstromen te controleren en waar nodig bij te sturen.

²² In de schematische weergave figuur 2.11 ook wel aangeduid als vloeistof-gasafscheiders.

²³ Zie bijlage 5 en 6 voor een technische uitwerking.



Figuur 2.11: Unit 4800 tijdens de opwarmfase.

Het was noodzakelijk dat de unit niet te snel opwarmde, onder andere om schade aan de katalysatorpellets te voorkomen.²⁴ De paneloperator had met de productieteamleider een opwarmsnelheid van 50°C per uur afgesproken. De opwarmsnelheid werd niet automatisch gestuurd en gecontroleerd door het systeem. Om de gewenste opwarmsnelheid te bereiken moest de paneloperator de temperatuur van de ethylbenzeen steeds handmatig bij stellen. Deze regeling was complex.²⁵

Vanaf 21.00 uur zag de paneloperator dat de temperatuur in de unit te langzaam opliep. Omstreeks 21.30 uur greep de paneloperator in door meer warmte aan de ethylbenzeen toe te voegen. De temperatuur nam daarna dusdanig snel toe dat de opwarmsnelheid uiteindelijk hoger uitkwam dan de afgesproken 50°C per uur. Vanuit de verwachting dat dit voor de unit zelf geen problemen oplevert, was dit uiteindelijke temperatuurverloop voor de paneloperator geen reden tot zorg. Hij greep dan ook niet in.

²⁴ Zie bijlage 7 voor een technische uitwerking.

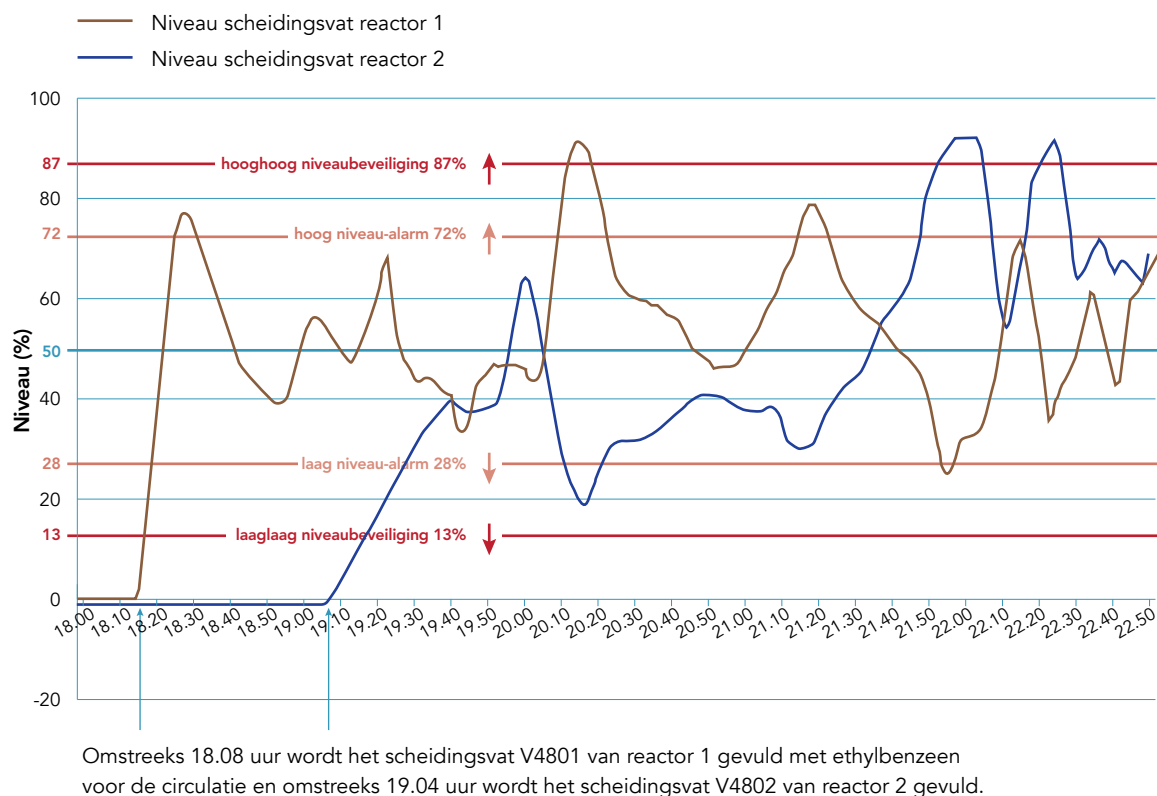
²⁵ Zie bijlagen 6 en 7 voor een technische uitwerking

Werking van een scheidingsvat

In de scheidingsvaten worden vloeistoffen en gassen uit de reactor van elkaar gescheiden. De gassen uit het eerste scheidingsvat gaan naar de tweede reactor, de gassen uit het tweede scheidingsvat gaan naar de fakkel (verbranding). Voor een goede werking van het scheidingsvat is het vloeistofniveau belangrijk. Om deze reden zijn er diverse beveiligingen aangebracht.

Kader 2.12: Toelichting werking scheidingsvat.

Gedurende de hele dienst van de paneloperator gingen met regelmaat alarmen af, waaronder het alarm voor het vloeistofniveau in het scheidingsvat.²⁶ De niveauregeling van de scheidingsvaten stond op handbediening. De paneloperator wist dat het vloeistofniveau slecht regelbaar was. Het wisselende vloeistofniveau in de scheidingsvaten is in figuur 2.13 duidelijk zichtbaar. Ook is in figuur 2.13 te zien dat het vloeistofniveau met enige regelmaat boven de ingestelde grens terechtkomt en daarmee in het 'abnormale' procesgebied. In dit geval is dat het gebied boven de oranje lijn.



Figuur 2.13: Vloeistofniveaus in de scheidingsvaten.

Omstreeks 22.16 uur werd het vloeistofniveau in het scheidingsvat van de tweede reactor²⁷ zo hoog, dat de automatische beveiliging de verbinding naar het afgassysteem²⁸

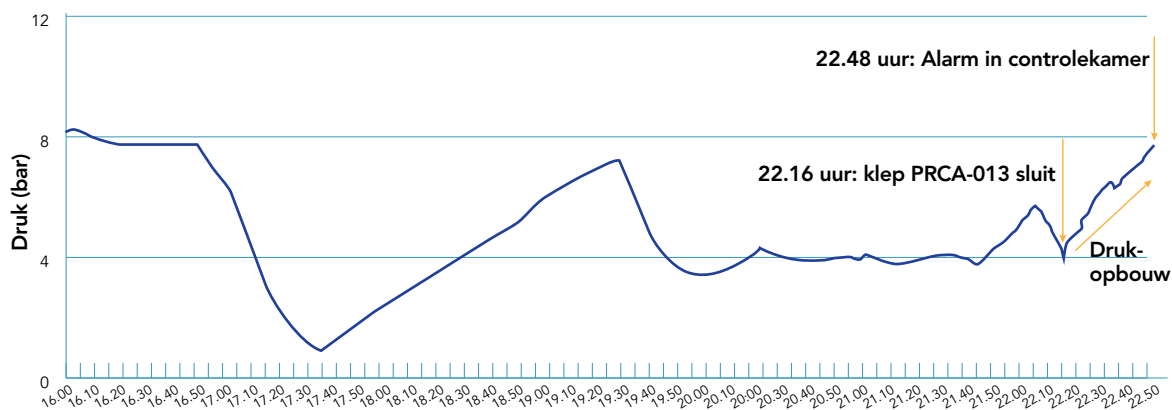
²⁶ Zie bijlagen 6 en 7 voor een technische uitwerking.

²⁷ Dit is de vloeistof-gasscheider in schema 2.6.

²⁸ Deel van de installatie dat overtollige gassen uit de scheidingsvaten via veiligheidskleppen afvoert en verbrandt. Het automatisch afsluiten moet voorkomen dat de brandbare vloeistoffen naar de brander worden geleid.

afsloot. Dit was die avond al eerder gebeurd. Kort daarna kwam het vloeistofniveau in het scheidingsvat weer onder de beveiligingsgrens. Om de bescherming van het afgassysteem te deactiveren moest de paneloperator zoals eerder op de avond ook de verbinding naar het afgassysteem openzetten. Dit heeft de paneloperator niet gedaan. Omdat het afgassysteem gesloten bleef, konden de gassen uit de unit niet meer worden afgevoerd en nam de druk in het systeem langzaam toe tot 7.8 bar om 22.45 uur.

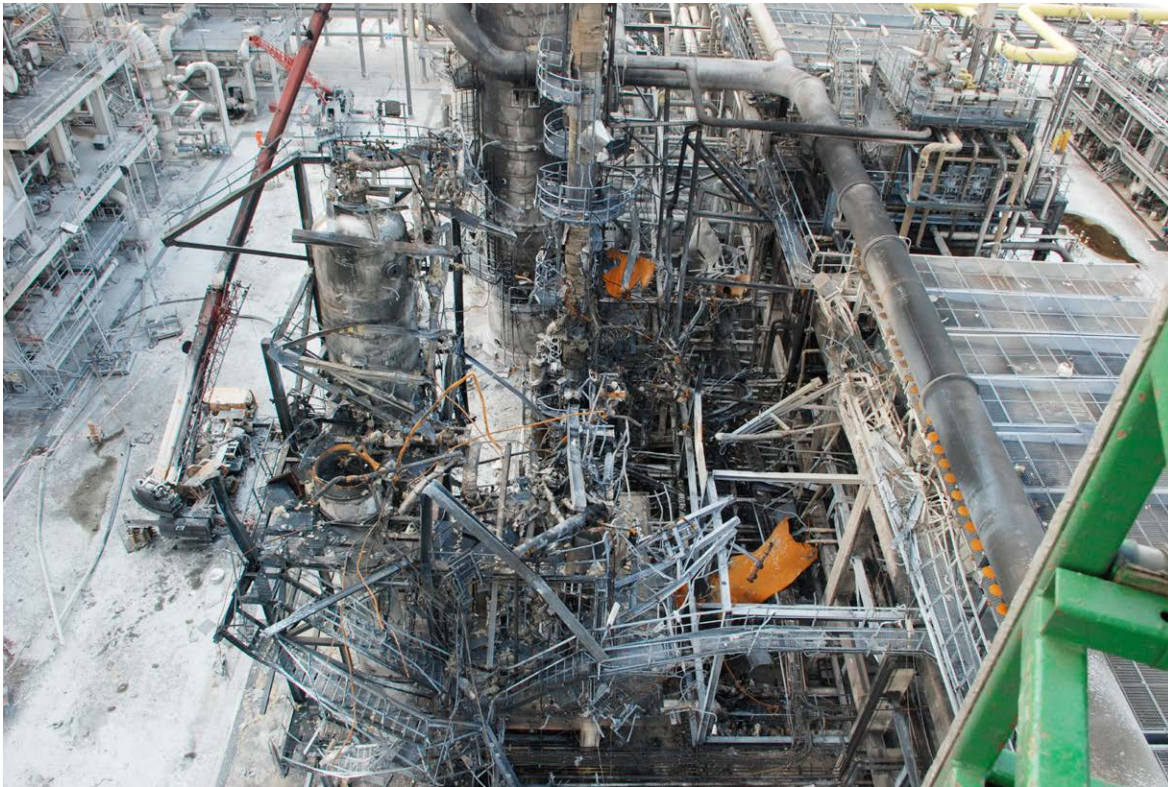
Niet veel later, om 22.48:03 (23 seconden voor de explosie), kwam het eerste alarmsignaal dat de operator attendeerde op een druk van 12 bar. De druk in het afgassysteem was daarmee te hoog. Rond die tijd waren er ook alarmen waarneembaar die aangaven dat de temperatuur in de reactoren over de ingestelde alarmgrenzen heen ging. De temperatuur en druk konden zo hard oplopen, omdat er in de reactoren chemische reacties waren ontstaan tussen de ethylbenzeen en de katalysator. Vervolgens liep de druk in de unit in korte tijd extreem snel op.²⁹ Deze druk kon niet meer worden afgevoerd via de op de scheidingsvaten aanwezige drukontlastingskleppen (zie figuur 2.14). De andere afvoermogelijkheid (het afgassysteem) was onbedoeld en onopgemerkt nog steeds afgesloten.



Figuur 2.14: Druk in afgassysteem naar de fakkel.

De tweede reactor barstte om 22.48:26 met een explosie uit elkaar. Na circa 20 seconden volgde een tweede explosie: het scheidingsvat van de eerste reactor had het begeven. De ethylbenzeen die vrijkwam, veroorzaakte een hevige brand in de MSPO2-fabriek.

²⁹ In bijlage 7 vindt u een technische uitwerking.



Figuur 2.15: De unit 4800 na de explosie. (Bron: Politie - LTFO)

De inhoud van de reactor en het vat (ethylbenzeen en katalysatorpellets) verspreidde zich in de nabije omgeving. Delen van de reactor werden weggeschoten en zijn tot op een afstand van 250 meter teruggevonden. Andere brokstukken van de procesinstallatie zijn teruggevonden tot op een afstand van circa 800 meter. De knal van de explosie was tot op een afstand van 20 kilometer te horen en de brand was in de wijde omtrek te zien.

Twee medewerkers van verschillende aannemers waren op het moment van de explosies aan het werk in een naastgelegen unit. Zij werden door de drukgolf van de explosie en door rondvliegende hete en brandende katalysatorpellets geraakt en liepen daardoor kneuzingen en tweedegraads brandwonden op. De andere medewerkers die op dat moment dienst hadden, bevonden zich in de controlekamer en bleven ongedeerd.

Feitelijke bevindingen

- Vanaf de start van het opwarmproces om 20.56 uur fluctueren de vloeistofniveaus en -stromen.
- Op meerdere momenten werden daardoor alarmgrenzen overschreden.
- Dit paste allemaal in het verwachtingspatroon van de paneloperator en de productieteamleider in deze opwarmfase.
- Door het automatisch afsluiten van het afgassysteem nam vanaf 22.16 uur de druk langzaam toe.
- De aanwezige drukontlasting was niet toereikend om de uiteindelijke zeer snelle verhoging van de druk als gevolg van de onvoorziene reacties af te voeren.
- Om 22.48 uur zag de operator dat de druk te hoog was. De reactor bezweek 23 seconden later door de overdruk, 20 seconden later gevolgd door de explosie van het scheidingsvat.

Kader 2.16: Feitelijke bevindingen achtergronden en toedracht.

2.3 Analyse technische oorzaak van de explosie

In deze paragraaf vindt u de directe technische oorzaak van de explosies. In paragraaf 2.4 komen vervolgens de achterliggende oorzaken aan bod.

Deelconclusie

De explosie kon plaatsvinden door een reeks van gebeurtenissen:

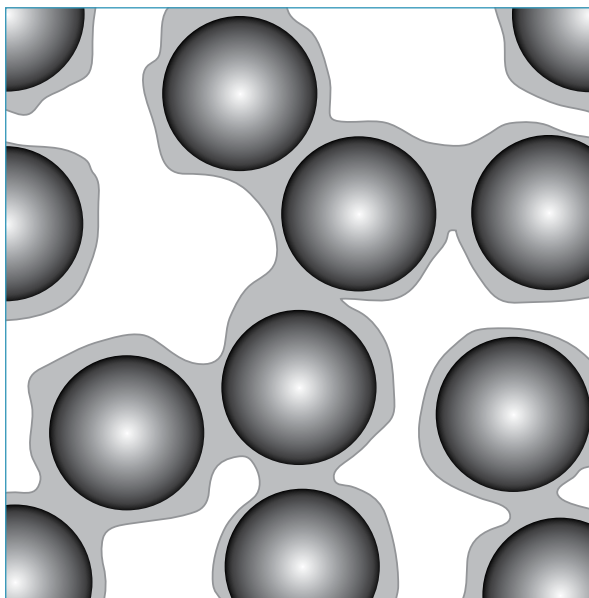
- De katalysatorpellets in de reactoren bleven op verschillende plekken droog; normaliter worden deze tijdens de opwarming nat gemaakt door het ethylbenzeen.
- In deze droge zones ontstond tijdens het opwarmen een chemische reactie.
- Hierdoor warmden deze droge plekken versneld op; er ontstonden 'hotspots'.
- In deze hotspots versnelden de chemische reacties en ontstonden ook andere reacties. Hierbij werd gas gevormd. Deze gasvorming leidde tot drukverhoging.
- Het afgassysteem was afgesloten, waardoor het gas niet werd afgevoerd. De druk liep steeds meer op. Uiteindelijk ging dit zo snel dat de aanwezige drukontlasting niet meer toereikend was om deze druk af te voeren.
- De hoge druk leidde tot het bezwijken van de reactor en het scheidingsvat.

De paneloperator en de productieteamleider hebben het proces niet stopgezet:

- Op verschillende momenten tijdens de opwarming was zichtbaar dat kritische waarden werden overschreden. Alarmen gingen af, en het systeem greep automatisch in.
- Dit fluctuerende beeld paste in het verwachtingspatroon van de paneloperator en de productieteamleider. Uit eerdere onderhoudsstops was bekend dat de vloeistofniveaus en de vloeistofstromen moeilijk waren te stabiliseren.
- De paneloperators en de productieteamleider werden geacht om op basis van hun kennis en ervaring in dit opstartproces de gas- en de vloeistofstromen te controleren en waar nodig bij te sturen. Die ervaring in het opstartproces ontbrak.

Benatting

De katalysatorpellets werden voorafgaand aan het voorval onvoldoende benat. Voor een goede benatting van de katalysatorpellets was het nodig voldoende ethylbenzeen en stikstof in de juiste verhouding door een verdeelplaat in de reactoren te voeren. In de ontwerpfase was berekend dat hiervoor een stikstofstroom van 475 kilogram per uur nodig was. Op 3 juni was de stikstofstroom met 240 kilogram per uur lager dan die berekening. Na het incident heeft Shell Moerdijk berekend dat voor een goede werking van de verdeelplaat een beduidend hogere stikstofstroom noodzakelijk is, namelijk een stikstofstroom van ongeveer 1700 kilogram per uur.³⁰



Figuur 2.17: Vloeistoffilm rond katalysatorpellet.³¹

Naast een voldoende hoge stikstofstroom moest er voor een goede benatting ook een constante en voldoende ethylbenzeenstroom zijn. De twee reactoren van de unit 4800 hebben een verschillende diameter. Daardoor was voor de eerste reactor een ethyl-

³⁰ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015, pagina 16/17.

³¹ Bron: *Trickle Bed Reactors*, Vivek V. Ranade, Raghunath Chaudhari en Prashant R. Gunjal. Elsevier, Amsterdam, 2011.

benzeenstroom van circa 88 ton per uur nodig en voor de tweede reactor een stroom van circa 22 ton per uur (zie ook figuur 2.10). Voor de eerste reactor werd een constante stroom van deze hoeveelheid bereikt. Voor de tweede reactor lukte dat in eerste instantie ook, maar na de start van het opwarmen van de ethylbenzeen fluctueerde de stroom. In het laatste uur voor de explosie was deze stroom tweemaal nagenoeg nul.

Door de te lage stikstofstroom en de fluctuerende en te lage ethylbenzeenstroom sproeide de ethylbenzeen niet goed over de katalysatorpellets. Hiermee was er sprake van onvoldoende benatting en ontstonden er plaatselijk droge zones in de reactoren.

Opwarming en chemische reactie

Tijdens het opwarmen met ethylbenzeen ging, bij een lokale temperatuur van circa 90°C, de ethylbenzeen reageren met een van de elementen uit de katalysator.³² Bij deze reactie kwam warmte vrij. Op de plekken waar de katalysatorpellets voldoende benat waren, werd deze warmte door de ethylbenzeen afgevoerd. Dit gebeurde echter niet in de droge zones waar de ethylbenzeen ontbrak. In deze delen warmden de katalysatorpellets sterk op en ontstonden lokaal zeer hete plekken; 'hotspots'. Omdat er een beperkt aantal temperatuursensoren in de reactoren aanwezig was, werden deze hotspots niet gedetecteerd. Hierdoor ontwikkelden de hotspots zich buiten het zicht van de paneloperator.

In de hotspots verliep de reactie door de toenemende warmte steeds sneller en deze produceerden daarmee nog meer warmte. Dit leidde bij de inmiddels hoog opgelopen lokale temperatuur tot een chemische reactie van de ethylbenzeen met een ander element uit de katalysator.³³ Hierbij kwamen gassen vrij. Deze volgreacties versterkten zichzelf en waren daarmee niet meer te stoppen: er ontstond een zogenoemde *runaway*.

Drukopbouw

Met name de gassen die bij de *runaway* vrijkwamen, leidden tot een stijging van de druk in de unit. Door het overschrijden van het maximale vloeistofniveau in het tweede scheidingsvat³⁴ was het afgassysteem automatisch afgesloten. Daardoor konden deze gassen niet afgevoerd worden.³⁵ Hierdoor liep de druk in het systeem verder op.³⁶ De drukontlasting op de scheidingsvaten was bovendien niet voor deze snelle druktoenames ontworpen. De druk liep rond 22.47 uur uiteindelijk binnen twee minuten op van circa 7 bar naar meer dan de bezwijkdruk van de reactoren. Doordat de druk op geen enkele manier weg kon, bezweek de tweede reactor met een explosie, 20 seconden later gevolgd door het exploderen van het eerste scheidingsvat.

³² De ethylbenzeen die was geabsorbeerd in de katalysatorpellets, ging reageren met reactieve zuurstof uit de bariumchromaat van de katalysator. In laboratoriumcondities heeft Shell Moerdijk na het incident berekend dat de reactie tussen ethylbenzeen en de reactieve zuurstof uit de katalysator begint te lopen bij een aanvangstemperatuur van ongeveer 900C. Zie ook bijlage 5.

³³ In laboratoriumcondities heeft Shell na het incident berekend dat de reactie tussen ethylbenzeen en de koperoxide uit deze katalysator begint te lopen bij een aanvangstemperatuur van ongeveer 1800C. Zie ook bijlage 5.

³⁴ Deze overschrijding kwam door het handmatig bijregelen van de op dat moment fluctuerende ethylbenzeenstroom.

³⁵ Zie bijlage 7 voor een technische uitwerking.

³⁶ Omdat de druk in de reactor groter werd dan de druk van de stikstofstroom naar de reactor, kwam ook de stikstofstroom tot stilstand. Dit leidde tot een negatief drukverschil. Dit heeft de operator niet opgemerkt.

Kennis en ervaring

Voor een goed begrip van het voorval is het belangrijk om aan te geven dat de operators en de procestechnoloog het opwarmen van de unit met ethylbenzeen als een ongevaarlijke processtap behandelden. Daarom hadden zij geen kritische procescondities voor de opwarmstap geïdentificeerd en ontbraken deze in de werkinstructies.³⁷

Alleen ervaren operators mogen een installatie starten. Shell Moerdijk heeft dit ook vastgelegd in zijn veiligheidsrapport.³⁸ De productieteamleider, operator en procestechnoloog die deze onderhoudsstop uitvoerden, hadden relevante ervaring met de unit 4800 en waren ervaren medewerkers, opgeleid en getraind voor het werken in de MSPO2 in de reguliere productie. Het opstarten van unit 4800 na een katalysatorwissel, zoals in 2014, komt echter slechts eens in de drie tot vier jaar voor. Voor de betrokken paneloperator en de productieteamleider was het de eerste keer dat ze een opstart van de unit 4800 na een katalysatorwissel meemaakten. Bij dit voorval ontbrak dus bij zowel de betrokken paneloperator als de productieteamleider de noodzakelijke specifieke ervaring om unit 4800 op te starten.

Het procesbesturingssysteem was ingericht voor het besturen van de installatie in de normale productiefase. Uitgangspunt was dat de operators en productieteamleider op basis van hun kennis en ervaring in staat moesten zijn om het opstarten op handbediening te sturen en te beheersen. Bij de eerdere opstarten na een katalysatorwissel³⁹ was al gebleken dat in de handbediening de gas- en vloeistofstromen, alsook de vloeistofniveaus soms fluctuerend waren. Shell wist dus dat er tijdens de opstartfase sprake kon zijn van sterk fluctuerende vloeistofniveaus en vloeistofstromen.

³⁷ Bij Shell Moerdijk aangeduid als werkontleding (WOL).

³⁸ In het veiligheidsrapport (2000) benoemde Shell Moerdijk dat het starten en stoppen van de installaties moet worden uitgevoerd door ervaren operators, met gebruikmaking van de hiervoor aanwezige werkinstructies.

³⁹ Dit is onder andere de onderhoudsstop (turnaround) in 2011.

Ensure Safe Production

Als een bedrijf een proces gecontroleerd uitvoert, moet het dat proces ook gecontroleerd kunnen stoppen als dat nodig is. Shell Moerdijk heeft daarvoor de aanpak Ensure Safe Production (ESP Monitoring & Control Conditions) in het leven geroepen. Shell Moerdijk onderkent de mogelijke beperkingen van het veiligheidsmanagementsysteem, in casu veiligheidsprocedures en werkinstructies en geeft medewerkers op basis van hun kennis en ervaring enige professionele ruimte om zelf in te grijpen. Bij ESP gaat het om proactief monitoren en het beheersen van abnormale situaties. De inzichten verkregen in de training voor Ensure Safe Production (ESP) geeft operators handelingsperspectief om die professionele ruimte in te vullen. Het hoofddoel van ESP is zeker te stellen dat operationele limieten bekend zijn en dat operators altijd binnen die limieten opereren. Operators nemen deel aan een driejaarlijkse training om ze bewust te maken van de criteria die gelden om bij een abnormale situatie een proces te stabiliseren (Stabilize), remmen (Slowdown) of stoppen (Shutdown). Uitgangspunt in de training is dat onder andere een overschrijding van vooraf gestelde limieten een abnormale situatie is. Bij een abnormale situatie moet een operator het proces stabiliseren, afremmen en stoppen. In de lijn van het beheersen van risico's kan er bij bijzondere situaties zoals een opstartfase afgeweken worden van de verplichting om in te grijpen, op voorwaarde dat er geen onveilige situatie kan ontstaan. Om dit te beoordelen moet de operator volledig begrijpen wat de oorzaak en redenen zijn voor het buiten de limieten runnen. Dit vereist kennis over, ervaring met en gedegen voorbereiding op deze bijzondere situaties.

Kader 2.18: Achtergrond Ensure Safe Production.

Er kan sprake zijn van overschrijdingen van proceslimieten en niet te controleren procescondities zoals sterk fluctuerende niveaus in de scheidingsvaten, opwarmsnelheid, invoerstromen van stikstof en ethylbenzeen en drukverschillen. In die gevallen kan de paneloperator al dan niet in overleg met de productieteamleider ervoor kiezen een lopend proces terug te brengen en uiteindelijk zelfs te stoppen (zie toelichting in kader 2.18).⁴⁰

⁴⁰ Meer hierover leest u in bijlage 6.

Gemist vroeg signaal: drukverschil⁴¹

Normaliter is er een relatief laag drukverschil van 20-50 millibar tussen de boven- en de onderkant van het zogeheten katalysatorbed. Als er sprake is van een beduidend groter drukverschil (positief of negatief) of als het drukverschil plotseling verandert, kan dit wijzen op vervuiling, verstopping of andere verstoringen die een negatief effect hebben op de werking van de katalysator. Een drukverschil is dus een signaal waaraan de operator tijdens alle fasen aandacht moet besteden. In dit voorval was er zowel sprake van een groot, negatief drukverschil over de eerste reactor als (om 20.16 uur) een plotselinge verandering van het drukverschil over de tweede reactor. Hierin begon de druk vanaf 20.16 uur op te lopen en tussen 20.30 en 22.05 uur fluctueerde die tussen 100 en 200 millibar. Beide aanwijzingen hebben niet de noodzakelijke aandacht gekregen.

Kader 2.19: Voorbeeld van een gemist vroeg signaal: drukverschil.

Kennis en specifieke ervaring in de controlroom is dan ook van belang voor het kunnen waarnemen van relevante signalen om in te grijpen. Hoewel bij de opwarming kritische procescondities werden overschreden (met daarbij alarmen en automatische systeem-ingrepen) hebben de paneloperator en de productieteamleider niet ingezien dat er sprake was van een gevaarlijke situatie en hebben ze er niet voor gekozen om in te grijpen volgens het ESP-beleid. De paneloperator en de productieteamleider hebben de signalen geïnterpreteerd als een gevolg van het instellen en stabiliseren van de circulatiestroom en de dynamiek van het systeem. Zij overzagen echter niet volledig de gevolgen van hun handelingen in relatie tot de combinatie van alarmen van hoge druk, alarm in de vloeistofniveaus in de scheidingsvaten, een lage ethylbenzeenstroming en een hoog drukverschil. Daarmee was in lijn met de ESP-aanpak voor bijzondere situaties ingrijpen gerechtvaardigd en noodzakelijk.

2.4 Analyse achterliggende oorzaken

In deze paragraaf leest u drie achterliggende oorzaken die mede verklaren hoe de explosies bij Shell Moerdijk konden plaatsvinden:

- ontwerp en veiligheidsstudies (paragraaf 2.4.1);
- veranderingen (paragraaf 2.4.2);
- leren van incidenten (paragraaf 2.4.3).

⁴¹ Meer hierover leest u in bijlage 4.

2.4.1 Ontwerp en veiligheidsstudies

Deelconclusie ontwerp en veiligheidsstudies

De keuze voor de trickle-bedreactor en daarmee samenhangende ontwerpkeuzes bracht de volgende risico's met zich mee die Shell Moerdijk niet onderkend heeft:

- Shell Moerdijk heeft in de veiligheidsstudies het gevaar van een reactie tussen ethylbenzeen en de katalysator niet geïdentificeerd.
- Er waren geen veiligheidsstudies specifiek gericht op het circuleren en opwarmen van de unit 4800 van de MSPO2-fabriek.
- De methodiek van de gehanteerde veiligheidstudies was niet altijd passend of op een juiste manier toegepast.

Ontwerphistorie

Shell heeft het SMPO-proces⁴² ontwikkeld in de periode tussen 1973 en 1977. Hierbij onderzocht hij twee reactorontwerpen:⁴³

- de liquid-fullreactor;
- de trickle-bedreactor.

De katalysatorpellets bevinden zich in een liquid-fullreactor helemaal in de vloeistof. Hierbij zijn de katalysatorpellets dus voortdurend volledig benat. Bij de trickle-bedreactor sproeit de vloeistof van boven in de reactor op de katalysatorpellets, waardoor er een dunne laag om de katalysatorpellets ontstaat. Uit tests bleek dat de prestatie van de katalysator in de liquid-fullreactor het beste was. Voor de MSPO1-fabriek van Shell Moerdijk viel in 1976 de keuze dan ook op dit type reactor.

Rond 1990 besloot Shell een tweede SMPO-fabriek⁴⁴ te ontwikkelen in Seraya in Singapore. Inmiddels waren de inzichten veranderd. Uit onderzoek bleek dat het productieproces in de liquid-fullreactor minder doelmatig was dan vooraf verwacht.⁴⁵ Bovendien waren er nieuwe ontwikkelingen rond de trickle-bedreactor:

- de prestaties van de katalysator waren aanzienlijk verbeterd;
- er kon met een veel lagere druk en temperatuur geproduceerd worden, wat de veiligheid verbeterde.⁴⁶

Voor de fabriek in Seraya koos Shell dan ook voor een trickle-bedreactor.

⁴² SMPO-proces is de aanduiding voor het productieproces in de MSPO-fabrieken.

⁴³ Meer informatie hierover vindt u in bijlage 4.

⁴⁴ Alleen in Moerdijk heet de SMPO-fabriek MSPO-fabriek (Moerdijk styreenmonomeer-en-propenenoxide-fabriek).

⁴⁵ De liquid-fullreactor had nadelen voor de conversietijd van methylphenylketon naar methylphenylcarbinol; er moest veel methylphenylketon over het katalysatorbed gecirculeerd worden om methylphenylcarbinol te verkrijgen.

⁴⁶ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015. p13.

In 1996, kort voor de opstart van de nieuwe SMPO-fabriek in Seraya, begon Shell met het ontwerpen van de MSPO2-fabriek in Moerdijk. Het ontwerp van de MSPO2 was in de basis een grotere versie van de Seraya-fabriek. Dit hield in dat ook in de MSPO2 trickle-bedreactoren werden toegepast.

Ontwerp met kwetsbaarheden

De keuze voor de trickle-bedreactor boven een liquid-fullreactor bracht een nieuw risico met zich mee dat inherent is aan een trickle-bedreactor. Dit was het risico van onvoldoende benatting, gevolgd door *hotspots*, mogelijk leidend tot een *runaway*. Dit risico was wel onderkend voor de reductie- en productiefase, maar niet voor de opwarmfase. Dus niet voor het scenario zoals dat zich op 3 juni 2014 voltrok.

Een andere kwetsbare factor in het ontwerp was het gebruik van ethylbenzeen in de opstartfase. Bij de ontwikkeling van het proces in 1977 had Shell in zijn laboratoriumtest met de toenmalige katalysator en een liquid-fullreactor geen reactie tussen ethylbenzeen en de katalysator vastgesteld. Daarom behandelde Shell Moerdijk in de jaren daarna ethylbenzeen in combinatie met de katalysator onterecht als een 'inerte stof' gedurende alle procescondities.⁴⁷

Een volgende kwetsbare factor betrof het procesbesturingssysteem van de MSPO2-fabriek. De procesregelingen waren vooral afgestemd op een reguliere productiefase.⁴⁸ Er waren geen speciale geautomatiseerde regelkringen⁴⁹ voor de opwarmfase; de fase waarin het op 3 juni 2014 fout ging. Bij het opwarmen en benatten van de reactoren kwam het daarom aan op de kennis en kunde van de dienstdoende paneloperator en productieteamleider.⁵⁰ Beiden hadden echter geen ervaring met deze specifieke opstartfase.

Ten slotte gingen de ontwerpers ervan uit dat tijdens de reguliere productiefase een *runaway* niet mogelijk was.⁵¹ De unit 4800 van de MSPO2 werd op basis van deze aanname niet uitgevoerd met drukontlastingen die het ontstaan of de gevolgen van een *runaway* konden beperken.

Samenvattend hangen de volgende kwetsbaarheden samen met het ontwerp:

- onvoldoende benatting;
- het gebruik van ethylbenzeen (en er daarbij van uitgaan dat de stof inert is);
- geen geautomatiseerde regelkringen voor het opwarmen in de opwarmfase;
- geen adequate drukontlastingen.

⁴⁷ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015, p30.

⁴⁸ Om precies te zijn: de reductiefase en vervolgens de normale productiefase.

⁴⁹ In een automatische regelkring regelt en controleert het besturingssysteem zonder verdere inmenging van een operator dat een ingestelde waarde wordt gerealiseerd en gestabiliseerd. Bijvoorbeeld bij een ingestelde opwarmsnelheid controleert het systeem zowel de gewenste temperatuur als de tijd die daarvoor nodig is, en stemt die op elkaar af.

⁵⁰ In het veiligheidsrapport (2000) benoemde Shell Moerdijk dat ervaren operators de installaties moesten starten en stoppen en dat zij hierbij de hiervoor aanwezige werkinstructies moesten gebruiken.

⁵¹ Bron: briefwisseling (augustus 1997/april 1998) tussen de toenmalige Dienst Stoomwezen en de ontwerper. Zie ook bijlage 4.

Veiligheidsstudies

In de periode vanaf het ontwerp van de MSPO2-fabriek tot en met 2011 voerde Shell Moerdijk de volgende veiligheidsstudies uit:

- Desk Safety Review (1997);
- Veiligheidsrapport (2000);
- Reactive Hazard Assessment (2011).

Desk Safety Review

Shell heeft verschillende methoden om risico's te identificeren en te evalueren, zoals de Desk Safety Review, Hazard and Operabilitystudie (HAZOP), het Proces Safety Assessment (PSA), het Process Hazard Assessment en de Reactive Hazard Analyses (RHA). Voor het ontwerp van unit 4800 is ervoor gekozen een Desk Safety Review uit te voeren. Binnen Shell is het gebruikelijk om voor een 'first-builtinstallatie'⁵² de meest toepasselijke methode te selecteren. Welke methode dat is, beoordeelt eerst Shell Projects & Technology. Vervolgens kiest de betrokken divisie de toe te passen methode. Een divisie mag hiervan afwijken, maar moet dan wel onderbouwen waarom van de Shell-standaard is afgeweken.

Shell Moerdijk voerde in 1997 als onderdeel van het ontwerpproces voor MSPO2 een Desk Safety Review uit. Deze studie belichtte onder meer diverse faalscenario's voor de unit 4800. Dit waren echter faalscenario's voor de productiefase en de reductiefase. De opwarmfase, die voorafgaat aan de reductiefase, beschouwde Shell Moerdijk niet als risicovol. Hierdoor kreeg deze geen aandacht in de veiligheidsstudie. Dit hing samen met de eerdergenoemde overtuiging van Shell Moerdijk dat ethylbenzeen een inert medium was onder alle procescondities.⁵³ Deze overtuiging is rond 1977 ontstaan en daarna niet meer onderzocht of ter discussie gesteld.

Veiligheidsrapport

Sinds 2000 moeten de meest risicovolle Brzo-bedrijven een geïntegreerd veiligheidsrapport opstellen.⁵⁴ Deze verplichting volgde uit de implementatie van nieuwe Europese regelgeving (Seveso II-richtlijn) over majeure risico's en de vertaling daarvan in Nederland in de Brzo-regelgeving. Het veiligheidsrapport beschrijft zowel de interne als de externe veiligheid. Hierbij komen niet alleen de eisen aan de orde op het gebied van de arbeidsomstandigheden, maar ook milieueisen en eisen van de brandweer.⁵⁵

⁵² 'First built' is een term die wordt gebruikt voor elke installatie. De term wordt gebruikt in samenhang met de term 'as built'. Bij first-builtstudies kunnen keuzes in het ontwerp worden herzien, bij 'as built' is die keuze er niet meer.

⁵³ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015, p30.

⁵⁴ Het Veiligheidsrapport is een openbaar rapport dat moet worden goedgekeurd door het Bevoegd Gezag. Het VR moet eens per 5 jaar worden herzien.

⁵⁵ Het veiligheidsrapport is een 'demonstrator', een samenvatting om naar de omgeving en de overheid aan te tonen dat de met de inrichting verbonden risico's in voldoende mate beheerst worden. In het veiligheidsrapport zijn alleen 'de grootste' gevaren beschreven (samengevat) in de vorm van scenario's.

Het veiligheidsrapport moet per installatie - zoals de MSPO2-fabriek - installatiescenario's bevatten. Om deze installatiescenario's op te stellen voert Shell Moerdijk sinds 2000 veiligheidsstudies uit voor elke fabriek en voor elk insluitsysteem⁵⁶ - zoals de unit 4800.⁵⁷ Shell Moerdijk beschouwde de unit 4800 als minder risicovol dan andere MSPO2-units. Uiteindelijk stelde Shell Moerdijk tien installatiescenario's op voor MSPO2. Het scenario van een explosie van een reactorvat kwam hierin niet voor. In het veiligheidsrapport benoemde Shell Moerdijk dat alleen ervaren operators de installaties moesten starten en stoppen en dat zij daarbij de hiervoor aanwezige werkinstructies moesten gebruiken.

Reactive Hazard Assessment

In de periode 2010-2011 voerde Shell Moerdijk een Reactive Hazard Assessment⁵⁸ uit voor de MSPO2-fabriek. Deze veiligheidsstudie had volgens Shell Moerdijk onder meer tot doel om ongewenste en potentieel gevaarlijke reacties in kaart te brengen. Het ging om de bescherming van mens, milieu, installaties en reputatie tegen de gevolgen van chemische reacties. Hoewel de unit 4800 aan bod kwam, ging de aandacht vooral uit naar andere meer risicovol geachte processen in de MSPO2-fabriek.⁵⁹ De toegepaste risicoanalysemethodiek was met name bedoeld om de effecten van stoffen op het milieu te evalueren. Er werd geen rekening gehouden met de procescondities in een reactor. De methodiek leende zich er bovendien niet voor om complexe stoffen, zoals een katalysator, te toetsen. Voor deze complexe stoffen moest Shell Moerdijk aannames doen, omdat de methode daar niet in voorzag. Het gevolg was dat Shell Moerdijk ethylbenzeen alleen als brandbare stof zag en niet dat deze in de opstartfase kon reageren met aanwezige stoffen. Daardoor deed hij geen verder onderzoek, bijvoorbeeld met laboratoriumtesten.

Volgens de eigen richtlijn had Shell Moerdijk voor het uitvoeren van deze veiligheidsstudie alle relevante informatiebronnen moeten gebruiken. Shell Moerdijk heeft weliswaar relevante informatiebronnen gebruikt, zoals actuele gegevens over de katalysator, het veiligheidsinformatieblad⁶⁰ en vakliteratuur.⁶¹ De reactiemogelijkheid tussen ethylbenzeen en de elementen van de katalysator heeft hij echter niet voorzien. De vraag of ethylbenzeen kan reageren met de katalysator, kwam tijdens deze studie niet aan de orde. Dit hoewel in het veiligheidsinformatieblad de reactie van ethylbenzeen en een oxidator wordt genoemd en in vakliteratuur de reactie tussen een groot aantal koolwaterstoffen en het in de katalysator aanwezige chroom(VI)oxide wordt genoemd.

⁵⁶ Een insluitsysteem bestaat uit een of meerdere toestellen, waarvan onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en bestemd om een of meerdere stoffen te omsluiten. De toestellen kunnen in geval van een (dreigend) zwaar ongeval in korte tijd worden afgesloten. De unit 4800 is een insluitsysteem. De MSPO2 is een installatie die is opgebouwd uit een aantal insluitsystemen.

⁵⁷ Hazard and Effect Management Process of bow-tie-analyses.

⁵⁸ Reactive Hazard Assessment is een analysetechniek die Shell gebruikt om ongewenste reactiemogelijkheden van gebruikte stoffen te identificeren. De techniek is afgeleid van de analysemethode van de Environmental Protection Agency die bedoeld is om effecten van gebruikte stoffen op het milieu te identificeren.

⁵⁹ De meeste aandacht ging in deze Reactive Hazard Assessment-studie uit naar styreenmonomeerreactiesectie van de MSPO2-fabriek. Dit vanwege het gevaarpotentieel van de styreenmonomeerreactiesectie in verhouding tot de laag risicovol geachte hydrogeneringssectie.

⁶⁰ Het veiligheidsinformatieblad van ethylbenzeen is relevant, omdat uit rubriek 10 van dit veiligheidsinformatieblad blijkt dat deze stof heftig reageert met sterke oxidatiemiddelen, zoals de zuurstof die voorkomt in de katalysator.

⁶¹ Een voorbeeld van vakliteratuur is Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards (2006), waarin onder andere de combinatie van diverse koolwaterstoffen met chroom(VI)oxide is beschreven.

Uiteindelijk is de methodiek van de toegepaste veiligheidsstudie dus niet altijd passend dan wel op een juiste manier toegepast. Ook is relevante informatie niet gebruikt. Bovendien is niet onderzocht hoe ethylbenzeen reageert met de katalysator en uiteindelijk tot de explosie kon leiden.

2.4.2 Veranderingen

Deelconclusie veranderingen

Shell Moerdijk heeft mogelijke risico's van veranderingen in de installatie, de processen en procedures niet onderkend en beheerst:

- de keuze voor een nieuwe katalysator leidde uiteindelijk tot het vergroten van het risico van een reactie met ethylbenzeen;
- het bedrijf heeft veranderingen in de werkwijze niet consequent vooraf beoordeeld op eventuele risico's.

Management of change

Het Brzo schrijft voor dat Shell Moerdijk in zijn veiligheidsbeheerssysteem een passende procedure moet hebben voor het omgaan met wijzigingen en dat het bedrijf deze procedure ook consequent moet toepassen. Shell Moerdijk heeft een zogeheten management-of-changeprocedure.⁶² Het doel van deze procedure is te verzekeren dat veranderingen van installaties, procedures of organisaties alleen onder bepaalde voorwaarden plaatsvinden. Er moet duidelijk zijn wat veranderd gaat worden, de risico's van deze verandering moeten bekend zijn, de verandering moet beoordeeld en goedgekeurd zijn en deze moet vervolgens vastgelegd worden. Uit de procedurebeschrijving blijkt dat Shell Moerdijk het belang van het beoordelen van veranderingen inziet. De procedure beschrijft dat veranderingen nieuwe risico's kunnen introduceren of beveiligingen die in bestaande systemen zijn ingebouwd teniet kunnen doen of kunnen verzwakken. Een goede procedureel geborgde beoordeling van verandering acht Shell, gegeven deze procedure, daarom van belang.

Op basis van deze procedure is er een aantal momenten aan te wijzen waarop Shell Moerdijk de risico's opnieuw en zorgvuldig had moeten beoordelen. Zo werd gekozen voor een nieuwe katalysator en voerde men diverse veranderingen in de werkwijze⁶³ door.

Nieuwe katalysator

De eerste katalysator die Shell Moerdijk gebruikte, was de zogeheten Cu-1808T-katalysator.⁶⁴ Shell Moerdijk gebruikte deze katalysator in de MSPO1-fabriek. Het was een katalysator die zowel in de liquid-fullreactor van de MSPO1 zijn werkzaamheid had bewezen als ook in de eerste trickle-bedreactor in Seraya. Maar met het vooruitzicht van meerdere

⁶² Moerdijk BBS handboek proces 00.03.1020 Management of Change, revisiedatum 22 januari 2014.

⁶³ Zie bijlage 4.

⁶⁴ Cu-1808T is de typeaanduiding van de fabrikant. Dit is een katalysator met een zeer laag zeswaardig chroomgehalte (< 0,2 wt procent).

SMPO-fabrieken, allen volgens het trickle-bedregime, ontstond de behoefte aan een alternatieve katalysatorleverancier. Gedurende de testfase in de periode 1999 tot 2000 vergeleek Shell drie katalysatoren van drie verschillende fabrikanten. Bij deze tests⁶⁵ werd geen rekening gehouden met condities in de opstartfase, weken de condities sterk af van fabriekscondities en waren de tests met name gericht op de beoordeling van de reguliere productiefase.

Shell Moerdijk koos daarop voor de zogeheten G22-2-katalysator van een nieuwe leverancier als alternatief voor de tot dan gebruikte Cu-1808T katalysator. Deze G22-2-katalysator kon vanaf dat moment als 'drop-in'⁶⁶ in de SMPO-fabrieken toegepast worden.

In 2011 wijzigde de fabrikant het productieproces van de G22-2-katalysator. De vernieuwde G22-2-katalysator bevatte daardoor aanzienlijk meer chroom(VI)verbindingen dan de vorige G22-2-katalysator.⁶⁷ Dit bleek ook uit het meegeleverde veiligheidsinformatieblad,⁶⁸ maar de fabrikant meldde de wijziging niet expliciet aan Shell Moerdijk. Dit kwam doordat de wijzigingen binnen de specificaties vielen die Shell Moerdijk en de fabrikant overeengekomen waren.

Shell Moerdijk voerde in 2014 een risicoscreening uit voor het gebruik van deze vernieuwde G22-2-katalysator in de MSPO2-fabriek. Daarbij veronderstelde Shell Moerdijk dat de eigenschappen van de vernieuwde katalysator gelijk waren aan die van de vorige.⁶⁹ Deze inschatting was gebaseerd op kennis en ervaring van de personen die deze risicoscreening deden. Het bedrijf voerde geen (laboratorium)testen uit om de reactiviteit van ethylbenzeen met deze katalysator te testen. De veranderde samenstelling van de vernieuwde G22-2-katalysator was aangegeven in het meegeleverde veiligheidsinformatieblad, maar Shell Moerdijk heeft deze wijziging niet opgemerkt.

Beheersen van wijzigingen

Er zijn in de loop der tijd diverse technische veranderingen geweest aan de unit 4800. Daarnaast is in een streven om werkinstructies te verkorten, informatie verloren gegaan en verdwenen uit operationele werkprocedures. Deze veranderingen werden niet op nieuwe risico's beoordeeld volgens de management-of-changeprocedure. Shell Moerdijk handelde hiermee niet volgens het eigen veiligheidsbeheerssysteem. Er zijn meerdere voorbeelden van niet op veiligheidsrisico's beoordeelde veranderingen bij de unit 4800.⁷⁰ Met het oog op het voorval zijn de meest relevante:

- de opwarmsnelheid;
- de stikstofstroom.

⁶⁵ Bij deze testen werden de katalysatoren droog gereduceerd, met waterstof en stikstof; er was dus geen ethylbenzeen aanwezig.

⁶⁶ Met 'drop-in' wordt bedoeld dat vanaf dat moment geen wijzigingen aan apparatuur of procedures noodzakelijk meer zijn voorafgaand aan het gebruik van deze katalysator.

⁶⁷ Voorheen was dit tussen 0,1 en 0,2 gewichtsprocent. Bij de vernieuwde G22-2-katalysator bedroeg dit tot 5 procent.

⁶⁸ Material Safety Data Sheet.

⁶⁹ Het ging om 'operatiecondities', 'runaway tijdens de reductie' en 'ontvlambaarheid, chemische of exotherme instabiliteit'.

⁷⁰ Bijvoorbeeld de opslag van de katalysator: deze is alleen op milieuaspecten beoordeeld, er heeft geen risicobeoordeling plaatsgevonden op basis van veiligheid.

De ontwerpgegevens van MSPO2 vermeldde dat de installatie met 30°C per uur moest opwarmen. Dit lag echter niet vast in de werkprocedure voor de opwarmfase. In overleg kozen de paneloperator, productieteamleider en de procestechnoloog voor 50°C per uur. De paneloperator verwarmde de eerste reactor in twee uur op van 20°C naar 130°C. De opwarmsnelheid lag daarmee aanzienlijk hoger dan de voorgeschreven 30°C per uur.⁷¹

In het ontwerp van de verdeelplaat was berekend dat voor een goede benatting een stikstofstroom van 475 kilogram per uur nodig was. Shell Moerdijk ging echter uit van het beginsel dat de operators in de opwarmfase de vrijheid moesten hebben om de stikstofstroom aan te passen om andere processen bij te kunnen sturen. De stikstofstroom werd niet als kritisch beschouwd en was niet opgenomen in de werkprocedure. Op 3 juni 2014 bedroeg de stikstofstroom circa 240 kilogram per uur terwijl uiteindelijk 1700 kilogram per uur noodzakelijk was. Deze lagere stikstofstroom is een van de oorzaken van het voorval.

2.4.3 Leren van incidenten

Deelconclusie leren van externe signalen en incidenten

Shell Moerdijk heeft na onderzoek van incidenten relevante signalen over procescondities niet herkend en niet verwerkt in nieuwe risicoanalyses voor MSPO2. Ook relevante externe signalen verwerkte Shell Moerdijk niet consistent in zijn veiligheidsmanagementsysteem.

Moerdijk (1999)

Eén maand na de eerste opstart in 1999 zette Shell waterstof in bij een herstart van de MSPO2-fabriek. Toen ontstond een exotherme reactie door het te snel inzetten van te veel waterstof tijdens normale productie. Dit leidde tot een temperatuur in de reactor van zo'n 200°C. Shell heeft deze runawayreactie gemeld aan Lloyd's Register Stoomwezen. In het onderzoek dat Shell Projects & Technology naar aanleiding van dit incident uitvoerde, is vastgesteld dat de reactoren van de MSPO2-fabriek voorzien moesten worden van (extra) temperatuurbeveiligingen. Dit is ook geïmplementeerd.

Er vond ook een briefwisseling plaats tussen Shell en Lloyd's Register Stoomwezen⁷² naar aanleiding van de beoordeling van het ontwerp van de MSPO2. Hieruit blijkt dat Shell op vragen van Lloyd's Register Stoomwezen in de periode 1997-1998 steeds heeft geantwoord dat een runaway in deze reactoren niet mogelijk was. Het feit dat er bij de opstart wel een runaway had plaatsgevonden, leidde niet tot een nadere analyse van deze risico's of herziening van dit standpunt door Shell.

⁷¹ Meer hierover leest u in de technische onderbouwing in bijlagen 6 en 7.

⁷² Zie ook bijlage 4.

Nanhai (2010)

In april 2010 werd de G22-2-katalysator gebruikt in de unit 4800 van de SMPO-fabriek in Nanhai, China. Tijdens het opwarmen werd een *runaway* waargenomen. Uit het Nanhai-incident⁷³ kwamen verschillende belangrijke aanknopingspunten voor Shell Moerdijk en Shell Projects & Technology naar voren:

- de temperaturen in de reactor van Nanhai kwamen ver boven de 250°C uit tot ruim 685°C, terwijl de ontwerptemperatuur van de reactoren in Moerdijk 210°C bedroeg;
- het afgassysteem naar de fakkelinstallatie werd gesloten, en daarmee stagneerde de stikstoftoevoer uiteindelijk ook;
- de operators dachten dat het probleem door ethylbenzeen werd veroorzaakt.

Ondanks de zeer hoge temperaturen die zich, tijdens de *runaway*, in de reactoren van de Nanhai-locatie hebben voorgedaan, vond er toen geen explosie plaats. Belangrijke verschillen ten opzichte van de explosie in Moerdijk waren:

- de centrale pomp faalde waardoor er geen ethylbenzeen (brandstof) meer werd toegevoerd. Hierdoor kon de ethylbenzeen uit de reactoren stromen en in de scheidingsvaten worden opgevangen;
- het afgassysteem naar de fakkel werd tijdig geopend, zodat een gevaarlijke drukopbouw werd voorkomen;
- de hoge temperatuur kon getemperd worden, doordat men in beide reactoren stikstof kon toevoeren;
- er was, voor een adequate benutting, 6 uur gecirculeerd voordat men begon met het opwarmen.

Volgens het incidentonderzoek van Shell werd de *runaway* veroorzaakt door een waterstoflekage.⁷⁴ De voornaamste aanbeveling uit het onderzoek was een aanpassing in het waterstofsysteem. Het feit dat de opgetreden temperatuurtoename de maximale temperatuur van 210°C overschreed, leidde niet tot een nadere analyse van alle mogelijke oorzaken. Hoewel de operators hadden aangegeven dat zij dachten dat de temperatuurverhoging door ethylbenzeen werd veroorzaakt, werd deze mogelijkheid in het incidentonderzoek niet onderzocht. Ook dit voorval leidde niet tot het ter discussie stellen van de reactiemogelijkheid van ethylbenzeen met de nieuwe katalysator.

Andere relevante externe signalen

Daarnaast had Shell de reactiemogelijkheid kunnen afleiden uit de volgende signalen:

- De katalysatorfabrikant heeft in correspondentie met Shell in ieder geval in 2010 en 2013 als algemene werkwijze voor reduceren geadviseerd om te reduceren in de gasfase. Shell reduceerde tot het voorval in 2014 in de vloeistoffase met ethylbenzeen. De fabrikant sloot andere werkwijzen daarbij niet expliciet uit. Ook gaf de

⁷³ Zie ook bijlage 4.

⁷⁴ Deze lekkage is volgens Shell het gevolg van een doorlatende waterstofklep. Waterstof kan dan de reactor bereiken, doordat de druk in de reactor voor langere tijd lager is dan de druk in het waterstofsysteem.

fabrikant daarbij aan dat Shell Moerdijk zich bewust moest zijn van de specifieke procedures zoals die door Shell Projects & Technology werden gevolgd.

- De Chemical Safety Board publiceerde in 2002 een rapport dat het belang van 'reactive hazards' (zware ongevallen door reacties van chemische stoffen) en de risico's bij opstarten van installaties uitvoerig belichtte.⁷⁵ Hiermee wijst de Chemical Safety Board op het belang van risico-identificatie voor processen in de opstartfase.
- Diverse onderzoeken naar ernstige voorvallen in de zware industrie (onder meer het 'Baker report' over de ramp met de BP-raffinaderij in Texas City in 2005) tonen aan dat de grote stroom van relatief kleine incidenten vooral betrekking heeft op de dagelijkse procesveiligheid en arbeidsveiligheid en minder relevant is voor potentiële zware ongevallen. Hiermee wijzen de rapporten op de beperkte bijdrage van het gebruikelijke leren van incidenten met root-cause-analyses op het voorkomen van potentiële zware ongevallen. Daarbij constateerde het Baker-panel in zijn rapport dat BP weliswaar bezig was om het leren van incidenten te verbeteren, maar dat er nog geen doeltreffende 'root-cause-analysesprocedures' waren om systeemfouten te identificeren.⁷⁶

⁷⁵ Bron: Hazard Investigation, Improving Reactive Hazard Management, U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, October 2002.

⁷⁶ Bron: The report of the BP U.S. refineries independent safety review panel, January 2007, in de chemische industrie ook wel aangeduid als het 'Baker report'.

3 TOEZICHT

3.1 Beschrijving intern toezicht door Shell Moerdijk.....	54
3.2 Beschrijving extern toezicht bij Shell Moerdijk.....	58
3.3 Analyse intern en extern toezicht bij Shell	65

De Onderzoeksraad hanteert een referentiekader voor publiek toezicht.⁷⁷ Dit vormt de achtergrond voor dit hoofdstuk. Het eerste beginsel is dat organisaties primair zelf verantwoordelijk zijn voor veiligheid. Dit maakt dat er een verband is tussen intern toezicht en extern toezicht.

Shell Moerdijk verricht zijn bedrijfsactiviteiten binnen de kaders van zijn vergunning van de overheid. Centraal daarbij staat de verantwoordelijkheid van Shell om alle maatregelen te nemen om zware ongevallen te voorkomen en gevolgen voor mens en milieu te beperken.

Voor een zicht op de rol van toezicht bij de explosies in de MSPO2 leest u eerst in paragraaf 3.1 hoe het intern toezicht bij Shell Moerdijk is ingericht. Vervolgens schetsen we in paragraaf 3.2 onder welk extern toezicht Shell Moerdijk staat. Tot slot vindt u in paragraaf 3.3 een analyse van dit interne en externe toezicht.

3.1 Beschrijving intern toezicht door Shell Moerdijk

Veiligheidsbeheerssysteem

Het Brzo verplicht Shell Moerdijk een veiligheidsbeheerssysteem te voeren. Het veiligheidsbeheerssysteem is een bedrijfsintern systeem van verantwoordelijkheden, richtlijnen, procedures en procesbeschrijvingen dat aan een aantal richtlijnen moet voldoen (zie kader 3.1).

Veiligheidsbeheerssysteem

Een veiligheidsbeheerssysteem bestaat uit de volgende elementen:⁷⁸

- a. het algemene beheerssysteem en het beleid ter voorkoming van zware ongevallen;
- b. de organisatie en de werknemers (taken, verantwoordelijkheden, opleiding);
- c. de identificatie van gevaren en de beoordeling van de risico's van zware ongevallen;
- d. de beheersing van de uitvoering (procedures en instructies);
- e. de wijze waarop gehandeld moet worden bij wijzigingen ('management of change');
- f. de planning voor noodsituaties;
- g. het toezicht op de prestaties (melding van zware ongevallen en bijna-ongevallen);
- h. audits en beoordeling (systematische periodieke evaluatie).

Kader 3.1: Veiligheidsbeheerssysteem Brzo-bedrijven.

⁷⁷ Zie bijlage 15 Referentiekader Publiek Toezicht Onderzoeksraad voor Veiligheid.

⁷⁸ Bron: Brzo, bijlage II, zie bijlage Veiligheidsbeheerssysteem voor de volledige tekst.

Shell Moerdijk hanteert daarnaast vanuit de wereldwijde Shell-organisatie eigen richtlijnen. Shell Moerdijk heeft een Bedrijfsbeheersysteem (BBS). Het veiligheidsbeheersysteem is hier een onderdeel van. Het veiligheidsbeheersysteem van Shell Moerdijk voldoet in zijn opzet aan de eisen die de toezichthouders daaraan stellen (zie bijlage 11 Brzo-toezicht).

Actiemanagement

Uit de vereisten rond het veiligheidsbeheersysteem vloeit voort dat een Brzo-bedrijf de opvolging van actiepunten moet borgen.⁷⁹ Shell Moerdijk heeft daarvoor twee actiemanagementsystemen:

- Fountain Assurance Managementsysteem (FAM) voor het volgen van acties uit onder meer Brzo-inspecties en interne audits;
- Fountain Incident Managementsysteem (FIM) voor het volgen van acties uit voorvallen.

De twee systemen sluiten op elkaar aan en zijn qua opzet grotendeels hetzelfde. Een verschil is dat Shell in het FIM de acties op installatieniveau registreert en in FAM op persoonsniveau. Het is de medewerkers verboden om parallelle eigen actielijsten te hebben; alle acties moeten zij in het FAM of FIM registreren. Het managementteam van een installatie (zoals MSPO2) bekijkt maandelijks het overzicht van acties en gebruikt dit als sturingsinformatie. In de praktijk voert de auditcoördinator van Shell Moerdijk ook de controle op de opvolging van acties. Dit doet hij steekproefsgewijs. Met de actiemanagementsystemen toont Shell Moerdijk aan dat het een systematische wijze opvolging geeft aan verbeteracties. Uit het onderzoek blijken geen actiemeldingen die direct te relateren zijn aan de explosie bij MSPO2.

Audits

Shell Moerdijk maakt gebruik van een uitgebreide auditsystematiek. Deze systematiek bestaat uit interne audits, deels vanuit de moedermaatschappij en externe audits, bijvoorbeeld door certificerende instellingen.⁸⁰ Shell neemt de bevindingen uit de audits op in het actiemanagementsysteem. Shell Moerdijk kent ongeveer 20 centrale bedrijfsprocessen. Elk bedrijfsproces ondergaat iedere twee jaar een Proces Effectiveness Review. Samen vormen deze de jaarlijkse Management Review. Er zijn geen auditbevindingen die direct te relateren zijn aan de explosie bij MSPO2. De in hoofdstuk 2 beschreven tekortkomingen rond de veiligheidsstudies, de beheersing van veranderingen en het leren van incidenten zijn niet naar voren gekomen in de audits van Shell Moerdijk.⁸¹

⁷⁹ Zie bijvoorbeeld: Aandachtspuntenlijst VBS - Vervolginspectie, Brzo+, p20: 'Er is een bewaakte actiepuntenlijst naar aanleiding van de geconstateerde afwijkingen tijdens uitgevoerde audits.'

⁸⁰ Bron: Auditplan Shell Nederland Chemie Moerdijk: voor 2014 betrof het in totaal 27 audits naar onderwerpen variërend van werkvergunningen tot de omgang met gevaarlijke stoffen.

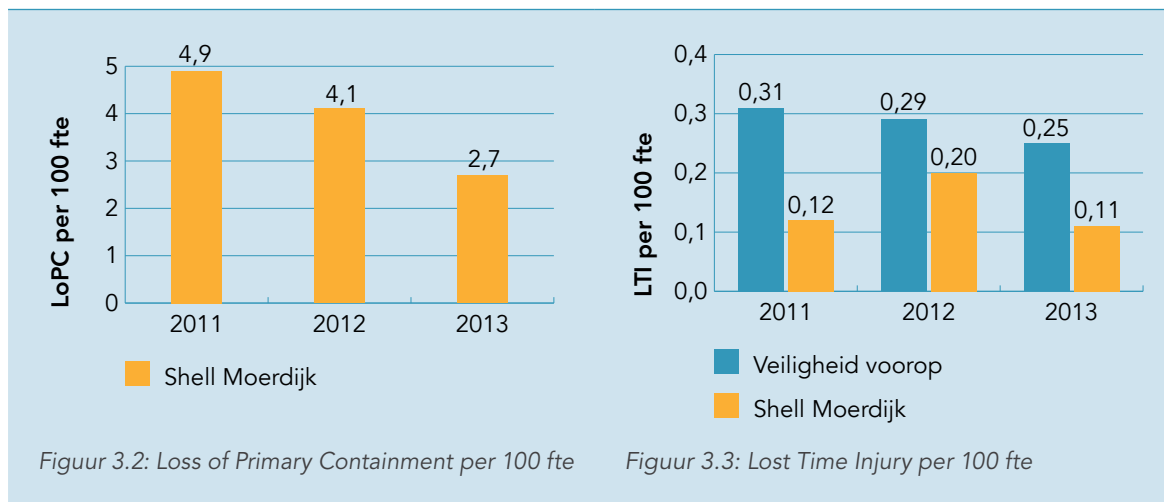
⁸¹ Uit de Shell Moerdijk Management Review 2013 blijken bijvoorbeeld goede scores uit de Process Effectiveness Reviews van de processen Management of change (groene score), Risk assessment ('working well') en Learning from incidents (groene score).

Metingen

Sinds een paar jaar vindt vanuit het landelijke programma Veiligheid Voorop een meting plaats van de veiligheidsprestatie van de petrochemische industrie.⁸² De twee centrale indicatoren in de petrochemische industrie zijn:

- Loss of Primary Containment (LoPC), ofwel het aantal grote lekkages per 100 fte, een indicator voor procesveiligheid;⁸³
- Lost Time Injury (LTI), ofwel het aantal ongevallen met verzuim per 100 fte, een indicator voor persoonlijke veiligheid.

Het aantal grote lekkages (LoPC) is voor Shell Moerdijk de belangrijkste indicator voor procesveiligheid. Het bedrijf stuurt op het terugbrengen van het aantal grote procesveiligheidsincidenten en is hier ook succesvol in: het aantal grote lekkages nam de afgelopen jaren af. Op de indicator ongevallen met verzuim (LTI) scoort het bedrijf beter dan het industrie gemiddelde.



Shell Moerdijk maakt daarnaast gebruik van een aantal andere prestatie-indicatoren. Opvallend is dat gangbare veiligheidsprestatie-indicatoren als LTI en arbeidsverzuim wel gemeten worden, maar geen deel uitmaken van de centrale set prestatie-indicatoren van Shell Moerdijk. Een tweede opvallend aspect is dat veiligheidsprestatie-indicatoren waarop Shell Moerdijk in 2013 slecht scoorde, in 2014 uit de managementinformatie zijn gehaald (ongevalsvrije maanden, Total Recordable Cases Frequency,⁸⁴ verzuimpercentage⁸⁵). Het bedrijf geeft hierover aan dat de indicatoren voor persoonlijke veiligheid zijn vervangen door indicatoren die beter pasten bij het beleid van Shell Moerdijk en de Shell-organisatie (ongevalsvrije maanden is bijvoorbeeld vervangen door ongevalsevrije

⁸² Rapportages Veiligheid Voorop eerste periode (2011-2012) en tweede periode (2012-2013). Deze rapportages zijn opgenomen in de Rapportenbundel behorend bij Staat van de Veiligheid Majeure risicobedrijven 2013, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 10 juni 2014 en de rapportage Veiligheid Voorop derde periode (2013-2014).

⁸³ Het gaat om lekkages van meer dan 100 kilogram.

⁸⁴ Total Recordable Cases (TRC) = het aantal bedrijfsongevallen met verzuim + het aantal bedrijfsongevallen dat leidt tot medische behandeling + het aantal bedrijfsongevallen dat leidt tot aangepast werk. Uit deze indicator blijkt dat het aantal arbeidsongevallen bij Shell Moerdijk tussen 2011 en 2013 is toegenomen.

⁸⁵ Shell Health is vanaf 2013 overgegaan op een tweejaarlijks gemiddelde ziekteverzuimberekening. Als prestatie-indicator in het maandelijkse site-overzicht had deze volgens Shell Moerdijk weinig waarde als stuurparameter, mede door de grote tijdsvertraging en gevoeligheid voor niet-werkgerelateerd ziekteverzuim zoals griep.

periode in dagen. Daarnaast komt een aantal van de eerder geschrapte indicatoren in 2015 weer terug in de managementinformatie.



Figuur 3.4: Voorbeeld van prestatie-indicator bij Shell Moerdijk. (Bron: ANP/E.van de Aa)

Shell Moerdijk is een van de grondleggers van het veiligheidscultuurprogramma Hearts and Minds, maar Shell Moerdijk past dit programma niet systematisch toe. In de afgelopen vier jaar is er eenmaal - in 2011 - een veiligheidscultuurmeting gedaan. Hieraan namen 28 van de ruim 800 medewerkers deel.⁸⁶ Shell Moerdijk heeft geen andere veiligheidscultuurmetingen gedaan om de effecten van zijn veiligheidscultuurinspanningen te meten. De Shell People Survey is een meting binnen Shell Moerdijk waaruit enkele cultuurgerelateerde elementen blijken. Dit is een arbeidstevredenheidsonderzoek. Deze enquête bevat acht vragen die betrekking hebben op de (veiligheids)cultuur. Het is echter geen veiligheidscultuur- of veiligheidsklimaatenquête die een dieper inzicht geeft in de gedeelde waarden, de houding en het gedrag als het gaat om veiligheid.

Het bedrijf leidt het niveau van de eigen veiligheidscultuur af van de veiligheidsprestatie met indicatoren als het aantal lekkages en arbeidsongevallen met verzuim. Hieraan ligt echter geen concrete meting ten grondslag. Shell Moerdijk schat in dat de eigen veiligheidscultuur op het niveau berekenend (calculative) ligt.⁸⁷

⁸⁶ Deze meting is gedaan tijdens een vergadering van het middenmanagement. Alle 28 deelnemers van deze vergadering namen deel aan de enquête, die vervolgens werd besproken.

⁸⁷ Bron: Management Review Shell Moerdijk 2013.

Feitelijke bevindingen

- Shell Moerdijk heeft een Bedrijfsbeheersysteem (BBS) waarin het verplichte veiligheidsbeheerssysteem is geïntegreerd.
- Shell Moerdijk heeft twee actiemanagementsystemen om de opvolging van actiepunten uit het BBS te monitoren. Er zijn geen actiemeldingen geweest die direct te relateren zijn aan het voorval.
- Shell Moerdijk heeft een auditsystematiek die bestaat uit interne audits (Shell) en externe audits. Daarnaast is er een tweejaarlijkse Proces Effectiveness Review op de centrale bedrijfsprocessen.
- De belangrijkste indicator voor procesveiligheid is het aantal grote lekkages.
- Shell Moerdijk past het cultuurprogramma Hearts and Minds niet systematisch toe.

Kader 3.5: Feitelijke bevindingen intern toezicht bij Shell.

3.2 Beschrijving extern toezicht bij Shell Moerdijk

Omgevingsvergunning

De provincie Noord-Brabant is bevoegd gezag Milieu en daarmee de vergunningverlener voor Shell Moerdijk. De revisievergunning van Shell Moerdijk is de basis van de set vergunningen van het bedrijf. Deze revisievergunning dateert van 2003.⁸⁸ In de periode tussen 2003 en de explosie in juni 2014 verleende de provincie Noord-Brabant bijna 40 milieuvergunningen.⁸⁹ Er is bij Shell Moerdijk sprake van een omvangrijk en complex geheel van milieuvergunningen. In bijlage 9 leest u meer over deze vergunningen.

Brzo- en Wabo-toezicht

Als bedrijf met een hoeveelheid gevaarlijke stoffen boven een bepaalde drempelwaarde,⁹⁰ moet Shell Moerdijk voldoen aan de bepalingen in het Brzo. Centraal staat dat Shell Moerdijk alle maatregelen moet treffen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken.⁹¹ Het bedrijf moet dit concretiseren door de beleidsuitgangspunten vast te leggen in het Preventiebeleid Zware Ongevallen (PBZO), door een veiligheidsrapport (VR) op te stellen en door een veiligheidsbeheerssysteem in te richten.

Het Brzo-toezicht op Shell Moerdijk is een gezamenlijk toezicht door de Omgevingsdienst Midden- en West- Brabant, de inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid en de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Elk van deze toezichthouders heeft zijn eigen bevoegdheden op basis van dit besluit. Het toezicht is systeemgericht, wat inhoudt dat

⁸⁸ De Wet milieubeheer (Wm)-vergunning voor Shell Moerdijk dateert van 22 april 2003.

⁸⁹ In totaal zes veranderingsvergunningen, negen meldingen 8.19 Wm, 17 mededelingen en - vanaf de inwerkingtreding van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (Wabo) - vijf omgevingsvergunningen (Milieu).

⁹⁰ Brzo, bijlage 1 bevat een tabel met stoffen en drempelwaarden. Shell Moerdijk heeft meerdere stoffen in hoeveelheden boven bepaalde drempelwaarden waardoor het in de zwaarste milieucategorie valt; de categorie van Brzo-bedrijven die een Veiligheidsrapport moeten opstellen.

⁹¹ Brzo, artikel 5, lid 1.

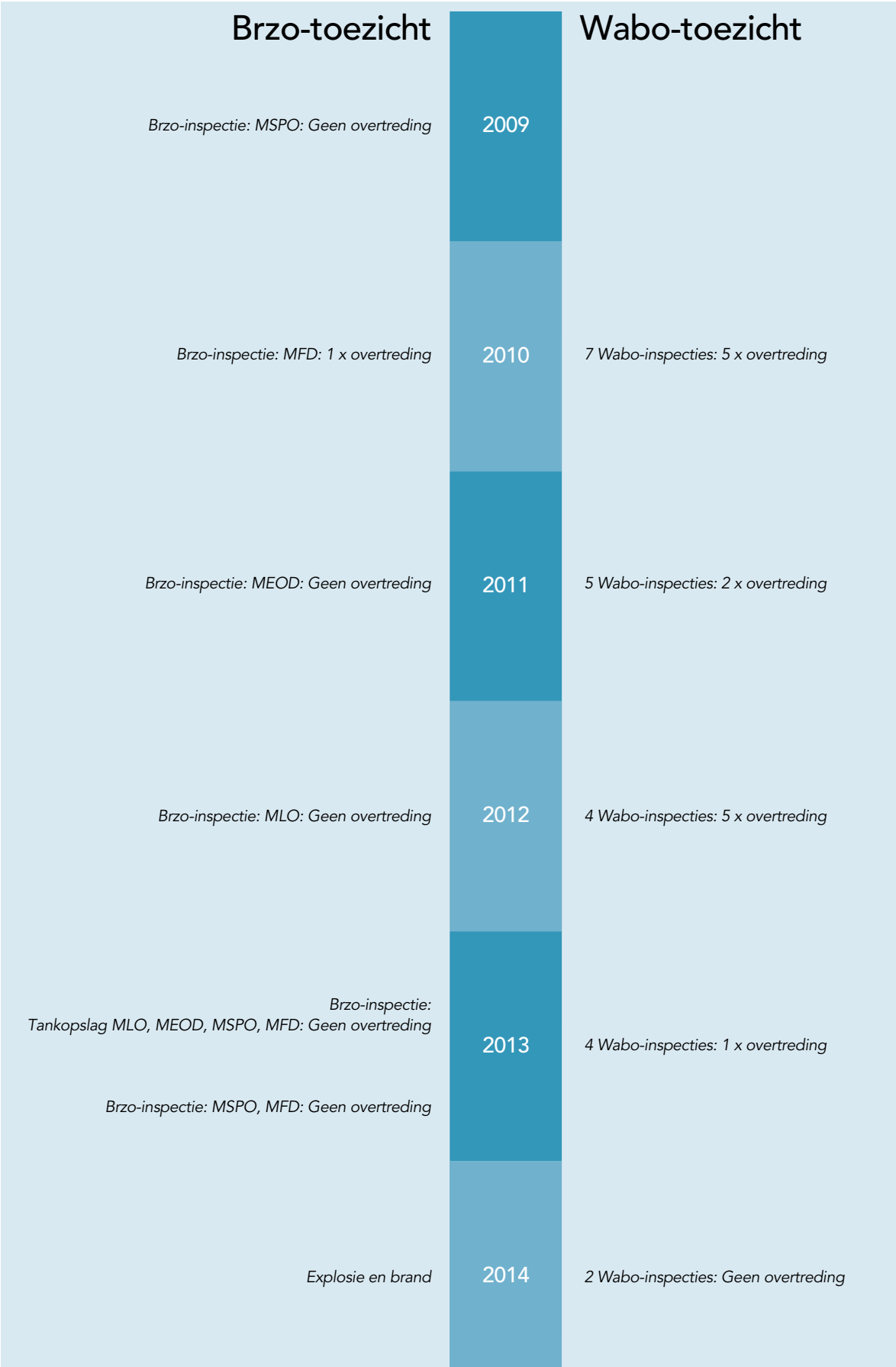
de Brzo-toezichthouders zowel de opzet als ook de werking van het veiligheidsbeheerssysteem controleren. Zij doen dit in jaarlijkse Brzo-inspecties. Hierbij vellen ze gezamenlijk een oordeel over het veiligheidsbeheerssysteem en de afzonderlijke elementen daarin (meer hierover leest u in bijlage 11 over Brzo-toezicht).

De Wabo-toezichthouders van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant controleren of Shell Moerdijk zich aan de omgevingsvergunning (milieu) houdt. De twee vormen van toezicht hebben een andere grondslag en zijn complementair: Brzo-inspecties richten zich op procesveiligheid en Wabo-inspecties richten zich op milieuveiligheid (meer hierover leest u in bijlage 13 over Wabo-toezicht).

Sinds 2013 zet de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant in op 'afgestemd toezicht'. Dit houdt in dat er onderlinge gegevensuitwisseling plaatsvindt tussen Wabo- en Brzo-inspecteurs, onder meer via de online database Gemeenschappelijke Inspectieruimte (GIR). Bovendien kan hierdoor de Brzo-inspectie gezamenlijk plaatsvinden. De agenda van een dergelijke Brzo-inspectie is dan ook breder dan alleen toezicht op het veiligheidsbeheerssysteem; het gaat ook om het voldoen aan milieuveiligheidsvoorschriften in de praktijk. Ook in het toezicht op Shell Moerdijk inspecteren de Brzo- en de Wabo-inspecteurs meermaals gezamenlijk.

Inspecties en overtredingen

De tijdlijn (figuur 3.6) toont de Brzo-inspecties, Wabo-inspecties en geconstateerde overtredingen in de onderzoeksperiode 2009 tot en met de explosie in juni 2014.



Figuur 3.6: Tijdlijn extern toezicht en handhaving.⁹²

⁹² De verschillende fabrieken op het terrein van Shell Moerdijk zijn: Moerdijk Etheen Oxide en Derivaten (MEOD), Moerdijk Filling & Dispatch (MFD), Moerdijk Lower Olefins (MLO) en MSPO1 en 2.

Brzo-inspecties bij Shell Moerdijk

De Brzo-toezichthouders inspecteerden in de periode 2009 tot en met 2013 elk jaar een of meer specifieke fabrieken van Shell Moerdijk.⁹³ In januari 2013 was er een specifieke tankopslag Brzo-inspectie. De uitvoering van de inspecties was globaal volgens het meerjareninspectieplan⁹⁴ en alle elementen van het veiligheidsbeheerssysteem zijn belicht.

Er zijn geen constatering die specifiek verbonden zijn aan de MSPO2-fabriek. Wel vallen de volgende zaken op:

- a. De toezichthouders gaven het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk de score 'redelijk' tot 'goed' en er is één Brzo-overtreding in vijf jaar.
- b. Shell Moerdijk pakte geconstateerde tekortkomingen systematisch op.
- c. Twee elementen uit het veiligheidsbeheerssysteem zijn minder vaak beoordeeld in de Brzo-inspecties.
- d. De installatiescenario's zijn een Brzo-tekortkoming die ten onrechte niet als overtrekking wordt aangemerkt; de scenario's zijn niet actueel en niet volledig.

We lichten deze punten hieronder toe.

ad a)

Het merendeel van de beoordelingen door de toezichthouders luidt 'goed' of 'redelijk'. Het oordeel 'matig' komt vier keer voor en het oordeel 'slecht' komt niet voor. Hieruit blijkt dat de toezichthouders positief zijn over hoe Shell Moerdijk het veiligheidsbeheerssysteem heeft opgezet en uitgevoerd. De toezichthouders bevestigden dit beeld. De toezichthouders constateerden tussen 2009 en de explosie in 2014 eenmaal een overtrekking bij Shell Moerdijk: het betrof een tekortkoming in de explosiebeveiliging in 2010 (zie bijlage 12 over deze Brzo-overtreking). De toezichthouders hebben zowel deze specifieke overtredingen, als ook explosieveiligheid in het algemeen, in de tijd gemonitord. Shell Moerdijk heeft de overtredingen direct ongedaan gemaakt.

ad b)

Shell Moerdijk registreert de (Brzo-)tekortkomingen die de toezichthouders constateren, in het eigen actiemanagementsysteem. In dit systeem monitort Shell Moerdijk de voortgang van de eigen verbeteracties.⁹⁵ Uit gesprekken met de toezichthouders en bestuuring van het actiemanagementsysteem blijkt dat Shell Moerdijk de geconstateerde tekortkomingen over het algemeen snel en systematisch corrigeert.

ad c)

Twee elementen van het veiligheidsbeheerssysteem komen minder vaak terug in de Brzo-inspecties.⁹⁶ Het element c (Identificatie van gevaren en beoordeling van risico's)

⁹³ MSPO (2009 en 2013), MFD (2010 en 2013), MEOD (2011) en MLO (2012).

⁹⁴ Het meerjareninspectieplan van de Brzo-toezichthouders beslaat een periode van vijf jaar en moet ervoor zorgen dat alle VBS-elementen en alle fabrieken, waaronder MSPO2, in deze periode aan bod komen

⁹⁵ Bron: Excelsheets Shell Moerdijk over Brzo-inspecties.

⁹⁶ Tijdens de Brzo-inspecties in januari 2013 (landelijk thema Tankopslag PGS 29), onderzocht en Wabo-inspecteurs de gevaarsidentificatie en risico-evaluatie (element c) en de onderhoudssystematiek (element d) specifiek voor tankopslag. Uit het Brzo-inspectierapport van januari 2013 blijkt echter geen algemeen oordeel - volgens de Brzo-inspectiemethodiek - op de aspecten gedocumenteerd, geschikt of geïmplementeerd voor de VBS-elementen c en d.

kwam volgens het meerjareninspectieplan in de afgelopen vijf jaar eenmaal, in 2011, aan bod in een Brzo-inspectie. De Brzo-toezichthouders beoordeelden de implementatie toen als 'matig'. In de jaren daarna is niet herbeoordeeld of Shell Moerdijk de implementatie van veiligheidsbeheerssysteemelement c verbeterd had. Een dergelijke hercontrole is ook niet verplicht bij de score 'matig'; wel als er een overtreding zou zijn. Het feit dat de toezichthouders de risico-identificatie door Shell Moerdijk als 'matig' kwalificeerden en dit onderwerp niet dieper onderzocht hebben, is achteraf en met de kennis van nu relevant in het licht van de explosie bij MSPO2. Hierbij was namelijk een directe oorzaak het niet onderkennen van het risico van een reactie van ethylbenzeen en de katalysator.

Het element d (Beheersing van de uitvoering) kwam in de afgelopen jaren alleen in 2009 aan bod. Het meerjareninspectieplan geeft echter aan dat het onderdeel ook in 2011 geïnspecteerd zou worden. Dit is relevant omdat beheersing van de uitvoering een belangrijk element in de beheersing van veiligheid vormt.

ad d)

Er is één voorbeeld (in 2009 en 2010) van een terugkerende tekortkoming die niet als overtreding wordt aangemerkt. Dat zijn de installatiescenario's (Hazard Control Sheets). Omdat deze met het nieuwe veiligheidsrapport (begin 2011) worden aangepast, geven de Brzo-toezichthouders aan dat ze afzien van handhaving. Maar ook de stap daarvóór, het signaleren van een overtreding, wordt bij deze bevinding niet gezet.

Wabo-inspecties bij Shell Moerdijk

In de afgelopen jaren vonden jaarlijks meerdere Wabo-inspecties plaats. Hierbij controleerden de Wabo-inspecteurs ter plekke aan de hand van een vooraf bepaalde inspectieagenda in hoeverre Shell Moerdijk zich aan de vergunningvoorschriften hield. Twee zaken zijn in het licht van het voorval bij MSPO2 relevant bij de Wabo-inspecties:

- Er waren Wabo-inspecties bij de turnarounds van MSPO2 in 2011 en 2014. Hieruit blijkt dat de toezichthouders in de basis aandacht hadden voor turnarounds.
- De opslag van gevaarlijke stoffen, en de katalysator in het bijzonder, is een terugkerende veiligheidstekortkoming. De toezichthouders merkten deze niet aan als overtreding, omdat Shell de geconstateerde tekortkomingen steeds direct oploste.

Deze bevindingen zijn nader uitgewerkt in bijlage 13 over het Wabo-toezicht.

Toezichtmodel en aantal inspectiedagen Brzo

Er is geen vastgestelde norm voor het bepalen van het aantal Brzo-toezichtdagen per bedrijf. Om de toezichtinzet per bedrijf te bepalen hanteren de toezichthouders een toezichtmodel. Het toezichtmodel⁹⁷ is een rekenmethodiek gebaseerd op:

⁹⁷ Toezichtmodel BRZO'99, Revisie C, 12 juni 2008.

- risico's van het bedrijf (aard en omvang van de installaties, de hoeveelheid gevaarlijke stoffen en de activiteiten van het bedrijf);
- kwaliteit van het veiligheidsbeheerssysteem. Hierbij kan de toezichtlast afnemen bij een hoge mate van beheersing en toenemen bij een lage mate van beheersing.

Shell Moerdijk scoort op beide parameters relatief hoog. Het bedrijf heeft met 50 de hoogste risicoscore van alle 72 Brzo-bedrijven in de provincie Noord-Brabant⁹⁸ en tegelijk scoort Shell Moerdijk 38 van de 42 punten op de kwaliteit van het veiligheidsbeheerssysteem. Shell Moerdijk is dus een relatief risicovol bedrijf waarvan de toezichthouders het veiligheidsbeheerssysteem als goed beoordelen. Deze combinatie leidde in 2009 tot 5,1 toezichtdagen per jaar voor het inspectieteam op locatie. In 2011 was dat door de methodiek van het toezichtsmodel bijgesteld naar 4,6 toezichtdagen (zie verder bijlage 10 over het toezichtmodel).

Aangekondigde of onaangekondigde inspecties

De Brzo-inspecties kunnen zowel aangekondigd als onaangekondigd plaatsvinden;⁹⁹ de toezichthouders bepalen dit. Er waren bij Shell Moerdijk in de periode van 2009 tot 2014 geen onaangekondigde Brzo-inspecties.

De organisatievisie van de provincie Noord-Brabant en de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant is dat onaangekondigde Brzo-inspecties nuttig en belangrijk kunnen zijn. In de praktijk stellen de toezichthouders van deze organisaties echter het volgende:¹⁰⁰

- Er valt niet veel winst te halen met een onaangekondigde Brzo-inspectie ten opzichte van een aangekondigde inspectie. Het is immers een systeeminspectie en het systeem is niet snel aan te passen.
- Een inspectie verloopt sneller en daarmee efficiënter, als alle relevante personen en documenten direct beschikbaar zijn. Dat is bij een onaangekondigde inspectie vaak problematisch.
- Door de afstemming tussen Wabo-inspecties (deels onaangekondigd) en Brzo-inspecties (aangekondigd) is het ook niet nodig om ook de Brzo-inspecties onaangekondigd te doen. De systematiek van Afgestemd Toezicht is erop gericht dat de Wabo-inspecteurs de ogen en oren zijn voor de Brzo-inspecteurs en vice versa.

Kennis en ervaring inspecteurs

Het is voor het Brzo-toezicht van belang dat de inspecteurs beschikken over sector- en bedrijfsspecifieke technische kennis en ervaring met Brzo-toezicht. In het toezichtstelsel zijn hiervoor meerdere waarborgen ingebouwd (kwaliteitscriteria, kennisdeling). De Brzo-inspecteurs moeten een grote hoeveelheid complexe technische bedrijfsinformatie verwerken, analyseren en beoordelen. Om een indruk te geven van de omvang: bij Shell

⁹⁸ We bekijken in dit onderzoek het werkgebied van het bevoegd gezag Milieu voor Shell Moerdijk. Dit is de provincie Noord-Brabant.

⁹⁹ Ter verduidelijking: tijdens aangekondigde Brzo-inspecties worden ook onderwerpen besproken die niet op de vooraf verstrekte 'agenda op hoofdlijnen' zijn opgenomen. Daarop kan het bedrijf zich dan ook niet voorbereiden.

¹⁰⁰ Bron: interviews met Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant en voormalig inspecteur provincie Noord-Brabant.

Moerdijk bevat het veiligheidsrapport (VR) circa 1.000 pagina's en het veiligheidsbeheerssysteem circa 350 procedures en richtlijnen.

De Brzo-inspecteurs voor Shell Moerdijk voldoen aan het landelijk overeengekomen kennis- en ervaringsprofiel.¹⁰¹ De inspecteurs van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant werken bijvoorbeeld al meer dan tien jaar als Brzo-inspecteur. In de onderzoeksperiode 2009 tot en met juni 2014 is te zien dat het Brzo-inspectieteam voor Shell Moerdijk bestond uit een vaste kern van ervaren inspecteurs vanuit de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, Inspectie SZW en de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Per Brzo-inspectie namen vier tot acht inspecteurs deel aan de inspectie.

In de praktijk was er gedurende de periode 2004 tot en met 2013, toen het toezicht vanuit de provincie plaatsvond, één specifieke Brzo-inspecteur verantwoordelijk voor het Brzo-toezicht op Shell Moerdijk. Rond 2010 heeft de provincie een reguliere verandering van inspecteur overwogen. Daar is echter niet voor gekozen, omdat:

- Shell Moerdijk voor de provincie het grootste en meest complexe Brzo-bedrijf was en de provincie de door deze inspecteur opgebouwde kennis en ervaring rechtstreeks wilde kunnen benutten;
- rond 2010 het fenomeen Afgestemd Toezicht¹⁰² ontstond, waarbij Brzo- en Wabo-inspecteurs gezamenlijk het bedrijf bezochten. Tegen de achtergrond van die verandering was het voor de provincie niet een praktisch moment om de kennis over Shell Moerdijk over te dragen aan een andere inspecteur.

Medio 2013 werd het Brzo-toezicht gemandateerd aan de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant. Vanaf 2014 werden er twee andere ervaren Brzo-inspecteurs van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant aangewezen voor Shell Moerdijk. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant onderkende het gevaar van bedrijfsblindheid; de organisatie heeft als interne richtlijn dat inspecteurs tussen drie en zes jaar van bedrijf wisselen.

De Brzo-inspecteurs van Shell Moerdijk ervaren een disbalans in kennis tussen henzelf en het bedrijf.¹⁰³ Hoe breed en diepgaand de kennis van de inspecteur ook is, hij weet altijd minder dan de verzamelde experts van het bedrijf. Een bedrijf als Shell Moerdijk heeft een grote afdeling voor veiligheid, gezondheid en milieu¹⁰⁴ die bestaat uit meerdere gespecialiseerde deskundigen. Daarnaast zijn er per veiligheidsbeheerssysteemelement en per fabriek deskundigen bij Shell Moerdijk, terwijl de Brzo-inspecteur wordt geacht alle elementen van het veiligheidsbeheerssysteem van alle fabrieken te kunnen beoordelen.

¹⁰¹ Beroepscompetentieprofiel BRZO inspecteur, LAT Brzo Academie, februari 2010.

¹⁰² Afgestemd toezicht houdt niet alleen in dat er onderlinge gegevensuitwisseling plaatsvindt tussen Wabo- en Brzo-inspecteurs, onder meer via de online database Inspectieruimte. Ook de Brzo-inspectie kan gezamenlijk plaatsvinden.

¹⁰³ Bron: Interviews met Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant en provincie.

¹⁰⁴ Health, Safety and Environment (HSE).

Handhaving

In de periode 2010 tot juni 2014 noteerden de toezichthouders 14 overtredingen bij Shell Moerdijk, waarvan één Brzo-overtreding. Vergeleken met andere Brzo-bedrijven in Noord-Brabant is dat relatief weinig.¹⁰⁵ Het bedrijf initieerde steeds een verbeteractie. De tekortkoming werd direct gecorrigeerd, of het was voor de toezichthouders aantoonbaar duidelijk dat de verbetering in gang was gezet en systematisch werd gemonitord in het actiemanagementsysteem. Er was daarmee voor de toezichthouders geen reden meer om tot repressieve handhaving over te gaan. In de onderzoeksperiode was er geen sprake van bestuursrechtelijke of strafrechtelijke handhaving bij Shell Moerdijk.¹⁰⁶

Feitelijke bevindingen

- Het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk kreeg van de toezichthouders de score 'redelijk' tot 'goed'. Er werd in vijf jaar eenmaal een Brzo-overtreding geconstateerd.
- Er zijn meerdere voorbeelden van tekortkomingen die ten onrechte niet als overtreding worden aangemerkt: de installatiescenario's zijn niet actueel en niet volledig en de opslag van de katalysator is niet volgens de richtlijnen.
- Ervaren inspecteurs met bedrijfsspecifieke kennis hielden toezicht op Shell Moerdijk. Toch ervaren Brzo-inspecteurs een disbalans tussen de eigen kennis en de gebundelde kennis van diverse deskundigen van Shell Moerdijk.
- Shell Moerdijk had - vergeleken met andere Brzo-bedrijven - relatief weinig overtredingen en corrigeerde snel de tekortkomingen die de toezichthouders constateerden. Hierdoor was er voor de toezichthouders geen noodzaak tot handhaving.

Kader 3.7: Feitelijke bevindingen extern toezicht op Shell.

3.3 Analyse intern en extern toezicht bij Shell

In deze paragraaf gaan we dieper in op de in de vorige paragrafen beschreven feitelijke bevindingen over intern en extern toezicht bij Shell. Op de deelconclusies volgen steeds de analyse en onderbouwing.

¹⁰⁵ Bron: Informatiesysteem Gemeenschappelijk Inspectieruimte (GIR), vergelijking aantal overtredingen Brabantse Brzo-bedrijven in de periode 2010 tot en met 2013.

¹⁰⁶ Bron: interviews Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant en Inspectie SZW en mails Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant van 17 en 24 juli 2014.

Deelconclusie intern toezicht

Ondanks zijn interne toezicht had Shell Moerdijk geen zicht op de tekortkomingen rond de veiligheidsstudies, de beheersing van veranderingen en het leren van incidenten. Shell Moerdijk had te weinig aandacht voor risico's die op basis van een systematische en rationele risicobenadering door hen als onwaarschijnlijk werden gekwalificeerd. Een ethylbenzeen-gerelateerde explosie bij de unit 4800 werd op grond van een rationele afweging niet voorstelbaar geacht.

Shell Moerdijk heeft een uitgebreid intern toezichtstelsel. De in dit onderzoek geconstateerde tekortkomingen rond de veiligheidsstudies, de beheersing van veranderingen en het leren van incidenten zijn echter niet naar voren gekomen in de audits van Shell Moerdijk (zie paragraaf 2.3).

Shell Moerdijk onderwierp vanwege het wettelijk verplichte Veiligheidsrapport alle insluitsystemen¹⁰⁷ aan een risico-assessment. Hieruit volgden in beginsel duizenden potentiële installatiescenario's. Wet- en regelgeving schrijft namelijk voor dat het bedrijf per installatie tien installatiescenario's opstelt. Het bedrijf moet daarbij de gevaren met de grootste risico's selecteren en er moet ook een variatie zitten in de aard van de risico's.¹⁰⁸ Shell Moerdijk sloot hierbij aan op wet- en regelgeving en de eigen procedure:¹⁰⁹ het bedrijf stelde een gevarieerde set van tien risicovolle installatiescenario's voor MSPO2 op.

Daarbij valt op dat een ethylbenzeengerelateerde explosie niet voorkomt in de installatiescenario's voor MSPO2. Shell Moerdijk heeft in 2001, bij het opstellen van het eerste Veiligheidsrapport, voor alle insluitsystemen risico-assessments gemaakt, ook voor de unit 4800. Omdat de unit 4800 binnen MSPO2 een kleiner insluitsysteem was, schaalde Shell Moerdijk het als relatief minder risicovol in. In lijn daarmee koos hij er ook voor de unit 4800 buiten de tientallen kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) voor MSPO2 te laten.

Het risico van een ethylbenzeen-gerelateerde explosie bij MSPO2 was bij het opstellen van het Veiligheidsrapport in eerste instantie in beeld voor andere onderdelen van de installatie volgens het scenario 'explosie door lekkage gevolgd door ontsteking'. Shell Moerdijk benoemde het in zijn Veiligheidsrapport als een van de tien grote risico's voor Shell Moerdijk als geheel. Het bedrijf beoordeelde de kans op een ethylbenzeen-gerelateerde explosie echter als zeer gering, maar het effect als zeer groot.¹¹⁰ De geringe kans maakte dat een ethylbenzeen-gerelateerde explosie naar de achtergrond schoof; er waren andere risico's die waarschijnlijker waren. Een ethylbenzeen-gerelateerde explosie werd geen onderdeel van de installatiescenario's.

¹⁰⁷ De unit 4800 van MSPO2 is een insluitsysteem. MSPO2 is een installatie.

¹⁰⁸ Bron: PGS 6 - Aanwijzingen voor implementatie van BRZO 1999.

¹⁰⁹ Moerdijk BBS procedure 05.03.1004 Risicobeheersing van VGWM-aspecten (HEMP en Brzo'99).

¹¹⁰ Bron: Preventiebeleid zware ongevallen (PBZO) Shell, opgenomen als paragraaf 1.5 in het Veiligheidsrapport van Shell Moerdijk. Zie Hoofdstuk 1: Beschrijving op inrichtingniveau, pagina 75.

Omdat de unit 4800 niet meer terugkwam in de gedocumenteerde risicoanalyses, ontstond vanaf 2001 bij Shell Moerdijk het beeld dat unit 4800 minder risicovol zou zijn dan andere units. Er was geen interne of externe prikkel om dit beeld ter discussie te stellen. Een ethylbenzeen-gerelateerde explosie bij de unit 4800 was voor Shell letterlijk onvoorstelbaar.¹¹¹

Eerste deelconclusie extern toezicht

De externe toezichthouders hebben volgens de vereisten toezicht gehouden op het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk. Daarbij is het naar het oordeel van de Raad bij systeemgericht toezicht niet van de betrokken inspecteurs te verwachten dat zij in staat zijn dieperliggende tekortkomingen bij Shell Moerdijk te constateren die zelfs bij Shell Moerdijk zelf niet in beeld waren.

De Onderzoeksraad stelt in zijn Referentiekader Publiek Toezicht dat effectief toezicht vereist dat de inspectie beschikt over de kennis en de (personele en financiële) middelen die nodig zijn, om het beoogde veiligheidsniveau te waarborgen. De inspectie moet voldoende middelen ter beschikking krijgen om de gestelde taken uit te voeren.¹¹²

Het toezicht op de procesveiligheid van bedrijven zoals Shell Moerdijk vindt plaats op basis van het Brzo. Het is systeemgericht toezicht. Dit betekent dat de toezichthouders controleren of het bedrijf een veiligheidsbeheerssysteem heeft, of de daarin opgenomen systemen en procedures geschikt zijn en of het bedrijf ze toepast. Er is geen wettelijke norm voor het bepalen van 'voldoende' toezicht op een Brzo-bedrijf als Shell Moerdijk. Dit maakt het ingewikkeld om te bepalen of de toezichthouders in voldoende mate toezicht hebben gehouden op Shell Moerdijk. Er zijn enkele richtlijnen voor het bepalen van het toezicht op een Brzo-bedrijf:

- a. frequentie;
- b. inhoud;
- c. omvang.

We lichten hieronder toe in hoeverre het toezicht op Shell Moerdijk hieraan voldeed.

Frequentie

Het Brzo schrijft voor dat de toezichthouders een VR-plichtig¹¹³ Brzo-bedrijf zoals Shell Moerdijk jaarlijks inspecteren, tenzij de toezichthouders op grond van een risicoanalyse oordelen dat een lagere frequentie volstaat. Bij Shell Moerdijk vond elk jaar een Brzo-inspectie plaats en in 2013 zelfs twee inspecties. Hiermee is aan de wettelijke richtlijn voldaan.

¹¹¹ Bron: in interviews met medewerkers van Shell Moerdijk is bevestigd dat de explosie zoals die heeft plaatsgehad, als onvoorstelbaar werd beschouwd.

¹¹² Meer hierover leest u in bijlage 15 Referentiekader Publiek Toezicht Onderzoeksraad voor Veiligheid.

¹¹³ Een Brzo-bedrijf dat op grond van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in de zwaarste categorie valt en verplicht is een actueel Veiligheidsrapport (VR) te hebben.

Inhoud

De uitvoering van de Brzo-inspecties bij Shell Moerdijk was globaal volgens het meerjareninspectieplan.¹¹⁴ Alle elementen van het veiligheidsbeheerssysteem zijn in een periode van vijf jaar belicht en elk van de fabrieken van Shell Moerdijk is geïnspecteerd.

Omvang

Shell Moerdijk heeft een bijzondere combinatie van scores in het toezichtmodel. Enerzijds is het het meest risicovolle bedrijf in Noord-Brabant, anderzijds is het het op twee na beste bedrijf qua veiligheidsbeheerssysteem. Het toezichtmodel berekent dat voor Shell Moerdijk 4,6 toezichtdagen per jaar volstaan. Sinds 2011 namen de Brzo-inspecties 4,5 dag of langer in beslag, in 2013 zelfs 8,5 dag. De omvang van het toezicht op Shell Moerdijk was daarmee volgens de richtlijn.

Naast het toezichtmodel hebben de gezamenlijke Brzo-toezichthouders in 2014 een niet-openbare rangorde van Brzo-bedrijven opgesteld. Het primaire doel hiervan is te komen tot een gemeenschappelijk beeld van toezichthouders over de veiligheidssituatie per Brzo-bedrijf. Een van de afgeleide doelen is nadere invulling te geven aan het begrip risicogericht toezicht en een betere verdeling van inzet en middelen over goed, minder goed tot slecht presterende bedrijven. Deze rangorde is nog in ontwikkeling. Shell Moerdijk scoort hierin hoog, met name op het functioneren van het veiligheidsbeheerssysteem.¹¹⁵ Het is niet aannemelijk dat de toezichthouders op basis van deze score zouden besluiten tot meer toezicht bij Shell Moerdijk.

Samenvattend is duidelijk dat de frequentie, omvang en inhoud van het Brzo-toezicht voldeed aan de maatstaven. De tekortkomingen bij Shell Moerdijk waren dieperliggende problemen die vanuit de inspectiemethodiek van systeemgericht toezicht niet zichtbaar waren voor de Brzo-toezichthouders.

Tweede deelconclusie extern toezicht

Scherper toezicht had dit voorval bij Shell Moerdijk niet kunnen voorkomen. Toch stelt de Onderzoeksraad dat de toezichthouders scherper kunnen zijn bij het signaleren van overtredingen en meer aandacht kunnen besteden aan procesveiligheid tijdens onderhoudsstops en het identificeren van risico's. Dit kan het beeld van de toezichthouder over het bedrijf aanscherpen.

Scherpte van het toezicht

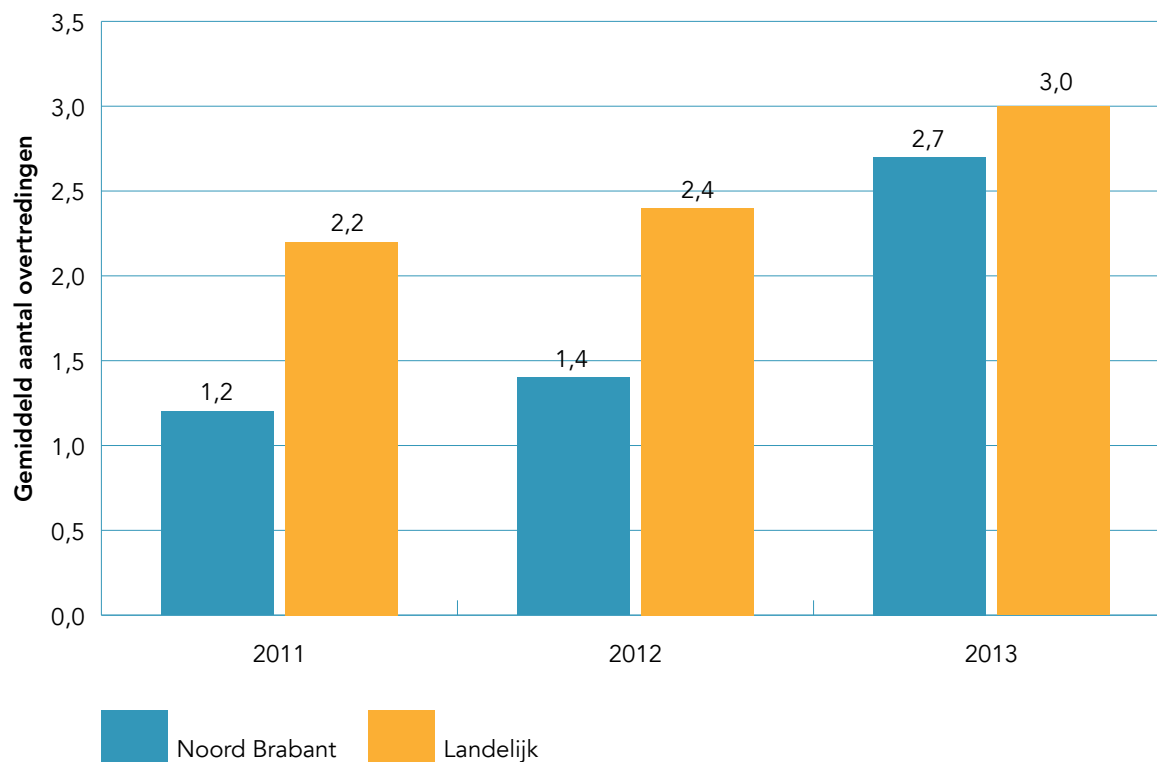
Voor het goed functioneren van systeemtoezicht is het nodig dat de toezichthouder scherp is in opsporen en corrigeren van tekortkomingen in het veiligheidsmanagement. De Onderzoeksraad stelt vast dat het Brzo-toezicht in de nasleep van Chemie-Pack en Odfjell strenger is geworden. De provincie, de Omgevingsdienst Midden- en West-

¹¹⁴ Het meerjareninspectieplan van de Brzo-toezichthouders beslaat een periode van vijf jaar en moet ervoor zorgen dat alle VBS-elementen en alle fabrieken, waaronder MSPO2, in deze periode aan bod komen.

¹¹⁵ De score van Shell Moerdijk bedraagt voor functioneren VBS: 38 van 42 punten, voor cultuur: 3 van 4 punten, voor technische integriteit en stand der techniek: 7 van 10 punten.

Brabant (OMWB), de Inspectie SZW en de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant geven aan dat het toezichtarrangement na 2011 veranderd is. De brand bij Chemie-Pack in 2011 en de stillegging door Odfjell in 2012 hebben mede gezorgd voor een heroriëntatie van het Brzo-toezicht. Dit heeft geleid tot het volgende:

- De wettelijk vastgelegde frequentie van minimaal één Brzo-inspectie per jaar voor een VR-plichtig bedrijf wordt strikter gevolgd.
- Er zijn themagerichte onderzoeken. In 2013 is bij Shell Moerdijk een extra Brzo-inspectie naar tankopslag geweest. Aanleiding hiervoor was de aandacht voor PGS29 die volgde uit de Odfjell-casus.¹¹⁶
- Sinds de brand bij Chemie-Pack vinden (vaker) onaangekondigde inspecties plaats; zo ook bij Shell Moerdijk.
- Het Brzo-toezicht is meer maatregelgericht¹¹⁷ geworden en er is door het programma Afgestemd Toezicht een nauwere aansluiting tussen Brzo- en Wabo-toezicht.
- Toezichthouders zijn strikter in het bestempelen van tekortkomingen als overtredingen. Dit is een tendens die zowel landelijk als in Noord-Brabant zichtbaar is (zie onderstaande figuur 3.8).



Figuur 3.8: Ontwikkeling aantal overtredingen per geïnspecteerd bedrijf.¹¹⁸

Toch stelt de Onderzoeksraad vast dat het toezicht op Shell Moerdijk kwetsbaar was. De toezichthouders hebben meerdere tekortkomingen ten onrechte niet als overtreding bestempeld. Hierbij speelden de volgende factoren een rol:

¹¹⁶ PGS29 is de richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks.

¹¹⁷ Bij een inspectie volgens de maatregelgerichte benadering wordt door het inspecteren van scenario's of concrete risicosituaties de daadwerkelijke prestatie van het veiligheidsbeheerssysteem doorgelicht.

¹¹⁸ Bronnen: Database Gemeenschappelijke Inspectieruimte voor de data van Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant en het rapport 'Staat van de Veiligheid majeure risicobedrijven 2013', 10 juni 2014 voor de landelijke data.

- Shell Moerdijk beging - in vergelijking met andere Brzo-bedrijven - relatief weinig overtredingen. Ze stond bij de toezichthouders bekend als een bedrijf met een goede veiligheidsprestatie.
- Shell Moerdijk corrigeerde tekortkomingen direct. Ook dit droeg bij aan een positieve perceptie bij de toezichthouders.¹¹⁹

Dat toezichthouders geen overtredingen constateren, is in de eerste plaats relevant, omdat dit bijdroeg aan het beeld dat Shell Moerdijk een veilig opererend bedrijf was. Dit heeft via het toezichtmodel impact op de toezichtlast: een bedrijf met een goed functionerend veiligheidsbeheerssysteem heeft minder toezicht nodig. En met minder toezichtsdagen is het voor de externe toezichthouders lastiger om een voldoende diepgaand beeld van de risico's in het bedrijf te houden. In de tweede plaats is het voor de bewustwording en alertheid bij het bedrijf zelf ook nodig dat feitelijke overtredingen ook echt als overtreding worden geregistreerd. Shell Moerdijk is gemotiveerd om overtredingen te voorkomen of de oorzaken ervan snel weg te nemen. Scherp extern toezicht kan via die weg een impuls geven aan het interne toezicht.

Focus van het toezicht: onderhoudsstops

Het stoppen en weer opstarten van een chemische fabriek voor onderhoud wijkt af van de normale operatie.¹²⁰ Dit zijn ook de periodes waarin er sprake is van hoge procesveiligheidsrisico's. Er gelden afwijkende procedures die eens in de drie tot vier jaar worden doorlopen. Daarbij zorgt de onderhoudsstop voor de inzet van honderden extra medewerkers, deels van aannemers, met diverse nationaliteiten. Dit zorgt voor arbeidsveiligheidsrisico's.

De toezichthouders waren op de hoogte van de onderhoudsstop bij Shell Moerdijk. Dit blijkt uit de Wabo-inspecties bij de MSPO2-onderhoudsstops van 2011 en 2014.¹²¹ Het inplannen van inspecties tijdens onderhoudsstops is echter niet programmatisch geborgd. Er bestaat binnen de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant niet een specifiek beleid over hoe om te gaan met onderhoudsstops; het is een bedrijfsspecifieke afweging die de inspecteur zelf maakt op basis van kennis van en ervaring met het bedrijf.¹²² Ook bij de Inspectie SZW en de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant is de focus op onderhoudsstops niet geborgd in een inspectieprogramma.

De diepgang van de inspecties bij onderhoudsstops is beperkt: het gaat om Wabo-inspecties, niet om Brzo-inspecties. De focus van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant ligt daarmee op milieu en het voldoen aan milieuvergunningvoorwaarden. Als de Inspectie SZW participeert, dan richt de inspectie zich daarnaast op arbeidsveiligheid en in een enkel geval ook op arbeidsmarktfraude. Hierdoor wordt de scope van de inspectie bij onderhoudsstops breder, maar ligt daarmee nog niet op het functioneren van het veiligheidsbeheerssysteem in de praktijk of op procesveiligheid. Dit blijkt ook uit

¹¹⁹ Zie bijvoorbeeld het meest recente Brzo-inspectierapport: 'De inspecteurs constateerden ook verbeterpunten. Tijdens voorgaande inspecties is gebleken dat Shell deze voortvarend oppakt' (Bron: openbaar Brzo-inspectierapport Shell Moerdijk, inspectie op 4, 6 en 12 november 2014).

¹²⁰ Inspectie SZW heeft vanuit het project Onderhoudsstops in samenwerking met de veiligheidsregio's en het Wabo-bevoegd gezag van oktober 2010 tot december 2012 inspecties verricht bij 35 Brzo-bedrijven.

¹²¹ In 2011 betrof het een gezamenlijke inspectie door Inspectie SZW en Wabo-inspecteurs.

¹²² Bron: interview Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant.

de overtredingen. Deze liggen op het vlak van opslag van gevaarlijke stoffen en arbeidsveiligheid. Er vindt geen diepgaande check plaats op de werking van de specifieke onderhoudsstop-gerelateerde procedures.

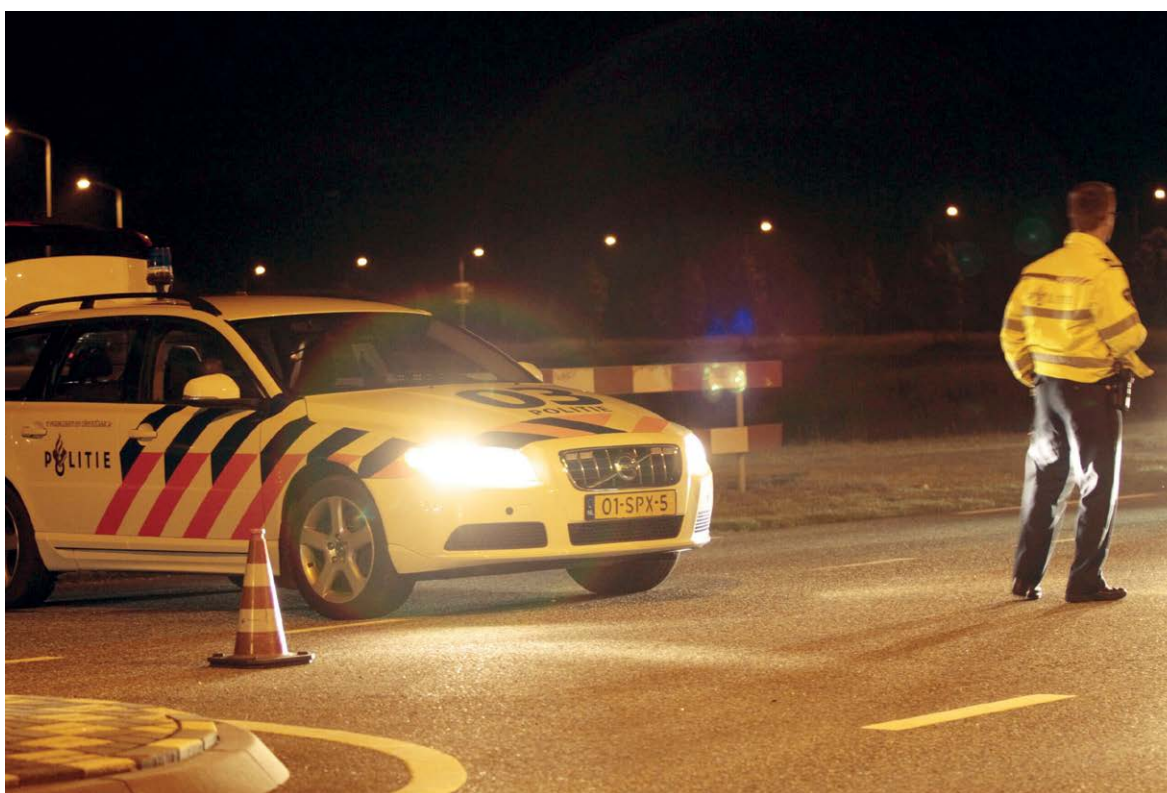
De pitstop van juni 2014 bij MSPO2 was in beeld bij de toezichthouder. De toezichthouder legde Shell Moerdijk de verplichting op om een milieustopplan op te stellen. Dit plan werd echter niet formeel gecontroleerd. Het milieustopplan vormde de aanleiding voor het uitvoeren van een inspectie. Een toezichthouder voerde acht dagen voor het voorval deze inspectie uit. Het betrof een Wabo-inspectie, gericht op de milieuvergunningvoorwaarden, de focus lag niet op procesveiligheid tijdens een onderhoudsstop. De toezichthouder had bij deze inspectie enkele observaties over de opslag van de nieuwe katalysator en de afvoer van de afgewerkte katalysator, maar constateerde geen tekortkomingen.

4 BRANDBESTRIJDING, CRISIS- BEHEERSING, CRISISCOMMUNICATIE

4.1 Brandbestrijding.....	75
4.2 Crisisbeheersing.....	79
4.3 Crisiscommunicatie	83
4.4 Analyse brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie	86

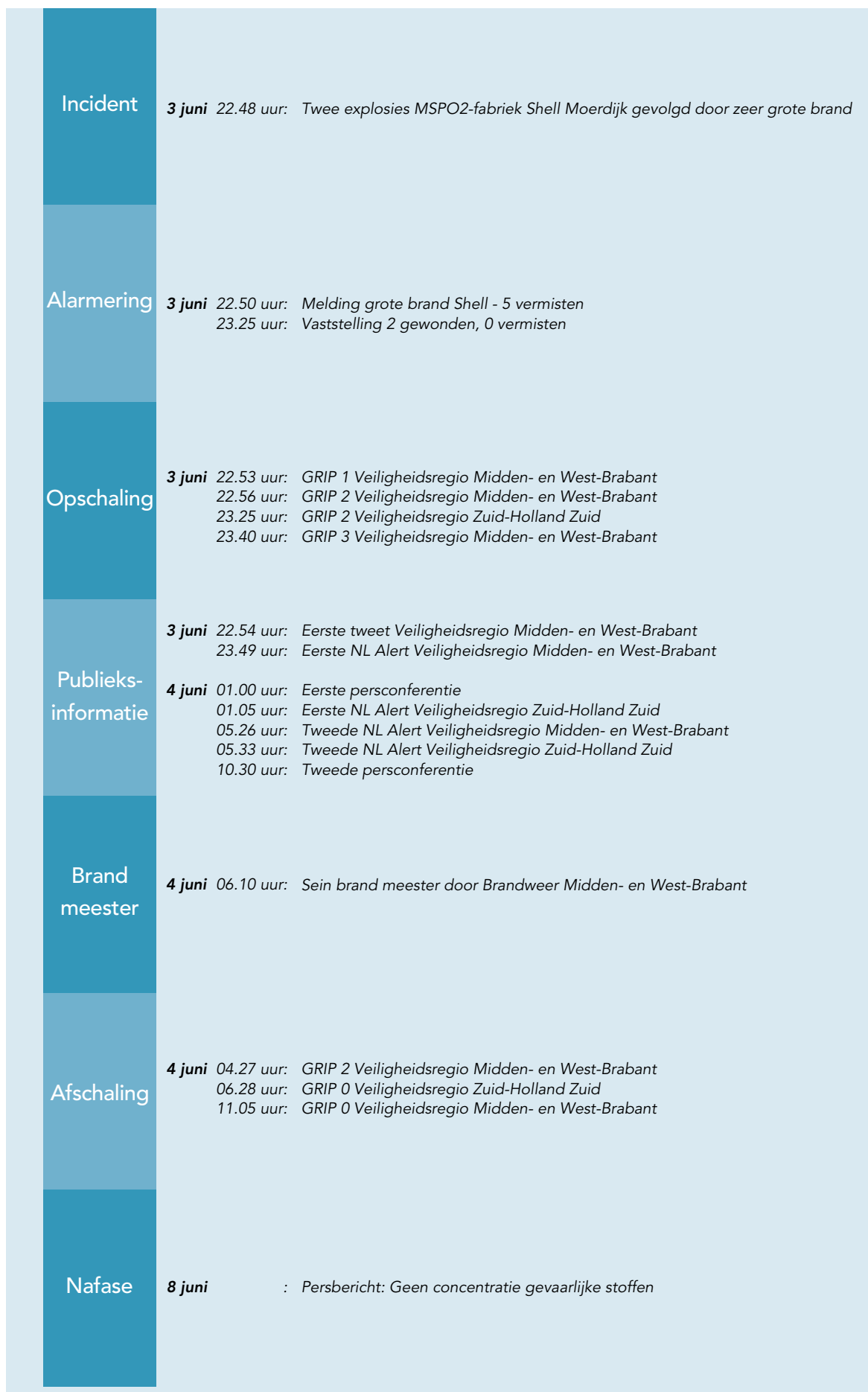
4 BRANDBESTRIJDING, CRISIS-BEHEERSING, CRISISCOMMUNICATIE

In dit hoofdstuk vindt u een feitelijke beschrijving van de belangrijkste gebeurtenissen, kritieke momenten en besluiten binnen de brandbestrijding¹²³ (paragraaf 4.1), crisisbeheersing¹²⁴ (paragraaf 4.2) en crisiscommunicatie (paragraaf 4.3) rond de brand bij Shell Moerdijk. De reconstructie beslaat de periode vanaf de explosie op 3 juni om 22.48 uur tot en met 8 juni 2014, als bekend wordt dat er geen sprake is van vrijgekomen gevaarlijke stoffen.¹²⁵ In paragraaf 4.4 leest u vervolgens een analyse van deze feiten.



Figuur 4.1: Operationele crisisbeheersing. (Bron: ANP/GINOPRESS)

- ¹²³ In dit voorval is feitelijk sprake van brandbeheersing. De inzet was gericht op controle van de situatie en het gecontroleerd laten uitbranden van de unit. Voor de herkenbaarheid is ervoor gekozen om aan te sluiten bij het begrip brandbestrijding. Brandbeheersing is dan te zien als een gekozen strategie in de brandbestrijding.
- ¹²⁴ In dit voorval was er volgens de definitie sprake van een ramp. Een ramp is een zwaar ongeval of een andere gebeurtenis waarbij het leven en de gezondheid van veel personen, het milieu of grote materiële belangen in ernstige mate zijn geschaad of worden bedreigd en waarbij een gecoördineerde inzet van diensten of organisaties van verschillende disciplines is vereist om de dreiging weg te nemen of de schadelijke gevolgen te beperken. Een crisis is een situatie waarin een vitaal belang van de samenleving is aangetast of dreigt te worden aangetast. Voor de herkenbaarheid is ervoor gekozen om aan te sluiten bij het begrip crisisbeheersing.
- ¹²⁵ Hier bedoelen we dat er geen levensbedreigende concentraties van de stoffen die nader onderzocht zijn, zijn vastgesteld na metingen. Bij brand komen altijd gevaarlijke stoffen vrij. Dit zijn 'reguliere' gevaarlijke verbrandingsproducten.



Figuur 4.2: Tijdlijn brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie.

4.1 Brandbestrijding

Uitruk bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en brandweer Moerdijk-Haven

Na de brand bij Chemie-Pack werd in januari 2013 de brandweerpost Moerdijk-Haven in gebruik genomen. Deze publiek-private brandweer verzorgt een collectieve op industriële risico's gerichte basisvoorziening voor de eerste respons. Shell Moerdijk is voor het invullen van de brandweeraanwijzing niet afhankelijk van de brandweer Moerdijk-Haven.



Figuur 4.3: Brandweerpost Moerdijk-Haven (Bron: Gemeente Moerdijk)

Direct na de explosies werd de bedrijfsbrandweer van Shell Moerdijk¹²⁶ actief op het terrein. De officier van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk kwam, na het horen van de explosies, aanrijden vanaf een locatie buiten het Shell Moerdijk-terrein. Vanuit de brandweerpost Moerdijk-Haven¹²⁷ rukten ook voertuigen uit. Deze voertuigen kwamen binnen 6 minuten ter plaatse.

Melding en uitruk Brandweer Midden- en West- Brabant

Om 22.50 uur ontving de Gemeenschappelijke Meldkamer in Midden- en West-Brabant (meldkamer) een melding van een explosie en brand in Zevenbergen, gemeente Moerdijk, en om 22.51 uur verifieerde de meldkamer telefonisch bij Shell Moerdijk dat het ging om een ontploffing bij het bedrijf. De brandweer Midden- en West- Brabant rukte na de melding via de meldkamer om 22.50 uur uit. Ook rukten meerdere publieke brandweerfunctionarissen uit op basis van eigen waarnemingen. Tijdens het aanrijden

¹²⁶ De eerste bevelvoerder Shell, de Production Team Leader (PTL) en drie operators.

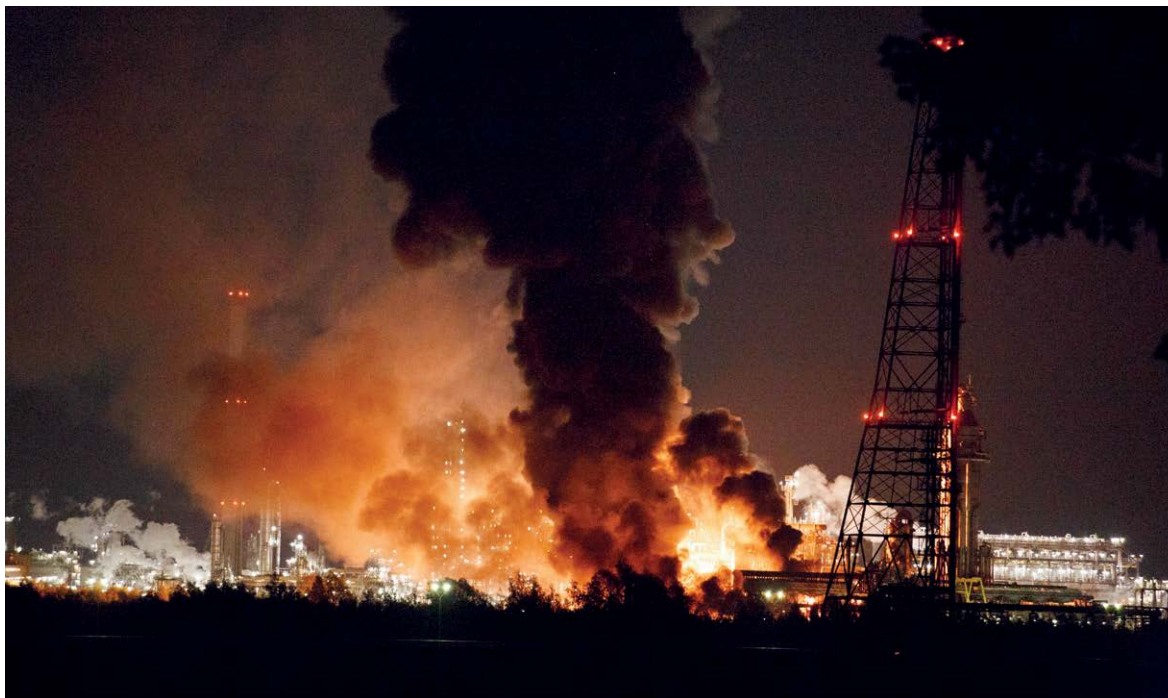
¹²⁷ De brandweerpost Moerdijk-Haven is een publieke brandweerpost die ook werkzaam is voor de Brzo-bedrijven op het industrieterrein Moerdijk. De post Moerdijk-Haven valt daarmee onder de operationele bevelstructuur van de veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.

hadden verschillende leidinggevende brandweerfunctionarissen contact over de benodigde inzet, de taak- en rolverdeling en de benodigde verdere opschaling in eenheden. De meldkamer benoemde om 22.57 uur het voorval als 'zeer grote brand'.¹²⁸

Eerste inzetstrategie (aanvalsplan)

Om 22.56 uur was sprake van mogelijk vijf vermisten. Shell Moerdijk startte de eigen procedure om mogelijke vermisten en slachtoffers vast te stellen.¹²⁹ Naast de melding van twee explosies, was op dat moment weinig informatie beschikbaar over het incident. De bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk ging om die reden niet naar de incidentlocatie, maar naar de controlekamer.¹³⁰ De wachtchef van de fabriek informeerde hen daar, waarna ze vertrokken naar de incidentlocatie. Daar, bij unit 4800, woedden felle lokale branden. De brand sloeg over naar de unit 4600 en er was veel rookontwikkeling. De bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en de brandweer Moerdijk-Haven voerden rond 23.08 uur verkenningen uit en zetten vaste watermonitoren¹³¹ aan.

Om 23.18 uur ontstond een grote vuurbal bij unit 4600 waarbij de vlammen een hoogte van 40 tot 50 meter bereikten. Op dat moment was niet duidelijk waardoor de explosies waren veroorzaakt en of het gevaar voor explosies al was geweken. Het streven van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk was om escalatie te voorkomen. De eerste bevelvoerder van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk besloot in te zetten op het afschermen van de brandende unit 4800 en het koelen van de omliggende installaties.



Figuur 4.4: Hoge vlammen vanuit unit 4800. (Bron: Marcel Otterspeer/het fotobureau/Hollandse Hoogte)

¹²⁸ Bron: Logboek GMS, Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.

¹²⁹ Shell doorliep de werkvergunningen en controleerde de verzamelplaatsen. Daarmee bracht Shell Moerdijk alle aanwezigen in kaart.

¹³⁰ Om 23.04 uur waren de complete ploegen van de middag- en nachtdienst in de controlekamer aanwezig, het beeld van vermisten/slachtoffers werd daarna centraal vastgesteld.

¹³¹ Een watermonitor is een waterkanon dat vast op een voertuig of object bevestigd is en vaak wordt gebruikt voor het langdurig koelen van een naast een brandhaard gelegen object.

Brandweersamenwerking en verdere inzet

Rond 23.15 uur was de officier van dienst van de brandweer Midden- en West-Brabant ter plaatse en nam de leiding over van de officier van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk. Er vond een overdracht plaats en in de communicatiestructuur werd de officier van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk de liaison tussen de brandweer Midden- en West-Brabant en de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk. De inzetstrategie van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk was gericht op afscherming en koeling.¹³² Bij Shell Moerdijk was om 23.25 uur bekend dat er twee gewonden en verder geen vermisten waren. Op verschillende momenten tijdens de brandbestrijding betrad de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk het terrein van de installatie. Het doel was brandbare stoffen in de installatie in te blokken.¹³³ Tussen 2.00 en 3.00 uur hebben manschappen de afsluiters van de toevoerleidingen van de installatie dichtgedraaid. Het was de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk bekend dat het in de installatie aanwezige ethylbenzeen brandde en dat dit mogelijk kankerverwekkend was. Onduidelijk was op dat moment welke risicofactoren er verder aanwezig waren. Daarmee was de opstelling van manschappen belangrijk. Iedereen stond bovenwinds. In het verdere verloop van de inzet werd de koeling van naastgelegen installatieonderdelen in stand gehouden.

Om 23.50 uur werd het Commando Plaats Incident¹³⁴ (CoPI) actief. Het CoPI koos voor een uitbrandscenario in de brandbeheersing. Hierdoor zouden de nog aanwezige gevaarlijke stoffen verbranden en gegeven de weersomstandigheden zou de rookpluim recht omhoog stijgen en pas hoog in de lucht afdrijven. Dat zou de minste risico's voor de omgeving en burgers opleveren. Belangrijk was om de rest van de installatie rondom de brand met water te blijven koelen. Dit met het oog op de veiligheid van het personeel en voor de veiligheid van de tanks met ammoniak op het terrein. Het Rampbestrijdingsplan vermeldde de aanwezige ammoniaktank op het terrein.¹³⁵ Dit werd meegenomen in de tactiek van de brandbestrijding.

Inzet materieel en personeel

Er was een opkomst van naar schatting 150 man en 33 voertuigen¹³⁶ vanuit de publieke brandweer, zowel vanuit de brandweer Midden- en West-Brabant, als ook - na een hulpvraag door de brandweer Midden- en West-Brabant - vanuit de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond. Niet alle voertuigen en manschappen waren bij de industriële brandbestrijding inzetbaar. De bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk had materieel beschikbaar, maar dit werd niet allemaal ingezet door de commandant van de publieke brandweer.¹³⁷ In de loop van de inzet organiseerde de publieke brandweer een logistieke verzamelplaats buiten de hoofdpoot van Shell Moerdijk. Van hieruit coördineerde zij de inzet van de brandweercapaciteit.

¹³² Om te voorkomen dat er bluswater in het oppervlaktewater terechtkwam, werd in het eerste CoPI overleg besloten dat de riooluitgang van het Shell-terrein naar het Hollands Diep moest worden dichtgezet. Het Shell-terrein heeft een opvangbak voor bluswater met voldoende capaciteit. Met de gekozen busaanpak was er voldoende opslagcapaciteit op het terrein van Shell.

¹³³ Inblokken is het afsluiten van leidingen en/of installatieonderdelen zodat er, in dit geval, geen vloeistoffen, gassen of dampen meer kunnen vrijkomen in het installatieonderdeel waarin gewerkt moet worden.

¹³⁴ In het CoPI komen de multidisciplinaire partners bijeen. De Commandant Bedrijfsbrandweer Shell sluit aan in het CoPI.

¹³⁵ De ammoniak wordt genoemd onder de 'Overige incidentscenario's' in het Rampbestrijdingsplan.

¹³⁶ Evaluatie incident MSPO2 03-06-2014, Powerpointpresentatie Shell Moerdijk, september/oktober 2014.

¹³⁷ De specifieke reden hiervoor blijkt niet uit het onderzoek.



Figuur 4.5: Inzet brandweer. (Bron: Joyce van Bellekom/Hollandse Hoogte)

Informatie over gevaarlijke stoffen en de eerste metingen op het terrein

Er was sprake van rookontwikkeling tijdens de brandbestrijding. De rook ging recht omhoog en dreef af. Er was geen gevaar voor de directe omgeving. De stof ethylbenzeen was vrijwel direct in beeld bij de brandweer. Er bestond echter onduidelijkheid en discussie over de mogelijke kankerverwekkende eigenschappen (carcinogeniteit) ervan.

Op het terrein werden geen gevaarlijke concentraties ethylbenzeen vastgesteld. Naar inschatting van de crisisbeheersingsorganisatie resteerden er door de heftigheid van de brand relatief ongevaarlijke verbrandingsproducten. Rond 1.00 uur kwam het risico van de bij de explosie vrijgekomen katalysator bij de brandweer in beeld. Op dat moment was daarover geen informatie beschikbaar. Tegen 2.00 uur kwam de Material Safety Data Sheet (MSDS)¹³⁸ van de katalysator beschikbaar via Shell Moerdijk en om 2.50 uur had de Adviseur Gevaarlijke Stoffen van de brandweer (AGS) deze informatie in handen. Tot ongeveer vijf uur na de explosie bestond onduidelijkheid over de eigenschappen en de samenstelling van de katalysator. Rond de unit 4800 werden katalysatorpellets gevonden, die zeswaardig chroom bevatten.¹³⁹ De rook die vrijkwam bij de brand trok over het Hollands Diep naar het oostelijk deel van de Hoeksche Waard, het effectgebied in de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid. Er was sprake van korrelige neerslag van roetdeeltjes (depositie) in Strijensas, dat ten noorden ligt van de incidentlocatie.

¹³⁸ Een Material Safety Data Sheet (MSDS) komt grotendeels overeen met een veiligheidsinformatieblad volgens de Europese REACH-richtlijn. Het is een gestructureerd document met informatie over de risico's van een gevaarlijke stof met aanbevelingen voor het veilig gebruik ervan.

¹³⁹ Op het terrein van Shell Moerdijk werd vanwege de vrijgekomen katalysator een ontsmettingsveld ingesteld. Alle bij de brand ingezette medewerkers (van alle diensten) werden geregistreerd en ontsmet na inzet. Een AGS informeerde de manschappen over de aard en effecten van de vrijgekomen ethylbenzeen.

Brand meester

Vanaf 3.00 uur werd de brand minder en was er controle over de brand door de brandweer. Lokaal werden diverse eenheden afgeschaald en naar hun kazernes gestuurd. De situatie op het terrein vroeg echter nog veel aandacht en de brandweer wilde zich bij voorkeur bij daglicht een beeld vormen of de naastgelegen installatieonderdelen door koeling stand hadden gehouden. Om 5.15 uur werd de laatste brandhaard met schuim geblust en vanaf 6.00 uur was koeling niet meer nodig. Op 4 juni om 6.10 uur gaf de brandweer het sein brand meester.¹⁴⁰



Figuur 4.6: Nablussen bij de MSPO2-installatie. (Bron: ANP/B. van de Biezen)

4.2 Crisisbeheersing

Samenwerking en opschaling in twee veiligheidsregio's

Het voorval vond plaats in de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant (MWB). Het effectgebied lag echter vooral in de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid (ZHZ). Dit zorgde voor de parallelle inzet van een aantal crisisteams met eigen verantwoordelijkheden:

¹⁴⁰ Brand meester is het sein dat de brandweer afgeeft voor de situatie waarin de brand onder controle is. In principe betekent dit sein dat de brand met de aanwezige mensen en het materieel bestreden kan worden en er geen versterking (opschaling) meer nodig is. Het uitgangspunt hierbij is dat het grootste gevaar geweken is.

Team	Verantwoordelijkheid
Commando Plaats Incident (CoPI)	De bestrijding van de brand
Regionaal Operationeel team MWB (ROT MWB)	De bestrijding van de gevolgen buiten het terrein van Shell Moerdijk
Regionaal Operationeel team ZHZ (ROT ZHZ)	De bestrijding van de gevolgen in het effectgebied in Zuid-Holland Zuid.
Gemeentelijk Beleidsteam (GBT Moerdijk)	Bestuurlijke besluitvorming en afstemming

Tabel 4.7: Ingezette crisisteams.

De GRIP-opstapeling in de twee veiligheidsregio's verliep daarbij gedifferentieerd, zoals weergegeven in de onderstaande tabel.¹⁴¹

Meldingsclassificatie	Tijdstip VR MWB	Tijdstip VR ZHZ	Teams bij GRIP-niveau
Opschaling naar GRIP 1	3 juni 2014 22.53 uur		CoPI
Opschaling naar GRIP 2	3 juni 2014 22.56 uur	3 juni 2014 23.25 uur ¹⁴²	CoPI + ROT (MWB en ZHZ)
Opschaling naar GRIP 3	3 juni 2014 23.40 uur		CoPI + ROT + GBT (gemeente Moerdijk)
Afschaling naar GRIP 2	4 juni 2014 4.27 uur		CoPI + ROT
Afschaling naar GRIP 0	4 juni 2014 11.05 uur	4 juni 2014 6.28 uur ¹⁴³	Routinefase

Tabel 4.8: Opschaling in de tijd.

Om 23.20 uur kwam de kernbezetting van het gemeentelijk beleidsteam in Moerdijk bijeen. De burgemeester van Moerdijk heeft om 23.40 uur opgeschaald naar GRIP 3 in de regio Midden- en West-Brabant. Hij heeft met de burgemeester van Dordrecht (eveneens voorzitter van Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid) afgestemd over de gedifferentieerde opstapeling in het bron- en effectgebied. Deze besluiten kwamen op basis van het volgende beeld tot stand:

- er was sprake van een verticale rookkolom;
- het was bekend om welke gevaarlijke stof het ging¹⁴⁴ en wat de effecten daarvan waren;
- de brandweer kon de brand goed beheersen en gecontroleerd laten uitbranden;
- er waren geen vermisten en de twee lichtgewonden waren naar het ziekenhuis vervoerd.

¹⁴¹ GRIP: Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdings Procedure.

¹⁴² Bron: Notitie Alarmering op- en afschaling (GMK), Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant, 19 juni 2014.

¹⁴³ Afsluiting incident en overdracht naar reguliere organisatie op 8 juni 2014 om 11.28 uur.

¹⁴⁴ Chroom(VI) was toen nog niet in beeld.

De voorzitters van de veiligheidsregio's Midden- en West-Brabant en Zuid-Holland Zuid bereikten overeenstemming met de burgemeester van Moerdijk om niet verder op te schalen naar GRIP 4 of 5. Het beeld was dat er een beheerste situatie ter plaatse was. Hierbij leek geen sprake te zijn van emissie van gevaarlijke stoffen en escalatie was niet aannemelijk. De burgemeester van Moerdijk informeerde de voorzitter van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant hierover.

Om 23.25 uur kondigde de leider van het Regionaal Operationeel Team Zuid-Holland Zuid GRIP 2 af in de regio Zuid-Holland Zuid. Vanaf 23.40 uur was er een gedifferentieerde opschaling: GRIP 2 in Zuid-Holland Zuid en GRIP 3 in Midden- en West-Brabant. Vanaf ongeveer 23.50 uur kwamen de diverse crisisteams bijeen. Binnen de teams werden diverse besluiten genomen en tussen de diverse teams vond afstemming plaats, onder meer door inzet van een liaison van de regio Zuid-Holland Zuid in het Regionaal Operationeel Team van de regio Midden- en West-Brabant. De teams communiceerden over de ontwikkeling van het effectgebied, de gezondheidkundige gevolgen voor de bevolking en ze informeerden burgemeesters en gemeenteraden in het effectgebied.

Informatiemanagement

Voor het informatiemanagement rond het voorval maakten de twee betrokken veiligheidsregio's gebruik van het landelijk crisismanagementsysteem (LCMS¹⁴⁵). Het werken in het LCMS leverde voor de veiligheidsregio's op een aantal momenten knelpunten op. Een centraal knelpunt hierbij was het tot stand brengen van een interregionaal totaalbeeld en vervolgens de regie op vertaling naar de eigen regio. Het ging daarbij onder meer over de gevaarlijke stoffen en het gevaar voor de bevolking in de twee regio's.

Bij het voorval kwamen in het informatiemanagement via LCMS de volgende kwetsbaarheden naar voren:

- Gebrek aan ervaring met het werken in het LCMS speelde op verschillende plekken een rol.
- Er waren technische en facilitaire problemen rond de autorisatie voor het LCMS: een aantal functionarissen lukte het niet om in te loggen.
- Niet alle crisisteams hadden een informatiemanager beschikbaar tijdens de inzet. Dit hield in dat sommige teams het LCMS niet actief inzetten.
- Een aantal partijen maakte niet consequent gebruik van het LCMS om informatie te delen: gemeenten haalden wel informatie, maar deelden niet steeds informatie via het LCMS.
- De status van de informatie was niet altijd helder. Zo werd informatie niet altijd geverifieerd voordat die werd opgenomen in het LCMS. Ook was vaak onduidelijk of de informatie uitsluitend voor intern gebruik was, of dat deze ook extern gedeeld kon worden.

¹⁴⁵ LCMS (Landelijk Crisis Management Systeem) is als onderdeel van het netcentrisch werken een operationeel informatiesysteem waarin basisinformatie van alle bestrijdingsprocessen geregistreerd staat. Het gaat om informatie over de aard en omvang van een incident, de effecten, de wijze van bestrijden en de bestrijdingsmiddelen die aanwezig zijn of nog beschikbaar komen.

Naast de centrale manier van werken in het LCMS, maakten verschillende crisisteams gebruik van WhatsApp. Ze maakten specifieke 'groepen' aan en deelden tijdens de inzet onderling informatie. Deze informatie was daarmee geen onderdeel van het informatiesysteem. Hierdoor kon het niet bijdragen aan het interregionale informatiebeeld.¹⁴⁶

Metingen gevaarlijke stoffen

Op 3 juni en 4 juni namen de beide veiligheidsregio's luchtmonsters. De Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid heeft ook de Milieu Ongevallen Dienst (MOD) gevraagd luchtmonsters te nemen. Ze constateerden dat er geen gevaarlijke concentraties van gevaarlijke stoffen in de lucht waren. Het RIVM¹⁴⁷ nam in de nacht van 3 op 4 juni veegmonsters in het gebied Strijensas binnen effectgebied dat ten noorden ligt van de incidentlocatie. Uit de veegmonsters bleken verhoogde concentraties zware metalen.¹⁴⁸ Dit kwam overeen met de samenstelling van de gebruikte katalysator zoals aangegeven door de brandweer.



Figuur 4.9: Metingen RIVM. (Bron: ANP/J.Jumelet)

Op verzoek van de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid werd het Beleidsondersteunend Team milieu-incidenten (BOT-mi) van het RIVM ingeschakeld. Het BOT-mi bracht in totaal acht adviezen uit op basis van analyse van veeg- en luchtmonsters. Het laatste advies werd op 8 juni uitgebracht. Daarna werden alle beperkingen in eerder gegeven adviezen ingetrokken, omdat de analyse van de monsters geen gevaarlijke concentraties gevaarlijke stoffen had aangetoond.

¹⁴⁶ De Onderzoeksraad ziet de toepassing en het gebruik van WhatsApp als aandachtspunt, omdat het mogelijk voor een parallel systeem naast LCMS zorgt en het systeem op momenten vervangt. De status van informatie via WhatsApp is lastig te duiden, veelal niet vastgelegd en niet meer na te gaan. Er dient hiervoor aandacht te zijn, vooral daar waar mensen geen gebruik (kunnen) maken van LCMS. De Onderzoeksraad ziet hierin een duidelijk nadeel en dat is het ontbreken van de regie hierop vanuit de hoofdstructuur.

¹⁴⁷ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

¹⁴⁸ Koper, chroom en barium.

4.3 Crisiscommunicatie

Voorlichting en communicatie

De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant meldde om 22.54 uur via Twitter: '*melding grote brand Shell Moerdijk info volgt*'. De communicatieadviseur van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant verzorgde de eerste woordvoering voor de media en gaf een aantal live interviews, onder meer aan Omroep Brabant en RTL nieuws. De gemeente Moerdijk werd vervolgens leidend in de communicatie richting de pers. De burgemeester van Moerdijk gaf op 4 juni om 1.00 uur en om 10.30 uur een persconferentie waarin hij duiding gaf aan de situatie en een toelichting gaf op de bestrijding en de gevolgen van de brand. De twee veiligheidsregio's openden publieksnummers en via de sociale media verzorgden de veiligheidsregio's en de betrokken gemeenten de informatievoorziening naar de burgers.



Figuur 4.10: Persconferentie GBT Moerdijk. (Bron: Photo Merlin Daleman/Hollandse Hoogte)

Alertering

Het gemeentelijk beleidsteam en het Regionaal Operationeel Team Midden- en West-Brabant stonden in het eerste uur na de explosie nadrukkelijk stil bij de keuze voor het alerteringsinstrument:

- het waarschuwings- en alarmeringssysteem (de sirenes);
- NL-Alert.

In samenspraak viel de keuze op een bericht via NL-Alert. De overweging hierbij was dat een deel van de mensen al sliep, er geen sprake was van gevaarlijke concentraties gevaarlijke stoffen in de lucht en de veronderstelling dat mensen niet direct zouden

weten wat ze moesten doen bij het horen van de sirene. In de afweging was het verder belangrijk om het gevaar voor bewoners vast te stellen. In deze afweging speelde mee dat rook te allen tijde gevaarlijk is, en het minimale advies dus moest zijn om ramen en deuren dicht te houden en de mechanische ventilatie uit te schakelen. Een NL-Alertbericht zou bewoners de relevante informatie verschaffen om te handelen.

Daarnaast was het op dat moment nog niet duidelijk in hoeverre de stof ethylbenzeen een extra gevaar zou inhouden. Er was onduidelijkheid over de kankerverwekkendheid van deze stof, voor en na verbranding. In overleg kwamen het Regionaal Operationeel Team Midden- en West-Brabant, het gemeentelijk beleidsteam en de liaison van Shell Moerdijk tot het beeld dat er op dat moment geen verhoogd risico was als gevolg van gevaarlijke stoffen. Er was op dat moment nog geen informatie over depositie van zware metalen in de Hoeksche Waard. Het doel van de inzet van NL-Alert was mensen binnen te houden. Om 23.49 uur verzond de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant de eerste NL-Alert over de brand.

NL-Alert berichten

Rondom de brand bij Shell in Moerdijk zijn de volgende vier NL-Alert berichten verstuurd:

23.49 uur: eerste NL-Alert door Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant

‘Brand met explosies bij Shell Moerdijk, blijf uit de buurt van het bedrijf. Indien u last heeft van de rook, ramen en deuren sluiten en ventilatie uitschakelen.’

1.05 uur: eerste NL-Alert door Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid

‘Brand met explosies bij Shell Moerdijk. Indien u last heeft van de rook, ramen en deuren sluiten en ventilatie uitschakelen.’

5.26 uur: tweede NL-Alert door Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant

‘Brand Shell Moerdijk is geblust. De situatie is veilig. Advies ramen en deuren gesloten houden is in getrokken.

Voor meer informatie over de brand zie www.moerdijk.nl.’

5.33 uur: tweede NL-Alert door Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid

‘Incident Moerdijk is onder controle. Advies ramen/deuren gesloten te houden is ingetrokken. Voor meer informatie over de brand zie www.vrzhz.nl.’

Kader 4.11: Overzicht NL-Alertberichten 3 en 4 juni 2014.

De Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid was na het verzenden van de eerste NL-Alert om 23.49 uur geïnformeerd dat de NL-Alert in een straal van 10 kilometer rond de incident-locatie was verstuurd. Hij was daarmee in de veronderstelling dat het ook in het effectgebied in Zuid-Holland Zuid was verstuurd. Deze veronderstelling was gebaseerd op gegevens in het LCMS en op berichten van mensen in de regio Zuid-Holland Zuid die een NL-Alert hadden ontvangen. In het uur na de eerste NL-Alert bleek uit contact

tussen de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid en de serviceorganisatie voor meldkamers dat deze alleen in de regio Midden- en West-Brabant was verstuurd.¹⁴⁹ Dit kwam doordat de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant niet standaard over de rechten beschikt om een NL-Alertbericht in andere regio's te verzenden. Vanuit het idee dat omwonenden in Zuid-Holland Zuid hetzelfde 'recht' hadden op een NL-Alert, en met de wetenschap dat de rook vanuit Moerdijk naar het noorden trok, stuurde de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid om 1.05 uur alsnog een NL-Alert.

Feitelijke bevindingen

- De diverse brandweren kwamen binnen de normtijden ter plaatse en de meldkamer kwalificeerde zeven minuten na de melding het voorval als zeer grote brand.
- Het CoPI koos, met het oog op het verbranden van de gevaarlijke stoffen, voor een uitbrandscenario.
- Er vielen twee lichtgewonden; deze zijn naar het ziekenhuis vervoerd.
- In de eerste uren lag de focus vooral op ethylbenzeen. De samenstelling en eigenschappen van de katalysator waren tot ongeveer vijf uur na de brand onduidelijk.
- De brand breidde niet uit en was rond 3.00 uur onder controle. Op 4 juni om 6.10 uur gaf de brandweer het sein brand meester.
- Er was sprake van depositie in Strijensas. Er waren geen voor de gezondheid gevaarlijke concentraties van gevaarlijke stoffen gemeten in de lucht.
- Vanaf 23.40 uur was er een gedifferentieerde opschaling: GRIP 2 in Zuid-Holland Zuid en GRIP 3 in Midden- en West-Brabant.
- Er werd niet overal op eenzelfde manier met het LCMS gewerkt.
- De veiligheidsregio's kozen voor de inzet van NL-Alert. Er was vervolgens onduidelijkheid over het verspreidingsgebied.

Kader 4.12: Feitelijke bevindingen brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie.

¹⁴⁹ Bron: Notitie NL-ALERT tijdens Brand Shell Moerdijk 3-4 juni 2014, Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid.

4.4 Analyse brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie

In deze paragraaf gaan we dieper in op de in de vorige paragrafen beschreven feitelijke bevindingen. Op de deelconclusies volgen steeds de analyse en onderbouwing.

Deelconclusie brandbestrijding

Er was sprake van een effectieve brandbestrijding door de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk, de publieke brandweerpost Moerdijk-Haven¹⁵⁰ en de brandweer Midden- en West-Brabant.¹⁵¹ De gezamenlijke brandbestrijding heeft geresulteerd in het koelen van de directe omgeving van unit 4800 van MSPO2 om uitbreiding van de brand te voorkomen en het gecontroleerd laten uitbranden van de in de installatie aanwezige ethylbenzeen.

In de brandbestrijding van dit incident kwam een samenwerking tot stand tussen de bedrijfsbrandweer van Shell Moerdijk, de brandweer Moerdijk-Haven en brandweer Midden- en West-Brabant en ondersteunende regionale korpsen waaronder Rotterdam-Rijnmond. De bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en de diverse brandweerkorpsen waren binnen de normtijden¹⁵² ter plaatse en waren voorzien van voldoende blusmiddelen.

De inzet van de brandweer Moerdijk-Haven zorgde voor aanvullende industriële brandbestrijding¹⁵³ in aanvulling op de eerste inzet van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk tot het arriveren van de brandweer Midden- en West-Brabant. De Onderzoeksraad stelt vast dat er een constructieve samenwerking was tussen de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en de brandweer Moerdijk-Haven. Gedurende de eerste inzet van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en de brandweer Moerdijk-Haven stuurde de officier van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk de eenheden aan. Deze structuur was bekend en helder en werd als zodanig uitgevoerd. Toen de brandweer Midden- en West-Brabant om 23.15 uur ter plekke kwam, nam deze de bevelvoering over. Dit gebeurde door middel van een overdracht tussen de officieren van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en van de brandweer Midden- en West-Brabant. De brandweerkorpsen kwamen vervolgens tot een gezamenlijke strategie van het gecontroleerd laten uitbranden van de voorraad ethylbenzeen in de installatie en het koelen van de directe omgeving om uitbreiding van de brand te voorkomen. Rond 6.10 uur volgde het sein brand meester op de incidentlocatie.

De Onderzoeksraad ziet in Moerdijk in vergelijking met de brand bij Chemie-Pack onder andere de volgende verbeteringen bij de brandbestrijding:

¹⁵⁰ De brandweerpost Moerdijk-Haven is een publieke brandweerpost die ook werkt voor de Brzo-bedrijven op het industrieterrein Moerdijk. De post Moerdijk-Haven valt daarmee onder de operationele hoofdstructuur van de veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.

¹⁵¹ Het resultaat van de brandbestrijding was 'beheersing en beperking' van de brand.

¹⁵² De maximale opkomsttijd voor industrie bedraagt 10 minuten volgens het Besluit Veiligheidsregio's (Bvr).

¹⁵³ De aansluiting door post Moerdijk-Haven bestaat uit geoefende en getrainde beroepsbrandweermensen en speciale middelen voor industriële brandbestrijding.

- Het bedrijventerrein beschikt nu over de brandweerpost Moerdijk-Haven, met kennis en materieel gericht op industriële branden.
- Bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk, brandweer Moerdijk-Haven en brandweer Midden- en West-Brabant hebben (deels) gezamenlijk de opleiding industriële brandbestrijding en scenariotrainingen voor industriële brandbestrijding gevolgd.
- De samenwerking tussen de diverse brandweereenheden is verbeterd.

De Onderzoeksraad concludeert dus dat de brandbestrijding doeltreffend is geweest. Daarnaast signaleert de Onderzoeksraad twee leerpunten om de inzet van de brandweer verder te verbeteren. We lichten deze hieronder toe.

Inzet van materiaal en mankracht

Er werd binnen zeven minuten opgeschaald naar zeer grote brand. Er kwam hierdoor gedurende het eerste uur na de melding meer materieel en mankracht beschikbaar dan noodzakelijk voor de brandbestrijding. Dit is positief te beoordelen vanwege de ruime brandweercapaciteit die beschikbaar kwam. Industriële brandbestrijding is echter een specialisme dat vraagt om specifiek materieel en maatwerk. Bij de reguliere opschaling in de brandbestrijding komt ook materieel ter plaatse dat voor industriële brandbestrijding minder geschikt is.

De opschaling naar zeer grote brand kent twee werkelijkheden bij de bestrijding van een industriële brand bij een bedrijf met een bedrijfsbrandweer zoals bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk: de opschaling van materieel en personeel binnen het bedrijf en buiten het bedrijf. Shell Moerdijk heeft intern gericht opgeschaald: er volgde een eerste inzet met geschikte middelen en een industrieel getrainde brandweer. De inzet door de brandweer Moerdijk-Haven sloot hier op aan.

De opschaling door de brandweer Midden- en West-Brabant verliep onafhankelijk van de bedrijfsbrandweer van Shell Moerdijk. Er was extern - buiten Shell Moerdijk - snel opgeschaald door zowel de centralisten op de meldkamer, als door de aanrijdende leidinggevende functionarissen. De snelheid waarmee eenheden ter plaatse zijn gekomen, had ook te maken met eigen initiatief van verschillende functionarissen. Veel functionarissen waren al 'gealarmeerd' door de explosies en kwamen op eigen initiatief naar de kazerne of zijn informatie gaan inwinnen.

De brandweer Midden- en West-Brabant deed in de eerste fase van het incident een bijstandsverzoek aan de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (Veiligheidsregio RR).¹⁵⁴ De geleverde bijstand voldeed echter niet aan de verwachtingen. De brandweer Midden- en West-Brabant vroeg om een schuimblusvoertuig, de verdere afstemming haperde door communicatieproblemen en de Veiligheidsregio RR leverde vervolgens op basis van eigen inschatting en waarneming een volledig peloton Ongevalsbestrijding Gevaarlijke Stoffen (OGS), inclusief operationele leiding.

¹⁵⁴ Eindverslag evaluatie brandweerinzet bij Shell op 3 juni 2014, Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.



Figuur 4.13: Inzet hulpverleningsdiensten. (Bron: AS-media)

Er was geen centrale coördinatie van de aanvoer van eenheden. Dit resulteerde in een toestroom van materieel en personeel die groter was dan nodig voor de brandbestrijding. Dit zorgde voor een extra coördinatie-inspanning op en rond het terrein van Shell Moerdijk, maar het had geen invloed op de doeltreffendheid van de brandbestrijding.

Aansluiting bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en publieke brandweer

De Onderzoeksraad stelt vast dat er een disbalans was tussen de benodigde lokale industriële kennis en de kennis van de publieke brandweer. De formele leiding bij incidenten waar ook een bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk bij betrokken is, berust bij de publieke brandweer. Voor het beperken en bestrijden van dergelijke incidenten is de kennis en kunde van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk echter onmisbaar. Er waren knelpunten in de aansluiting tussen de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk en de publieke brandweer.¹⁵⁵ Dit ging met name over het informatiemanagement en de aansluiting van Shell-specialisten op de leiding van de publieke brandweer. De gekozen aansluiting met de officier van dienst van de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk als schakel tussen de officier van dienst van de brandweer Midden- en West-Brabant en de specialisten van Shell Moerdijk zorgde voor een minder efficiënte en op momenten incomplete informatievoorziening.

¹⁵⁵ Het begrip aansluiting omvat in dit verband de communicatie en afstemming volgend uit de (hiërarchische) relatie.

Deelconclusie crisisbeheersing

De Onderzoeksraad stelt vast dat in de gekozen gedifferentieerde opschaling naar GRIP 3 in de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant en GRIP 2 in de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid een effectieve bestuurlijke samenwerking heeft plaatsgevonden. Kwetsbaarheden deden zich daarbij voor op de terreinen informatie-management, inzet van ondersteunende expertise en crisiscommunicatie.

GRIP-opschaling

De explosies en de daaropvolgende brand bij de MSPO2-fabriek bij Shell Moerdijk op 3 juni 2014 veroorzaakten een regiogrensoverschrijdend incident. De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant was de bronregio en Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid was de effectregio waarin meerdere gemeenten betrokken waren. De opschaling vond binnen een uur plaats. De veiligheidsregio's kozen voor een gedifferentieerde opschaling: Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant werkte in GRIP 3¹⁵⁶ en Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid werkte in GRIP 2. De keuze voor deze gedifferentieerde opschaling was gebaseerd op de inschatting van de specifieke kwesties en uitdagingen van de betrokken veiligheidsregio's.

De bestuurders bereikten overeenstemming over het niet opschalen naar GRIP 5. Uit de verklaringen in het onderzoek komt naar voren dat weloverwogen is besloten tot de gekozen opschalingsniveaus en dat deze na bestuurlijk overleg zijn afgekondigd. Voor de bron- en effectbestrijding zou een hogere opschaling binnen de GRIP-structuur geen meerwaarde hebben gehad. Gezien het brandverloop was een hogere opschaling ook niet nodig. De situatie was immers onder controle tussen 3.00 en 3.30 uur. En gezien de besluiten die voorlagen was ook in bestuurlijke zin opschaling niet nodig.¹⁵⁷ De operatie was onder controle in de gekozen GRIP-structuur. Er werd volstaan met operationeel contact over gevaarlijke stoffen en communicatie hierover. In de samenwerking bij de gedifferentieerde opschaling heeft gerichte bestuurlijke afstemming plaatsgevonden.

Communicatie via WhatsApp

Tijdens de crisisbeheersing werkten de crisisteams ook veel met WhatsApp. Dit zorgde voor een zeer snelle en efficiënte verbinding. Nadelen hiervan waren: risico's van onbedoelde buitensluiting van crisispartners, het 'mislopen van informatie in een groepsgesprek' en het wegblijven bij de formele middelen als het LCMS.

Kader 4.14: Communicatie via WhatsApp.

¹⁵⁶ Er is op grond van en conform het vastgestelde rampbestrijdingsplan (RBP Industrierrein Moerdijk) GRIP 3 gemaakt in bronregio Midden- en West-Brabant. Het rampbestrijdingsplan wordt gebruikt bij incidenten waarvan de effecten buiten de terreingrens komen. Het incident zal worden afgehandeld volgens de scenario's zoals weergegeven in het rampbestrijdingsplan. (RBP Industrierrein Moerdijk).

¹⁵⁷ Hierbij merkt de Onderzoeksraad op dat opschaling naar GRIP 5 niet zinvol was geweest, omdat er geen bestuurlijke vraagstukken speelden die overleg op dit nivo noodzakelijk maakten.

Crisiscommunicatie

Dominante thema's in de aanpak van dit voorval zijn de gevaarlijke stoffen en de communicatie hierover. De Onderzoeksraad ziet juist in de beoordeling van gevaarlijke stoffen en vervolgens de communicatie kwetsbaarheden waarvan geleerd kan worden. Deze spelen tussen de veiligheidsregio's, maar ook binnen de veiligheidsregio's.

De gemeente Moerdijk was leidend voor de communicatie over de brand. Op verzoek van de burgemeester van Moerdijk onthield Shell Moerdijk zich van eigen crisiscommunicatie naar pers en publiek. De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant gaf in de communicatie duiding aan het voorval. De Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid richtte zich op de communicatie naar de eigen burgers in haar effectgebied, maar stemde hierover steeds inhoudelijk af met de gemeente Moerdijk. In deze afstemming, stelt de Onderzoeksraad vast, ging tijd verloren. Het bleek lastig om per telefoon of via het LCMS een verbinding tussen de communicatieteams tot stand te brengen. Binnen de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant ontbrak bovendien bij het communicatieteam de aansluiting op een expert op het gebied van gevaarlijke stoffen. Dit zorgde voor vertraging in de afstemming van de boodschappen tussen de twee communicatieteams. Dit was een zorgpunt omdat de twee communicatieteams snel een eenduidige boodschap over de vrijgekomen stoffen naar buiten moesten brengen, inclusief een eventuele waarschuwing en instructie aan de bevolking hierover.

Inschakeling gezondheidkundig adviseur gevaarlijke stoffen

In Moerdijk zat het communicatieteam lokaal opgeschaald op het gemeentehuis van Moerdijk, op afstand van het Regionaal Operationeel Team Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Bij de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid zat het communicatieteam regionaal opgeschaald en was nauw aangesloten op het Regionaal Operationeel Team Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid, waar ook een GAGS¹⁵⁸ was meegealarmeerd. Het communicatieteam in Moerdijk zocht inhoudelijk afstemming over gezondheidkundige aspecten met de Directeur Publieke Gezondheid die zitting had in het GBT Moerdijk. Het ontbrak de organisatie aan een structurele GAGS-informatielijn binnen de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant voor de communicatie-uitingen via het communicatieteam in Moerdijk.

Kader 4.15: Inschakeling geneeskundig adviseur gevaarlijke stoffen.

Een vraag die hieruit volgt, is of een hoger GRIP-niveau van invloed zou zijn geweest op de kwaliteit van de crisiscommunicatie. De Onderzoeksraad stelt vast op basis van de opkomsttijden - tijd is een dominante factor in deze casus - en de acute behoefte aan eerste crisiscommunicatie dat een hogere opschaling hiervoor geen oplossing had geboden. Het opstarten van een gecoördineerde communicatiestructuur in GRIP 5 betekent het bijeenbrengen van betrokken bestuurders en staf. Dit zou naar schatting

¹⁵⁸ De GAGS maakt geen deel uit van de taakorganisatie crisiscommunicatie. De lijnfunctionarissen van de GHOR kunnen de GAGS om advies vragen alsook vragen deel te nemen aan het ROT. Zijn advies wordt via de ROT-structuur in de crisisorganisatie ingebracht.

circa twee uur in beslag nemen en daarmee zou in deze casus te veel tijd verloren zijn gegaan. Bovendien moet GRIP 5 niet nodig zijn om horizontale afstemming te verkrijgen tussen specialisten binnen dezelfde discipline.

Informatiemanagement en het LCMS

Op 3 juni verliep het informatiemanagement via het landelijk crisismanagementsysteem (LCMS). Het informatiemanagement en de informatievoorziening in de interregionale crisisbeheersing van de brand bij Shell Moerdijk bleken kwetsbaar. De Onderzoeksraad constateert dat de crisisteams met het LCMS werkten vanuit de veronderstelling dat daarmee het informatiemanagement was geregeld. Ze dachten dat alle betrokken mensen in de samenwerking konden beschikken over alle noodzakelijke en valide informatie. Uit het onderzoek blijkt echter dat er geen coördinatie op het informatiemanagement via het LCMS zat en het informatiemanagement in de bovenregionale samenwerking daardoor onbedoeld kwetsbaar werd. Dat is een zorgpunt. We lichten dit hieronder toe.

Niet alle crisisteams werkten actief met het LCMS. De redenen hiervoor liepen uiteen van de afwezigheid van een informatiemanager in het crisisteam, tot tijdsgebrek om binnen de vergadercyclus actief het LCMS te vullen of te lezen. Ook stelt de Onderzoeksraad vast dat sommige teams onbekend waren met het systeem en/of gebrek aan ervaring hadden om erin te werken. Dit zorgde voor knelpunten in de toepassing ervan. Er werd op onderdelen en in bepaalde crisisteams effectief gewerkt in het LCMS, maar er was op onderdelen ook sprake van onvolledige, ontoereikende en op momenten zelfs foutieve informatie. Vooral voor het verzamelen van gegevens voor de communicatie heeft dit een negatieve impact gehad. Een voorbeeld hiervan is de informatievoorziening tussen het Regionaal Operationeel Team Zuid-Holland Zuid en de betrokken gemeenten in Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid. De communicatieboodschappen waren niet structureel in het LCMS beschikbaar voor de gemeenten. Dit is van belang, omdat gemeenten een eigen communicatieplicht richting inwoners hebben.

Als de crisisteams het LCMS inzetten in een interregionale samenwerking, moeten zij het consequent toepassen. De andere regio is letterlijk op afstand en naast bijvoorbeeld de inzet van liaisons is soms de enige verbinding voor informatie-uitwisseling het LCMS. Voor een uniforme duiding van het voorval en een onderling afgestemd handelingsperspectief, is het dan noodzakelijk om het LCMS adequaat te vullen.

De Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid plaatste een liaison in het Regionaal Operationeel Team in Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Hiermee creëerden de veiligheidsregio's een verbinding op tactisch niveau tussen de operaties. Deze verbinding kenmerkt zich vooral door inzicht op hoofdlijnen en samenwerking. De liaison kon niet op alle vlakken het informatiemanagement dragen. Met name op communicatiegebied was hier meer specifieke inzet voor nodig. Het streven in de aanpak van dit voorval was specialisten effectief verbinden. Daar was geen verdergaande opschaling in GRIP 5 voor nodig. Uit de beschouwing van de aanpak door de veiligheidsregio's volgt dat de liaisons in het Regionaal Operationeel Team Midden- en West-Brabant en bij het RIVM een goede eerste stap waren in het verbinden van specialisten.

Al met al bestond er dus tijdens de incident- en effectbestrijding een kwetsbare structuur van informatiemanagement. In het onderzoek ontstaat een beeld van gebrek aan heldere afspraken over de toepassing van het LCMS en van functionarissen die nog niet (voldoende) bekend zijn met het systeem. Dit komt naar voren in de toepassing van het LCMS binnen de veiligheidsregio's, maar ook tussen de veiligheidsregio's.

Deelconclusie Crisiscommunicatie

Het doel van de inzet van NL-Alert is in dit voorval niet behaald, omdat het bericht niet iedereen bereikte. Het alarmeren van de burgers is hiermee niet adequaat verlopen. Gezien het late tijdstip van het voorval en de beperkte gevolgen heeft dit geen extra gevaar voor de burgers opgeleverd.

De deelconclusie concentreert zich op de inzet en het bereik van NL-Alert. Op dit punt kan namelijk vanuit dit onderzoek lering worden getrokken op het vlak van crisiscommunicatie. Bovendien speelde dit een rol in het beperken van de effecten van het voorval.

Inzet NL-Alert

Er was geen sprake van dreigend en acuut gevaar voor de volksgezondheid. Daarom werd besloten de procedure te volgen en geen sirene¹⁵⁹ in te zetten om de bevolking te waarschuwen voor mogelijk gevaar.

¹⁵⁹ Ook wel aangeduid als waarschuwings- en alarmeringssysteem (WAS).



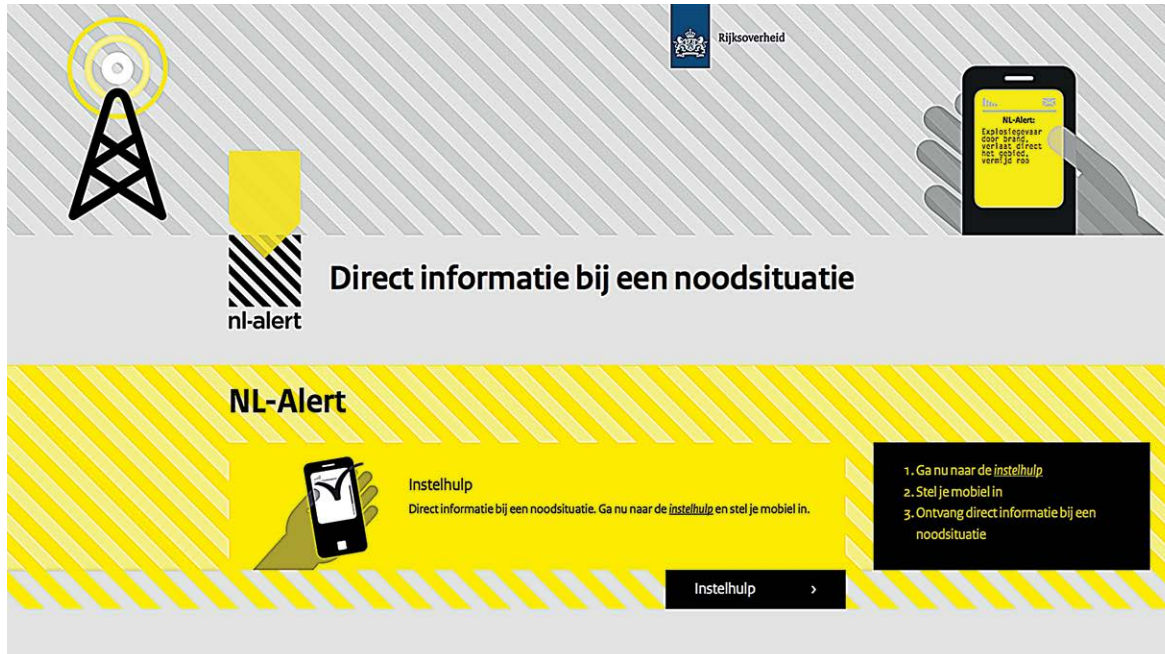
Figuur 4.16 Voorbeeld van een WAS-sirene. (Bron: Nationale Beeldbank/Kruwt Fotografie)

De ervaring leert dat het alarm op gezette tijden moet worden herhaald om mensen ook daadwerkelijk te alarmeren. De overweging in Moerdijk was dat er op dat moment geen acuut gevaar dreigde voor de inwoners van de gemeente. Dat kon echter in een later stadium nog veranderen, bijvoorbeeld als de wind zou draaien, of andere fabrieks-onderdelen zouden bezwijken. Op het moment dat de situatie onbeheersbaar zou worden, wilde men alsnog de sirene - als zwaarste middel - kunnen inzetten. Dan zou de sirene nog attentiewaarde hebben. Hiervoor moest men het systeem in eerste instantie sparen en achter de hand houden. Naar de mening van de Onderzoeksraad een weloverwogen keuze.

Er zat ruim een uur tussen het eerste NL-Alertbericht van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant om 23.49 uur en het eerste NL-Alertbericht van de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid om 1.05 uur. Het was logisch geweest om de NL-Alert met een boven-regionaal account tegelijk naar de twee veiligheidsregio's te versturen. Dan waren de inwoners van Zuid-Holland Zuid en Midden- en West-Brabant tegelijkertijd gealarmeerd. NL-Alert laat inzetten, doet afbreuk aan de alarmerende werking, omdat burgers daarvoor niet tijdig maatregelen kunnen nemen. Hiervan was in ieder geval voor de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid sprake.

Bereik NL-Alert

Rondom de brand bij Shell Moerdijk verstuurden de twee betrokken veiligheidsregio's elk een NL-Alert om bewoners te alarmeren en na afloop een NL-Alert als afmeldbericht. Achteraf bleek NL-Alert niet iedereen bereikt te hebben.



Figuur 4.17: Keuze NL-alert instellen. (Bron: Rijksoverheid)

Dit kwam doordat:

- cell broadcast niet optimaal werkte. Het functioneert bijvoorbeeld nog niet in het 4G-netwerk;¹⁶⁰
- mobiele telefoons niet geschikt waren of niet ingesteld waren voor ontvangst van NL-Alert;
- mobiele telefoons niet aanstonden om 23.49 uur, het moment van de eerste NL-Alert.

NL-Alert is in 2012 landelijk ingevoerd. Bij het besluit tot invoering van NL-Alert was voor het Ministerie van Veiligheid en Justitie een belangrijk criterium of NL-Alert de waarschuwingssirene kon vervangen, zie ook kader 4.18. Het sirenesysteem blijft operationeel tot 2017. NL-Alert heeft een tweeledige functie: mensen in de directe omgeving van een (acute) noodsituatie alarmeren en hen gelijktijdig informeren over de ernst van de situatie en adviseren wat zij op dat moment moeten doen om schadelijke gevolgen voor henzelf te beperken. De overheid heeft diverse andere kanalen ter beschikking om mensen te informeren (zoals rampenzenders, social-mediakanalen en persconferenties), maar informeren heeft geen zin zonder alarmeren.

¹⁶⁰ Een cell broadcastbericht wordt via een zendmast voor mobiele telefonie uitgezonden. Het is geen regulier sms-bericht. Daardoor werkt NL-Alert óók als het netwerk overbelast is.

Conclusie Ministerie van Veiligheid en Justitie over NL-Alert¹⁶¹

NL-Alert wordt in de komende jaren geperfectioneerd. Bestuurders en hulpverleningsdiensten moeten ervaring opdoen met het gebruik van NL-Alert, waardoor de inzet wordt verbeterd. Tegen de tijd dat het zover is, zullen de meeste mobiele telefoons geschikt zijn voor NL-Alert. Verder zal bijvoorbeeld spraaksoftware voor blinden en slechtzienden worden toegepast. NL-Alert zal geen 100 procent bereik en effect opleveren, maar dat levert de sirene ook niet. De inschatting is dat het grootste gedeelte van de burgers die nu de sirene hoort te zijner tijd ook NL-Alert berichten kan ontvangen. Doven en slechthorenden (in totaal zo'n anderhalf miljoen mensen) kunnen NL-Alert ontvangen, terwijl deze doelgroep de sirene niet of slecht hoort. De conclusie is dat over enkele jaren NL-Alert het WAS kan vervangen. Weliswaar zal een gedeelte van de burgers die wel de sirene hoort geen NL-Alert berichten ontvangen, maar een veel grotere groep die de sirene niet hoort kan naar alle waarschijnlijkheid wel NL-Alert berichten ontvangen. Bovendien is de inschatting dat een NL-Alert bericht meer effect zal hebben, omdat de aanleiding voor de alarmering ook direct aan de burgers wordt gecommuniceerd.

Kader 4.18: Conclusie Ministerie van Veiligheid en Justitie over NL-Alert Testrapport, 29 september 2011.

De gang van zaken rond de brand bij Shell Moerdijk leidt tot de constatering dat NL-Alert in dit voorval geen geschikt middel bleek om alle mensen van wie de veiligheid werd bedreigd, te bereiken en daarmee te alarmeren.

NL-Alert in een totaalpakket van communicatie

Er was sprake van een totaalpakket van communicatie naar de burgers over het incident bij Shell Moerdijk. Het streven was de burgers te alarmeren en verder te informeren. NL-Alert is ingezet in combinatie met verschillende andere communicatiemiddelen zoals websites, sociale media zoals Twitter en de traditionele media zoals de persconferenties, rampenzenders op radio en televisie en dergelijke.

Er is gekozen voor een strategie van alarmeren en informeren. Er is een NL-Alertmelding uitgegaan met uitleg over de brand, de ernst ervan en het advies om voor de zekerheid ramen en deuren te sluiten en ventilatie uit te zetten. Dit advies is ook via sociale media en twee persconferenties bekendgemaakt. De Onderzoeksraad benadrukt dat de inzet van sociale media een wenselijke aanvulling op de communicatie-inzet van de overheid is. Een deel van de bevolking gebruikt sociale media als eerste informatiebron. Ook de media, als intermediair naar de bevolking, maken gebruik van de sociale media-accounts van de overheden als bron van hun informatievoorziening. Volgens de Onderzoeksraad is een afgestemde strategie met sociale media gewenst, omdat dit het bereik van de communicatie vergroot.

¹⁶¹ Bron: Ministerie van Veiligheid en Justitie, NL-Alert Testrapport, 29 september 2011.

5 CONCLUSIES

De Onderzoeksraad voor Veiligheid gaat ervan uit dat Brzo-bedrijven alle maatregelen treffen om veilig te functioneren, zowel voor de eigen werknemers als voor de omgeving. De overheid kan die verantwoordelijkheid niet overnemen. Ze heeft wel de plicht om te controleren of een bedrijf de wet- en regelgeving naleeft en moet er daarbij voor zorgen dat geconstateerde onveiligheid wordt verholpen. Zo nodig moet de overheid ook bijstaan bij het bestrijden van voorvallen en het beperken van de schade ervan.

Voor de Onderzoeksraad vormen Brzo-bedrijven al langer een aandachtspunt. Vandaar dat de Onderzoeksraad onderzoek heeft gedaan naar de directe en achterliggende oorzaken van de explosies bij Shell Moerdijk op 3 juni 2014, naar hoe de vergunningverlening, toezicht en handhaving hebben plaatsgevonden en naar hoe de brandbestrijding, de crisisbeheersing en de crisiscommunicatie zijn verlopen. De Onderzoeksraad onderzocht de explosies bij Shell daarmee op basis van de volgende onderzoeksvragen:

1. *Hoe kon het gebeuren dat de unit 4800 bij Shell Moerdijk tijdens een geplande onderhoudsstop explodeerde en in brand vloog?*
2. *In hoeverre konden brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie bijdragen aan het beheersen en voorkomen van uitbreiding van het voorval?*

De Onderzoeksraad komt na dit onderzoek tot de onderstaande conclusies.

Conclusies achtergrond en toedracht

Conclusie 1

Ethylbenzeen reageerde op een voor Shell Moerdijk onverwachte wijze met de katalysator. Deze chemische reactie bleef onopgemerkt en kon zich ontwikkelen tot een ongecontroleerde reactie (*runaway*). Hierdoor nam de druk snel toe en explodeerde de reactor.

De reactie van ethylbenzeen met de katalysator was voor Shell Moerdijk onverwacht. Shell beschouwde ethylbenzeen binnen de opwarmfase namelijk onterecht als een veilige stof. De daarmee samenhangende risico's had Shell Moerdijk niet doordacht. De reactie, die uiteindelijk leidde tot de explosie, ontstond stapsgewijs door een reeks van onverwachte gebeurtenissen.

De onverwachte chemische reactie bleef *onopgemerkt*, omdat het instabiele beeld dat de meetinstrumenten tijdens de opwarming lieten zien, paste in het verwachtingspatroon

van de paneloperator en de productieteamleider. Een dergelijk beeld was namelijk bekend van eerdere vergelijkbare opwarmprocessen, en die waren goed verlopen. Signalen die hadden kunnen leiden tot ingrijpen, zoals systeemalarmgrenzen die meermaals werden overschreden, werden daarom onjuist geïnterpreteerd en daarmee niet als verontrustend ervaren en genegeerd.

Een half uur voor de explosie trad een automatische beveiliging in werking die de afvoer van gassen uit het systeem afsloot. De gasafvoer werd niet meer opengezet, waardoor de druk in de reactor langzaam opliep. Bovendien kwam daarmee ook de gasstroom door de reactoren tot stilstand. Op het moment dat de operator de te hoge druk waarnam, 23 seconden voor de explosie, was de explosie niet meer te voorkomen.

Conclusie 2

Shell Moerdijk heeft de risico's van wijzigingen in installaties, processen en procedures niet onderkend en beheerst.

Shell Moerdijk heeft een veiligheidsbeheerssysteem met als doel risico's te minimaliseren. De effecten van wijzigingen en vernieuwingen in de MSPO2-fabriek en in de procedures zijn echter niet systematisch met een risicoanalyse onderzocht. Zo kon een niet-onderkend risico uit 1977 leiden tot een reeks van ondoordachte risico's die samen bijdroegen aan dit voorval.

Rond 1977, bij de ontwikkeling van het proces dat in de MSPO2-fabriek werd toegepast, had Shell het opwarmen van de katalysator met ethylbenzeen getest in het laboratorium. Uit het onderzoek komt naar voren dat Shell daarbij een mogelijke reactie van ethylbenzeen met de katalysator had uitgesloten. In de daarop volgende jaren vonden wijzigingen plaats aan de installaties en procedures binnen dit proces. Zo werden een ander reactortype en een andere katalysator in gebruik genomen en zijn procedures gewijzigd. Deze wijzigingen leidden weliswaar tot een nieuwe risicoanalyse, maar de reactie van ethylbenzeen met de katalysator bleef buiten beeld.

Bij veiligheidsstudies die wel plaatsvonden, was niet alle relevante kennis en onderzoek benut om risico's in kaart te brengen en te beoordelen. Hierdoor voorzag Shell Moerdijk niet dat ethylbenzeen kon reageren met de katalysator. Er waren meerdere momenten waarop een hernieuwde en methodisch andere risicoanalyse dit wel had kunnen laten zien.

Conclusie 3

Shell Moerdijk heeft cruciale informatie verloren laten gaan tussen het ontwerp en het beheer van de installatie.

De MSPO2 is ontworpen en gebruikt vanuit de veronderstelling dat de katalysator en ethylbenzeen niet met elkaar konden reageren. Het opwarmen van de katalysator met ethylbenzeen beschouwden de adviseurs van Shell Projects & Technology en Shell Moerdijk als een gevaarlose bezigheid. Deze gedachte lag niet alleen ten grondslag aan het ontwerp van de installatie, maar ook aan de opzet van de beveiligingen, het beheer en het opstellen van handleidingen, procedures en werkinstructies.

Bij het ontwerp zijn (kritische) procesgrenzen voor de opstartfase bepaald. Bij het opstellen van de werkinstructies heeft Shell Moerdijk deze procesgrenzen niet altijd of niet op de juiste wijze verwerkt. Hierdoor ontstond er een verschil in informatie tussen het ontwerp en het uiteindelijke beheer. Dit heeft Shell Moerdijk niet onderkend, waardoor er risico's ontstonden die Shell Moerdijk niet beheerste.

Conclusie 4

Shell Moerdijk had moeten besluiten het proces te stabiliseren of te stoppen, toen de limieten van het chemische proces in de MSPO2-fabriek steeds werden overschreden. Dan had ze voldaan aan zijn eigen voorwaarden voor de opstart van de installatie.

Shell Moerdijk geeft medewerkers op basis van hun kennis en ervaring professionele ruimte om zelf in te grijpen in processen. Dit is vastgelegd in de 'Ensure Safe Production' aanpak van Shell. Bij het overschrijden van proceslimieten en niet te controleren procesgrenzen moeten operators beslissen een lopend proces te stabiliseren of te stoppen. In de lijn van de ESP-voorwaarden kan in de opstartfase afgeweken worden van de verplichting om in te grijpen, op voorwaarde dat er geen onveilige situatie kan ontstaan. Om dit te beoordelen moet de operator de oorzaak en de reden voor het buiten de limieten treden volledig begrijpen. Dit vereist kennis, ervaring en gedegen voorbereiding van deze bijzondere situaties.

Het onderzoek laat zien dat Shell Moerdijk hier onvoldoende invulling aan heeft gegeven. Hij zag het opwarmen van de katalysator met ethylbenzeen als een gevaarlose bezigheid. Miskend werd daarbij dat het op zichzelf altijd gevaarlijk is om te werken met een reactorvat met brandbaar en explosief ethylbenzeen en een katalysator met explosieve eigenschappen. Naar het oordeel van de Raad is er ten onrechte niet voor gekozen het proces te stabiliseren of te stoppen.

Conclusie 5

Shell heeft onvoldoende geleerd van eerdere en vergelijkbare incidenten.

Shell kreeg na onderzoek van incidenten relevante signalen die konden wijzen op een reactie tussen een katalysator met ethylbenzeen. Hij heeft deze signalen echter niet

herkend en niet verwerkt in nieuwe risicoanalyses voor de MSPO2-fabriek in Moerdijk. Terwijl er wel degelijk aanleiding was om diepgaander onderzoek uit te voeren naar relevante feiten die zich hadden voorgedaan. Het onderzoek van de Onderzoeksraad toont aan dat er meer signalen binnen en buiten Shell waren die niet als zodanig herkend werden noch gebruikt werden om de risico's te (her)beoordelen. Volgens de Onderzoeksraad leerde Shell Moerdijk dus onvoldoende van verstoringen en incidenten.

Conclusies toezicht en crisisbeheersing

Conclusie 6

Op het gebied van procesveiligheid was er sprake van systeemgericht toezicht met schaarse middelen. Bij deze vorm van toezicht kon niet van de betrokken inspecteurs worden verwacht dat zij in staat zijn dieperliggende tekortkomingen bij Shell Moerdijk te constateren.

Het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk voldeed aan de eisen die de toezichthouders daaraan stelden. Shell Moerdijk behoorde volgens de toezichthouders met zijn veiligheidsbeheerssysteem tot de top van Brzo-bedrijven in Nederland. De toezichthouders waren unaniem in hun positieve beeld. Shell Moerdijk stond te boek als bedrijf dat eventuele tekortkomingen serieus nam en deze snel en adequaat corrigeerde. Dit vormde de context van de Brzo-inspecties in de afgelopen vijf jaar.

De focus van de inspecties bij onderhoudsstops lag niet op het functioneren van het veiligheidsbeheerssysteem of op procesveiligheid in de praktijk. Zij richtten zich hierbij op de milieuvergunning en persoonlijke veiligheid. Kijkend naar dit specifieke voorval was het onwaarschijnlijk dat de toezichthouders de dieperliggende tekortkomingen hadden kunnen signaleren die Shell Moerdijk zelf niet in beeld had. Zij konden dus geen zicht hebben op de tekortkoming dat Shell de chemische reactie van ethylbenzeen met de katalysator niet voorzag noch op de achterliggende redenen daarvoor.

De toezichthouders hadden volgens de Raad echter wel enkele tekortkomingen moeten aanmerken als overtreding. De installatiescenario's waren namelijk niet actueel en niet volledig en de opslag van de katalysator was niet volgens de richtlijnen. Dit had volgens het toezichtmodel moeten leiden tot verscherping en verdieping van toezicht en daarmee een externe prikkel gegeven aan het veiligheidsmanagement van Shell Moerdijk.

Conclusie 7

De samenwerkende brandweerkorpsen hebben de brand doeltreffend bestreden. Ook de gedifferentieerde GRIP-opschaling was passend. Wel kunnen enkele verbeterpunten onderscheiden worden op het gebied van informatiemanagement en bij het alarmeren en informeren van omwonenden.

De diverse brandweereenheden waren binnen de normtijden ter plaatse. De Onderzoeksraad stelt vast dat er constructief is samengewerkt tussen de bedrijfsbrandweer Shell Moerdijk, de brandweer Moerdijk-Haven en de diverse publieke brandweereenheden. Uitbreiding van de brand is voorkomen door de gekozen strategie van het gecontroleerd laten uitbranden van het getroffen deel van de installatie en het koelen van de directe omgeving.

Sinds de brand bij Chemie-Pack is een aantal verbeteringen zichtbaar bij de brandbestrijding in Moerdijk. Zonder uitputtend te zijn, gaat het om de inrichting van de brandweer Moerdijk-Haven, de opleiding en training voor industriële brandbestrijding en de verbeterde samenwerking tussen de diverse brandweereenheden.

De keuze voor de gedifferentieerde GRIP-opschaling was passend. De operatie was onder controle in de gekozen GRIP-structuur. Een hogere opschaling had daaraan niets toegevoegd. De inzet van het landelijk crisismanagementsysteem als centraal informatie-systeem was echter niet sluitend, omdat niet alle betrokken crisisteams met het systeem werken en de juistheid van de informatie niet voldoende was gewaarborgd. Bovendien bleek NL-Alert in dit voorval niet geschikt om alle betrokkenen in het gebied te bereiken.

6 AANBEVELINGEN

De Onderzoeksraad is van mening dat Shell zijn bewustzijn van het werken met veiligheidskritische processen moet aanscherpen. Hij moet een nadrukkelijke rol nemen bij het actief doorontwikkelen en verspreiden van kennis en ervaring, zowel in het eigen bedrijf als daarbuiten. De Raad komt daarom tot de volgende aanbevelingen, die ook toepasbaar zijn op andere Brzo-bedrijven in de chemische industrie.

Aan Shell Nederland B.V.

1. Zorg ervoor dat alle medewerkers van Shell continu alert zijn op de veiligheidsrisico's die volgen uit wijzigingen aan installaties, in processen en in procedures. Evalueer hoe risicoanalyses uitgevoerd worden en voer wijzigingen hierin door. Op die manier kunnen ook eerdere veronderstellingen en aannames opnieuw geëvalueerd worden. Voer (nieuwe) risicoanalyses uit, neem adequate beheersmaatregelen en zorg voor voldoende kritisch vermogen binnen het team dat die analyses uitvoert. Wees daarbij alert op aannames op basis van risico's die eerder werden uitgesloten.
2. Organiseer dat proceskennis en lessen uit (bijna-)incidenten bekend zijn bij medewerkers die verantwoordelijk zijn voor de beheersing van de veiligheidsrisico's. Zorg dat onderzoek naar (bijna-)incidenten ook inzicht geeft in achterliggende oorzaken. Borg de implementatie van acties die hieruit voortkomen en draag bij aan verspreiding van deze kennis binnen de petrochemische industrie.

Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	103
Bijlage B. Reacties op het conceptrapport.....	108
Bijlage C. Betrokken partijen.....	109
Bijlage D. Technische onderbouwing historie SMPO	111
Bijlage E. Technische onderbouwing directe oorzaak.....	126
Bijlage F. Technische onderbouwing ontwerp en gebruik	135
Bijlage G. Technische onderbouwing tijdlijn	161
Bijlage H. Veiligheidsbeheerssysteem	174
Bijlage I. Vergunningen.....	176
Bijlage J. Toezichtmodel.....	178
Bijlage K. Brzo-toezicht.....	181
Bijlage L. BRZO-Overtreding	183
Bijlage M. WABO-Toezicht	184
Bijlage N. Grip-schema - toelichting.....	187
Bijlage O. Wet- en Regelgeving	192
Bijlage P. Referentiekader publiek toezicht Onderzoeksraad	194
Bijlage Q. Referentiekaders deelonderzoeken	196
Bijlage R. Samenvatting en verbetermaatregelen onderzoek Shell Moerdijk	199
Bijlage S. Verbetermaatregelen betrokken partijen	205

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

Doelstelling van het onderzoek

Het onderzoek moet voor alle betrokken partijen inzicht(en) opleveren in de factoren en mechanismen die een rol hebben gespeeld bij de explosie van het reactorvat. Maar het onderzoek reikt verder dan de feitelijke oorzaken van het voorval. Het onderzoek kijkt ook naar de achterliggende factoren en mogelijke tekortkomingen in het (veiligheids) systeem. Waar structurele veiligheidsproblemen in het stelsel aan het licht komen, formuleert de onderzoeksraad aanbevelingen om deze te verhelpen.

De Onderzoeksraad beschouwt het betrokken bedrijf als eerst aangewezen partij om risico's te identificeren en te beheersen. Daarbij realiseert de Onderzoeksraad zich dat ongevallen ook bij goede voorzorgsmaatregelen kunnen vóórkomen. Dat stelt eisen aan alle betrokken partijen om alle maatregelen te nemen die de gevolgen van een voorval bestrijden of beperken. Daarmee moet het onderzoek alle betrokken partijen helpen hun rol en verantwoordelijkheid te versterken bij het voorkómen of beheersen van dit soort voorvallen.

Met dit onderzoek wil de Onderzoeksraad alle betrokken partijen helpen om van dit voorval te leren. Zo kunnen zij toekomstige incidenten voorkomen en de gevolgen ervan beperken. Een voorval ontstaat overigens (nagenoeg) altijd door een combinatie van factoren en is vrijwel nooit aan één factor toe te schrijven.

Onderzoeksvragen

Vanuit deze doelstelling is de Onderzoeksraad gekomen tot de volgende vragen:

1. *Hoe kon de MSPO2-fabriek bij Shell Moerdijk tijdens een geplande onderhoudsstop exploderen en in brand vliegen?*

Met deze vraag onderzoekt de Raad de toedracht van de brand, de vergunningverlening, toezicht en handhaving en de opvolging van de aanbevelingen van eerder onderzoek.

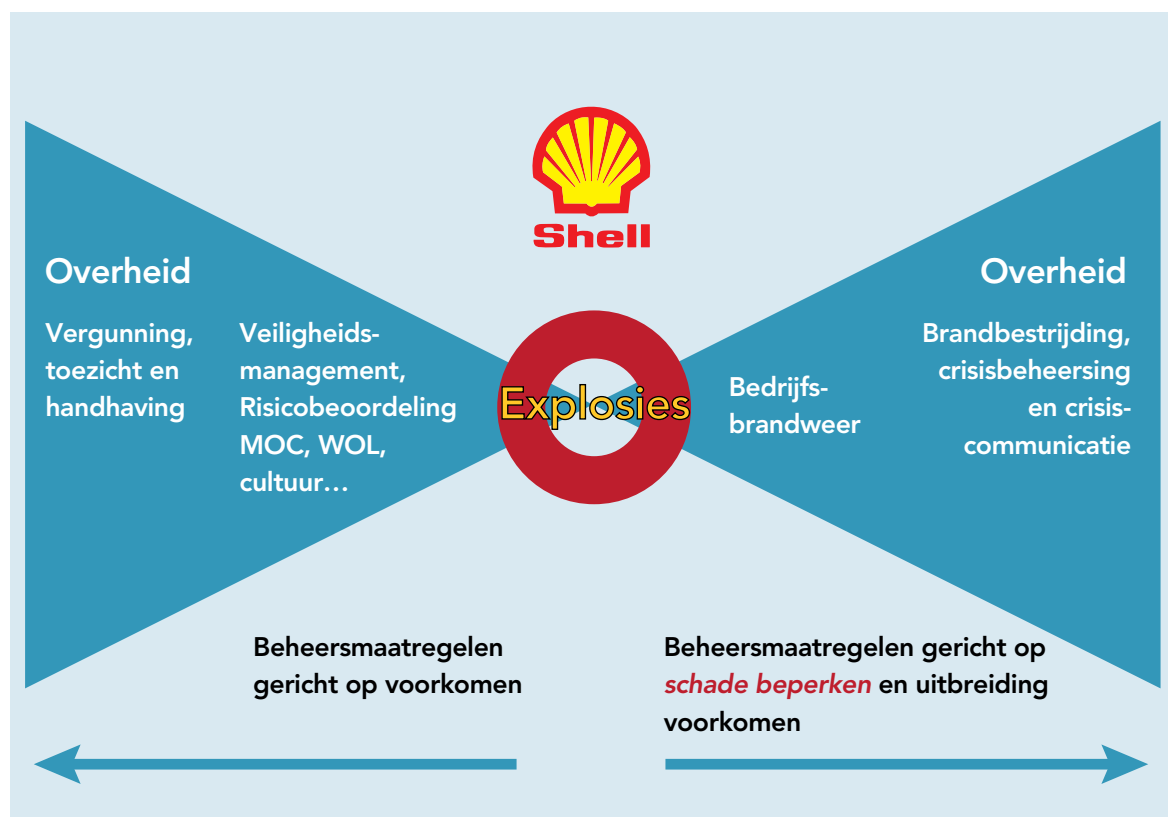
2. *In hoeverre konden brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie bijdragen aan het beheersen en voorkomen van uitbreiding van het voorval?*

Met deze vraag onderzoekt de Raad de brandweerinzet, brandbestrijding, crisisbeheersing, crisiscommunicatie en de opvolging van de aanbevelingen van eerder onderzoek.

Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is onderverdeeld in drie deelonderzoeken:

- deelonderzoek toedracht;
- deelonderzoek vergunningverlening, toezicht en handhaving
- deelonderzoek brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie.



Figuur B1: Samenhang deelonderzoeken.

Elk deelonderzoek kent een eigen context aan betrokken partijen en relevante referentiekaders. In figuur B1 ziet u hoe de deelonderzoeken zich verhouden tot de centrale rol van Shell Moerdijk binnen dit voorval.

Shell Moerdijk mag binnen de kaders van zijn vergunning van de overheid bedrijfsactiviteiten verrichten. Centraal daarbij staat de verantwoordelijkheid van Shell Moerdijk om alles te doen om risico's te beheersen en ongevallen voor de omgeving te voorkomen.¹⁶² Als zich dan toch een voorval voordoet, moet Shell Moerdijk in eerste aanleg alle maatregelen nemen om het voorval te bestrijden dan wel de gevolgen ervan te beperken. Dat creëert twee raakvlakken tussen Shell Moerdijk en organisaties binnen de overheid: bij vergunningverlening, toezicht en handhaving aan de 'linkerkant' en brandbestrijding, crisisbeheersing en crisiscommunicatie aan de 'rechterkant'.

¹⁶² Artikel 5 lid 1 Besluit risico's zware ongevallen 1999: 'Degene die een inrichting drijft, treft alle maatregelen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken.'

In elk deelonderzoek betreft de Onderzoeksraad ook de relevante elementen over opvolging van aanbevelingen uit eerdere onderzoeken.

Afbakening en focus van het onderzoek

Dit rapport bevat die feiten, gebeurtenissen en omstandigheden die rondom het voorval een rol spelen. De focus ligt op die punten waarvan de Onderzoeksraad verwacht dat ze bijdragen aan leren. Hieronder ziet hoe de Raad dit per deelonderzoek heeft afgebakend.

Deelonderzoek toedracht

- De onderzoeksperiode begint bij het ontwerp van de MSPO2-fabriek in 1996 en loopt tot en met de dag van de explosie.
- Het onderzoek beperkt zich tot de MSPO2-fabriek.

Deelonderzoek vergunningverlening, toezicht en handhaving

- Het onderzoek beperkt zich tot de periode van 2010 tot 2014, omdat Shell Moerdijk in deze periode een nieuw Veiligheidsrapport opstelde (2011), de veiligheidsregio een brandweerkazerne op industrieterrein Moerdijk aanlegde (2011), de vorige onderhoudsstop van de MSPO2-fabriek plaatsvond (2011) en het Brzo-toezicht verscherpte na de voorvallen bij Chemie-Pack en Odfjell.
- Het onderzoek richt zich op de vergunningverlening, het toezicht en de handhaving bij Shell Moerdijk in de bovengenoemde periode, inclusief relevante aspecten van intern toezicht bij Shell Moerdijk.

Deelonderzoek brandbestrijding, crisisbeheersing en hulpverlening

- De onderzoeksperiode begint bij de explosies in de MSPO2-fabriek 3 juni 22.48 uur en loopt tot en met 8 juni 2014. Toen werd bekend dat er geen sprake was van vrijkomende gevaarlijke stoffen.
- Het onderzoek beperkt zich tot de bestrijding van de brand op 3 juni 2014 en de beheersing van de daaruit voortvloeiende crisis in de effectgebieden, de crisiscommunicatie en specifiek het alerteren en informeren van de betrokken burgers.

Dataverzameling

Voor de dataverzameling is gebruikgemaakt van alle relevante informatie uit verschillende bronnen. Hierbij kunt u denken aan:

- beleidsdocumenten;
- wet- en regelgeving;
- (evaluatie)verslagen en operationele informatie van organisaties en medewerkers die bij het voorval betrokken waren;
- (technische) onderzoeksrapporten van andere onderzoeksinstanties en bij het voorval betrokken organisaties;
- camera- en mediabeelden;
- forensische onderzoeksgegevens van het Nederlands Forensisch Instituut;
- procesgegevens van de betrokken unit 4800 van Shell Moerdijk;
- relevante gegevens uit het veiligheidsbeheerssysteem van Shell Moerdijk.

Daarnaast heeft de Raad literatuuronderzoek verricht. Verder heeft de Raad interviews gehouden met alle direct betrokken partijen, maar ook met partijen die op andere wijze bij het voorval betrokken zijn geweest.

Analyse en oordeelsvorming

De verkregen informatie is in kaart gebracht en nader geanalyseerd met behulp van het gedachtegoed van verschillende analysemethoden. De analyse bestond uit de volgende drie stappen:

1. Een chronologische weergave maken van gebeurtenissen per partij en de relaties tussen de verschillende gebeurtenissen en de partijen (STEP: Sequentially Timed Events Plotting).¹⁶³
2. De achterliggende oorzaken van de ongewenste gebeurtenissen (Tripod-Beta)¹⁶⁴ in kaart brengen en inzicht verkrijgen in de risico's die in het veiligheidsbeheerssysteem aanwezig zijn. Vervolgens kijken welke preventieve en herstelmaatregelen hierop (kunnen) worden ingezet (BowTie-analyse).¹⁶⁵
3. Inzicht krijgen in de hiërarchische lijnen en verantwoordelijkheden van de betrokken partijen en de relatie met wet- en regelgeving (volgens de uitgangspunten van het STAMP: Systems Theoretic Accident Model and Process).¹⁶⁶

Oordeelsvorming

Voor een antwoord op de onderzoeksvraag stelde de Onderzoeksraad per deelonderzoek een beoordelingskader op. Dit kader bevat wet- en regelgeving, regelingen, richtlijnen en uitgangspunten waaraan de bij dit voorval betrokken organisaties moeten voldoen. Elk deelonderzoek kent een eigen context van betrokken partijen en relevante referentiekaders. De analyse van de gebeurtenissen en de acties is gebaseerd op het beoordelingskader van het betrokken deelonderzoek. Met het beoordelingskader houdt de Onderzoeksraad in beeld welke aspecten belicht worden binnen het onderzoek.

De Onderzoeksraad beschouwt de onderdelen van het beoordelingskader langs twee lijnen. Allereerst beziet de Onderzoeksraad een aantal onderwerpen procesmatig: 'zijn zaken gelopen zoals ze formeel hadden moeten lopen?'. Daarnaast beziet de Onderzoeksraad of de aanpak het juiste of gewenste effect (of uitkomst) heeft gehad. Uitgangspunt van de Onderzoeksraad is hierbij dat de aanpak wel het juiste of gewenste effect kan hebben gehad, ondanks dat wellicht niet de juiste (formele) procedures zijn gehanteerd. De Onderzoeksraad plaatst de gekozen aanpak om die reden telkens in het perspectief van het gewenste of voorziene resultaat van de activiteiten.

In de (deel)conclusies en aanbevelingen staan de uitkomsten van het onderzoek. Deze bieden een overzicht van de factoren die de tekortkomingen in de aanpak verklaren. Daarnaast staan hierin positieve 'lessen' (good practices) die betrokken partijen kunnen leren uit het onderzoek.

¹⁶³ Hendrick, K. & J. Benner (1987). *Investigating accidents with STEP*. Dekker, New York.

¹⁶⁴ Stichting Tripod Foundation (2008). *Tripod-Beta User Guide*. Stichting Tripod Foundation, Vlaardingen.

¹⁶⁵ Hudson, P.T.W. (2003). 'Applying the lessons of high risk industries to health care'. In: *Qual. Saf Health Care* 2003, 12 (Suppl.1):i7-21.

¹⁶⁶ Leveson, N., M. Daouk, N. Dulac & K. Marais (2003). *Applying STAMP in Accident Analysis*. MIT, Cambridge, MA; Leveson, N. (2004). 'A New Accident Model for Engineering Safer Systems'. In: *Safety Science*, Vol. 42, No. 4, 2004.

Externe deskundigen

De Raad heeft tijdens het onderzoek gebruikgemaakt van diverse externe deskundigen op gebied van chemische reactortechnologie en chemische procestechnologie. Zij brachten de noodzakelijke kennis in bij het onderzoek naar en de oordeelsvorming over de fysiek chemische oorzaak van de explosies.

Begeleidingscommissie

De Onderzoeksraad heeft voor dit onderzoek een begeleidingscommissie in het leven geroepen. Deze commissie bestaat uit externe leden met voor het onderzoek relevante deskundigheid, onder voorzitterschap van een lid van de Onderzoeksraad. De externe leden hebben op persoonlijke titel zitting in de begeleidingscommissie.

Gedurende het onderzoek is de commissie vier keer bijeengekomen om met het projectteam van gedachten te wisselen over de opzet, het verloop en de resultaten van het onderzoek. De commissie vervult een adviserende rol in het onderzoek. De eindverantwoordelijkheid voor het rapport en de aanbevelingen ligt bij de Raad. De begeleidingscommissie bestond uit de volgende personen:

Begeleidingscommissie	
prof. mr. dr. E.R. Muller (voorzitter)	Raadslid Onderzoeksraad voor Veiligheid
ir. H.L.J. Noy	Buitengewoon raadslid Onderzoeksraad
ir. J. van der Vlist	Buitengewoon raadslid Onderzoeksraad
ir. C.M. Pietersen	Safety Solutions Consultants
prof. dr. ir. J.C. Schouten	Hoogleraar chemische reactortechnologie TU Eindhoven
ir. W.B. Patberg	Proces Safety Services
dr. M.J. van Duin	Lector crisisbeheersing (Instituut Fysieke Veiligheid/ Politieacademie) en lector veiligheid (Hogeschool Utrecht)

Onderzoeksteam

De onderzoeksmanager van dit onderzoek was mr. J.J.G. Bovens. Daarnaast bestond het onderzoeksteam uit de volgende personen:

Onderzoeksteam	
E.P.H. Moonen	Projectleider
ing. A.A.G. van Gulik	Onderzoeker
dr. ir. J.G. Post	Onderzoeker
drs. A.M.D. van Es	Extern onderzoeker
drs. M.C. Mussche	Extern onderzoeker
ing. J.W. van Middelaar BSc	Extern onderzoeker
ing. R. Smits MSHE	Coördinator eerstelijns onderzoek
dr. N. Smit	Adviseur Onderzoek en Ontwikkeling

REACTIES OP HET CONCEPTRAPPORT

Een inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan de betrokken partijen (zoals bepaald in de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid). Deze partijen is gevraagd het rapport te controleren op feitelijke onjuistheden en mogelijke aanvullingen. Het rapport is voorgelegd aan de volgende personen en organisaties:

Inzagepartij	Betrokken bij voorval vanuit rol
Shell Nederland B.V.	Voorval
Shell Moerdijk	Voorval
Provincie Noord-Brabant	Bevoegd gezag vergunningverlening, toezicht en handhaving Wabo/Brzo
Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant	Brzo-toezichthouder en vergunningverlening en Wabo-toezicht namens en in opdracht van de provincie
Inspectie SZW directie Major Hazard Control	Brzo-toezichthouder
Gemeente Moerdijk	Crisisbeheersing/adviseur van Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant voor uitvoering vergunningverlening, toezicht en handhaving op het aspect bouwen
Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant	Brzo-toezichthouder bedrijfsbrandweer / brandweezorg / crisisbeheersing
Veiligheidsregio Zuid-Holland-Zuid	Crisisbeheersing

De binnengekomen reacties zijn op de volgende manier afgehandeld:

- Correcties van feitelijke onjuistheden, aanvullingen op detailniveau en redactioneel commentaar heeft de Raad (voor zover relevant) overgenomen. Deze tekstdelen zijn in het eindrapport aangepast. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.
- De reacties die niet zijn overgenomen, zijn voorzien van een weerwoord. Deze reacties staan in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (www.onderzoeksraad.nl). In die tabel is naast de letterlijke inhoud van de reacties ook aangegeven op welke paragraaf de reactie betrekking heeft, van welke partij deze afkomstig is en wat het weerwoord van de Raad op de reactie is.

BETROKKEN PARTIJEN

Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant

Op 12 december 2012 is de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant opgericht en vanaf 1 juni 2013 is de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant volledig operationeel. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant is de gezamenlijke ambtelijke organisatie van 27 gemeenten en de provincie Noord-Brabant. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant is een van de zes Brzo-omgevingsdiensten in Nederland en houdt namens de provincie Noord-Brabant en de Brabantse gemeenten toezicht op alle 72 Brzo-bedrijven in de provincie.¹⁶⁷ Zowel de Brzo-inspecteurs als de Wabo-inspecteurs zijn medewerkers van de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant en de Inspectie SZW zijn de Brzo-toezichthouders die toezicht houden op Shell Moerdijk. De Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant is het coördinerend bevoegd gezag. Dit betekent dat de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant de coördinatie en voorbereiding verzorgt voor de uitvoering van inspecties door het Brzo-team.

Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant

De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant heeft tot doel de samenwerking bij de voorbereiding en de uitvoering van een doelmatig georganiseerde en gecoördineerde hulpverlening in het werkgebied waarin ook Shell Moerdijk zich bevindt. De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant geeft invulling aan:

- a. brandweertzorg;
- b. geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen;
- c. rampenbestrijding en crisisbeheersing;
- d. het beheer van de gemeenschappelijke meldkamer.¹⁶⁸

Het Algemeen Bestuur van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant bestaat uit de burgemeesters van de 26 deelnemende gemeenten. Het bestuur van de veiligheidsregio heeft volgens artikel 31 van de Wet veiligheidsregio's (Wvr) de mogelijkheid een inrichting als bedrijfsbrandweerplichtig aan te wijzen, als die inrichting in geval van een brand of ongeval een bijzonder gevaar voor de openbare veiligheid kan opleveren. Shell Moerdijk heeft al jaren een bedrijfsbrandweer en is sinds de Bedrijfsbrandweerbeschikking per 1 januari 2012 formeel verplicht een bedrijfsbrandweer te hebben die aan bepaalde eisen voldoet.

¹⁶⁷ Bron: Brzo Plus, Brzo-bedrijvenlijst peildatum 1 september 2014. In totaal zijn er 404 Brzo-bedrijven in Nederland. In Noord-Brabant zijn er 28 bedrijven waarvoor de gemeente bevoegd gezag Wabo is en 44 bedrijven waarvoor de provincie bevoegd gezag is.

¹⁶⁸ Bron: Gemeenschappelijke Regeling Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant, 1 januari 2010.

De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant is een van de drie Brzo-toezichthouders. De Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant richt zich daarbij op:

- de scenario's voor een mogelijk zwaar ongeval;
- het intern noodplan;
- de organisatie, mensen, middelen, opleiding en oefening van de bedrijfsbrandweer.

Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid

De Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid geeft in zijn werkgebied invulling aan dezelfde taken en verantwoordelijkheden als de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Het effectgebied van het voorval bij Shell Moerdijk strekte zich uit tot het werkgebied van de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid. Hierdoor kreeg deze veiligheidsregio een rol in met name de crisisbeheersing en crisiscommunicatie in het eigen werkgebied. De burgemeesters van de effectgemeenten, met name Strijen en Binnenmaas, gaven invulling aan de verantwoordelijkheden in relatie tot de crisiscommunicatie.

Inspectie SZW, directie Major Hazard Control

De directie Major Hazard Control van de Inspectie SZW is een van de drie Brzo-toezichthouders bij Shell Moerdijk. De kerntaken van de Inspectie SZW zijn onder andere:

- toezicht houden op de naleving van de Arbeidsomstandighedenwet en de Arbeidstijdenwet (ter bevordering van veilige en gezonde werkomstandigheden en werk- en rusttijden voor werknemers);
- toezicht houden op de naleving van het Brzo en de Aanvullende risico-inventarisatie en -evaluatie (ter beperking van de risico's voor werknemers en de omgeving van bedrijven die werken met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen).

Provincie Noord-Brabant

Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant zijn bevoegd gezag Wabo. Dit betekent dat de provincie verantwoordelijk is voor vergunningverlening, toezicht en handhaving bij Shell Moerdijk. De provincie heeft de uitvoering van deze taak volledig gemandateerd aan de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant. Enerzijds is toezicht en handhaving op afstand geplaatst, waardoor de praktische werkzaamheden door de provincie gering zijn. Anderzijds blijven Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant verantwoordelijk voor het publieke toezicht op Shell Moerdijk.

Gemeente Moerdijk

De gemeente Moerdijk heeft een rol als deelnemer en opdrachtgever van zowel de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant als de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant. Daarnaast heeft de burgemeester publiekrechtelijke bevoegdheden op het gebied van openbare orde en veiligheid. De gemeente heeft geen rol als toezichthouder op Shell Moerdijk op het gebied van milieu of veiligheid. Op het vlak van de uitvoering van vergunningverlening, toezicht en handhaving op het aspect bouwen heeft de gemeente Moerdijk een adviserende en uitvoerende taak voor de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant.

TECHNISCHE ONDERBOUWING HISTORIE SMPO

Ontwikkeling SMPO-proces

Het styreenmonomeer-propenenoxideproces (SMPO) is tussen 1973 en 1977 ontwikkeld. Hierbij zijn naast de soort, het gebruik en de reductie¹⁶⁹ van de katalysator ook twee typen reactorontwerp beschouwd en getest. Dit waren de vloeistofvolle reactor (hierna: liquid-fullreactor) en de trickle-bedreactor. Voor de eerste commerciële SMPO-fabriek die in Moerdijk werd gebouwd, viel de keuze op de liquid-fullreactor. Ook werd een geschikte katalysator gevonden die daarbij voldeed aan de verwachtingen. Tijdens de ontwikkelperiode van het SMPO-proces werd verder vastgesteld dat de reductie van de katalysator met waterstof en de prestatie van de katalysator verbeterden, als de katalysator eerst geheel werd ondergedompeld in ethylbenzeen. Bij de liquid-fullreactor zijn de katalysatorpellets altijd volledig en continu benat. Uit veiligheidsoverwegingen is het goed benatten en zo te houden ook van groot belang. Als de gewenste exotherme reactie¹⁷⁰ tussen waterstof en de katalysator in gang gezet wordt, dient de vloeistof (ethylbenzeen/methylphenylketon) als koelmedium om die energie af te voeren. Het lokaal 'droog' staan van de katalysatorpellets kan de vorming van een hete en lokale plekken tot gevolg hebben. Deze 'hotspots' kunnen tot grote problemen leiden. Overigens zorgt een goede benatting ook voor een verlenging van de levensduur van het katalysatorbed.

In 1977 werd geen reactie vastgesteld tussen ethylbenzeen en de katalysator onder de testcondities (volledig onderdompelen van de katalysatorpellets in ethylbenzeen). Als gevolg daarvan beschouwde Shell ethylbenzeen als een 'inerte stof' die ongevaarlijk was voor de hydrogenatie.

Ook werd destijds een zogeheten trickle-bedreactor getest, maar dit reactieprincipe verslechterde de prestatie van de katalysator. Een trickle-bedreactor is een 'open' met katalysatorpellets gevulde kolom waarin een gas en een vloeistof met elkaar, onder invloed van de zwaartekracht, in dezelfde richting neerwaarts stromen. De vloeistof-gasstroom verlaat vervolgens het reactiesysteem via de bodem van de reactor. Het 'droog' staan van de katalysatorpellets is een risico bij de trickle-bedreactor.

In de jaren na de opstart van de eerste commerciële SMPO-fabriek stonden de ontwikkelingen in het SMPO-proces niet stil. Ruim tien jaar later, rond 1990, wilde Shell een

¹⁶⁹ Reduceren is een chemische reactie waarbij het oxidatiegetal van de te reduceren stof (in dit geval de katalysator) verlaagd moet worden. Het is het tegenovergestelde van oxideren waarbij juist een verbinding (reactie) met zuurstof wordt aangegaan.

¹⁷⁰ Dit is een reactie waarbij energie in de vorm van warmte vrijkomt.

tweede SMPO-fabriek ontwikkelen en bouwen in Seraya,¹⁷¹ Singapore. Hij voerde toen een aantal wijzigingen door in het bestaande SMPO-proces. Één daarvan was het besluit om in plaats van een liquid-fullreactor een trickle-bedreactor te gaan gebruiken. Uit eigen onderzoek bleek dat de liquid-fullreactor nadelen had voor de conversietijd¹⁷² van methylphenylketon (MPK) naar methylphenylcarbinol (MPC). Bovendien bleek uit nieuwe ontwikkelingen dat voor de trickle-bedreactor de prestaties van de katalysator aanzienlijk verbeterd waren. Ook kon de trickle-bedreactor op lagere temperatuur en een veel lagere druk bedreven worden. Daarmee was ook een veel lagere druk mogelijk voor de waterstoftoevoer. Het bestaande ontwerp van de hydrogeneringssectie kon daarmee vereenvoudigd en daarmee goedkoper worden. Het op een lagere druk en temperatuur bedrijven van de vernieuwde hydrogeneringssectie werd daardoor beschouwd als een veiliger concept.¹⁷³ Shell classificeerde dit daarom als minder risicovol.

In 1996, kort voor de opstart van de nieuwe SMPO-fabriek in Seraya, ontwerpt Shell een tweede SMPO-fabriek in Moerdijk: de MSPO2-fabriek. Het ontwerp van de MSPO2 is in de basis een kopie van de Seraya-fabriek, maar de MSPO2 heeft een grotere productiecapaciteit. Lloyd's Register Stoomwezen stelde hierop vragen over het gebruik van waterstof en de mogelijkheid tot het ontstaan van een *runawaysituatie* en de beveiliging daartoe. Shell antwoordde hierop dat er geen *runaway* kon ontstaan. De vraag en het antwoord ziet u in figuur B4.1.

Vragen van Stoomwezen (augustus 1997)

2. Neem aan dat er in R 4001 een exotherme reactie plaats vindt. Wat is de max. damp productie
Is een run-away reactie mogelijk?
Hoe houdt men de temp. van 210°C in de hand. Zie een temp. beveiliging
3. Wat te doen bij het ontstaan van een hot-spot in het bed.
Is daar nog een instr. beveiliging voor aangebracht?
Worden er nog wand temp. meetpunten aangebracht?
4. Wat is de max. mogelijke pers. druk van P 4003
Overhandigen van een pomp ligt.
5. Beveiliging R 4001 geplaatst op V 4001.
R 4001 is dampvat. Doorlaat veiligheden min 25 mm dia H klep. Geplaatst is een D klep.

¹⁷¹ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015.

¹⁷² Er moest veel MPK over het katalysatorbed gecirculeerd worden om MPC te verkrijgen.

¹⁷³ Bron: Causal Learning Report, June 3rd, 2014, MSPO/2 U4800 incident, Shell, January 30, 2015. p13.

Antwoord aan Stoomwezen (april 1998)

- 2,3 During normal operation runaway reaction will not occur. If the cooling recycle exchanger fails but the feeds and the recycle continues, it is predicted that an equilibrium temperature of maximum 155°C will be reached. If control is lost due to failure of the cooling recycle a maximum temperature rise of 74°C is predicted. A low flow protection has been incorporated into the design to prevent this eventuality. The maximum operating temperature of the system is 126°C during end-of-run conditions. A failure might lead to a maximum temperature of 200°C. The design temperature of the system is 210°C, a margin of 10°C is taken.
- 4 The stalling pressure of P-4803 is 38.7 barg.
- 5 A safety valve is placed on V-4801 to protect R-4801, R-4802 and V-4801. In view of the equipment elevations (> 8.2 m) fire is not considered as a relief case, neither is runaway (see 2,3). The relief valve is installed for control valve failure of the hydrogen feed valve (248FRCA-001) or the pressure control valve (246PRCA-008).

Figuur B4.1: Correspondentie Lloyd's Register Stoomwezen - Shell Moerdijk. (Bron: Shell Moerdijk)

De brief en het antwoord daarop waren beide gericht op de 'normale' productieperiode. De fasen circuleren, opwarmen en reduceren werden in de beredenering niet meegenomen. Mogelijk speelde hierbij de context op de achtergrond dat ethylbenzeen veilig was en niet met de katalysator zou reageren en dat de hydrogeneringssectie als laag risicovol was geclassificeerd.

Shell Moerdijk voerde verder in 1997 als onderdeel van het ontwerpproces voor MSPO2 een Desk Safety Review uit. Deze studie belichtte de diverse faalscenario's rondom de hydrogeneringssectie voor de reductiefase en normaal bedrijf. Samengevat waren de faalscenario's het overschrijden van de waterstoftoevoer en het verlies van het koelmedium. De exotherme reactie werd beheerst door de aanwezigheid van een koelmedium (ethylbenzeen tijdens reductie of MPK tijdens normaal bedrijf). Verlies van het koelmedium werd beheerst door het afschakelen en blokkeren van de waterstoftoevoer. Ethylbenzeen was al bestempeld als een inerte stof en voor het hydrogeneringsproces daarom ongevaarlijk. Uitkomsten uit deze studie leverden voor de fasen circuleren en opwarmen verder geen directe aanknopingspunten waaruit opgemaakt kon worden dat deze aan de orde zijn geweest tijdens die veiligheidsstudie.

Selectie katalysator

In dezelfde periode (periode 1999 tot 2002) startte binnen Shell ook een andere discussie. Deze discussie ging over de katalysator. De katalysator in de liquid-fullreactor van de MSPO1 had zijn werkzaamheid wel aangetoond, maar voldeed volgens Shell om onduidelijke reden niet geheel in de trickle-bedreactor in Seraya. Bovendien was die katalysator duur en met het vooruitzicht op meerdere SMPO-fabrieken, allen volgens het trickle-bedregime, ontstond de noodzaak voor een onderzoek naar alternatieve katalysator. De eerste katalysator die in de MSPO1-fabriek gebruikt werd, was een katalysator (Cu-1808T) met een zeer laag chroom(VI)-gehalte (< 0,2 wt procent). Gedurende de testfase werden drie katalysatoren van drie verschillende fabrikanten met elkaar vergeleken.

Enkele waarnemingen die uit de verschillende rapportages volgen:

1. In de testomgeving was het uitgangspunt dat een zogeheten 'droge' reductie van de katalysator al voorafgaand aan de testrun had plaatsgevonden. Het doel van de test was immers te kijken naar een betrouwbare katalysator die stabiel was en bleef voor een langere periode, bij lagere temperaturen. Het reduceren van de katalysator maakte geen deel uit van de test.
2. De geteste katalysatoren hadden een zeer laag chroom(VI)-gehalte ($< 0,2$). Dit werd destijds opgenomen in het gegevensblad¹⁷⁴ behorende bij de katalysator. De katalysator van de andere leverancier (type G22-2) vertoonde een hogere activiteit, maar had een lagere breeksterkte dan aanvankelijk werd opgegeven (waarom was voor Shell onduidelijk) en de selectiviteit nam na langdurig verwarmen af. Uit de kolom 'Concentration' van figuur B4.2 kan opgemaakt worden dat sprake kon zijn van een zeer laag gehalte aan chroom(VI).

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical nature : mixture of copper oxide, copper chromite, barium chromate, silicon dioxide

Usage : Reaction accelerator for chemical changes

Components	EINECS	Symbol(s)	R-phrases(s)	Concentration
CHROMIUM (VI) COMPOUNDS		Carc. Cat. 1, T, O, C, N	R49, R25, R8, R35, R43, R50/53	$> 0,10 - < 0,20 \%$
COPPER OXIDE	215-269-1	Xn	R22	45,00 - 50,00 %
BARIUM COMPOUNDS (as Ba)		Xn	R20/22	5,00 - 7,00 %

Figuur B4.2: Material Safety Data Sheet katalysator G22-2 TAB. (Bron: Shell Moerdijk)

NB. Afhankelijk van de hoeveelheid chroom(VI) start de eerste oxidatiereactie meer of minder makkelijk. Het chroom(VI)-deel is niet als vast component in de katalysatorpellet opgenomen, maar wordt gevormd tijdens de productie van de katalysator (voor een nadere uitleg zie bijlage 5 over de katalysator en de trickle-bedreactor).

Als onderdeel van de katalysatortest werd in 2001 het bodemdeel van de tweede reactor (van de Seraya-fabriek) gevuld met katalysatortype G22-2. De overige reactordelen werden gevuld met de katalysator van het andere katalysatortype Cu-1808T.

Leveringen met hoog chroom(VI)-gehalte

Ondertussen werd de katalysator type G22-2 gekozen als alternatief voor katalysatortype Cu1808T. G22-2 kon vanaf dat moment als 'drop-in' in de SMPO-fabrieken toegepast worden. In de verkoopspecificaties werden alleen die waarden en kenmerken opgenomen die de leverancier en de klant waren overeengekomen. Dit betrof onder andere de

¹⁷⁴ Het gegevensblad dat hier wordt bedoeld is het Material Safety Data Sheet (MSDS).

oppervlakte en de sterkte van de katalysatorpellets, het watergehalte en de totale hoeveelheid koper, chroom, barium en siliciumoxide. Specifieke en productgevoelige informatie zoals het chroom(VI)-gehalte werd niet in de verkoopspecificatie opgenomen, maar werd wel in het bijbehorende gegevensblad¹⁷⁵ genoteerd.

Het eerste katalysatortype dat in Moerdijk in de MSPO2 werd toegepast, was het type Cu1808T. In de verkoopspecificatie van katalysatortype CuT1808T werden de belangrijke totalen gepresenteerd (zie figuur B4.3).

Tests	Method	Specification	Typical	Units
Surface Area - Monosorb	E0447	37 to 63	50	m2/g
Loss on Ignition @ 400C	E0578	2 to 5	3.5	%
Copper Oxide @ 400C		41 to 45	43	%
Chromic Oxide @ 400C		36 to 40	37.8	%
Sodium Oxide @ 400C		3.0 to 3.8	3.4	%
Silicon Dioxide @ 400C		9.0 to 12.0	10.8	%
Crush Strength - Average	E0449	12 to 20	15	lbs
ABD - packed	E0441	1.45 to 1.65	1.55	g/cc
Length - average	E0433	REPORT ONLY	0.135	in
Diameter - Average	E0442	REPORT ONLY	0.127	in

Figuur B4.3: Verkoopspecificatie van katalysatortype CuT1808T. (Bron: Shell Moerdijk)

Het bijgeleverde gegevensblad (zie figuur B4.4) bevatte de gegevens over het aandeel chroom(VI).

Chromium (6+) Content	0.2-0.3	None.
Other Information: NOTE: The percentage by weight values reported for this product represent approximate formulation values.		

Figuur B4.4: Gegevensblad van katalysatortype CuT1808T. (Bron: Shell Moerdijk)

In 2011 werd voor de laatste keer een katalysator van dit type in de trickle-bedreactor van de MPSO2 geladen (zie figuur B4.5, kolom 2011 en rij MSPO2 -> groen).

¹⁷⁵ Het gegevensblad dat hier wordt bedoeld is het Material Safety Data Sheet (MSDS).

Name plant	Alternative name		1979	1987	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Moerdijk-1	MSPO-1	R-801	start-up	TA	TA													TA					
		R-802																					
Seraya-1	SMPO-1	R801				start-up				TA					TA					TA			
		R802A																					
		R802B																					
Moerdijk-2	MSPO-2 (Eilba)	R4801							start-up			TA				TA				TA			pit-stop
		R4802A																					
		R4802B																					
Seraya-2	SMPO-2 (Eilba Eastern)	R801									start-up							TA					TA
		R802A																					TA
		R802B																					TA
Nanhai	CPPC	R801													start-up				TA				
		R802A																					
		R802B																					
Cu-1808T																							
G22-2																							

TA = Catalyst change during Turn Around (Rx801&Rx802A&B)

Figuur B4.5: Laadschema SMPO-fabrieken. (Bron: Shell Moerdijk)

Uit tabel B4.5 blijkt ook dat Nanhai de eerste SMPO-fabriek was die werd opgestart met beide reactoren geheel gevuld met katalysatortype G22-2 (2005). Circa één jaar later werd in Seraya alleen de eerste reactor gevuld met de 'nieuwe' katalysator en omstreeks 2011 werden tijdens een turnaround de beide reactoren van de SMPO-fabriek in Seraya gevuld en opgestart met de nieuwe katalysator.

Uit de navolgende tabel, figuur B4.6 van de leveringen per SMPO-locatie (wereldwijd), blijkt het werkelijke chroom(VI)-gehalte. Uit die tabel kan opgemaakt worden dat het chroom(VI)-gehalte (waarden variërend van 2,4 procent tot 5,1 procent) van de verschillende leveringen groter was dan de katalysator die destijds (1999-2002) tijdens de katalysatortest werd gebruikt.

Shipment	Datum	Charge	CrVI %
China 2005	22/10/2004	F156621003	3,1
	14/01/2005	F160649001	3,8
China 2009	23/10/2009	F277731004	2,7
	10/10/2009	F277731010	2,4
	04/12/2009	F277731017	2,7
Singapore 2010	27/09/2010	F304039005	2,8
	13/10/2010	P304039001	2,9
Singapore 2014	30/10/2013	DER0004345	4,9
	13/11/2013	DER0004349	5,1

Shipment	Datum	Charge	CrVI %
Netherlands 2014	26/11/2013	DER0004352	5,0
	30/11/2013	DER0005396	4,4
	19/01/2014	DER0005838	4,0
	23/01/2014	DER0005837	4,4

Figuur B4.6: Overzicht samenstelling katalysatortypen. (Bron: Shell Moerdijk)

Het verloop van de opstart van de Nanhai- en Seraya-fabrieken (respectievelijk 2005 en 2006, 2011) heeft de Onderzoeksraad niet nader onderzocht.

Runaway Nanhai 2010

In 2010 werden de beide reactoren van de SMPO-fabriek in Nanhai voor de tweede keer geladen met de 'drop-in' katalysatorpellets. Tijdens het circuleren van de inmiddels opgewarmde reactoren viel de centrale pomp uit en werd kort daarna een runawaysituatie waargenomen. Hierbij liep de temperatuur in de reactoren op tot minstens 685°C. Het reductieproces met waterstof was op dat moment nog niet in gang gezet.

Het Nanhai-incident bevatte de volgende aanknopingspunten voor Shell om hieruit lering te trekken:

1. Er werden tijdens de *runaway* temperaturen gemeten tot ver boven de 250°C.
2. In Nanhai werd eerst 6 uur gecirculeerd voordat het opwarmen werd gestart.
3. Koelen met ethylbenzeen bleek niet mogelijk.
4. De pomp stopte op een te hoog niveau, waardoor het gaspad richting de fakkel automatisch gesloten werd en de stikstoftoevoer naar de reactoren uiteindelijk ook.
5. Beide reactoren werden gekoeld met stikstofpurge.
6. De operators dachten dat het probleem (de plotselinge temperatuurverhoging) door de ethylbenzeen veroorzaakt werd.
7. De werkontleding werd nauwkeurig opgevolgd.
8. Het waterstofsysteem lekte, dus moesten de operators de kleppen controleren en de grote waterstofklep afsteken.

Volgens het incidentonderzoek (Shell Nanhai) werd de *runaway* veroorzaakt door het inleken van waterstof in de eerste reactor via een regelklep. Dit kon volgens het onderzoeksteam gebeuren, doordat het waterstofsysteem al was opgelijnd. Dit betekent dat de regelkleppen dicht gestuurd staan en de handafsluiters zijn dan alvast geopend. De waterstof kon alsnog in het reactorsysteem stromen doordat de druk van de waterstofstroom tijdelijk hoger was dan de druk in het ethylbenzeen-stikstofsysteem (zie figuur B4.7).



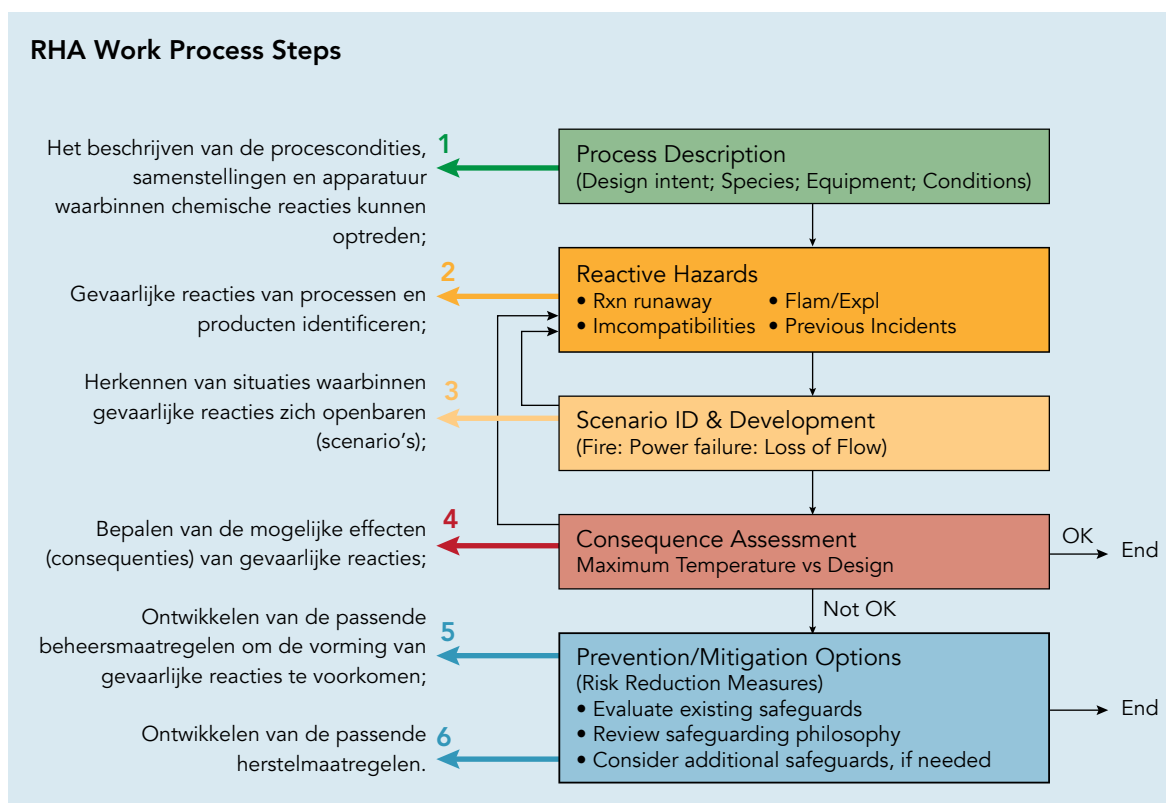
- de katalysator al eerder in Nanhai was gebruikt; en/of
- de grote waterstofklep wellicht toch had doorgelaten (lek); en/of
- de reductie en productie met waterstof de meest risicovolle periode vormden in verband met de exotherme reacties (inkleuren perceptie); en/of
- ethylbenzeen als een inerte stof werd beschouwd die niet kon reageren met de katalysator (perceptie goede benutting door langdurige circulatie en opwarming in Nanhai).

Reactive Hazard Assessment 2011

118 van 210

bedoeld om te evalueren welk effect het heeft als bepaalde stoffen in het milieu komen. In de EPA-methode kunnen echter niet de complexe stoffen worden geplaatst zoals die in de reactor aanwezig waren. Met de RHA wil Shell niet alleen de gewenste reacties in kaart brengen, maar ook de ongewenste reacties, die potentieel kunnen leiden tot gevaarlijke gebeurtenissen. Het gaat om de bescherming van mens, milieu, installaties en reputatie tegen de gevolgen van alle chemische reacties.

Hoe een RHA-studie uitgevoerd moet worden, is binnen Shell vastgelegd in een richtlijn.¹⁷⁶ Uit die richtlijn kan opgemaakt worden dat de gehele RHA-studie uit de volgende onderdelen bestaat:



Figuur B4.8: Reactive Hazard Assessment. (Bron: Shell Moerdijk)

Tijdens die RHA-studie ging de aandacht vooral uit naar de reductiefase van de katalysator met behulp van waterstof. De vraag of ethylbenzeen kan reageren met de katalysator, werd tijdens de uitvoering van de RHA niet opnieuw beschouwd en mogelijk daarom niet beantwoord. Dit ondanks dat uit rubriek 10 van het veiligheidsinformatieblad (ViB)¹⁷⁷ van ethylbenzeen blijkt dat ethylbenzeen heftig reageert met sterke oxidatiemiddelen (zie figuur B4.9).

¹⁷⁶ CT.03.20148 PROCEDURES FOR CONDUCTING A REACTIVE HAZARDS ASSESSMENT.

¹⁷⁷ Een veiligheidsinformatieblad is een gestructureerd document met informatie over de risico's van een gevaarlijke stof of preparaat. Ook staan hierin aanbevelingen voor het veilig gebruik ervan op het werk, opgesteld door de fabrikant/leverancier. De fabrikant van het gebruikte ethylbenzeen is Shell zelf. Het ViB maakt deel uit van de verplichtingen die volgen uit REACH (Registration, Evaluation and Authorization of CHemicals). De REACH-regelgeving (Verordening nr. 1907/2006) dateert van 18 december 2006, en is vanaf 1 juni 2007 van kracht geworden.

RUBRIEK 10: Stabiliteit en reactiviteit	
10.1 Reactiviteit	: Het product vormt geen verdere reactiviteitsgevaaren naast degene die vermeld staan in de volgende subparagraaf.
10.2 Chemische stabiliteit	: Stabiel onder normale gebruiksomstandigheden. Een gevaarlijke reactie valt niet te verwachten als het product conform de vereisten wordt gehanteerd of opgeslagen.
10.3 Mogelijke gevaarlijke reacties	: Reageert heftig met sterke oxidatiemiddelen.
10.4 Te vermijden omstandigheden	: Warmte, open vuur en vonken. Blootstelling aan zonlicht.
10.5 Chemisch op elkaar inwerkende materialen	: Koperlegeringen. Sterke oxidatiemiddelen.
10.6 Gevaarlijke ontledingsproducten	: Onder normale opslagomstandigheden worden geen gevaarlijke ontledingsproducten gevormd.
Overige informatie	
Gevoeligheid voor mechanische stoten/schokken	: Geen gegevens beschikbaar.
Gevoeligheid voor statische ontlading	: Ja, in bepaalde omstandigheden kan product ontbranden door statische elektriciteit.

Figuur B4.9: Veiligheidsinformatieblad ethylbenzeen. (Bron: Shell Moerdijk)

Een bekend en sterk oxidatiemiddel is zuurstof en een oxidatiereactie met ethylbenzeen is mogelijk. Na het beladen van de reactoren met de nieuwe katalysator¹⁷⁸ is deze katalysator nog rijk aan gebonden zuurstof en is deze in staat om te reageren met andere stoffen, zoals koolwaterstoffen. De koolwaterstoffen worden dan geoxideerd.

Per specifieke stof verschillen de hiervoor noodzakelijke condities aanzienlijk. De beschikbaarheid van zuurstof en energie (temperatuur) is daarbij bepalend. De toen beschikbare Material Safety Data Sheet (MSDS) van de katalysator werd gebruikt. In de periode 1999-2003 is de katalysator met het lage chroom(VI)-gehalte getest. Deze testen vormden de grondslag voor dit deel van de RHA-studie. Actuele gegevens over de katalysator van de fabrikant werden niet gebruikt. Het Nanhai-incident was geen aanleiding om de risico's bij te stellen. Volgens de Shellrichtlijn voor het uitvoeren van een RHA moeten hierbij ook relevante informatiebronnen gebruikt worden. Een voorbeeld hiervan is 'Bretherick',¹⁷⁹ een handboek over chemical hazards. Hierin staat informatie over de combinatie van diverse koolwaterstoffen met chroom(VI)-oxide.

Twee belangrijke stappen die binnen de RHA-methodiek gezet moeten worden, zijn de stappen drie en vier (respectievelijk scenario-ontwikkeling en effectbepaling). Tijdens de RHA-sessie stelde het RHA-team zich hierbij de vraag of ethylbenzeen een reducible agent was (zie figuur B4.10). Het team vroeg zich dus af of ethylbenzeen tijdens reductie van de katalysator met waterstof, zelf ook door de waterstof gereduceerd zou kunnen worden. In dit geval zou dan ethylcyclohexaan gevormd zijn. Volgens het team was dit echter niet het geval. Omdat de vraag beantwoord was (met 'nee'), is deze uit het document verwijderd.

¹⁷⁸ De katalysatorpellet is een samengeperste korrel die bestaat uit onder meer koperoxide, koperchromaat, bariumchromaat en siliciumoxide.

¹⁷⁹ Bretherick's Handbook of reactive chemical hazards, 6th edition 1999.

Id	Status	Initiating event	Suspected Unmitigated Development	Assessed Top Event	Consequence Category
Hydrogenation catalyst change & reduction					
1601		Passing of H2 valve with no EB circulation (the intention is not to have the reduction going)	Un-intended catalyst reduction without any cooling effect. Leads to over-temperature and potential LOC. Amount of Cu on catalyst (~40% wt of Copper - 70 ton 1st reactor, 50 ton 2nd reactor)	Reduction in presence of EB. Absence of EB is highly exothermic.	RAM 4/5
1602		Fail open of H2 valve with insufficient EB circulation (the intention is to have controlled reduction going)	Un-intended catalyst reduction without any cooling effect. Leads to over-temperature and potential LOC. Need to consider this separately from normal running conditions because the threat may not exist then.	Reduction of metals is endothermic Too high Hydrogen	RAM 4/5
1603		Loss of EB circulation during catalyst reduction (pump failure, power failure local/site)	Catalyst reduction without any cooling effect. Leads to overtemperature and potential LOC. AV/LR check with Ariani/Anke what the role of EB: only heat sink or also 'reducible agent' to prevent free copper formation	Same as 1602 with high H2 flow	RAM 4/5
1604		Insufficient EB circulation flow set during the reduction process (deviation from procedure)	Catalyst reduction with reduced cooling effect. Leads to over-temperature and potential loss of containment.	Same consequence as 1604 - Human error	RAM 3-
1605		Catalyst not reduced completely	Higher temperature due heat generation from partially reduced catalyst and additional heat from leading to over-temperature and potential LOC.	Human error - See scenario below	RAM 4/5
1606		Loss of temperature control or cooling during reduction	Higher temperature due heat generation from catalyst reduction leading to over-temperature and potential LOC. Check maximum temperature reached at 100% catalyst reduction.	Metal oxidation is exothermic Metal reduction is endothermic MW - 100 of CrO3 Hr = -180 kcal/gmol (exothermic) 50% partially oxidized catalyst Moles = 686 kmol Heat released = 3811.1 kcal or 15930 kJ Adiabatic T = 15°C. Assuming remaining catalyst hydrogenates MPK, Adiabatic T = 40°C Net temperature rise = 55°C. No potential LOC. For data see below Quantity of catalyst - New reactors 1st Reactor - 68.6 tons 2nd reactor - 51.7 tons	RAM 3-

Figuur B4.10: Resultaat Reactive Hazard Assessment hydrogenatieunit. (Bron: Shell Moerdijk)

Verder is opmerkelijk dat alleen uit een hoogtemperatuurscenario en -potentieel een Loss of Containment (LOC) kan volgen. Het is niet duidelijk geworden waarom het hogedrukscenario hiermee niet in verband werd gebracht tijdens de RHA.

Process Safety Assessment 2011 (SR.11.11808 PSA_U4700_U4800)

In mei 2011 werd een Process Safety Assessment (PSA) uitgevoerd door een gespecialiseerd team, samengesteld uit verschillende Shellonderdelen. De PSA is een methodiek om gevaren van een installatie mee door te lichten (screening). De methodiek bestaat uit een brainstormsessie waarin medewerkers bespreken en beoordelen welke potentiële effecten van ongecontroleerde emissies of gevaren inherent aan de installatie zijn. De screening stelt de deelnemers in de gelegenheid om de risico's en gevaren op de specifieke proces- en installatieomstandigheden te beoordelen. Hierbij beschouwen ze ook gevaren zoals explosie, toxische emissie en falen van apparatuur.

De focus in de PSA van 2011 lag bij de majeure gevaren binnen de installatie of unit. Deze PSA maakte het mogelijk om risico's gericht te onderzoeken. Een volledig veiligheidsonderzoek in alle secties, ook in secties zonder majeure risico's, was zo niet nodig. Bij de PSA in 2011 werden de hydrogenatiesecties van de MSPO1 en de MSPO2 aan een screening onderworpen. Binnen deze unit(s) wordt MPK katalytisch omgezet naar MPC met behulp van waterstof. In MSPO1 vindt het hydrogeneren plaats onder 80 bar druk en in de MSPO2 onder 23 bar. De combinatie koolwaterstoffen en waterstof vormde voor deze units dan ook meteen het belangrijkste gevaar (catergorie 5C, zie figuur B4.11).

Hydrogen enriched hydrocarbon streams	C-801/2, R-801/2, V-801/2/5/6/7/9, C-4801/2, R-4801/2, V-4801/2/9	5C	5C	5C	
Hydrogen	C-801/2, R-801/2, V-801/2/5/6/7/9, C-4801/2, R-4801/2, V-4801/2/9	4C	5C	4C	

Figuur B4.11: Process Safety Assessment 2011. (Bron: Shell Moerdijk)

Voor de unit 4800 specifiek geeft de studie vooral aanbevelingen van technische aard (zie figuur B4.12). Deze hadden verder geen duidelijke betrekking op een explosie, runaway of de gevolgen van een situatie waarin de unit te maken kreeg met een te hoge druk of temperatuur.

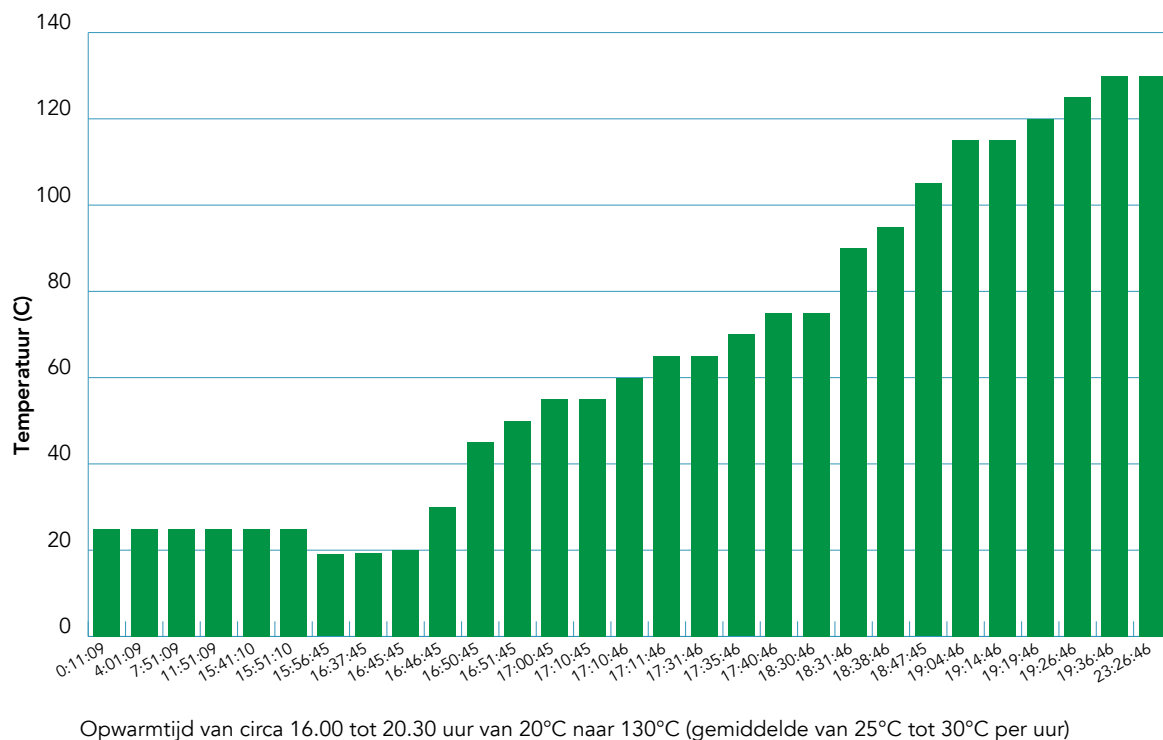
4.4. Comment Unit 4800 MPK Hydrogenation Unit		
#	PEFS	Comments
1	Tc9000609	Ensure PVV 2403 is sized for the back flow scenario considering that the small cross sectional area of the check valve. Also make the two check valve class 1 check valve.
	TC90000610	Write operating procedure that in the event of a fire the reactor and V-4801 should be depressurized via the depressurization line. Ensure that the ED valve is sized and designed according to the DEP. The manual block valves on the emergency depressuring line should be locked open.
3	TC90000611/10	Check relief valve capacity for fire exposure for both SVV4801a/s and SVV4802a/s. These vessels are located on a concrete floor
4	Field visit	The pressure relief valve SVE4804/1 is a bellow safety relief valve however the bellow is encased. This will not permit the proper functioning of the relief valve. Ensure that ALL bellow safety relief vales have the bonnet open to the ATM.
5	Field visit	Spool piece in the EB fill line 80p48047 should have been removed according to PEFS but is not. From a process safety point of view it is acceptable.

Figuur B4.12: Aanbevelingen uit de Process Safety Assessment 2011. (Bron: Shell Moerdijk)

Moerdijk 2007 en 2011 tot 2014

In 2007 werd in Moerdijk voor de tweede keer de 'oude' katalysator (laag chroom(VI)-gehalte) geladen. De Onderzoeksraad heeft de katalysatorwissel en het weer opstarten van de MSPO2-fabriek in 2007 niet nader onderzocht. Wel ziet de Onderzoeksraad dat de werkontleding (WOL) die voor 2007 werd opgesteld, als basis diende voor de werkontleding van 2011 en later ook voor de werkzaamheden in 2014. Hieronder concentreert de Onderzoeksraad zich verder voornamelijk op de periode 2011 tot en met 2014.

In 2011 volgde er een katalysatorwissel in de MSPO2-fabriek. Hierbij werd de hydrogeneringssectie voorzien van de 'oude' katalysator Cu1808T. Hoewel de oorzaak voor de Onderzoeksraad onduidelijk is gebleven, was dit volgens Shell sneller dan verwacht. De geplande productieperiode was immers circa zes jaar. In ieder geval verliep de opstart na de katalysatorwissel onrustig. Een runaway werd niet waargenomen en/of heeft ook niet plaatsgevonden. Onrustig betekende hier dat er verstoppingen waren door fines, deeltjes die van de katalysatorpellets afgebroken waren. Het opwarmen van de reactoren werd met kleine stapjes uitgevoerd met een gemiddelde opwarmingssnelheid van circa 25°C tot 30°C per uur zoals figuur B4.13 illustreert.



Figuur B4.13: Opwarm snelheid reactor 1 (2011).

Na de onrustige opstart van 2011 zag Shell al snel dat de verwachte katalysatorlevensduur en de daarmee samenhangende productiecapaciteit niet gehaald zou worden. Aangezien de grote turnaround in 2011 al had plaatsgevonden en die slechts eens per vier of zes jaar plaatsvond, werd voor het uitwisselen van de katalysator gekozen voor een korte en beperkte onderhoudsstop. Hiervan werd de duur bepaald door de werkzaamheden die bij de katalysatorwissel hoorde. Deze periode is binnen het onderzoek gekenmerkt als de pitstop.

Shell beschouwde de katalysatorwissel als een wijziging. Shell heeft een procedure in werking om wijzigingen op de juiste wijze te behandelen (Moerdijk BBS handboek proces 00.03.1020). Dat Shell het belang van het toepassen van de procedure inziet is duidelijk, want zo stelt de procedure:

'Het niet volgen van in dit handboek opgenomen en/of benoemde MOC-procedures en richtlijnen kan, als gevolg van het niet afdoende onderkennen en beheersen van potentiële effecten van veranderingen aan processystemen, safeguarding, emergency response, organisatiestructuren, procedures en werkinstructies, leiden tot procesveiligheids- en milieu-incidenten, ongevallen, niet voldoen aan wet en regelgeving of Shell standaarden/richtlijnen.'

Verder is in de procedure opgenomen dat veranderingen nieuwe risico's kunnen introduceren. Ook kunnen ze beveiligingen/barrières die in bestaande systemen en ontwerpen zijn ingebouwd, tenietdoen of verzwakken:

'Vanwege de complexiteit van procesunits en verbonden systemen, moeten we zorgvuldigheid betrachten bij het leren begrijpen van de impact die een verandering

heeft op veiligheid, gezondheid, milieu, productkwaliteit, klanteisen en betrouwbaarheid van de installaties.'

Voor de katalysatorwissel werd de bedoelde wijzigingsprocedure toegepast. Een risicoscreening is een onderdeel van deze wijzigingsprocedure. Een aantal vragen uit die risicoscreening worden hierna aangehaald (zie figuur B4.14). Uit die passages wordt duidelijk dat Shell geen gevaarlijke situatie (runaway of gevaarlijke chemische reactie) had voorzien.

2. Kan deze verandering leiden tot een toe- of afname van de normale of maximale operationele c.q. maximaal toegestane druk in een apparaat of systeem en/of is een extra barrière of mitigerende maatregel noodzakelijk om dit te voorkomen?

☐ Ja ☒ Nee Toelichting/barrière:

Denk hierbij aan het volgende:

- Het overschrijden van de ontwerpdruk van apparatuur door het (tijdelijke) gebruik van flexen.
- Geblokte afsluiter in gedeeltelijke of geheel gesloten positie.
- Toename in de afmeting of snelheid van de pompwaaier.
- Verandering van maat of type veiligheidsklep of orifice.
- Toe- of afname van de druksettings op de veiligheidsklep of HIC klep.
- Toename van de drukstroom stroomafwaarts van de veiligheidsklep.
- Opwaardering van de drukvat of warmtewisselaar.
- Toe- of afname van de systeemdrukval.
- Toe- of afname van kleptrimmaat.
- Toename of afname van vloeistof viscositeit, molecuulair gewicht of soortelijk gewicht.

3. Kan deze verandering leiden tot toe- of afname van de temperatuur van het proces of van de apparatuur in het systeem en/of is een extra barrière of mitigerende maatregel noodzakelijk om dit te voorkomen?

☐ Ja ☒ Nee Toelichting/barrière:

Nee, risico op runaway tijdens reductie en reductieprocedure zijn gelijk voor beide katalysatoren

Denk hierbij aan het volgende:

- Modificatie van tubes of shell van warmtewisselaar.
- Modificatie van een fornuis.
- Verandering in het stoomsysteem die leidt tot temperatuur toe- of afname in de wanden of casing van een apparaat.
- Toe- of afname van de doorzet door de fornuizen of warmtewisselaars.
- Verwijdering of toevoeging van isolatie.
- Operatie van een pomp bij lage doorzet of met een interne recycle.
- Modificatie van onderdelen van een pomp.
- Reductie van de koelwaterdoorzet of andere koelsystemen.
- Bevrozingseffecten door weersinvloeden.
- Vloeistofverdamperseffecten in leidingen (stroomafwaarts).
- Pyrofoor materiaal

4. Kan deze verandering leiden tot ontvlambaarheid, chemische of exotherme instabiliteit en/of is een extra barrière of mitigerende maatregel noodzakelijk om dit te voorkomen?

☐ Ja ☒ Nee Toelichting/barrière:

Tov van de oude katalysator geen wijzigingen

Denk hierbij aan het volgende:

- Modificatie van parameters in het reactorsysteem die impact kunnen hebben op de chemische stabiliteit binnen de plant. Check hiervoor de findings uit de RHA indien beschikbaar.
- Modificatie van een katalysator. Check hiervoor de findings uit de RHA indien beschikbaar.
- Ontstaan van een ontvlambare gas- of stofwolk.
- Blootstelling van een katalysator aan de lucht gedurende de onderhoudswerkzaamheden.
- Omstandigheden welke kunnen leiden tot een chemische ontbinding.
- Effecten van injectie van chemische stoffen in het systeem (o.a. corrosie-inhibitors en antivriesmiddelen).
- Toevoegen van ontstekingsbronnen.
- Wijzigen van receptuur of samenstelling grondstoffen.

8. Heeft deze verandering enig gevolg voor een startup, shutdown, of noodprocedures of de decontaminatieactiviteiten in de fabriek?

☒ Ja ☐ Nee Toelichting/barrière:

Met P&T gechecked dat onze bestaande reductie procedure ook geschikt is om de G22-2 katalysator te reduceren

Denk hierbij aan het volgende:

- Modificatie aan shutdown of waarschuwingssysteem.
- Wijzigingen met invloed op flare, relief loads, en andere veiligheidssystemen.
- Systemen die de aandacht van operators vereisen gedurende piekbelasting?
- Toegang van operator tot kritische kleppen, instrumentatie en andere apparaten.
- Moelijke de-contaminatie van nieuwe of gereviseerde apparaten.
- Speciale vereisten van afvalverwerking voor nieuwe chemicaliën.
- Speciale vereisten voor reserveonderdelen, HSE-items van nieuwe of gereviseerde apparaten.
- In geval van een testrun: worden er bestaande procedures tijdelijk anders of niet uitgevoerd.

10. Kan deze verandering effect hebben op bestaande safeguards in de unit zoals omschreven in het safeguarding document, IPF classificatie en de HAZOP?

☒ Ja ☐ Nee Toelichting/barrière:

Denk hierbij aan het volgende:

- Modificatie van drukbeveiliging of vent systeem.
- Modificatie van alarm setpunt of shutdownsysteem.
- Modificatie van shutdown, startup of noodprocedures.
- Modificatie aan een operator monitoringsprocedure of uitvoering.
- Modificatie van een systeem welke onderdeel uitmaakt van een beveiligingssysteem.
- Modificatie aan hardware welke meetelt in een IPF classificatie

Figuur B4.14: Invulijst risicoscreening katalysatorwissel. (Bron: Shell Moerdijk)

Additionele testen werden niet uitgevoerd, ondanks de uiteenzetting hiervoor (uit onder andere de PSA/RHA, katalysatortesten en labtesten). Bovendien werd ethylbenzeen nog steeds beschouwd als een inerte stof die geen reactie met de katalysator gaf, en daarom veilig leek voor de hydrogeneringssectie.

De overgang van Cu1808T naar G22-2 zorgde voor een significant hoger chroom(VI)-gehalte, zonder dat Shell daar notie van had. G22-2 voldeed wel aan de afgesproken verkoopspecificaties, maar uit het bijgevoegde ViB bleek het hoge chroom(VI)-gehalte van ongeveer 5 procent (testwaarde < 0,2 procent). Dit gegeven is vermoedelijk onopgemerkt gebleven.

TECHNISCHE ONDERBOUWING DIRECTE OORZAAK

Geschiedenis

Shell past het productieproces van styreenmonomeer en propenoxide (SMPO) vanaf 1979 toe in fabrieken. Er zijn vijf SMPO-fabrieken, op drie locaties. In tabel B5.1 staan de namen van de fabrieken en de data wanneer die installaties in gebruik zijn genomen. Ook ziet u hierin welke katalysator in de hydrogeneringsunit (bij MSPO2: unit 4800) is geladen.

Name plant	Alternative name		1979	1987	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Moerdijk-1	MSPO-1	R-801	start-up	TA	TA													TA						
		R-802																						
Seraya-1	SMPO-1	R801				start-up				TA						TA					TA			
		R802A																						
		R802B																						
Moerdijk-2	MSPO-2 (ElIba)	R4801							start-up			TA				TA					TA			pit-stop
		R4802A																						
		R4802B																						
Seraya-2	SMPO-2 (ElIba Eastern)	R801									start-up							TA						TA
		R802A																						TA
		R802B																						TA
Nanhai	CPPC	R801													start-up					TA				
		R802A																						
		R802B																						
Cu-1808T																								
G22-2																								

TA = Catalyst change during Turn Around (Rx801&Rx802A&B)

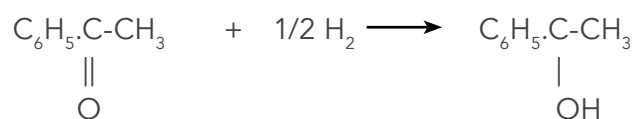
Tabel B5.1: Katalysatorbelading in de SMPO-fabrieken.

Shell is 'license owner' van het proces. MSPO2 is een joint venture van Shell en BASF, Shell is operator. China Petroleum and Chemical Corporation (CPCC) Nanhai is een joint venture¹⁸⁰ van CNOOC Petrochemicals Investment Limited en Shell, CNOOC is operator.

Het langjarige productieproces waarvoor de unit 4800 wordt gebruikt is de hydrogenering van MPK naar MPC.

¹⁸⁰ Bron: Shell

Methylphenylketon waterstof methylphenylcarbinol



In 1979 is de eerste SMPO-fabriek in Moerdijk in gebruik genomen, de MSPO1. Deze installatie heeft voor de hydrogeneringssectie een vloeistofge vulde reactor (liquid-fullreactor) met een druk van 80 bar en een temperatuur van 80°C tot 140°C. Bij de fabrieken die daarna in gebruik zijn genomen, werden trickle-bedreactoren toegepast. Deze reactoren verschillen als volgt:

- Bij een liquid-fullreactor is de hele reactor gevuld met vloeistof, ook de ruimte tussen de katalysatorpellets. De vloeistof stroomt van onder naar boven door de reactor.
- Bij een trickle-bedreactor omgeeft een vloeistoffilm (dun laagje) de katalysatorpellets. De vloeistof stroomt van boven naar beneden door de reactor.

Een verschil tussen deze reactortypen is de warmtehuishouding. In een liquid-fullreactor met volledige vloeistofvulling, is warmte(energie)aan- en afvoer beter uit te voeren dan bij een trickle-bedreactor met gedeeltelijke vloeistofvulling. Dit is vooral relevant voor exotherme reacties, waarbij warmte wordt geproduceerd.

De katalysator die in 1979 in MSPO1 hydrogeneringssectie werd toegepast (CU-1808 T 1/8), is in 1997 door Shell op laboratoriumschaal getest. Hierbij werd de katalysator gereduceerd met circulatie van ethylbenzeen en waterstof. Bij deze testen werd geen reactie van ethylbenzeen met de katalysator geconstateerd. Er trad ook geen reactie op bij toepassing in MSPO1. Zoals gezegd gaat het hier om met vloeistof gevulde reactoren. Daarna is geen van de opvolgende katalysatoren getest voor de reductiefase waarin ethylbenzeen aanwezig is.

In 1999-2000 hebben, op verzoek van Shell, drie katalysatorleveranciers testen uitgevoerd gericht op de prestaties van de katalysator voor de hydrogenering van MPK naar MPC. De leveranciers voerden de testen uit op laboratoriumschaal bij trickle-bedcondities. Typische afmetingen van de buisreactoren waren daarbij 2-3 cm inwendige diameter en circa 100 cm lengte. De katalysator werd in deze laboratoriumopstelling gereduceerd met stikstof en waterstof, zonder ethylbenzeen. Dit dus in tegenstelling tot de condities in de fabriek, waarbij de katalysator wordt gereduceerd terwijl ethylbenzeen aanwezig was. Na deze test werd de G-22-2-katalysator als 'drop-in' voor de CU-1808 T 1/8 geselecteerd. 'Drop-in' wil zeggen dat de G-22-2 de CU-1808 T 1/8 kon vervangen zonder wezenlijke veranderingen in de procescondities.

Katalysator

Productie van de katalysator

De katalysator G-22-2 wordt geproduceerd door een mengsel van voornamelijk koper, barium en chroomhoudende oxiden en chromaten te mengen, te drogen en te calcineren (temperatuur tot circa 350°C in lucht).



Figuur B5.2: Voorbeeld G22-2 katalysatorpellets.

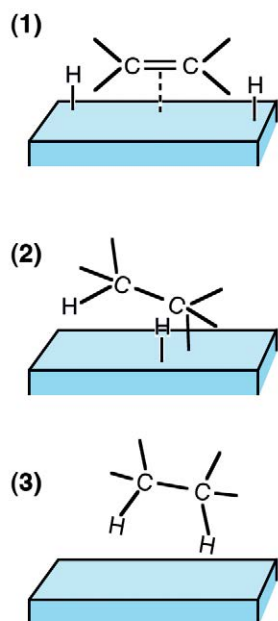
Reductie van de katalysator

In de 'verse' vorm levert dit een product op dat nog moet worden gereduceerd. Daarbij wordt een deel van de zuurstof, aanwezig in het molecuulooster van de stof, verwijderd door reactie met waterstof. Deze reductie kan 'droog' worden uitgevoerd. De katalysatorpellets zijn dan aanwezig in een reactor waardoor alleen de gassen, stikstof en waterstof worden geleid.

In de SMPO-fabrieken van Shell wordt de reductie 'nat' uitgevoerd. Hierbij worden de vloeistof ethylbenzeen en de gassen stikstof en waterstof door de reactor geleid. De natte reductie heeft als voordeel dat de warmtehuishouding beter kan worden geregeld. Zowel voor warmtetoevoer bij, in eerste aanleg, het opwarmen van de reactor, als vervolgens bij afvoeren van de warmte bij de reductie van de katalysator met waterstof. De ethylbenzeen functioneert hierbij dus als een thermische vloeistof.

Toepassing in het hydrogeneringsproces

Na de reductie zorgt de katalysator voor de hydrogenering van MPK (methylphenylketon) naar MPC (methylphenylcarbinol). Dan komt er waterstof (hydrogen) in de reactor. De waterstof bindt aan de katalysator en zet vervolgens via de katalysator het MPK om in MPC (zie figuur B5.3).



Figuur B5.3: Voorbeeld van een hydrogeneringsreactie waarbij aan een dubbele binding waterstof wordt toegevoegd. Deze binding wordt daarbij 'verzadigd'.¹⁸¹

Samenstelling van de katalysator en reactie met ethylbenzeen

De katalysator wordt bereid vanuit een mengsel van koper- en chroomoxiden en koper- en bariumchromaten. Hoe een katalysator werkt, hangt sterk af van de 'keukengeheimen' van de fabrikant bij de bereiding. De precieze samenstelling is dan ook niet bekend.

Met eenzelfde bruto chroomgehalte van bijvoorbeeld 23 gewichtsprocent kan het gehalte Chroom(VI) variëren van bijvoorbeeld kleiner dan 0,5 gewichtsprocent tot 5 gewichtsprocent. Dit komt doordat chroom in de brutosamenstelling meer of minder aanwezig is als koperchromaat of koperchromiet.

Koperchromaat	CuCrO_4	hierin zit Chroom(VI)
Koperchromiet	$\text{Cu}_2\text{Cr}_2\text{O}_5$	hierin zit Chroom(III)

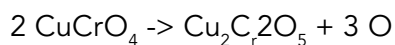
De werkelijke samenstelling van de katalysator is complexer dan de 'som' van de mogelijke brutosamenstelling.

Shell heeft in de loop der jaren drie katalysatoren toegepast. In de eerst toegepaste katalysator (CU-1808 T 1/8) was nog weinig chroom(VI) aanwezig (0.2-0.3 wt procent). Ook in de tweede katalysator (G-22-2(<2010)) van een andere leverancier was dit gehalte laag. In de derde katalysator (G-22-2 (>2010)) is een aanmerkelijke hoeveelheid chroom(VI) aanwezig (4.5-5 wt procent). Het chroom(VI)-gehalte is dus toegenomen in de katalysatoren die Shell achtereenvolgens toepaste in zijn SMPO-fabrieken.

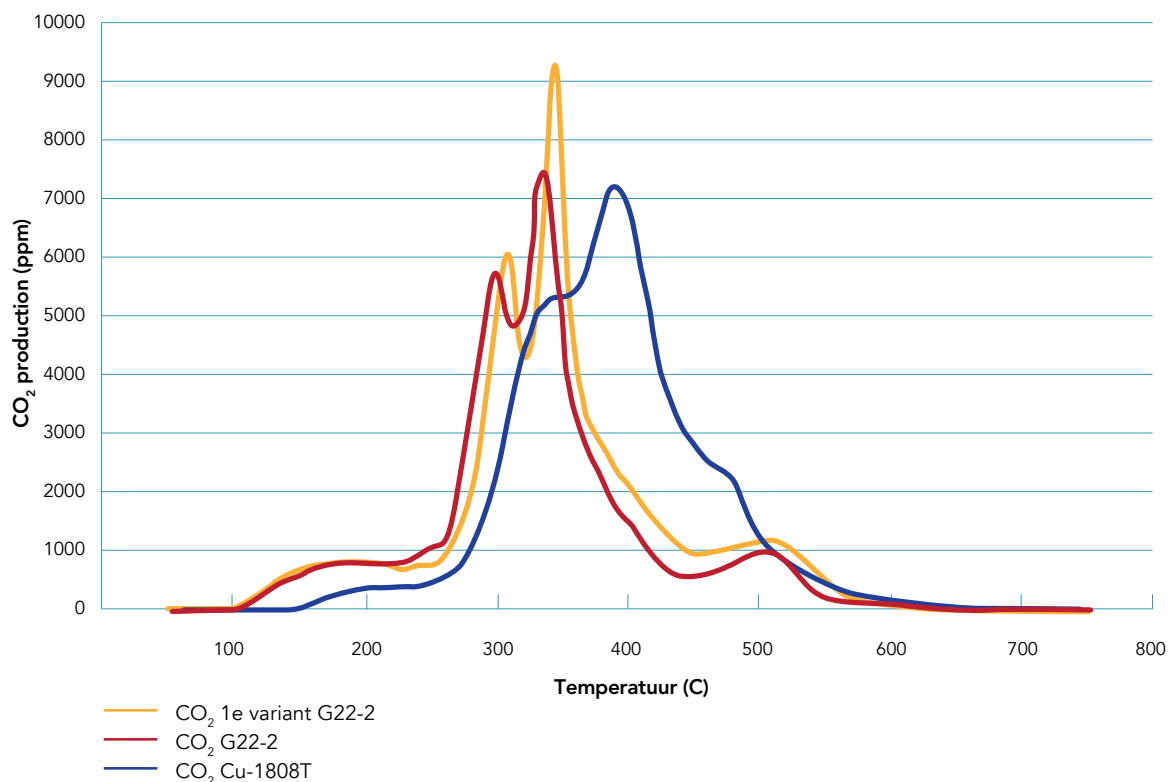
Na productie is de 'verse' katalysator in feite nog geen katalysator die geschikt is voor de uiteindelijke hydrogeneringsreactie van MPK naar MPC. De verse katalysator is een stof

¹⁸¹ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/Hydrogenation_on_catalyst.png

die vanuit zijn molecuulooster zuurstof kan afstaan aan waterstof, maar ook aan veel verschillende koolwaterstoffen (zie figuur B5.4). De aanwezige chroom(VI) bevordert het 'gemak' waarmee dit gebeurt. De brutoreactie kan dan als volgt worden voorgesteld:



In werkelijkheid is de samenstelling van de katalysator, het mengsel van oxiden en chromaten, complex en zal het afstaan van zuurstof niet bovenstaande reactie volgen.



Figuur B5.4: Vorming van CO₂ bij doorvoer van ethylbenzeen over enkele katalysatoren.¹⁸²

Laboratoriumonderzoek reactie ethylbenzeen met katalysator

In het onderzoek naar de toedracht van het incident heeft Shell laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat ethylbenzeen reageert met de katalysator. Als ethylbenzeen over een katalysator wordt geleid, ontstaat er bij circa 100°C kooldioxide (CO₂), een duidelijke aanwijzing dat de koolwaterstof ethylbenzeen reageert met zuurstof uit de katalysator (zie figuur B5.4). Deze reactie vindt plaats bij de katalysator (CU-1808 T 1/8) die als eerste in de liquid-fullreactor bij MSPO1 werd toegepast en vervolgens ook in de trickle-bedreactoren van Seraya en MSPO2. Daarnaast gebeurt dit bij de katalysator (G-22-2 (<2010)¹⁸³) die in Seraya en Nanhai werd toegepast. Ten slotte gebeurt dit ook bij de katalysator (G-22-2 (>2010)) die bij MSPO2 werd geladen in 2014. Uit de

¹⁸² Causal Learning Report June 3rd 2014, MSPO/2 U4800 incident' (Shell Downstream Services International B.V, January 30 2015). Appendix Laboratory test of catalyst blz. 69.

¹⁸³ <2010 = zoals geproduceerd tot en met 2010, >2010 = zoals geproduceerd na 2010.

thermodynamische beschouwing van mogelijke reacties¹⁸⁴ en laboratoriumonderzoek¹⁸⁵ blijkt dat de mogelijke bijbehorende reacties exotherm zijn en daarmee een *runaway* kunnen veroorzaken.

Uit de thermodynamische beschouwing¹⁸⁶ van Shell blijkt ook dat de reactie van ethylbenzeen met de katalysator start met de meest reactieve stoffen (chrom(VI) in chromaat CuCrO_4 en oxide CrO_3). Dit kan al optreden bij 90°C tot 100°C. Dit vindt ook plaats in de droge zones van het katalysatorbed. Op die plaatsen wordt de reactiewarmte niet door ethylbenzeen vloeistof afgevoerd en warmen de katalysatorpellets op. In deze pellets kunnen temperaturen van 180°C of meer worden bereikt en kunnen vervolgreacties gaan lopen zoals ethylbenzeen met koperoxide (CuO). Dit is in de katalysatorpellets in ruime mate aanwezig, waardoor er veel ethylbenzeen wordt omgezet, veel warmte wordt geproduceerd, de reactie daardoor nog meer versneld en niet meer te controleren is: er ontstaat een *runaway*. De gasvormige producten die daarbij ontstaan, veroorzaken een snelle druktoename en het uiteindelijke catastrofaal bezwijken van de reactor.

Trickle-bedreactor en benatting

Zoals gezegd zijn vanaf 1979 liquid-fullreactoren geplaatst in de hydrogeneringssectie van het SMPO-proces in de MSPO1-fabriek. In de fabrieken die daarna zijn gebouwd, zaten trickle-bedreactoren. Figuur B5.5 geeft schematisch de opbouw van een trickle-bedreactor weer. In deze uitvoering stroomt de vloeistof (ethylbenzeen in het reductieproces, MPK in het productieproces) en het gas (stikstof, waterstof) van boven naar beneden door de reactor. Het reductieproces kent dus (stoffen uit) drie fasen:

- vloeistof (ethylbenzeen);
- gas(waterstof);
- vast (katalysator).

Aan de reductiereactie nemen alleen waterstof en katalysator deel (althans, zo was de veronderstelling).

Aan de chemische reactie in het productieproces nemen ook stoffen deel uit drie fasen:

- vloeistof (methylphenylketon - MPK);
- gas (waterstof);
- vast (katalysator).

De trickle-bedreactor is hiervoor geschikt. De vaste stof, de katalysatorpellets, wordt omgeven door een vloeistoffilm MPK en de ruimte tussen de katalysatorpellets is open. Daardoor kan het waterstofgas makkelijk worden getransporteerd. De gas- en vloeistoffasen kunnen zo de vaste fase goed bereiken.

¹⁸⁴ Interim Report Physical Causes June 3rd 2014, MSPO/2 Explosion U4800' (Shell Downstream Services International B.V. October 7th 2014). App Chemical Reactivity.

¹⁸⁵ Causal Learning Report June 3rd 2014, MSPO/2 U4800 incident' (Shell Downstream Services International B.V. January 30 2015). Hfdst 11 Runaway experiments.

¹⁸⁶ Interim Report Physical Causes June 3rd 2014, MSPO/2 Explosion U4800' (Shell Downstream Services International B.V. October 7th 2014). App Aspen Mod T rise of single cat. App Aspen Model Heating up.

Nadat verse katalysator in de reactoren is geladen, moet deze eerst worden gereduceerd. Hiervoor is geen driefasenreactie nodig. De katalysator hoeft namelijk alleen te reageren met waterstof. De fase vloeistof zorgt echter voor een betere en makkelijker te regelen warmtehuishouding in de reactor. Een vloeistof heeft immers een veel grotere warmtecapaciteit dan een gas. Hierdoor kan het, in eerste aanleg, opwarmen van de reactor veel sneller. Daarnaast kan de warmte die vervolgens bij de reductiereactie wordt geproduceerd, met een vloeistof beter worden afgevoerd dan met een gas. Uiteraard is het niet wenselijk dat de vloeistof zelf, tijdens de reductie, op een oncontroleerbare wijze reageert met de katalysator. Shell meende met ethylbenzeen over een vloeistof te beschikken die bij de condities aanwezig tijdens het reductieproces, niet reageerde met de katalysator. Bovendien is ethylbenzeen in de MSPO-fabriek al in ruime mate aanwezig, want het is de uitgangsstof in een andere sectie.

Benatten

Voor een goede werking van een trickle-bedreactor is het van het groot belang dat de katalysatorpellets in de hele reactor goed worden benat. Alle katalysatorpellets moeten worden omgeven door een vloeistoffilm. Dit voorkomt dat er in de reactor droge zones ontstaan (geen vloeistoffilm rond de katalysatorpellets). Op die plaatsen kan namelijk een exotherme reactie plaatsvinden, met waterstof maar blijkbaar ook met ethylbenzeen. De reactiewarmte in die droge zones wordt niet goed afgevoerd, de temperatuur stijgt, de reactie gaat nog sneller lopen en is vervolgens niet meer te controleren. Een homogene benatting wordt bereikt door:

- homogene verdeling van ethylbenzeen over de top van de reactor via de HD-tray. Hiervoor is naast de ethylbenzeenstroom ook een stikstofstroom van voldoende grootte vereist;
- langdurige circulatie met een voldoende hoeveelheid ethylbenzeen.

HD-tray (zie figuren B5.5 en B5.6)

De HD-tray is een verdeelplaat boven in de reactor. Door de plaat steken buisjes, circa 85 per m². Door de buisjes gaat een (stikstof)gasstroom naar beneden. De vloeistof komt door zijdelingse gaatjes in de gasstroom en wordt meegenomen. Aan de onderzijde van een buisje bevindt zich een 'spatplaatje', waardoor de gas-vloeistofstroom in een fijn verdeelde 'douchestraal' op de bovenzijde van het katalysatorbed wordt verdeeld.

Voor een goede werking van de HD-trays die in de reactoren van MSPO2 (unit 4800) zitten, moet 1700 kilo stikstofgas per uur door de reactor stromen. Dit volgt uit een berekening die Shell na het incident heeft uitgevoerd. In het ontwerp (design book) van de installatie staat dat dit 475 kilo per uur moet zijn. In de uitvoering op 3 juni 2014 stroomde ongeveer 250 kilo stikstofgas per uur door de HD-tray. De goede 'douchewerking' werd toen dus niet bereikt.

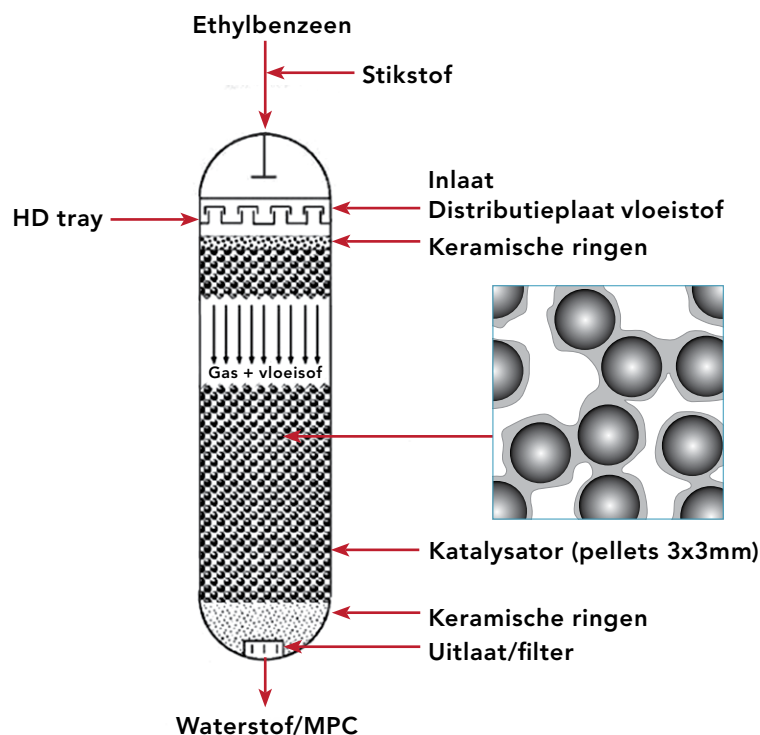
Ethylbenzeencirculatie

Voor een goede benatting is een stabiele vloeistofstroom vereist met een voldoende groot debiet. Voor de specifieke katalysatorgeometrie, die voor beide reactoren gelijk is,

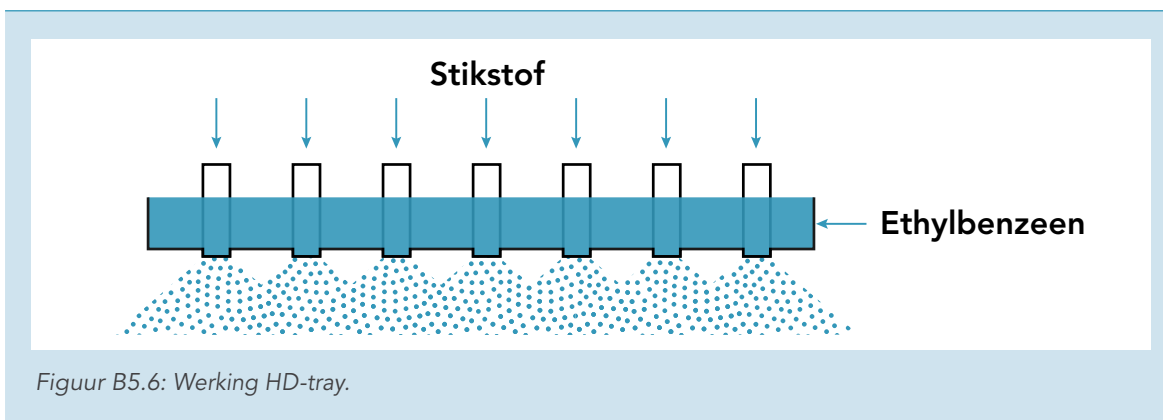
kan de vereiste ethylbenzeenstroom worden berekend.¹⁸⁷ Voor de eerste reactor is dat circa 43 ton per uur en voor de tweede reactor ongeveer 16 ton per uur. Deze vereiste ethylbenzeenstroom schaalt met het doorsnede-oppervlak van de reactoren (A).

A-reactor 1 = 6,16 m², A-reactor 2 = 2,27 m².

Op 3 juni 2014 is de ethylbenzeenstroom door de eerste reactor langere tijd circa 88 ton per uur. De ethylbenzeenstroom door de tweede reactor is enige tijd (van 20.16 uur tot 21.00 uur) redelijk constant met circa 22 ton per uur. Vanaf het moment dat de ethylbenzeen verwarmd gaat worden (21.00 uur) varieert de stroom tussen 2 en 30 ton per uur (zie figuur B6.4).



Figuur B5.5: Trickle-bedreactor.¹⁸⁸



Figuur B5.6: Werking HD-tray.

¹⁸⁷ Interim Report Physical Causes June 3rd 2014, MSPO/2 Explosion U4800' (Shell Downstream Services International B.V, October 7th 2014). App Reactor Hydrodynamics.

¹⁸⁸ Uit: *Trickle Bed Reactors* Vivek V. Ranade, Raghunath Chaudhari and Prashant R. Gunjal. Elsevier, Amsterdam, 2011; <http://what-when-how.com/petroleum-refining/description-of-reactors-petroleum-refining>.

Voor een goede benatting moet de ethylbenzeen volgens Shell¹⁸⁹ ten minste 6 uur circuleren, alvorens waterstof kan worden ingezet. In de veronderstelling dat ethylbenzeen niet reageert met de katalysator kan in die 6 uur ook al worden opgewarmd. Op 3 juni 2014 circuleerde de ethylbenzeen pas 45 minuten, toen met opwarmen werd begonnen. Een goede benatting was dan naar verwachting nog niet bereikt.

Concluderend benatting

In de eerste reactor veroorzaakte de te lage stikstofstroom voor een slechte vloeistofverdeling over de top van het katalysatorbed. De ethylbenzeenstroom was wel voldoende groot. Ook liep de circulatie nog maar 45 minuten toen werd opgewarmd. Het is waarschijnlijk dat grote delen van het katalysatorbed toen nog niet goed waren benat.

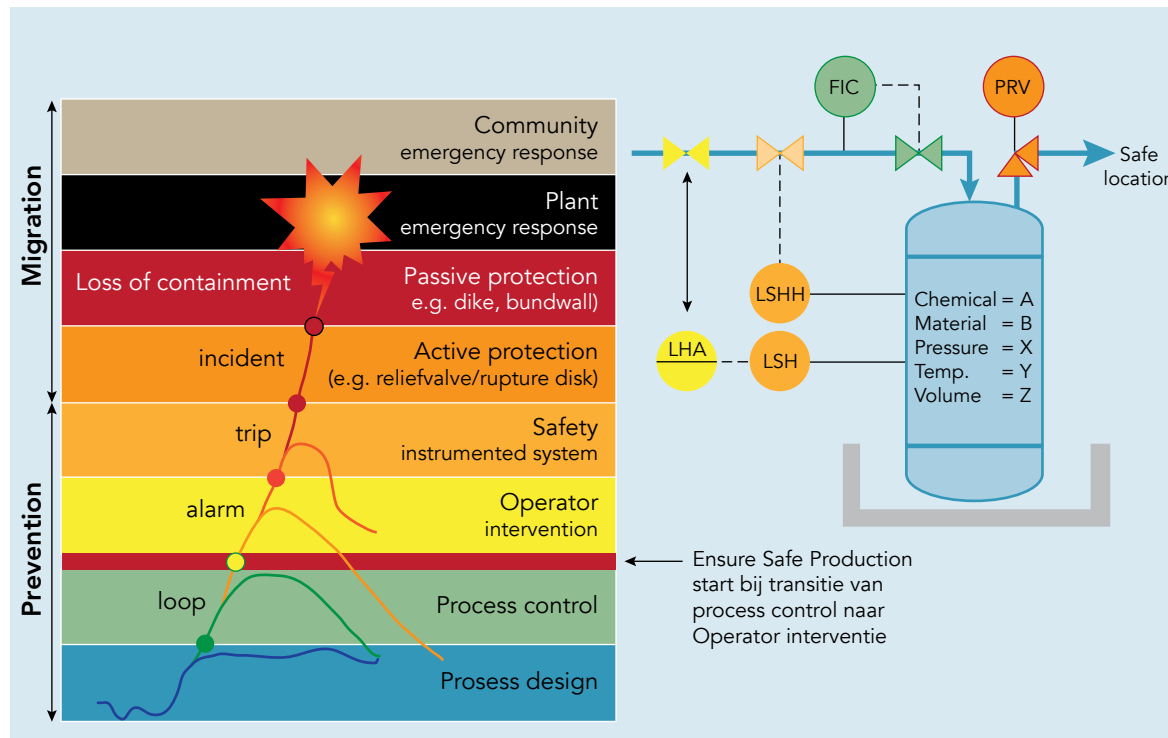
Voor de tweede reactor geldt hetzelfde. Bovendien was daar de ethylbenzeenstroom, in het laatste uur voor de explosie, sterk fluctuerend en ook enkele malen zeer laag (2 tot 5 ton per uur). Voor de tweede reactor is het dan ook zeer waarschijnlijk dat grote delen van het katalysatorbed nog niet goed waren benat.

¹⁸⁹ Bron: Shell Moerdijk, brondoc katalysator.

TECHNISCHE ONDERBOUWING ONTWERP EN GEBRUIK

In deze bijlage vindt u het ontwerp en het gebruik van de MSPO2. De beschrijving van de beide aspecten beperkt zich tot de hydrogeneringsunit, de unit 4800. De overige units van de MSPO2-fabriek vallen buiten deze beschouwing.

Het ontwerp en gebruik van de unit laten zich het best illustreren door de 'lagen van bescherming' (Layer of Protection).¹⁹⁰ In figuur B6.1 zijn deze weergegeven. De kleuren in de figuur corresponderen met elkaar.



Figuur B6.1: Schematische voorstelling van de 'lagen van bescherming' (Layer of Protection).

Beschrijving (proces design)

De onderste blauwe laag representeert het ontwerp van het chemische proces en de procesinstallatie tijdens alle fasen van normaal gebruik (inclusief start en stop). In een vroegtijdig stadium van het ontwerp wordt bijvoorbeeld al nagedacht over de verschillende chemische stoffen en diens eigenschappen, de te gebruiken materialen

¹⁹⁰ Bron: <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2009/september/cover-story-operators-on-alert/>

waarmee de installatie moet worden gebouwd en de te verwachten fysische eigenschappen (temperatuur/druk) die nauw verbonden zijn met het proces.

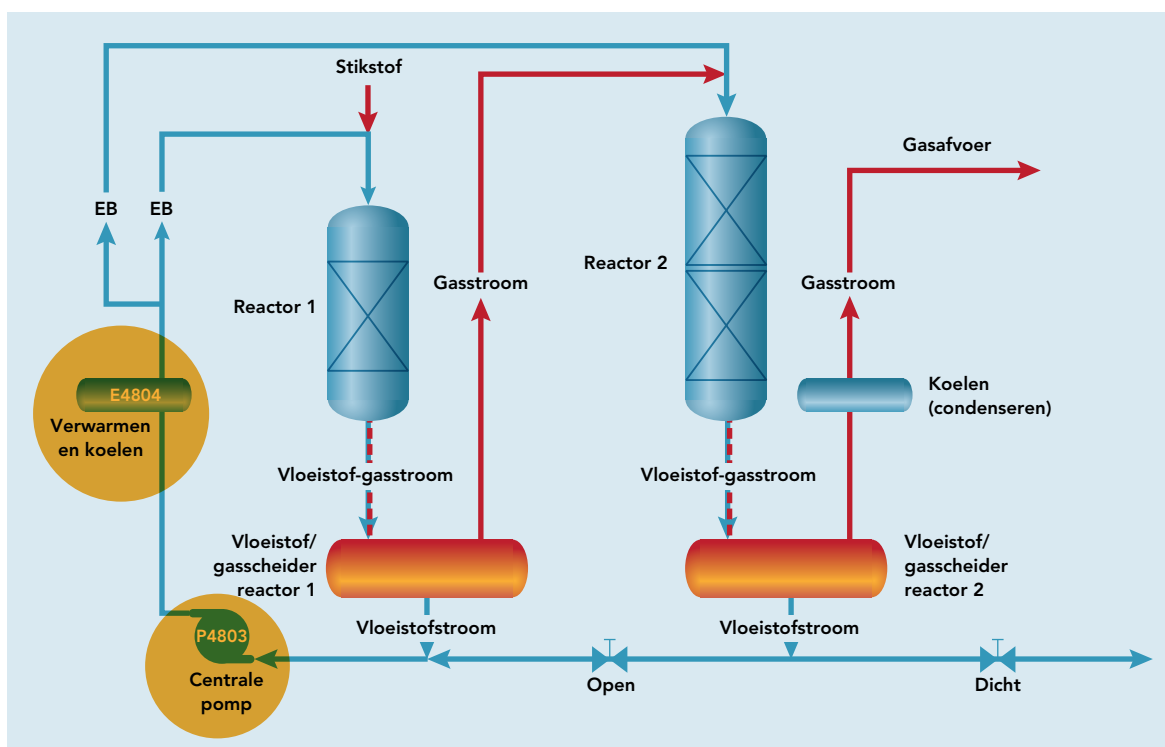
Het ontwerp van de MSPO2 werd gebaseerd op de inmiddels opgedane kennis en ervaring met de liquid-full- en trickle-bedreactor (MSPO1 en Seraya). Hierbij werd gebruikgemaakt van de daarmee samenhangende en beschikbare gegevens. Indertijd overheerste binnen Shell de gedachte dat de trickle-bedreactor een minder risicovol reactieprincipe was dan de liquid-fullreactor (lagere druk en temperatuur). Daarom kon deze reactor vereenvoudigd kon worden. Ethylbenzeen reageerde volgens Shell immers niet met de katalysator en bij een eventueel falen van het waterstofsysteem zou dit niet leiden tot een *runaway*. De hydrogeneringsunit werd daardoor (voor de veiligheid) minder belangrijk.

De voorgaande context heeft een rol gespeeld bij het ontwerp van de nieuwe generatie SMPO-processen binnen Shell, alsook het ontwerp van de MSPO2. In meer detail heeft de hiervoor bedoelde context wellicht het ontwerp van de navolgende systemen als volgt beïnvloed:

1. Er zijn één centrale pomp en één warmtewisselaar aanwezig voor de gehele hydrogeneringsunit.
2. De besturing van de circulatie en benatting was omslachtig (ethylbenzeenstroom was lastig stabiel te krijgen).
3. De besturing van het opwarmen (geautomatiseerd of handmatig) voldeed niet in relatie tot de stoomklep.
4. De drukontlasting, inclusief de fakkels, was zeer beperkt. Bovendien was het mogelijk dat het gaspad naar de fakkels werd afgesloten op 3 juni 2014 door een niveaubeveiliging van de afscheider van de tweede reactor (ev. beschouwing van de pomptrip).
5. De noodstop en insluitsystemen waren onvoldoende.

Hieronder komen deze vijf systemen aan de orde.

Voor het eerste subonderdeel ziet u eerst in figuur B6.2 een algemeen overzicht. In deze schematische voorstelling zijn de installatie waarmee de vloeistofstroom verwarmd en gekoeld kan worden en de centrale pomp geaccentueerd.



Figuur B6.2: Schematisch overzicht van de unit 4800 tijdens opwarmfase.

P4803: de centrale pomp

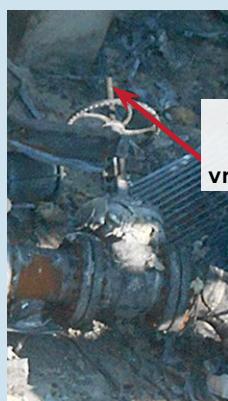
Het concept van de enkelvoudig uitgevoerde centrale pomp werd afgestemd op de behoeften die uit de normale productiefase volgden. Uit de voor de Onderzoeksraad beschikbare gegevens is opgemaakt dat waterstof niet makkelijk in de MPK oplost. Hierbij gaat het om de waterstof die nodig is voor de reductie van de katalysator en tijdens de productie gebruikt wordt om MPK om te zetten naar MPC. Het is daarom noodzakelijk de MPK te circuleren over de eerste reactor. De centrale pomp P4803 zorgt voor die circulatie. De centrale pomp zorgt daarnaast voor de voedingsstroom naar de tweede reactor.

De centrale pomp heeft een pompcapaciteit van circa 188 kubieke meter per uur (wat overeenkomt met een ethylbenzeenstroom van circa 164 ton per uur). De circulatiestroom is met behulp van een regeling in te stellen. Tijdens een normale productierun bedraagt deze ongeveer 126 ton per uur (MPK). Tijdens het opwarmen en circuleren na een katalysatorwissel moet met behulp van de centrale pomp circa 88 ton per uur over de eerste reactor gecirculeerd worden en circa 22 ton per uur over de tweede reactor. Verder is in de pers van de pomp een beveiliging opgenomen waarmee de waterstoftoevoer afgeschakeld wordt, als er te weinig door de pomp verpompt wordt. In de zuig van de pomp zitten mandfilters. Deze filters moeten vergruisde katalysatordeeltjes opvangen, zodat deze geen schade aan de pomp kunnen veroorzaken. De vervuiling van de filter wordt met behulp van een drukverschilmeter gemeten.

Praktijk

Na het wisselen van de katalysator is de unit 4800 nagenoeg vloeistofvrij en moet de u unit uiteindelijk met ethylbenzeen gevuld worden. Het is niet eenvoudig de vloeistof op te vullen en in circulatie te brengen en houden over twee reactoren met behulp van één

centrale pomp. Dit komt doordat enerzijds de pomp niet 'droog' mag draaien (te lage stroom) en anderzijds de twee scheidingsvaten qua capaciteit relatief klein zijn ten opzichte van de capaciteit van de centrale pomp. Als ze vol zijn, heeft het scheidingsvat van de eerste reactor een capaciteit van circa tien kubieke meter en het scheidingsvat van de tweede reactor een capaciteit van circa vijftien kubieke meter. In de praktijk zullen de vaten deels gevuld zijn tussen 28 en 72 procent vloeistofniveau. Dat is 44 procent voor het regelgebied. Dit komt voor het scheidingsvat van de eerste reactor neer op circa 4,4 kubieke meter en voor het scheidingsvat van de tweede reactor op 6,6 kubieke meter. Beide vaten worden voor de helft gevuld voor de fase van het uitspoelen van de vervuiling (fines) en voor het vullen dat nodig is voor het circuleren. In de unit 4800 bevindt zich na het vullen circa 20 tot 35 kubieke meter ethylbenzeen. De vloeistof bevindt zich dan in de leidingen, reactoren en vaten. Om tijdens het circuleren het leegtrekken van het scheidingsvat van de eerste reactor tegen te gaan, wordt de bodemafluiser onder dit vat nagenoeg geheel dichtgezet (zie figuur B6.3 rechts, figuur B6.3 links is een vergelijkbare afsluiter maar dan vrijwel geheel geopend). Dit was ook het geval op 3 juni 2014.



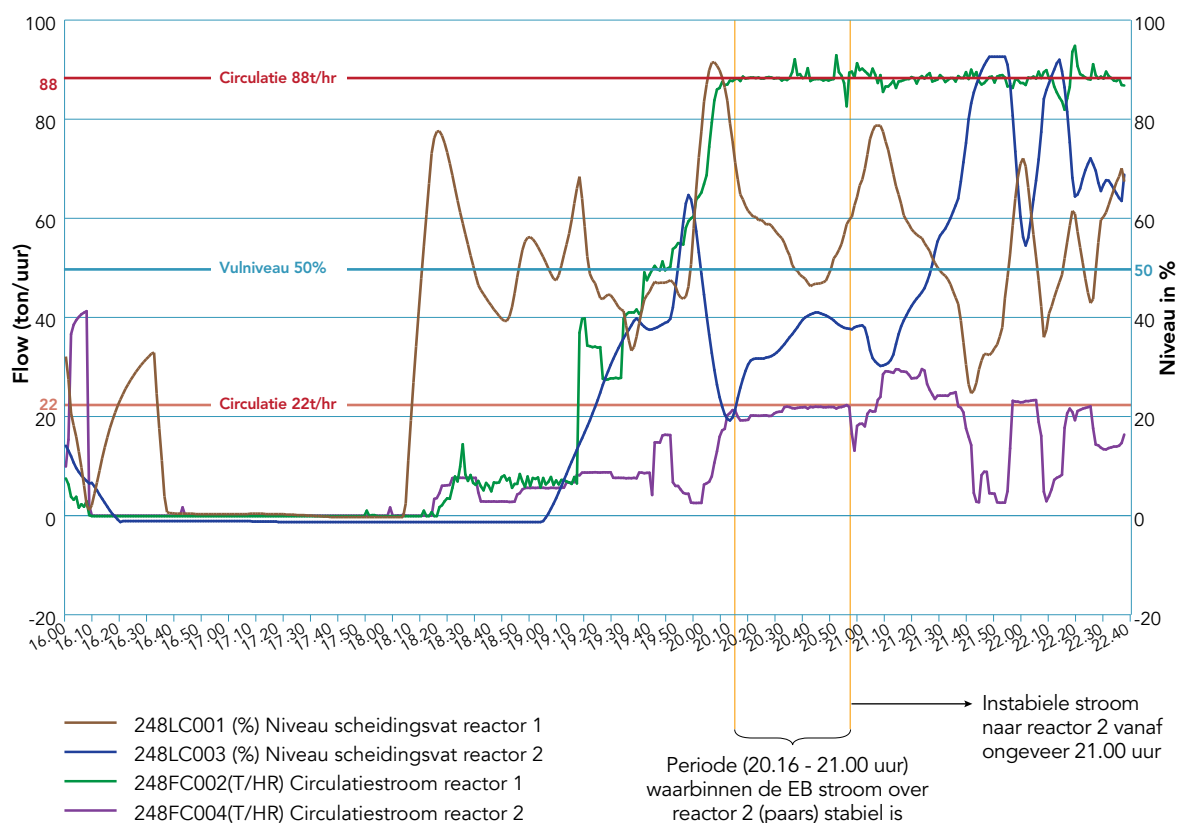
**Spindel van afsluiter
'uit' → afsluiter
vrijwel geheel geopend**



**Spindel van afsluiter 'in' →
afsluiter nagenoeg dicht**

Figuur B6.3: Foto's van afsluiters in vrijwel geheel geopende stand (links) en nagenoeg gesloten stand (rechts). De foto rechts is de bodemafluiser van het scheidingsvat van de reactor 1.

Het kritieke punt tijdens de circulatie was gericht op het voorkomen van het ongewild en onbedoeld stoppen van de centrale pomp. Zichtbaar in figuur B6.4 is het fluctuerend niveau (bruine en blauwe lijn) en de instabiele stroom naar de tweede reactor (paars) en stabiele stroom naar de eerste reactor (groene lijn).



Figuur B6.4: Grafiek met ethylbenzeenstroom en niveau in de scheidingsvaten.

Tijdens het opwarmen is uitval van de centrale pomp een zeer ongewenste situatie. Dan kan de warmte die vrijkomt door de exotherme reactie (koeling), namelijk niet meer worden afgevoerd. Dit is dan ook een onderschat punt van dit ontwerp. In Nanhai (zie bijlage 4) kwam dit tot uiting tijdens uitval van de centrale pomp. Op de avond van 3 juni 2014 werd de centrale pomp, ondanks de instabiele stroom naar de tweede reactor, niet afgeschakeld en is tot aan de explosie blijven circuleren.

E4804 op verwarmen

Na het wisselen van de katalysator moet de verse katalysator als het ware nog voorbereid worden voor de normale productieperiode. Het voorbereiden bestaat uit een aantal stappen, namelijk het opvullen van de unit 4800 met ethylbenzeen (EB), het in circulatie brengen van de ethylbenzeen en het opwarmen van de ethylbenzeen en de reactoren van de unit 4800. Ten slotte kan de katalysator met behulp van waterstof gereduceerd worden. Deze voorbereidende stappen kunnen pas gezet worden, als unit 4800 zuurstofvrij gemaakt is, aan een lekttest is onderworpen en wanneer de meeste vervuiling (fines) is uitgespoeld. Ook als de unit 4800 tussentijds wordt opgestart,¹⁹¹ moet de vloeistof (EB/MPK) opgewarmd worden. Dit komt doordat de gebruikte vloeistof (EB/MPK) dan geheel afgekoeld is. Daarom kan de E4804 op 'verwarmen' gezet worden.

¹⁹¹ Een tussentijdse opstart wordt uitgevoerd na een (on)geplande stop van de unit 4800 waarbij de katalysator niet wordt vervangen.

E4804 op koelen

De reactie in unit 4800 is exotherm. De bij de reactie vrijkomende warmte wordt in eerste aanleg gebruikt om de voeding naar de reactoren en de reactoren zelf op de gewenste inlaattemperatuur te krijgen en te houden. Het overschot aan vrijgekomen warmte wordt in de warmtewisselaar (E4804) indirect afgevoerd. Dit betekent dat de resterende warmte via de warmtewisselaar indirect wordt opgenomen door het koelwater. Het koelen kan daarom alleen plaatsvinden als de E4804 op 'koelen' is gezet.

Het is niet mogelijk om de warmtewisselaar tijdens het verwarmen of koelen zo maar (dus vanuit de controlekamer) om te schakelen naar koelen of verwarmen. Hiervoor moet een buitenoperator ook nog enkele handelingen nabij de warmtewisselaar verrichten. Het lijkt wellicht een weinig flexibel concept, maar het werd niet nodig geacht om snel te kunnen omschakelen tijdens een normale procesgang van opstart tot productie. Op 3 juni 2014 stond de installatie op verwarmen.

Samengevat centrale pomp en gecombineerde koel/opwarminstallatie (warmtewisselaar)

Na het Nanhai-incident in 2010 was een van de aanbevelingen om het ontwerp van één centrale pomp opnieuw te beschouwen. Uit de veiligheidsstudies (periode 2010-2011) is niet gebleken dat daar ook daadwerkelijk invulling aan werd gegeven. In de MSPO2 in 2014 was in ieder geval nog steeds sprake van één centrale pomp. In 2011 werd een turnaround uitgevoerd, waarbij duidelijk werd dat het circuleren en opwarmen geen eenvoudige zaak was. Punten van aandacht waren het nagenoeg geheel sluiten van de afsluiter onder het scheidingsvat (zie figuur B6.3) en de vervuiling die van nadelige invloed was op de stabiliteit. Deze punten werden echter onvoldoende uitgediept, noch in de werkontleding 2014 opgenomen.

Proces Control

De groene laag in de lagen van bescherming is de besturing van de installatie (temperatuur-, druk-, niveau- en flowregelingen). De besturing moet ervoor zorgen dat het proces binnen de veilige marges van het ontwerp blijft en niet in een alarmsituatie terechtkomt. Hieronder leest u de relevante regelingen. Dit zijn de regelingen die betrekking hebben op de fasen reactorsysteem vullen, circuleren over de beide reactoren en opwarmen van de reactoren. Daarnaast zijn meetinstrumenten geïnstalleerd die de paneloperator tijdens de verschillende fasen van relevante informatie voorziet. Een voorbeeld hiervan is de meting van het drukverschil over de reactoren. Dit is een indicator voor de werking en kwaliteit en/of eventuele obstructies van en in het katalysatorbed.

WOL

Shell heeft een procedure¹⁹² voorhanden die tot doel heeft om te voorzien in richtlijnen en een communicatiestructuur voor zowel het plannen en opstellen van operationele werkontledingen als voor het gecontroleerd uitvoeren van niet-standaard en/of complexe unit/afdelingsoverschrijdende operationele werkzaamheden. Deze procedure staat binnen Shell beter bekend als de procedure voor het opstellen van de werkontleding (WOL). Shell heeft beschreven wat het risico is van het niet volgen van de aangegeven werkwijze.

¹⁹² BBS-procedure 01.03.1060.

Dit kan resulteren in operationele en persoonlijke incidenten en in milieu-incidenten. In figuur B6.5 zijn enkele punten uit deze procedure gearceerd die van belang zijn.

10	Uitvoeren van 'IN-bedrijfname'-taken in operationele werkontleding			exe	(con)		(con)	• Output van 5, 7, 8 en 9 • Operationele planning • Op ieder blad als 'Origineel' gewaarmerkte werkontleding	• Startsein uitvoering werkontleding IN-bedrijfname • Vastlegging van gereede taakstappen op 'originele' werkontleding o.v.v. datum, uitvoerder, paraaf. (pas daarna aan de volgende taakstap beginnen) • Bijgewerkte andere betrokken registraties • Status/Voortgang in wachtoverdracht • Vastleggen van verbetervoorstellen/wijzigingen t.a.v. de gehele werkontleding in evaluatieblok • Formele gereedmelding werkontleding
----	--	--	--	-----	-------	--	-------	--	---

2. De in de werkontledingtemplate (formulier [01.03.7054](#)) aangeven taakstap blokken zijn indicatief en niet bindend. Ze kunnen naar behoefte worden verwijderd, hernoemd, aangevuld of toegevoegd worden.

Af te ronden taakstappen moeten SMART (Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden) vastgesteld zijn. Elke taakstap moet zodanig gedefinieerd zijn, dat na uitvoering hiervan een beheerste veilige situatie bestaat.

Per taakstap moeten de deelnemers, contactpersonen vastgelegd worden als deze een essentieel onderdeel van de stap uitmaken. Ook specifieke afspraken (incl. tel. Nrs) met derden t.b.v. een taakstap moeten vastgelegd worden.

Criteria van werkzaamheden moeten duidelijk vastgelegd worden. Bijv. spoelen tot $\leq 5\% \text{ O}_2$, $< 10\% \text{ LEL}$, $\text{H}_2\text{O} \% < 0,02 \% \text{ m/m}$ etc.

Milieu Aspecten t.a.v. niet standaard operatie dienen, conform ISO-14001, te worden bepaald en vastgelegd. Voorbeeld:

- Emissie/ lozing a.g.v. productvrij maken systeem is het milieu aspect.
- Beheersmaatregelen kunnen dan zijn: Spoel product opvangen in off spec productsysteem zelf of zuiver product opvangen in productsysteem zelf.

8. Afwijken van een WOL is alleen toegestaan in overleg met de PTL. De veranderingen moeten in de originele WOL gedocumenteerd en door de PTL geparafeerd worden.

Figuur B6.5: Deelkopie uit de procedure die de criteria voor het opstellen van de werkontleding beschrijft.

Voor de werkzaamheden van de pitstop van de unit 4800 werd een WOL opgesteld. Deze WOL was grotendeels gebaseerd op die van 2011 en die van 2011 weer op de WOL van 2007. Informatie uit het designboek werd niet gebruikt, want deze informatie was niet toegankelijk. Met niet toegankelijk wordt hier bedoeld dat de informatie uit het designboek uitgebreid en moeilijk opgesteld was en daardoor niet eenvoudig te doorgronden was voor de operators die verantwoordelijk waren voor het opstellen van de WOL. Het volgende blijkt uit de analyse van de WOL die tijdens de pitsop van 2014 werd gebruikt:

- Niet alle stappen in de WOL werden in de verplichte volgorde uitgevoerd.¹⁹³ **1**
- Niet elke taakstap werd SMART **2** opgesteld en was daardoor niet zodanig gedefinieerd dat na uitvoering daarvan een beheerste veilige situatie bestond. Dat kon ook niet, want in de WOL stonden niet de belangrijke criteria van werkzaamheden zoals het opwarmen met 30°C per uur van de reactoren en een stikstofstroom van minimaal 475 kilogram per uur. **3**
- De Production Team Leader (PTL) heeft niet alle afwijkingen op de originele WOL geparafeerd. **4**

¹⁹³ Afwijkingen werden meestal - maar niet altijd - overlegd met de productieteamleider, geaccordeerd en/of per e-mail gecommuniceerd.

Samengevat voldeed de WOL niet om de voorgenumen werkzaamheden op een veilige manier uit te voeren en heeft Shell niet kunnen voorzien in de borging die de procedure vereiste. Binnen de procedure is namelijk het volgende opgenomen:

Om te borgen, dat de WOL voor uitvoeren van de werkzaamheden beschikbaar, doelmatig en van de gewenste kwaliteit is, wordt dit via de OMC als aparte taakstep in de GAME-ME planning opgenomen. De OMC is vervolgens verantwoordelijk, dat deze taakstep pas op complete wordt gezet als de definitieve WOL beschikbaar is.

Fase vullen van het reactiesysteem en circuleren

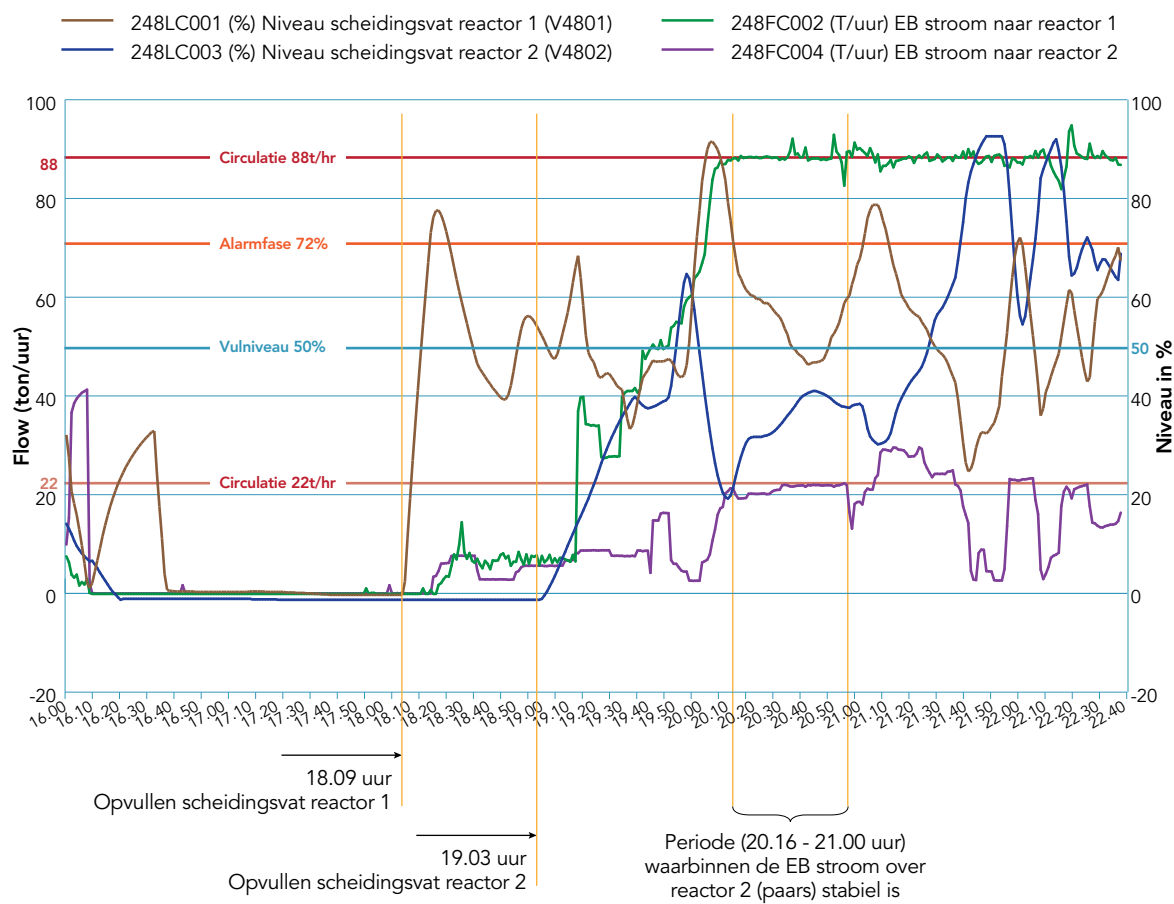
Voor de beschrijving van deze fase is het uitgangspunt dat de voorliggende stappen zoals het zuurstofvrij maken, lektesten en fines uitspoelen al zijn afgerond. Het startpunt is dan het vullen van het reactiesysteem met ethylbenzeen ter voorbereiding op het circuleren daarvan om een adequate benatting van de katalysatorpellets te bewerkstelligen. Het vullen van het reactiesysteem voor de circulatie werd in de WOL met de volgende stappen beschreven:

15.	Vul de V-4801 weer op tot 50% met EB, welke is aangesloten op de voedingsleiding (MPC/K) UL 4700.	3/6	1700	B
16.	Zet de S-4801 eerst over voor we P-4803 bij nemen.(deze later schoon laten maken). Start P-4803 en vul nu V4802 op tot 50%. Stop de EB toevoer	3/6	1730	B

De stappen 15 en 16 maken deel uit van de werkontleding waarin het gereedzetten van de unit wordt beschreven. In deze stappen wordt de unit gevuld met ethylbenzeen. Stap 17 is vervolgens de stap die de circulatie moet bewerkstelligen. Uit de navolgende grafiek valt op te maken dat het vullen tamelijk ruw is verlopen.

17.	Stel de EB circulaties in over de R-4801 & 2. Circulatie over de R-4801 88T/H via de 248-FC-002 Circulatie over de R-4802 22 T/H via de 248-FC-004	3/6	2000	B
-----	--	-----	------	---

In figuur B6.6 staan de tijdstippen waarop de reactoren en scheidingsvaten worden gevuld.



Figuur B6.6: Vullen van de scheidingsvaten.

In de grafiek is te zien dat het scheidingsvat van de eerste reactor tot boven de alarmgrens van 72 procent gevuld wordt, terwijl de opdracht tot 50 procent vullen luidt. Een stabielniveausituatie werd in de beide scheidingsvaten niet bereikt. De circulatie is ingezet, omdat variatie van het niveau van de vaten rondom het 50 procentniveau een integraal onderdeel is van het starten van (circulatie)stroming. Er is een korte periode waarin sprake is van een stabiele circulatiestroom naar de beide reactoren, maar het niveau is niet stabiel.

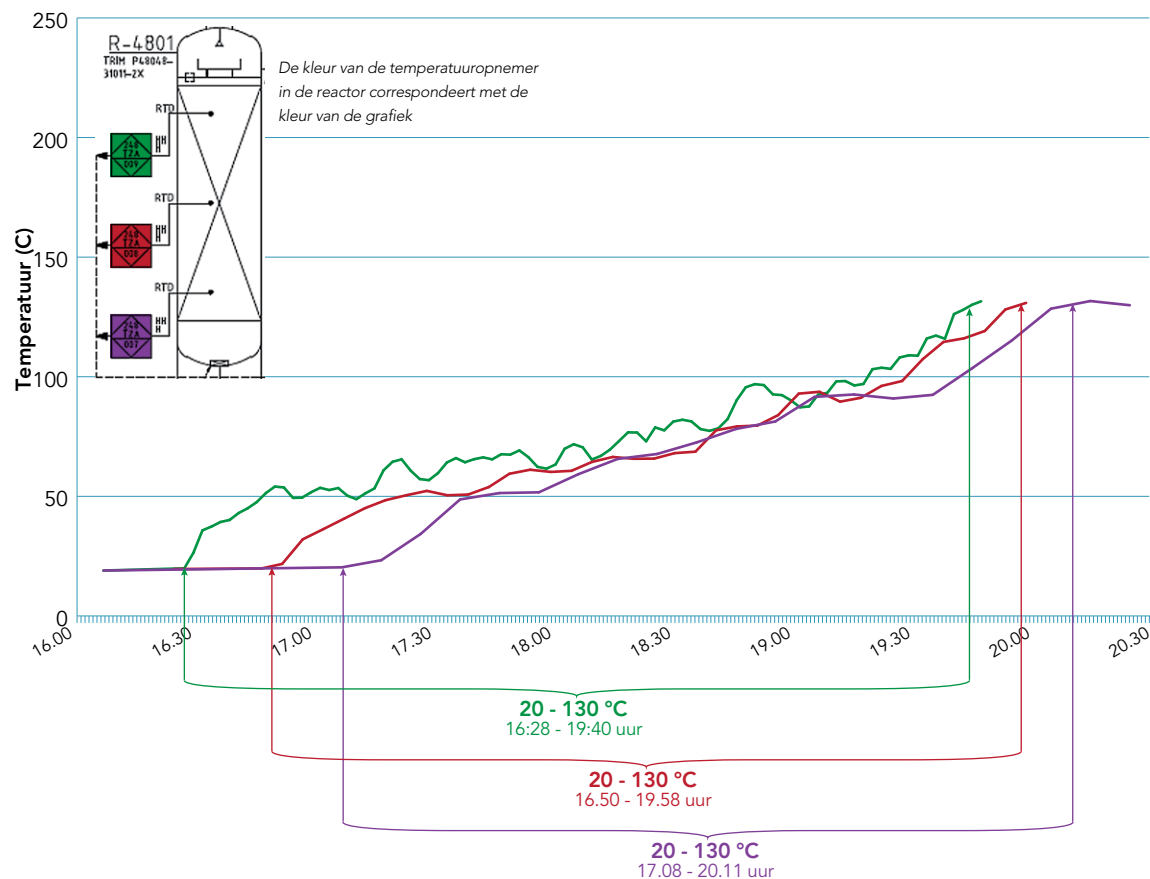
Tussen de stappen 17 (zie hierboven) en stap 2 (zie volgend kader) bevinden zich in de werkontleding geen stappen meer met specifiek aanwijzingen voor het proces. In het navolgende kader staat een aanwijzing (stap 2) waaruit blijkt wat gedaan moet worden om het drooglopen van de centrale pomp te voorkomen. De sterk geknepen afsluiter is te zien op de foto's in figuur B6.3.

2.	Indien nodig EB bijvullen als de levels in de vaten 4801 & 2 niet op 50% blijven. (indien de 248-LC003 uitgeregeld is kan het helpen om of de 248-PC-008 te knippen (niet verder als 10% ivm vloeistof afloop) of de kleppen van de 248FC004 te knippen)	3/6	26 ^{er}	K	
	ATT om te voorkomen dat het level van V-4801 te laag wordt of het level van V-4802 te hoog, moet de afsluiter onder V-4801 naar P-4803 sterk worden geknepen, en zo nodig bij regelen. near zero hole (by circuleren zelf)				
3.	Verhoog nu de temperatuur naar de R-4801 & 2 naar 130°C mbv MPD welke is aangesloten op de E-4804	3/6	21 ^{er}	B	
4.	Blijf nu met 130°C 6 uur circuleren over beide reactoren.				

Fase opwarmen van de ethylbenzeen

Bij stap 3 staat de aanwijzing om de reactoren en de katalysatorbedden op te warmen. Hierbij is de opwarmsnelheid niet als kritische parameter opgenomen. In Nanhai (2010, zie bijlage 4) zorgden medewerkers voor een adequate benatting door 'koude' ethylbenzeen 6 uur te circuleren. Pas daarna werden de reactoren en katalysatorbedden met circa 30°C per uur langzaam opgewarmd. Na de laatste turnaround in 2011 in Moerdijk heeft Shell problemen gehad met de circulatie en daardoor met de benatting. Er werd echter met zo'n 30°C per uur opgewarmd. Belangrijk verschil ten opzichte van 2014 is het type katalysator dat in 2014 significant anders was dan de katalysator uit 2011.

In figuur B6.7 wordt een indruk gegeven van het opwarmen in 2011. In de grafiek zijn de temperatuuropnemers van de eerste reactor opgenomen. Het opwarmen van circa 20°C tot circa 130°C neemt gemiddeld ruim 3 uur in beslag. Dit komt neer op een opwarmsnelheid van zo'n 35°C per uur.

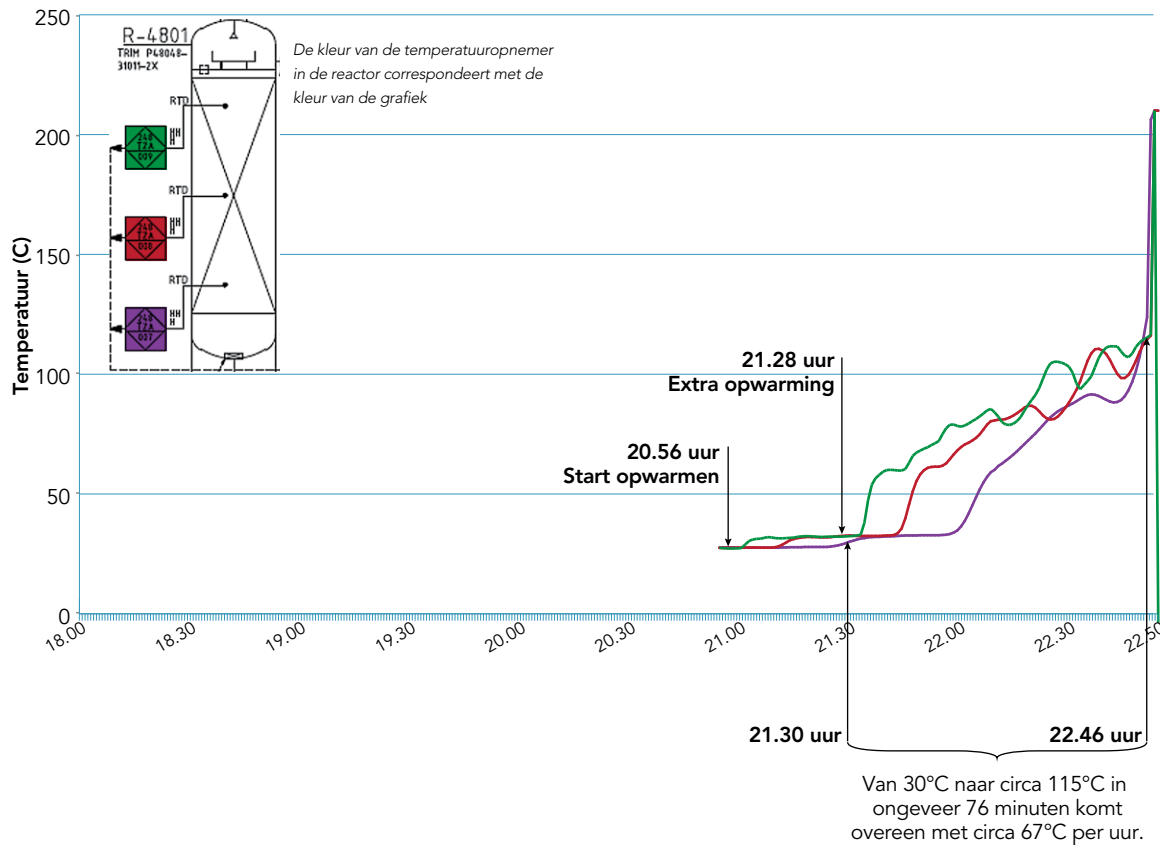


Figuur B6.7: Temperatuurverloop reactor 1 tijdens opstart in 2011.

Een vergelijkbaar beeld kan opgesteld worden voor de tweede reactor.

Het opwarmen in 2014 verliep anders. Aangezien de opwarmsnelheid niet in de WOL was opgenomen, hebben de operators op basis van ervaring voor een opwarmsnelheid van 50°C per uur gekozen. In de praktijk bleek de opwarming sneller te verlopen dan aanvankelijk was afgesproken. Vermoedelijk is dit onopgemerkt gebleven.

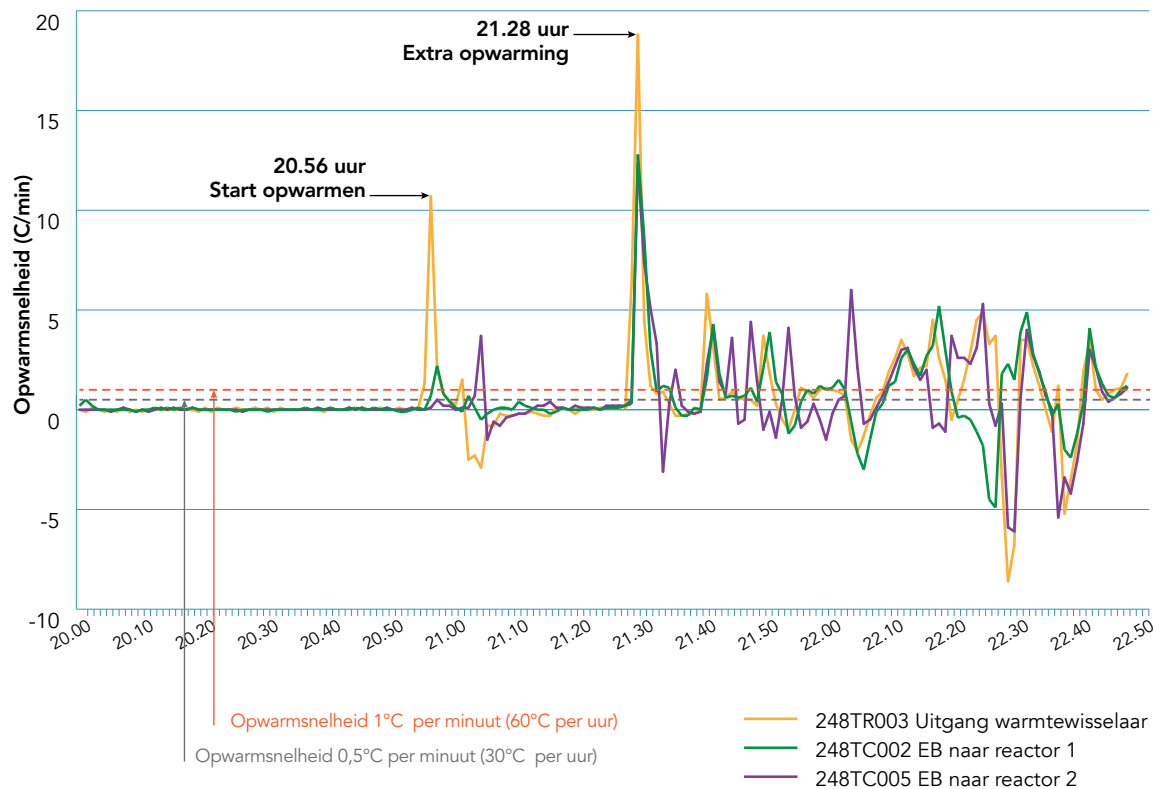
In figuur B6.8 ziet u het verloop van de temperatuur in de eerste reactor. De grafiek is vergelijkbaar met wat de paneloperator in de controlekamer op 3 juni 2014 kon zien.



Figuur B6.8: Temperatuurverloop reactor 1 tijdens opstart in 2014.

Achteraf werd duidelijk dat het opwarmen anders verliep dan aanvankelijk op die avond zichtbaar was. Om dit te illustreren is daartoe de navolgende grafiek opgemaakt (zie figuur B6.9).

Deze grafiek geeft (achteraf) een indruk van de actuele opwarmingsnelheid. Dit gegeven was voor de paneloperator niet zichtbaar. Achteraf blijkt dat de opwarmingsnelheid na het voor de eerste keer openen van de stoomafsluiter (rond 21.00 uur) al voldoende was om de ethylbenzeen met 30°C per uur te verhogen. De ethylbenzeen circulatiestroom naar de tweede reactor fluctueerde, nadat de stoomafsluiter voor het eerst werd geopend. Het verder openen van de stoomafsluiter (rond 21.30 uur) heeft, in combinatie met de handregeling voor de temperatuur voor meer verstoringen in het proces gezorgd.



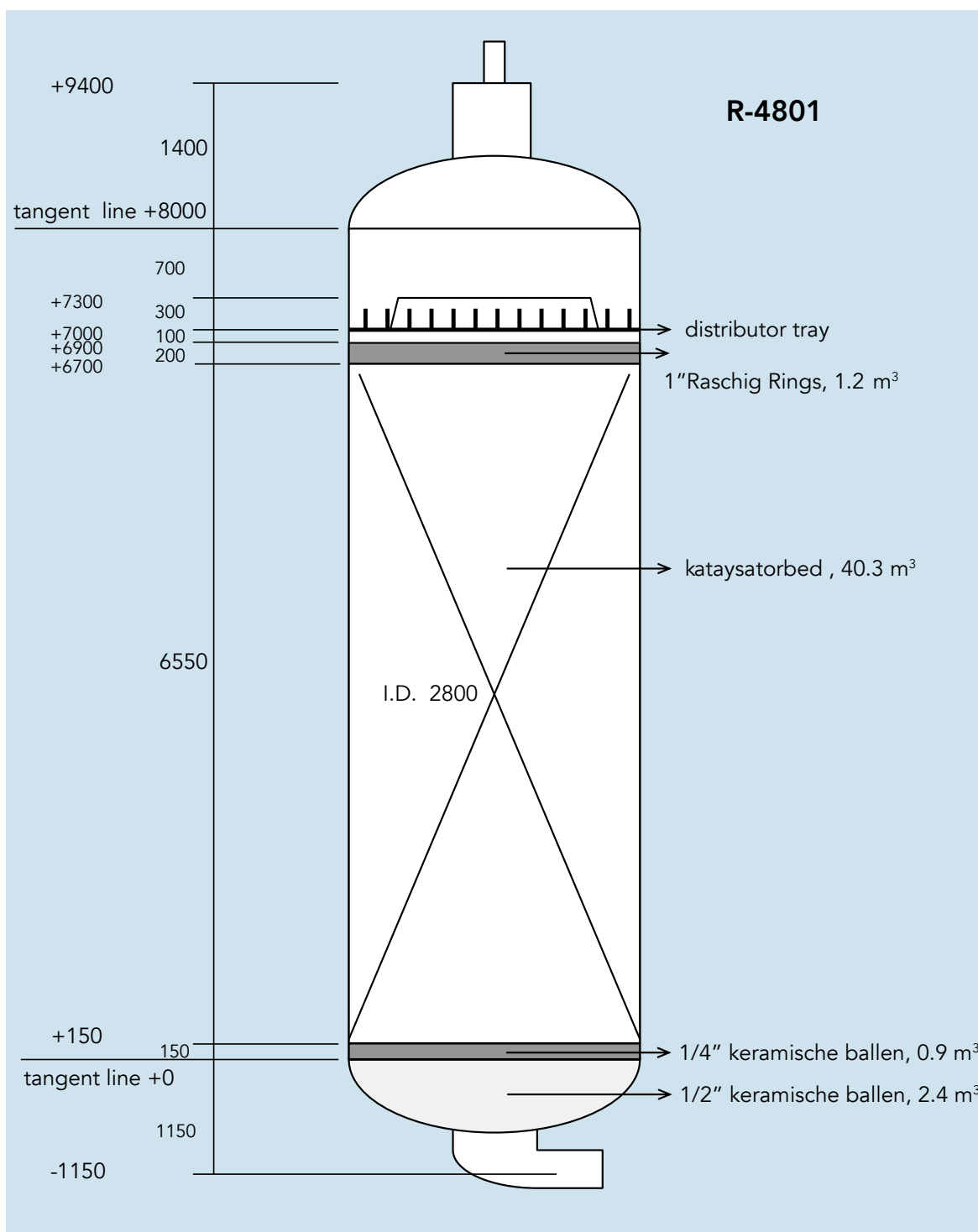
Figuur B6.9: Opwarmingsnelheid van reactor 1 en reactor 2.

Het drukverschil over de eerste en tweede reactor als indicator voor goede bedrijfsvoering

Uit verschillende bronnen, zoals het MSPO Manual Handleiding U4800 (MSP.03.2475) en uit verklaringen kan opgemaakt worden dat het drukverschil over de beide reactoren een belangrijke indicator was voor de kwaliteit van het katalysatorbed. Normaal is het drukverschil relatief laag, dit wil zeggen enkele tientallen millibars tot maximaal 50 millibar. De grootte van de katalysatorpellet was niet gewijzigd ten opzichte van de 'oude' katalysator (3 x 3 mm). Een groter drukverschil dan normaal kan in deze fase duiden op verstoppingen door fines (kleine stukjes katalysator) die zijn achtergebleven. De leverancier van de katalysator heeft Shell geadviseerd om met keramische ballen het drukverschil over de reactoren laag te houden. Shell heeft dit advies opgevolgd. Ook zaten er Raschig-ringen in de unit (zie figuur B6.10), die een positieve invloed hebben op het drukverschil. In het boek *Trickle Bed Reactors*¹⁹⁴ wordt een hoofdstuk gewijd aan het drukverschil als belangrijke parameter. Het drukverschil is een belangrijke indicator die binnen het reactiesysteem de interactie weergeeft tussen vloeistof, gas en katalysatorpellets. Het zegt iets over de benutting, warmteoverdracht en doorstroming binnen het katalysatorbed.

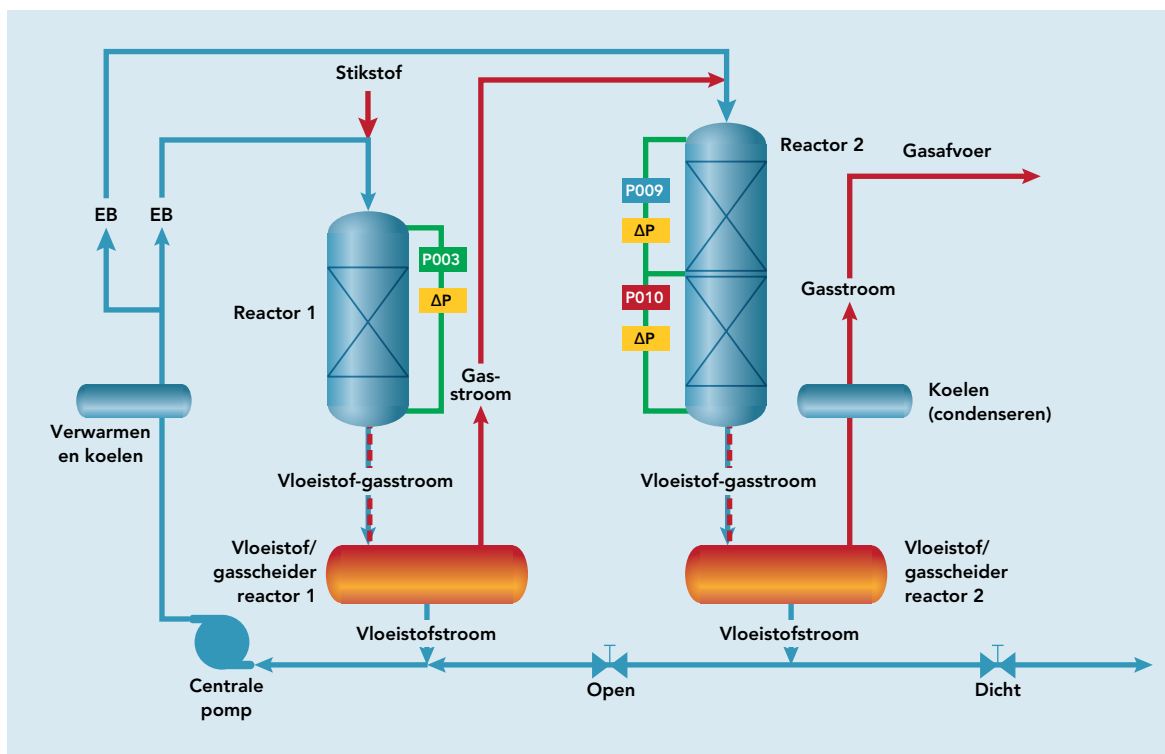
Bij een plotseling verandering van het drukverschil is extra aandacht vereist. Die kan namelijk wijzen op een overgang naar een ander doorstromingsprofiel in de reactor, bijvoorbeeld veroorzaakt door verstoppingen.

¹⁹⁴ In het boek *Trickle Bed Reactors* van Vivek V. Ranade, Raghunath Chaudhari en Prashant R. Gunjal (Elsevier, Amsterdam, 2011).



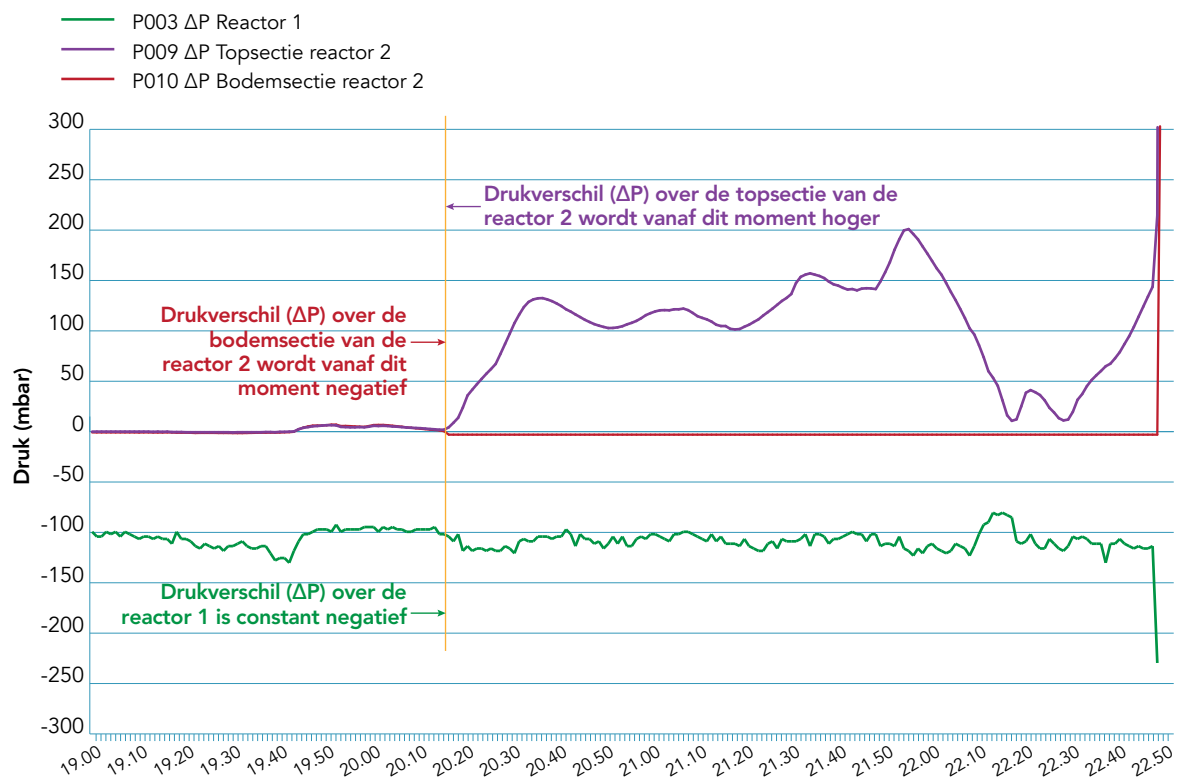
Figuur B6.10: Reactor 1.

De drukverschilmetingen van de reactoren in de hydrogeneringssectie bevinden zich bij de eerste reactor tussen de top van de eerste reactor en het scheidingsvat (P003). Bij de tweede reactor is er één drukverschilmeter voor het meten van het drukverschil in het bovenste deel van tweede reactor (P009) en één meet het drukverschil in het onderste deel van de tweede reactor (zie schematische voorstelling).



Figuur B6.11: Schematische voorstelling van de unit 4800 tijdens opwarmfase.

Op 3 juni 2014 meten de drie drukverschilmetingen (P003, P009 en P010) verschillende drukverschillen. Dit is weergegeven in figuur B6.12.



Figuur B6.12: Drukverschil van reactor 1 en reactor 2.

Omstreeks 20.16 uur wordt het drukverschil over het bovenste deel van de tweede reactor snel positiever en het drukverschil over het onderste deel van de tweede reactor wordt op dat moment negatief. Dit kan duiden op een obstructie of een verandering in de stroming door de reactor. Het drukverschil over de eerste reactor is vrijwel continu negatief. Hieruit kon opgemaakt worden dat de druk op de vloeistof-gasscheider van de eerste reactor (uitlaatdruk) hoger was dan de druk in de bovenkant (top) van de reactor (toevoerdruk). Dit was mogelijk het gevolg van:

- Foutieve meetinstrumenten. Deze hadden gerepareerd moeten worden, omdat het drukverschil over de reactor ook tijdens de circulatie en opwarmen een belangrijke indicator is.
- Correcte meetinstrumenten. Dan was er mogelijk sprake van een extra drukbron of tegendruk vanuit de tweede reactor wat tijdens het circuleren en opwarmen eveneens onwenselijk is (onvolledige benatting van de tweede reactor).

Beide drukverschilsituaties hadden aandacht moeten krijgen. Dit was nodig om een goed beeld te krijgen van de voorgenomen en al in uitvoer gebrachte werkzaamheden: circuleren en opwarmen.

Ontwerp van de relevante regelingen

Hieronder leest u meer over het ontwerp van de verschillende regelingen. We werken de regelingen niet tot de grootste graad van detail uit. Bovendien komen niet alle regelingen van de unit 4800 aan de orde. Wel bespreken we de ethylbenzeenstroom- (EB-flow) en temperatuurregelingen van de reactoren en dus van de katalysatorbedden en de niveauregeling van de scheidingsvaten. Daarnaast voorzien we de stikstofregeling in relatie tot de reactordruk kort van een uitleg.

Uit de ontwerpgegevens blijkt het beoogde doel van de procesregelingen (controls): de juiste conversie van MPK naar MPC verkrijgen in de unit 4800. Dit kan volgens Shell bereikt worden met behulp van een aantal procesregelingen zoals:

- eerste reactor voedingstemperatuur en recirculatiestroom;
- tweede reactor voedingstemperatuur en -stroom.

Verder is het beperken van afgas (is eigenlijk afvalgas dat tijdens de normale productie niet meer wordt gebruikt en afgevoerd en afgefakkeld moet worden) wel van belang voor de productie, maar niet voor deze beschouwing. Ook de verschillende drukregelingen zijn voor de normale productie van belang, maar niet direct voor de fase waarin de unit 4800 op 3 juni 2014 verkeerde. Overigens blijkt dat de meeste regelingen specifiek voor de normale productiefase bedoeld zijn. Er zijn geen speciale procesregelingen voor de voorbereidende stappen (zoals vullen, circuleren, opwarmen en reduceren) die noodzakelijk zijn nadat een katalysator is vervangen. Deze werden vooral beschouwd als 'normale' productiewerkzaamheden.

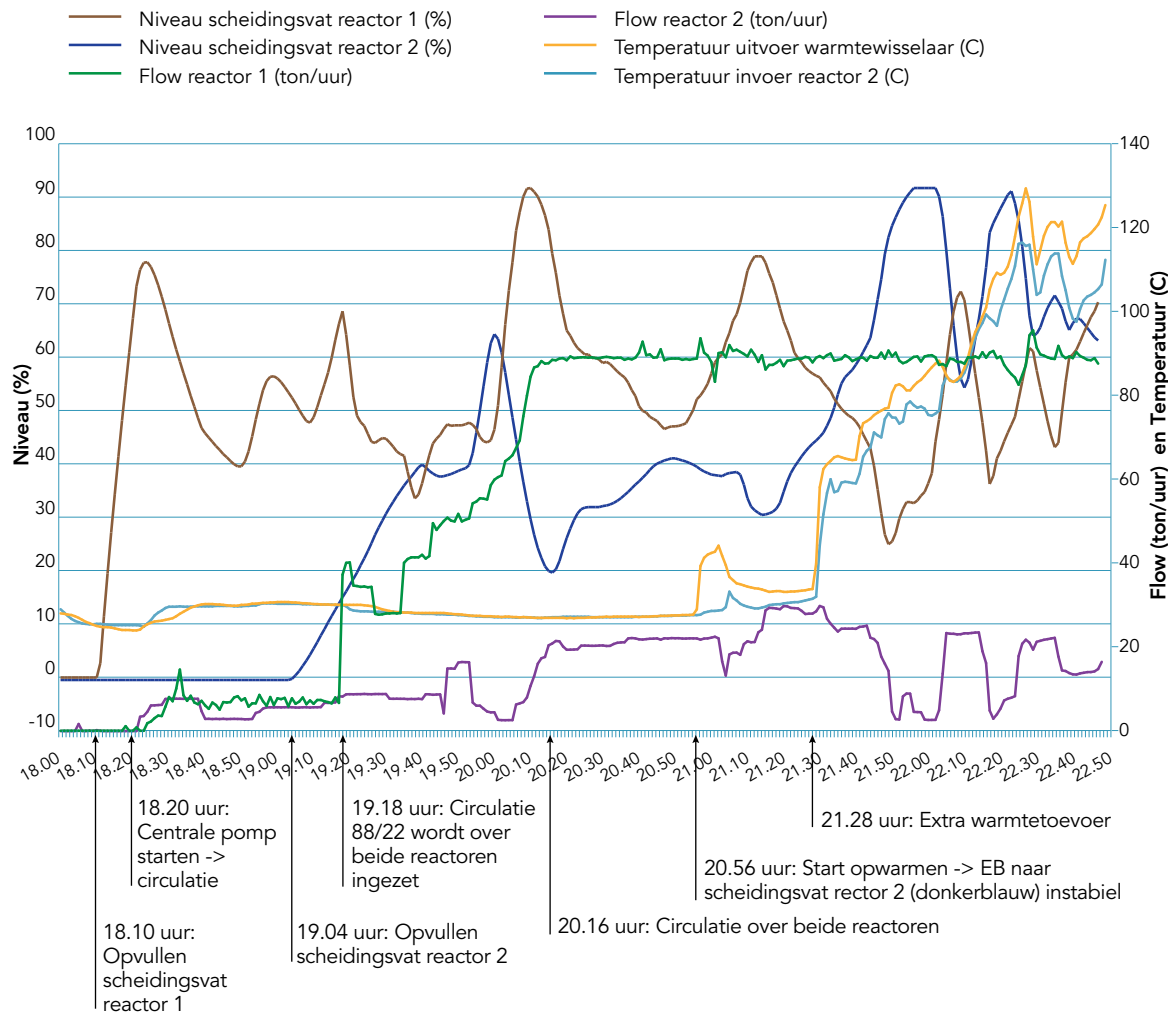
Regelingen vullen, circuleren en opwarmen

Het vullen van de unit 4800, met name het scheidingsvat van de eerste reactor, met ethylbenzeen moet in eerste instantie plaatsvinden zonder daarbij gebruik te maken van

de centrale pomp. Dit om drooglopen en daarmee beschadiging van de centrale pomp te voorkomen. De centrale pomp moet echter wel gebruikt worden om de ethylbenzeen in het scheidingsvat van de tweede reactor te krijgen. De indicatoren die daarbij gebruikt worden, zijn de niveaumetingen van de scheidingsvaten van de eerste en tweede reactor (van de ethylbenzeenstroom). De paneloperator voert dit handmatig uit. Dit betekent dat de buitenoperator de afsluiter in de fabriek zodanig instelt dat de paneloperator beheerst het systeem kan vullen (zie figuur B6.6). Het vullen vereist de nodige aandacht, omdat anders te veel of te weinig ethylbenzeen wordt ingenomen. Bovendien moet de paneloperator de porositeit van de katalysatorpellets in acht nemen, omdat die een belangrijke rol speelt in de hoeveelheid in te nemen ethylbenzeen bij het vullen. Een volgorde die gehanteerd had kunnen worden, is de volgende:

- Vulklep openen en ethylbenzeen beheerst richting de unit 4800 met de transportpomp verpompen, totdat het niveau in het scheidingsvat van de eerste reactor 50 procent bereikt.
- Leidingwerk richting de centrale pomp vullen met ethylbenzeen zodat deze niet droogloopt, zo nodig bijvullen tot 50 procentniveau in het scheidingsvat.
- Centrale pomp starten en ethylbenzeen beheerst circuleren over de eerste reactor, totdat de katalysatorpellets 'doorslaan' (dat wil zeggen de poriën van de katalysatorpellets zijn verzadigd). Zo nodig bijvullen met ethylbenzeen tot het niveau in het scheidingsvat 50 procent bedraagt.
- Is de situatie stabiele circulatie over de eerste reactor, waarbij het niveau van het scheidingsvat stabiel rond 50 procent is? Dan kan het scheidingsvat van de tweede reactor beheerst gevuld worden tot 50 procentniveau.
- Zo nodig bijvullen met ethylbenzeen.
- Beheerst de circulatie over de tweede reactor bewerkstelligen om zodoende te voorzien in de porositeit van de katalysatorpellets in de tweede reactor.
- Zo nodig bijvullen met ethylbenzeen om na 'doorslag' van de katalysatorpellets van de tweede reactor de niveaus van de beide scheidingsvaten op 50 procent te bedrijven en een stabiele circulatie te bereiken.

Als nu een stabiele situatie is bereikt, dan is de unit gereed om de circulatie volgens de verhouding 88 ton per uur over de eerste reactor en 22 ton per uur over de tweede reactor in te zetten. In figuur B6.13 ziet u dat de beide scheidingsvaten kort achter elkaar werden gevuld. Tussendoor werd met behulp van de centrale pomp de ethylbenzeen in circulatie gebracht in de verhouding 88 en 22 ton per uur. Rond 21.00 uur werd de opwarming gestart, terwijl nog geen sprake was van een stabiele situatie. Een adequate benutting werd daarom niet bereikt.



Figuur B6.13: Totaalbeeld van meetwaarden van flow/temperatuur van de ethylbenzeenstroom en niveaus in de scheidingsvaten.

Aangezien de centrale pomp een grote pompcapaciteit heeft ten opzichte van de inhoud van de scheidingsvaten, moet gewerkt worden met sterk geknepen afsluiters en kleppen. Shell was hiervan op de hoogte, maar heeft hier verder niet meer in voorzien. Bovendien geeft de werkontleding geen concrete aanwijzingen hoe het vullen en in circulatie brengen tot stand moet komen. De enige duidelijke aanwijzing was dat de centrale pomp niet 'droog' mocht draaien, omdat deze anders kapot zou gaan. De ontwerpgegevens en systeemconfiguratie van de procesregelingen voorzien niet in deze bedrijfsfase. Ook de opstartprocedure van de unit 4800 voorzag niet in deze fase.

De te gebruiken regelingen om het vullen, de circulatie en het opwarmen tot stand te brengen zijn daarbij (in het procescomputersysteem) softwarematig aan elkaar gekoppeld. Dit is zo gedaan dat de temperatuurregeling van de vloeistofstroom van invloed is op de hoeveelheid daarvan. Daarnaast is de niveaumeting van het scheidingsvat van de eerste reactor gekoppeld met de vloeistofstroom naar de tweede reactor. De leidingen van de ethylbenzeenstromen naar de reactoren zijn bovendien onderling met elkaar verbonden, waardoor deze elkaar negatief kunnen beïnvloeden. Onderlinge afstemming van de verschillende stromen is noodzakelijk om oscillaties (slingeringen) in het regelsysteem te voorkomen.

Na een unitstop, zoals deze pitstopperiode, staan de meeste regelingen (ook de hiervoor besproken regelingen) op handbediening. Dit geeft de paneloperator meer flexibiliteit. Aangezien de fasen vullen, circuleren en opwarmen in de voorbereidende fase naar het reduceren niet werden meegenomen in het ontwerp, is deze flexibiliteit ook meteen het grootste nadeel van dit systeem. Het plaatst de paneloperator in een lastige positie, want dit impliceert dat hij de gehele procesgang moet bewaken en zo nodig handmatig moet bijstellen. Het uitgangspunt voor dit ontwerp is dat de regelingen op automatische werking worden gezet, als de reductie heeft plaatsgevonden. De fasen van vullen, circuleren en opwarmen vereisen dus veel aandacht, precisie en ervaring van de paneloperator. De paneloperator had niet eerder een opstart van de unit 4800 na een katalysatorwissel uitgevoerd.

Stoomtoevoer naar de warmtewisselaar

In het ontwerp was voor de temperatuurregelingen voorzien dat gebruik werd gemaakt van de lagedrukstoom (dit is stoom bij een druk van circa 3 bar met een temperatuur van circa 133°C) en middendrukstoom (circa 8 bar en een temperatuur van circa 178°C). In de praktijk werd gebruikgemaakt van middendrukstoom. Hoewel de warmtewisselaar ook bij deze druk en temperatuur nog veilig bedreven kon worden, vereiste het van de operators wel enige oplettendheid. Het maakt namelijk uit of de stoomafsluiter volledig geopend kan worden (lagedrukstoom) of dat deze stoomafsluiter slechts deels geopend kan worden om dezelfde omstandigheden te creëren (middendrukstoom). Bovendien is niet duidelijk welke warmte-energie in het laatste geval wordt toegevoerd. Dit blijkt uit de tweede keer dat de stoomafsluiter verder geopend wordt: toen werd veel meer warmte-energie toegevoerd.

De temperatuur in de reactoren wordt gemeten met temperatuurelementen waarmee niet de temperatuur in de gehele inhoud van de reactor kan worden gemeten. Hierdoor kunnen vertragingen in de metingen optreden en/of kon het op plaatsen in de reactor warmer/kouder zijn dan gemeten door het temperatuurelement. Daarom moet het circuleren voor een homogeen benat en verwarmd katalysatorbed zorgen.

De verschillende temperatuurregelingen werden soms op de hand bediend door de paneloperator en soms automatisch door het systeem. Ook deze manier vereiste veel aandacht van de paneloperator.

Operator intervention

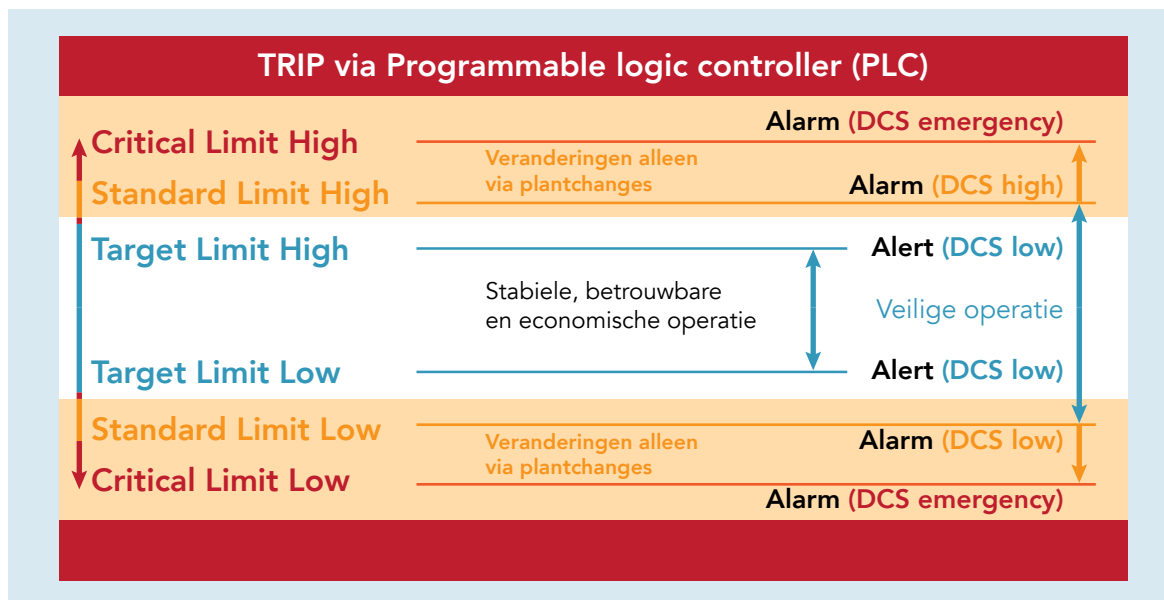
Treed om wat voor reden dan ook het proces buiten het operating window (dus een stabiele, betrouwbare en economische operatie) of buiten de limieten (alarmgrenzen)? Dan volgt een alarm (akoestisch en/of visueel) en moet er ingegrepen worden. Deze interventie wordt uitgevoerd door een persoon (de operator), door een geautomatiseerd systeem (het distributed control system (DCS)) of door een combinatie van beide.

Een van de procedures voor het bedrijfsbeheerssysteem heeft een relatie met 'operator intervention'. Dit is de strategie van Ensure Safe Production (ESP) voor Monitoring & Control Conditions (M&CC-strategie). De procedure beschrijft de gestandaardiseerde werkwijze voor de operationele ploegen. Hieronder vallen onder andere de wachtoverdracht, proactief monitoren, het wachtverslag en het beheersen van abnormale situaties.

Het hoofddoel van dit programma is zeker stellen dat de operationele limieten bekend zijn en dat de fabriek ook binnen die limieten bedreven wordt. Verder gaat dit werkproces over oriënteren, communiceren, het proactief monitoren en het beheersen van abnormale situaties. Binnen dit systeem zijn de volgende limieten gedefinieerd:

- Target Limits: de waarden waar binnen de optimale of gewenste operatie ligt.
- Standard Limits: de waarden waarbij met overschrijding op de lange termijn de integriteit wordt aangetast. Langere overschrijding (dagen) kan resulteren in:
 - een lekkage van koolwaterstoffen en of gevaarlijke chemicaliën;
 - een ongewenste shutdown;
 - een negatieve impact op de langetermijnperformance van de unit en het halen van de stopinterval;
 - een vergunningoverschrijding;
 - een significante impact op de economische performance van de unit.
- Critical Limits: de waarden waarbij de operator binnen zeer korte tijd (binnen 15 minuten) moet reageren om te voorkomen dat de volgende consequenties optreden:
 - ontsnappen van koolwaterstoffen of giftige stoffen (Loss of Containment);
 - een ongewenste trip (automatisch of handmatig);
 - overschrijding van vergunningseisen;
 - andere hoogrisico gebeurtenissen volgens de RAM-matrix.

De zojuist besproken limits heeft Shell als volgt in schematische vorm weergegeven (zie figuur B6.14):



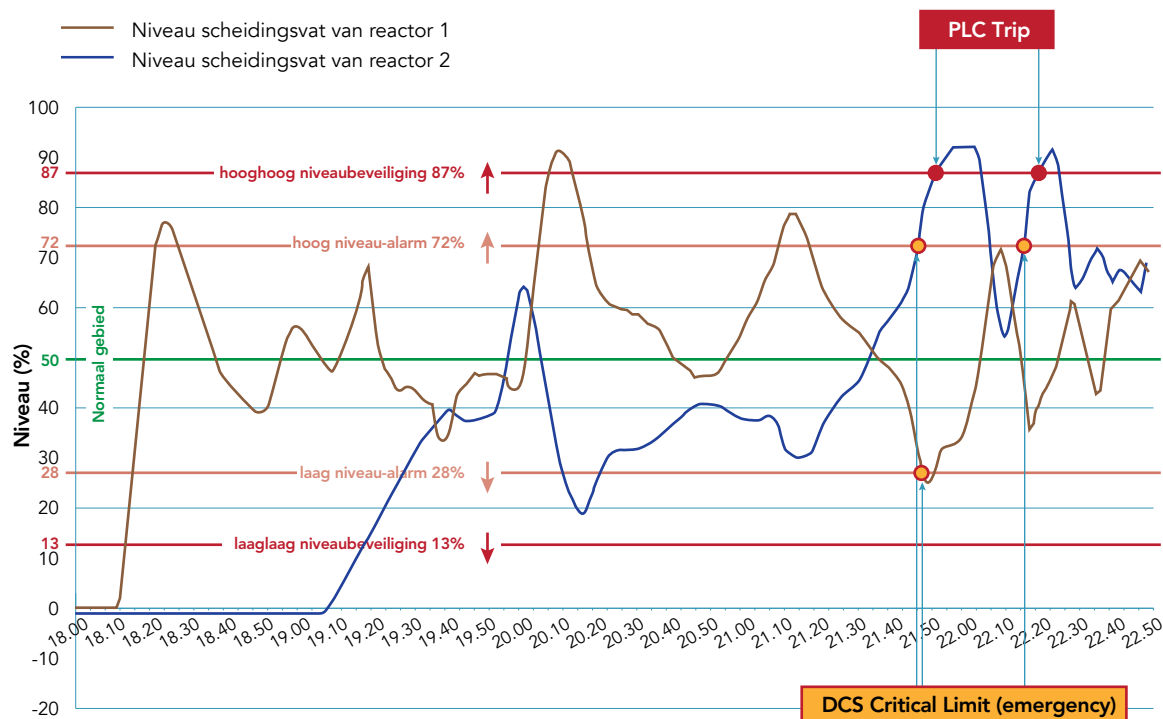
Figuur B6.14: Limits uit het Ensure Safe Productionprogramma van Shell.

In dit schema maakt Shell onderscheid tussen een alarm en een alert:

- **Alert** is een notificatie zonder akoestisch signaal (toekomst). Een actie is alleen vereist, als er geen alarmen zijn (een alert is gekoppeld aan een Target Limit).
- **Alarm** is een notificatie met akoestisch signaal die actie vereist (deze alarmen zijn gekoppeld aan Critical en Standard Limits).

Voor bijzondere situaties zoals starten en stoppen staan een aantal critical limits of standard levels voor een langere periode in alarm. In dat geval zijn geen directe aanpassingen vanuit de ESP-aanpak vereist, op voorwaarde dat er geen onveilige situatie kan ontstaan. Om dit te beoordelen moet de operator de oorzaak en de reden voor het buiten de limieten runnen volledig begrijpen. Deze uitzonderingssituatie binnen de ESP-aanpak (direct ingrijpen op een alarm is nu geen vereiste) stelt wel nadrukkelijker eisen aan de voorbereiding, instructies en ervaring van de in te zetten operators. Zij moeten het proces immers *volledig* kunnen begrijpen.

Ter illustratie is figuur B6.15 opgenomen. Uit dit figuur valt op te maken dat op de avond van 3 juni 2014 zich diverse mogelijkheden voordeden waar adequate actie werd vereist. In twee situaties greep het beveiligingssysteem (PLC trip) in. Dit zijn de situaties die Shell met behulp van het ESP-programma tracht te voorkomen.



Figuur B6.15: Niveau in de scheidingsvaten.

Daarnaast beoogt het ESP-programma dat operators bij een abnormale situatie ingrijpen. Als het proces daar niet goed op reageert, dan moeten operators overgaan op de Triple-S-strategie: Stabilize, Slowdown, Shutdown. Want de ESP-slogan luidt: 'Het is beter een proces opnieuw te starten dan het opnieuw te moeten bouwen.'

Dit werkt echter alleen als een abnormale situatie wel als zodanig herkend en erkend wordt. Een voorbeeld van een dergelijke abnormale situatie die niet als zodanig herkend en erkend werd, is eerder beschreven bij *'Het drukverschil over de eerste en tweede reactor als indicator voor goede bedrijfsvoering'*.

Safety Instrumented System

Als bovenstaande interventies niet tot het gewenste resultaat leiden, grijpt een secundair en veelal onafhankelijk systeem in, zoals een Programmable Logic Controller (PLC).¹⁹⁵ De betrokken procesinstallatie wordt geheel of gedeeltelijk afgeschakeld of in een veilige toestand gebracht. Dit was in twee situaties het geval (zie PLC-trip in figuur B6.15). Tabel B6.16 toont een deel van de registratie van de PLC op de avond van 3 juni 2014. De verklaring volgt na de tabel.

Gegevens van 3 juni 2014 uit PLC

	Tagnummer	tekst	actie	tijd	tripblock
	248HB015	RESET 248UZ-140	RESET TOEGESTAAN	20:08:54,551	248UZ140
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	20:08:54,551	248UZ120
①	248UA186	248UZ-180	GETRIPT	21:47:45,340	248UZ180
	248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	21:47:45,340	248UZ180
	248UA122	248UZ-120	GETRIPT	21:47:45,573	248UZ120
	248HB015	RESET 248UZ-140	NIET RESET TOEGESTAAN	21:47:45,573	248UZ140
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	21:52:32,777	248UZ120
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	21:52:33,011	248UZ120
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	22:01:22,459	248UZ120
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	22:01:27,139	248UZ120
	248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	NIET HOOG HOOG	22:05:30,097	248UZ180
②	248HB012	RESET 248UZ-180	RESET TOEGESTAAN	22:05:30,097	248UZ180
③	248HS012S	RESET 248UZ-180	RESET	22:06:56,839	248UZ180
	248UA186	248UZ-180	NIET GETRIPT	22:06:57,085	248UZ180
	248HB012	RESET 248UZ-180	NIET RESET TOEGESTAAN	22:06:57,085	248UZ180
	248HB015	RESET 248UZ-140	RESET TOEGESTAAN	22:06:57,315	248UZ140
	248HB004	RESET 248UZ-120	RESET TOEGESTAAN	22:06:57,315	248UZ120
	248HS012S	RESET 248UZ-180	NIET RESET	22:07:01,755	248UZ180
①	248UA186	248UZ-180	GETRIPT	22:16:09,929	248UZ180
	248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	22:16:09,929	248UZ180
	248HB015	RESET 248UZ-140	NIET RESET TOEGESTAAN	22:16:10,163	248UZ140
	248HB004	RESET 248UZ-120	NIET RESET TOEGESTAAN	22:16:10,163	248UZ120
	248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	NIET HOOG HOOG	22:26:42,110	248UZ180

¹⁹⁵ Een programmable logic controller (PLC, programmeerbare logische eenheid) is een elektronisch apparaat met een microprocessor die zijn uitgangen aanstuurt op basis van de informatie op zijn diverse ingangen.

	Tagnummer	tekst	actie	tijd	tripblock
②	248HB012	RESET 248UZ-180	RESET TOEGESTAAN	22:26:42,110	248UZ180
	248PS001Z	LL DIF.PRES MPK/MPC	LAAG LAAG	22:47:45,459	248UZ120
	248UA115	248UZ110	GETRIPT	22:47:58,573	248UZ110
	248TZ007Z	R4801	HOOG HOOG	22:47:58,573	248UZ110
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	22:48:14,508	248UZ120
	248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	22:48:20,135	248UZ120
	248TZ014Z	R4802	HOOG HOOG	22:48:22,261	248UZ110
	248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	22:48:25,072	248UZ180
	248HB012	RESET 248UZ-180	NIET RESET TOEGESTAAN	22:48:25,072	248UZ180
④	248TB025	SENSOR 248TZA025	FOUT	22:48:26,461	248UZ110

nr.	Verklarende beschrijving van de nummers in bovenstaande tabel.
①	Is het moment waarop de PLC ingrijpt bij een hooghoog niveau.
②	Is het moment waarop de PLC het herstellen (reset) toestaat (alleen indien het niveau niet meer hooghoog is).
③	Is het moment waarop de paneloperator een reset geeft en daarmee het systeem (zoals in dit geval de fakkelinstallatie) weer vrijgeeft voor de normale bedrijfsvoering.
④	Explosie.

Tabel B6.16: Deel uit de gegevens van de PLC.

Uit de tabel B6.16 blijkt dat de PLC twee keer kort achter elkaar ingrijpt op hooghoog niveau ①. Daarnaast wordt twee keer een signaal 'reset toegestaan' gegeven ②. Een daadwerkelijke reset volgt alleen na de eerste keer ③. Het is voor de Onderzoeksraad onduidelijk waarom na de tweede keer geen reset volgde. Het afgassysteem (de fakkelinstallatie) bleef door het ontbreken van de reset gesloten, waardoor de druk in het reactiesysteem zich kon opbouwen. De eerste explosie volgde op tijdstip ④.

Het ontwerp voorzag niet in een scenario waarbij een snelle en hoge drukopbouw mogelijk was. Dit had zijn uitwerking in de configuratie van de instrumentele beveiligingen. Zo werd geschat dat een eventuele druk-/temperatuuropbouw (een paar bar en maximaal circa 74°C) door een *runaway* zelfs niet hoog genoeg was om de ingestelde druk van de drukontlastklep te bereiken en de drukontlastklep te bedienen. De geprogrammeerde instrumentele drukontlasting (Emergency Depressuring system of kortweg EDP) werd daarom zodanig geconfigureerd dat de unit 4800 tijdens een ongewenste drukopbouw binnen een half uur van druk afgelaten werd. Tijdens deze drukontlasting zou de druk in de unit afnemen tot 50 procent van de ontwerpdruk (31 bar). Deze instrumentele drukontlasting moest de paneloperator daarnaast handmatig activeren. Op 3 juni 2014 werd deze instrumentele drukontlasting niet geactiveerd. Als de paneloperator deze instrumentele drukontlasting wel had geactiveerd, had dat overigens voor de explosie waarschijnlijk geen verschil gemaakt.

Bij het Nanhai-incident (zie bijlage 4) werd een *runaway* waargenomen die in ieder geval leidde tot een temperatuur die vele honderden graden Celsius hoger lag dan vooraf was

geschat. Daarbij liep de druk op tot 11 barg. Voor Shell was dit geen aanleiding om het runawayscenario en bijbehorende instrumentele beveiligingen opnieuw te beschouwen.

Active protection

De oranje gekleurde laag van bescherming gaat spelen als bovenstaande interventies niet tot het gewenste resultaat leiden (bijvoorbeeld een gevaarlijke drukopbouw in het vat is nog mogelijk). Dat kan een interventie zijn zoals het actief openen van een drukontlasting (breekplaat of drukontlasting of fakkels) om zo de druk in het systeem te reduceren en af te laten. Dan is wel sprake van een incident, aangezien het mogelijk gepaard gaat met fakkelen of afblazen (emissie).

Drukontlasting

Uit het voorgaande (instrumentele beveiliging) is duidelijk geworden dat niet voorzien was in een scenario waarbij een hoge druk-/temperatuuropbouw mogelijk was. Dit is ook niet bijgesteld toen in Nanhai een voorval plaatsvond dat leermomenten in zich droeg.

De geïnstalleerde onafhankelijke drukontlastkleppen waren specifiek bedoeld om de druk op te vangen die zou kunnen ontstaan bij het falen van de waterstoftoevoerklep. In dat geval zou de druk van het waterstofsysteem kunnen zorgen voor een drukopbouw in de unit 4800. Deze drukopbouw was beperkt tot circa 35 bar. De drukontlastklep werd ingesteld op 31 bar om in dit scenario te voorzien. De afblaascapaciteit van deze drukontlasting was onvoldoende om in het scenario van 3 juni 2014 te voorzien.

Noodstopvoorziening

De unit 4800 werd niet voorzien van een noodstopinstallatie. Er was dus geen fysieke drukknop waarmee de unit 4800 op een veilige manier, met één druk op de knop, tot stilstand gebracht kon worden. Uit de beschrijving van het ontwerp¹⁹⁶ is dit ook gebleken. De instrumentele beveiligingen die wel werden opgenomen, dienen globaal om:

- de gevolgen te voorkomen van terugstroom naar de tussenopslag van EB/MPK U2400;
- de gevolgen te voorkomen van terugstroom van waterstof naar de MLO-krakerinstallatie (de interne leverancier van waterstof aan de MPSO2);
- pompschade te voorkomen aan de centrale pomp binnen de unit 4800;
- de gevolgen te voorkomen van een te hoog niveau in het scheidingsvat van de tweede reactor.

Later werd daaraan nog een beveiliging toegevoegd die de unit 4800 moest beschermen tegen de gevolgen van een te hoge temperatuur door een ongewenste chemische reactie met waterstof.

In een document¹⁹⁷ zijn de procesregelingen en instrumentele beveiligingen beschreven. Daarin werd opgenomen dat de operator, onafhankelijk van de voornoemde automatische trips (instrumentele beveiligingen), ook de mogelijkheid heeft om de unit 4800 geheel of

¹⁹⁶ Safeguarding memo, TC 9.000.625 (revisie B, 1999-06-11)

¹⁹⁷ Process Control & Safeguarding Narratives, TC 9.000636-00100 (versie H, 2011-11-03)

gedeeltelijk via de ESD trip switch af te schakelen. Uit het onderzoek van de Onderzoeksraad is niet gebleken dat die ESD trip switchen op de avond van 3 juni 2014 ook daadwerkelijk werden gebruikt. De ESD trip switch was op 3 juni 2014 geconfigureerd en actief.

Een noodstop moet volgens de gangbare normen¹⁹⁸ aan een aantal eisen voldoen. De op deze situatie betrokken eisen zijn:

- De noodstop prevaleert altijd boven alle andere bedrijfsfuncties.
- Het gevaarlijke proces moet zo snel mogelijk tot stilstand gebracht worden.
- Het ontwerp van de noodstop is zodanig dat toegang daartoe altijd mogelijk is.
- De noodstopfunctie moet altijd kunnen worden geactiveerd, onafhankelijk van de bedrijfstoestand of -cyclus of van de aanwezigheid van de bediener.

NB Hoewel de noodstop in deze laag van bescherming is opgenomen, kan de noodstop ook al in een eerder stadium bediend worden (zie hiervoor: 'safety instrumented system'). Doel van de noodstop is het zo snel mogelijk tot stilstand brengen van het gevaarlijke proces.

Loss of Primary Containment

Op 3 juni 2014 werd de druk in de tweede reactor zo groot dat deze druk boven de bezwijkdruk van de reactor uitkwam. De bezwijkdruk is minstens gelijk aan drie keer de ontwerpdruk (31 bar), wat neerkomt op 93 bar. Door de selectieve keuze van de verschillende materialen waarmee de reactoren en scheidingsvaten werden gebouwd, kon het vat een nog grotere druk aan. Dit alles kon niet voorkomen dat de druk door de chemische reactie hoger werd dan de bezwijkdruk van de getroffen twee vaten.

Ondanks het bezwijken van de tweede reactor was de druk in het reactiesysteem van de unit 4800 nog zo hoog dat een tweede vat (het scheidingsvat van de eerste reactor) kon falen.

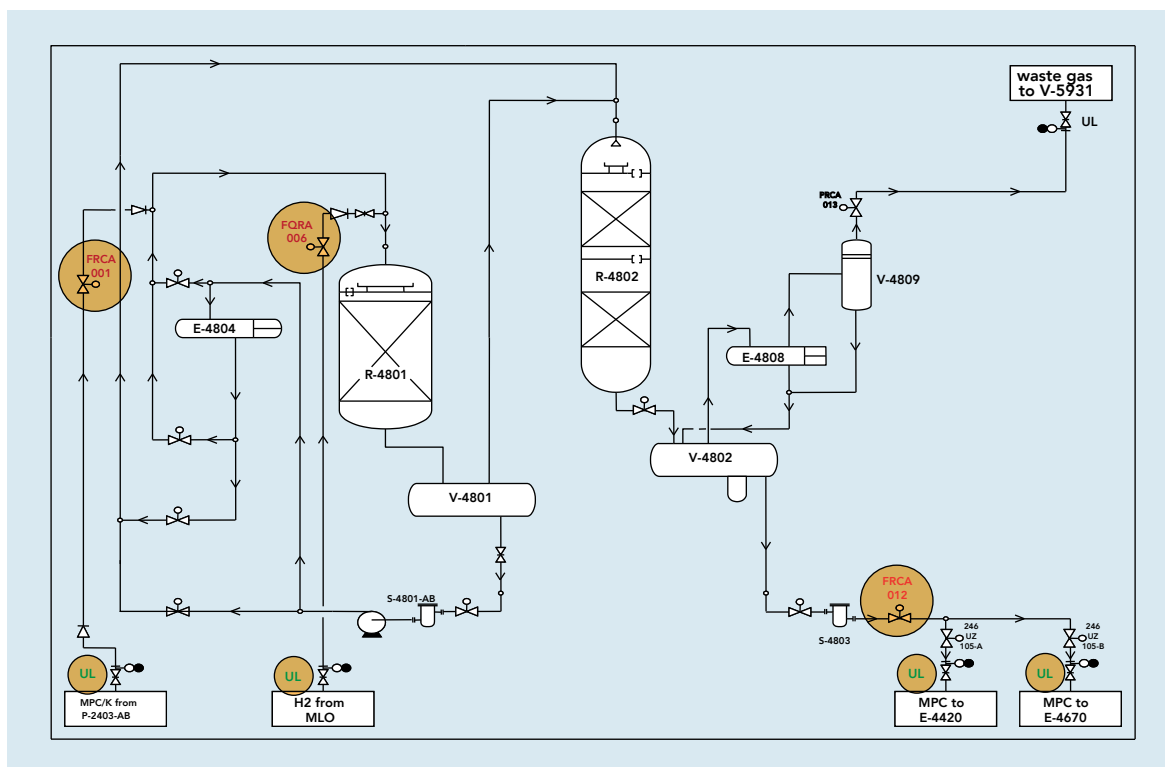
Plant Emergency Respons en Community Emergency Respons

Zodra eenmaal duidelijk was wat de gevolgen waren van de explosies, werd het belangrijk om de schade te beperken en uitbreiding richting aangrenzende installaties te voorkomen. Hiertoe kon naast de inzet van de bedrijfsbrandweer en externe hulpdiensten onder andere gebruikgemaakt worden van de zogeheten insluitsystemen.

Een insluitsysteem wordt omschreven als een of meerdere toestellen, waarvan de eventuele onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en bestemd zijn om een of meerdere stoffen te omsluiten. De grenzen van een insluitsysteem worden vastgelegd door de hoeveelheid stof te bepalen die bij Loss of Containment van enig onderdeel van dat insluitsysteem naar de omgeving wegstroomt. Ruimten behoren tot het beschouwde insluitsysteem, als bij de Loss of Containment toestroming plaatsvindt of kan vinden via kleppen, pompen en/of andere werktuigen vanuit andere ruimten. Systeembegrenzers zijn alle organen die gezien hun aard en functie de verbinding met

¹⁹⁸ NEN-EN 60204-1 en de EN-ISO 13850.

andere insluitsystemen binnen een installatie sluiten bij het vrijkomen van de inhoud van het beoogde insluitsysteem. In figuur B6.17 ziet u het insluitsysteem van de unit 4800.



Figuur B6.17: Insluitsysteem unit 4800. (Bron: Shell BBS handleiding/werkinstructie MSPO 03.1147)

Het insluitsysteem van de unit 4800 werd opgebouwd met behulp van drie op afstand bestuurbare kleppen, namelijk:

1. FRCA001: toevoer EB/MPK/MPC;
2. FQRA006: waterstoftoevoer vanuit de MLO;
3. FRCA012: MPC afvoer vanuit de unit 4800.

Door de explosies was het niet meer mogelijk om unit 4800 met deze drie kleppen in te sluiten. Het alternatief voor Shell was dan nog om de unit limits (zie omcirkelde UL in het figuur) te gebruiken om de unit 4800 in te sluiten. Dit zijn echter afsluiters die niet op afstand te bedienen zijn. In de praktijk komt het erop neer dat een operator die afsluiters handmatig moet sluiten. Vanwege de hevigheid van de uitslaande brand en de kans op explosies konden die niet direct bediend worden. In de nacht van 4 juni 2014 omstreeks 2.30 uur werd een eerste poging gedaan om unit 4800 in te sluiten.

TECHNISCHE ONDERBOUWING TIJDLIJN

Inleiding

In deze bijlage staan de procescondities die in de laatste 3,5 uur in het verloop naar het incident een rol hebben gespeeld. Dit waren:

- ethylbenzeenstroom en niveauregeling scheidingsvaten;
- temperatuurregeling van de reactoren;
- alarmeringen;
- druk in reactoren en stikstofstroom.

In deze bijlage worden deze elementen afzonderlijk beschreven. De samenhang van deze factoren in de aanloop naar en hun bijdrage aan het incident is beschreven in paragraaf 2.2. Het ontwerp en gebruik van de genoemde elementen (zoals temperatuurregeling en niveaus in de scheidingsvaten) vindt u in bijlage 6.

Ethylbenzeenstroom en niveauregeling scheidingsvaten

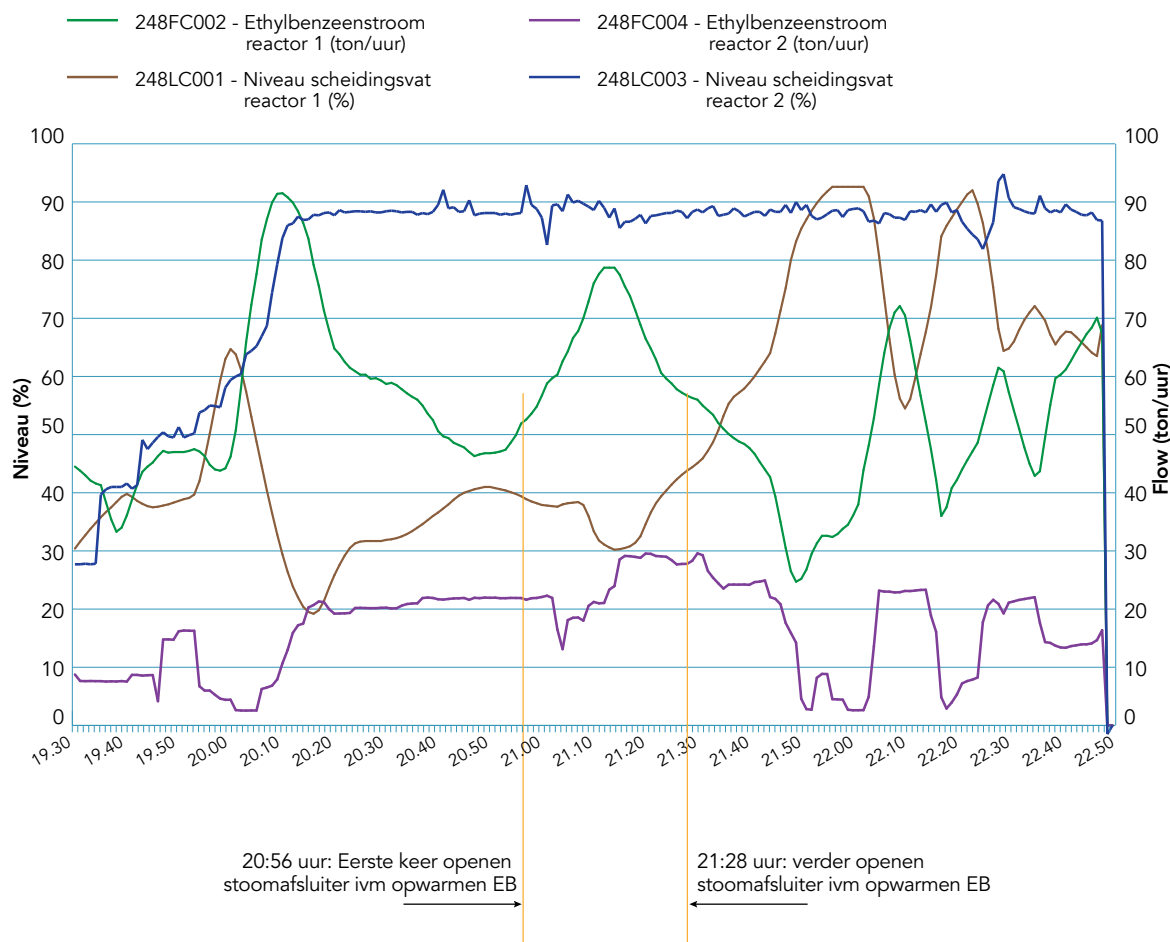
De invoer en circulatie van ethylbenzeen over de reactoren heeft voor de eerste en tweede reactor een andere gewenste waarde: 88 ton per uur voor de eerste en 22 ton per uur voor de tweede reactor. De ethylbenzeenstroom is van belang voor de benatting van het katalysatorbed (meer hierover leest u in bijlage 5).

Het gewenste ethylbenzeenniveau in de scheidingsvaten is voor beide scheidingsvaten 50 procent. Deze waarde is niet erg kritisch. De niveaus kunnen variëren tijdens het inregelen van de ethylbenzeenstroom over de reactoren en het verwarmen van de ethylbenzeen en daarmee de reactoren. Wel is het van belang om de niveaus binnen de alarmgrens te houden. Bij het niveau hooghoog (HH) in het tweede scheidingsvat wordt het pad naar de fakkels afgesloten om te voorkomen dat er vloeibare koolwaterstof naar de fakkels wordt geleid. Bij het niveau laaglaag (LL) in het eerste scheidingsvat stopt de circulatiepomp, om deze te beschermen tegen beschadiging.

In figuur B7.1 staat het verloop van de ethylbenzeenstroom over de reactoren en de niveaus van de scheidingsvaten. De figuur toont gegevens afkomstig uit het DCS-systeem, waarin onder meer de realtime procesgegevens worden gelogd. Duidelijk blijkt dat de ethylbenzeenstroom over de eerste reactor vanaf ongeveer 20.10 uur redelijk constant is op een waarde van circa 88 ton per uur. De ethylbenzeenstroom over de tweede reactor is echter verre van constant. Van 20.10 uur tot 21.00 uur is de stroom zoals gewenst 22 ton per uur. Daarna varieert het sterk met waarden oplopend naar bijna 30 ton per uur en 'dips' naar 2.6 ton per uur. De waarden variëren dus van ongeveer 12 procent tot 135 procent van de gewenste waarde.

De ethylbenzeenniveaus in de scheidingsvaten variëren in beide vaten voortdurend en sterk. Vanaf de tijd dat de ethylbenzeenstroom min of meer constant wordt gehouden, varieert het niveau in de vaten van circa 25 tot 79 procent in het eerste vat en 30 tot 93 procent in het tweede vat.

De instabiliteit neemt toe vanaf de momenten dat het ethylbenzeen wordt verwarmd. Daartoe zet de buitenoperator de stoomtoevoer naar de warmtewisselaar met de hand verder open. Het regelen van ethylbenzeenstroom en temperatuur is complex, omdat er voor de beide reactoren geen afzonderlijke pomp en warmtewisselaar aanwezig zijn. De automatische procescontrole was niet goed ingericht voor deze fase en de operators waren daarom van mening dat het handmatig beter kon worden uitgevoerd.



Figuur B7.1: Ethylbenzeenstroom over de reactoren en ethylbenzeenniveaus in de scheidingsvaten.

Temperatuurregeling van de reactoren

Voor reduceren van de katalysator moet het katalysatorbed in de reactoren op een temperatuur van 130°C worden gebracht. De gewenste opwarm snelheid hiervoor is 30°C per uur (0,5°C/min).¹⁹⁹ Daartoe wordt de ethylbenzeenstroom opgewarmd in de warmtewisselaar. Dit is een tube-shell warmtewisselaar: er wordt stoom door de tube-side van de warmtewisselaar geleid en ethylbenzeen door de shell-side, er is dus geen direct

¹⁹⁹ In de werkontleding (WOL) wordt de te bereiken temperatuur (130°C) wel genoemd. De opwarm snelheid (30°C per uur) echter niet. Die staat wel in het ontwerp van de unit 4800 (design book).

stoom-ethylbenzeen contact. De automatische procescontrole is niet voorzien van een 'temperatuurramp' (constante toename van de temperatuur met bijvoorbeeld 0,5°C/min). Wel kan aan de temperatuurregeling een setpoint worden gegeven. De automatische regeling zorgt er dan voor dat na enige tijd die gewenste temperatuur wordt bereikt. Op de stoomtoevoer naar de warmtewisselaar zit een handafsluiter die de buitenoperator kan bedienen. Deze afsluiter werd om 20.56 uur en 21.28 uur verder opgedraaid.

Temperatuurregeling eerste reactor (R4801)

De ethylbenzeentoevoer naar de eerste reactor heeft tussen 21.24 uur en 22.27 uur een setpoint van 80°C (zie tabel B7.2). Dit wordt echter om circa 21.50 uur overschreden door de daadwerkelijke ethylbenzeentemperatuur die aan de eerste reactor wordt gevoed (zie figuur B7.3). Klaarblijkelijk heeft de paneloperator de temperatuur niet via het setpoint ingesteld. De setting van een of enkele kleppen werd blijkbaar direct handmatig ingesteld.

Wijzigingen van het setpoint (gewenste waarde) van de temperatuurregeling waarmee de temperatuur van de ethylbenzeenstroom naar de eerste reactor R4801 is ingesteld:

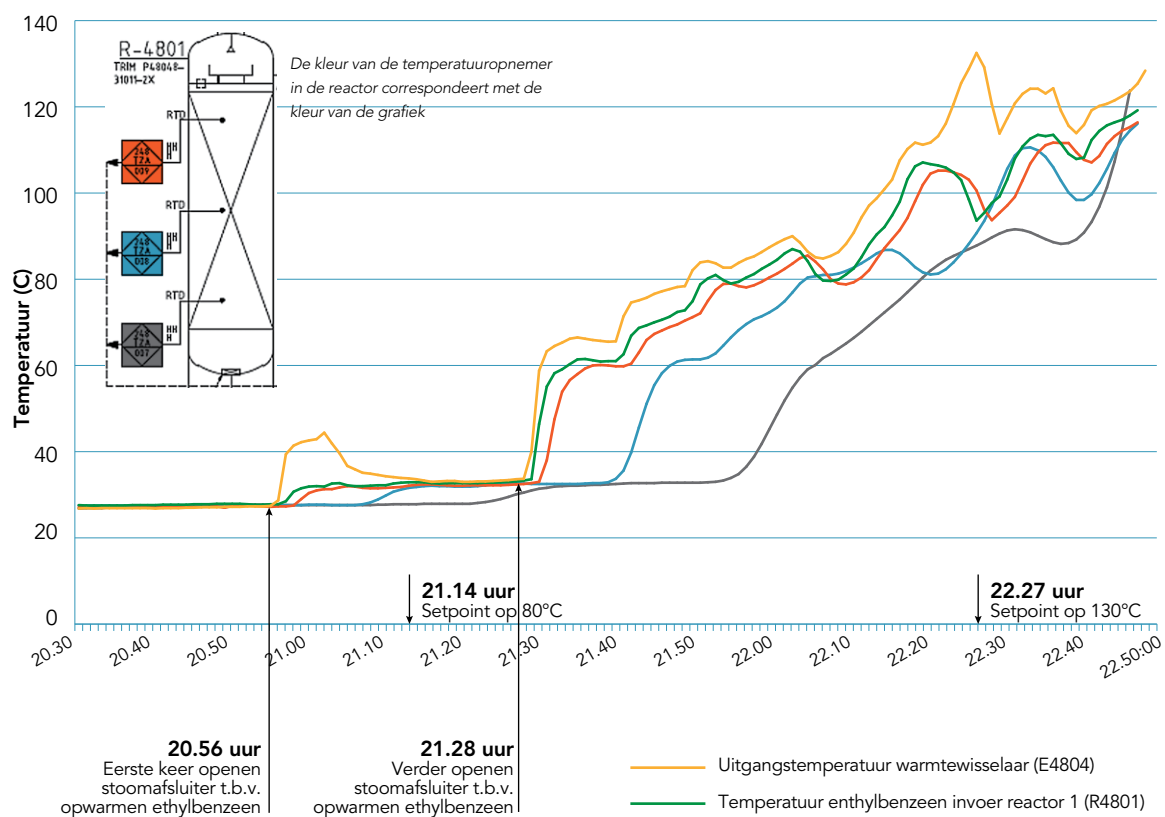
Datum en tijd	Tagnummer	Tekstveld		Oude waarde	Nieuwe waarde	waarde
6-3-2014 20:39	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	100.000	300.000	DEGR.C
6-3-2014 20:40	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	300.000	350.000	DEGR.C
6-3-2014 20:40	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	350.000	400.000	DEGR.C
6-3-2014 21:14	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	400.000	800.000	DEGR.C
6-3-2014 22:27	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	800.000	1.300.000	DEGR.C
6-3-2014 22:27	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	1.300.000	1.150.000	DEGR.C
6-3-2014 22:36	248TC002	MPK/MPC VOED >R4801	SP	1.150.000	1.200.000	DEGR.C

Toelichting bij tabel: 248TC002 temperatuur van ethylbenzeen die wordt gevoed aan de reactor 1 SP setpoint. Temperatuurformat bijvoorbeeld 100.000 betekent 10 C, 1.300.000 betekent 130 C.

Tabel B7.2: Temperatuurregeling reactor 1 (R4801)

Temperatuurregeling eerste reactor (R4801)

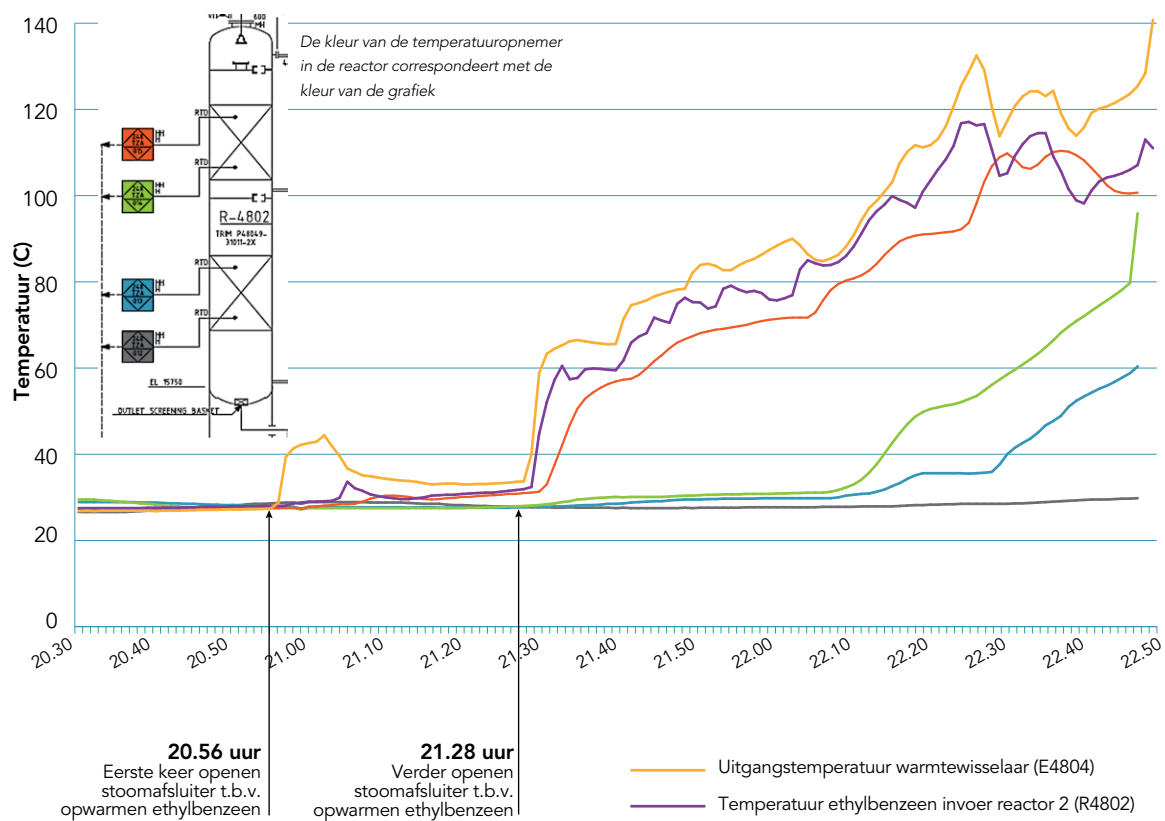
Het temperatuurbeeld van de eerste reactor staat in figuur B7.3. Dit komt overeen met het beeld dat de paneloperator kan zien op het computerscherm. Vanaf circa 22.40 uur gaat de bodemtemperatuur (248TI007) oplopen en iets later, om circa 22.41 uur, de middelste temperatuur (248TI008) ook. Tussen 22.46 en 22.47 uur wordt de bodemtemperatuur hoger dan de invoertemperatuur. De runawayreactie 'bouwt dan op'. Dan is het echter te laat om nog effectief in te grijpen.



Figuur B7.3: Temperatuurverloop: warmtewisselaar, ethylbenzeenstroom naar reactor 1.

Temperatuurregeling tweede reactor (R4802)

Het temperatuurbeeld van de tweede reactor staat in figuur B7.4. Ook dit kan de panel-operator zien op het computerscherm. De temperatuur van de ethylbenzeenstroom naar de tweede reactor heeft vanaf 21.02 uur een setpoint van 80°C. Alle reactortemperaturen (top en bodemtemperaturen van bovenste en onderste reactorsectie) lopen geleidelijk op. Alleen de bodemtemperatuur van de onderste sectie blijft laag. Tot 22.47 uur loopt de bodemtemperatuur van de bovenste sectie (248TI014) geleidelijk op. Vanaf dat moment gaat het steil omhoog. Net zoals bij de eerste reactor is effectief ingrijpen dan niet meer mogelijk.



Figuur B7.4: Temperatuurverloop: warmtewisselaar, ethylbenzeenstroom naar reactor 2.

Bij beide reactoren gaat de opwarming niet met 30°C per uur, zoals in het design book is vermeld. De eerste reactor warmt op met bijna 68°C per uur reactor en de tweede reactor met 70°C per uur (zie tabel B7.5).

	Toptemperatuur (in °C) om 21.29 uur	Toptemperatuur (in °C) om 22.38 uur	Temperatuurstijging (C/uur)
Reactor 1	32.7	110.4	67.6
Reactor 2	31.1	111.6	70.0

Tabel B7.5: Opwarmingsnelheid reactoren.

Alarmeringen

Tabel B7.6 geeft een beperkt overzicht van de procesalarmeringen die de paneloperator vanaf 16.30 uur te verwerken krijgt tijdens zijn shift. In de tabel B7.8 staan de meldingen van de unit 4800 (tag 248...). De unit was in een opstartfase, daarbij is nog geen stabiele situatie bereikt. In deze situatie is het aantal alarmen en de frequentie ervan niet opmerkelijk.

Uit tabel B7.8 blijkt onder meer de instabiliteit in de niveaus van de scheidingsvaten (bijvoorbeeld: 248LC003 - 21:46:21 - V4802 2E REACTOR SEP, 21:48:15 - 248LC001 - V4801 1E REACTOR SEP). Ook zien we hierin de instabiliteit in de voeding van de tweede reactor (bijvoorbeeld: 21:49:17 - 248FC004 - MPK/MPC<R4801 >R4802). Om 22:16:09 wordt de gasafvoer van het tweede scheidingsvat naar de fakkel gesloten. Dit wordt

veroorzaakt door een trip op het hooghoog niveau in dit vat. In tabel B7.9 staan de opeenvolgende meldingen van de safeguarding van de PLC.²⁰⁰

Om 22:15:10 is er een hooghoogniveau-alarm (Emergency) op het scheidingsvat na de tweede reactor. De operator ziet dit om 22:15:16. Even later (22:16:09) is er een trip op het hooghoog niveau van het tweede scheidingsvat. Gevolg is een systeemingrijpen (trip): de gasafvoer naar de fakkelt wordt gesloten. Hoewel de reset wel weer was toegestaan (22:26:42) is dit niet gebeurd. Gevolg is dat de afgasafvoer niet wordt hersteld.

Tijd	Tabel	Melding	Opmerking
22:15:10	DCS (tabel 7.8)	Emergency	Hoog niveau scheidingsvat reactor 2
22:15:16	DCS(tabel B7.8)	Acknowledge	Operator heeft alarm gezien
22:16:09	PLC (tabel B7.9)	Getript	Hooghoog niveau scheidingsvat reactor 2, gasafvoer naar fakkelt gaat dicht
22:26:42	PLC (tabel B7.9)	Reset toegestaan	Vanaf dit moment kan operator de trip resetten en gasafvoer naar fakkelt weer openzetten

Tabel B7.6: Procesalarmen.

Om 22:48:03 wordt de paneloperator gealarmeerd door een hoge druk in het afgassysteem naar de fakkelt (22:48:03 - 248OC013 - AFGAS<v4809>V5931/FAK). Hij kan dit niet direct interpreteren en effectief handelen is dan niet meer mogelijk. De eerste explosie volgt circa 23 seconden later om 22:48:26.

In onderstaande tabel ziet een toelichting op verschillende meldingen in tabel B7.9.

Code	Betekenis
ALM	Alarmmelding
ACK	Alarmsignaal is door de operator uitgedrukt en daarmee is ook de melding gezien (acknowledge)
RTN	Waarde is weer binnen normale regelgebied (return).

Tabel B7.7: Betekenis van de alarmen.

Tijd	Label	Tag	Label	Instelling	Alarm	Tekstlabel	Waarde
16:25:25	RTN	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	
16:35:02	ALM	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	25.646
16:35:10	ACK	248LC001	PVLO		EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	6
17:15:20	ALM	248PC013	PVLO	7.800	HIGH	AFGAS <V4809>V5931/FAK	7.800
17:15:24	ACK	248PC013	PVLO		HIGH	AFGAS <V4809>V5931/FAK	6
18:15:07	RTN	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	
18:21:29	ALM	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	75.013

Tijd	Label	Tag	Label	Instelling	Alarm	Tekstlabel	Waarde
18:22:12	ACK	248LC001	PVHI		HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	6
18:27:46	RTN	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	
19:29:51	RTN	248LC003	PVLO	27.700	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
19:42:39	ALM	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	3.508
19:43:02	ACK	248PC015	PVHI		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	6
19:48:35	RTN	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	
19:50:00	RTN	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
19:53:44	ALM	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	10.772
19:53:51	ACK	248FC004	PVLO		HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	6
20:04:38	ALM	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	75.013
20:05:31	ACK	248LC001	PVHI		HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	6
20:08:08	RTN	248FC002	PVLO	71.750	HIGH	RETOUR <P4803 >R4801	
20:10:43	ALM	248LC003	PVLO	27.700	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	27.679
20:11:30	ACK	248LC003	PVLO		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	6
20:12:35	RTN	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	
20:18:22	RTN	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	
20:22:50	RTN	248LC003	PVLO	27.700	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
20:30:30	ALM	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	3.509
20:35:32	RTN	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
20:35:54	ACK	248PC015	PVHI		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	6
20:39:55	ALM	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	27.585
20:40:36	ACK	248TC002	DEVLO		HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	6
20:40:54	RTN	248TC002	DEVHI	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
21:03:44	ALM	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	10.843
21:04:48	ACK	248FC004	PVLO		HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	6
21:06:05	RTN	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	
21:09:40	ALM	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	75.070
21:09:45	ACK	248LC001	PVHI		HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	6
21:17:55	RTN	248LC001	PVHI	75.000	HIGH	V4801 1STE REACTOR SEP	
21:46:21	ALM	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	72.055
21:47:05	ACK	248LC003	PVHI		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	6
21:48:15	ALM	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	25.788
21:48:21	ACK	248LC001	PVLO		EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	6
21:49:17	ALM	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	10.716
21:49:41	ACK	248FC004	PVLO		HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	6
21:51:53	RTN	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
21:52:09	RTN	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	
21:58:42	ALM	248TC002	DEVHI	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	82.016
22:00:19	ACK	248TC002	DEVHI		HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	6
22:05:57	RTN	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	

Tijd	Label	Tag	Label	Instelling	Alarm	Tekstlabel	Waarde
22:06:55	RTN	248TC002	DEVHI	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
22:06:59	ALM	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	3.893
22:07:10	ACK	248PC015	PVHI		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	6
22:07:32	RTN	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:10:45	ALM	248TC002	DEVHI	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	82.016
22:10:52	ACK	248TC002	DEVHI		HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	6
22:13:30	RTN	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
22:15:10	ALM	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	72.008
22:15:16	ACK	248LC003	PVHI		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	6
22:16:16	ALM	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	10.686
22:16:21	ACK	248FC004	PVLO		HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	6
22:26:33	RTN	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	
22:27:01	ALM	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	94.135
22:27:03	ACK	248TC002	DEVLO		HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	6
22:28:00	RTN	248TC002	DEVHI	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
22:28:47	RTN	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:35:04	ALM	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	72.017
22:35:41	RTN	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
22:36:19	ALM	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	112.987
22:37:01	ALM	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	3.501
22:37:08	RTN	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:37:49	RTN	248PC015	PVHI	3.500	HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
22:38:43	ACK	248LC003	PVHI		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	6
22:38:43	ACK	248PC015	PVHI		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	6
22:47:33	ALM	248PR009	PVHI	300.000	HIGH	DP OVER R4802 TOP	301.120
22:47:34	RTN	248PC013	PVLO	7.800	HIGH	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:47:34	ALM	248PR003	BADPV		HIGH	CALC 248PDRA003 DP R4801	
22:47:54	ALM	248PR010	PVHI	300.000	HIGH	DP OVER R4802 BODEM	308.413
22:47:54	ALM	248TI007	PVHI	150.000	HIGH	BODEM R4801	152.842
22:47:59	ALM	248TZ007HH	OFFNORM		LOW	BODEM R4801	TRIP_HH
22:48:03	ALM	248PC013	PVHI	12.000	EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	12.155
22:48:10	ALM	248PC008	PVHI	28.000	EMERGNCY	R4802 TOP	28.418
22:48:16	RTN	248TC002	DEVLO	2.000	HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
22:48:17	ALM	248FC004	PVLO	11.000	HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	10.833
22:48:18	ALM	248LC003	PVHI	72.000	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	72.225
22:48:19	RTN	248PC008	PVLO	28.000	LOW	R4802 TOP	
22:48:20	ALM	248TI014	PVHI	150.000	HIGH	BED 2 R4802	188.249
22:48:21	RTN	248PR003	BADPV		HIGH	CALC 248PDRA003 DP R4801	
22:48:22	ALM	248TZ014HH	OFFNORM		LOW	BED2 R4802	TRIP_HH
22:48:26	ALM	248PR009	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 TOP	

Tijd	Label	Tag	Label	Instelling	Alarm	Tekstlabel	Waarde
22:48:26	ALM	248PR010	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 BODEM	
22:48:26	ALM	248TR016	BADPV		EMERGNCY	TRA BOD R4802 >V4802	
22:48:26	ALM	248TR019	PVHI	155.000	HIGH	AFVGAS <V4809>V5931/FAKK	201.129
22:48:26	RTN	248TI014	PVHI	150.000	HIGH	BED 2 R4802	-3.750
22:48:26	ALM	248TB025	OFFNORM		HIGH	SENSORSTATUS TZA-025	FOUT
22:48:26	ALM	248TZ025	OFFNORM		LOW	UITLAAT R4802	TRIP_HH
22:48:26	ALM	248TZ013HH	OFFNORM		LOW	BED1 R4802	TRIP_HH
22:48:26	ALM	248TZ015HH	OFFNORM		LOW	TOP BED2 R4802	TRIP_HH
22:48:26	ALM	248TR011	BADPV		LOW	H2 NAAR R4801	
22:48:26	ALM	248TR010	BADPV		EMERGNCY	TRA BOD R4801 >V4801	
22:48:26	ALM	248P003B	BADPV		LOW	R4801 TOP	
22:48:26	ALM	248TZ009HH	OFFNORM		LOW	TOP R4801	TRIP_HH
22:48:27	ALM	248TB012	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ012	FOUT
22:48:27	ALM	248TB013	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ013	FOUT
22:48:27	ALM	248TB014	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ014	FOUT
22:48:27	ALM	248TB015	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ015	FOUT
22:48:27	ALM	248TR019	BADPV		LOW	AFVGAS <V4809>V5931/FAKK	
22:48:27	ALM	248TZ012HH	OFFNORM		LOW	BODEM R4802	TRIP_HH
22:48:27	ALM	248TB009	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ009	FOUT
22:48:28	ALM	248LC003	PVLO	27.700	EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	-1.852
22:48:28	ALM	248PC013	BADPV		EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:28	ALM	248PC008	BADPV		EMERGNCY	R4802 TOP	
22:48:28	ALM	248FC002	PVLO	71.750	HIGH	RETOUR <P4803 >R4801	61.308
22:48:28	ALM	248PR003	BADPV		HIGH	CALC 248PDRA003 DP R4801	
22:48:28	ALM	248TI008	PVHI	150.000	HIGH	MIDDEN R4801	152.842
22:48:29	ALM	248LC003	BADPV		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:48:31	ALM	248TB024	OFFNORM		HIGH	SENSORSTATUS TZA-024	FOUT
22:48:31	ALM	248TZ024	OFFNORM		LOW	UITLAAT R4801	TRIP_HH
22:48:32	RTN	248LC003	BADPV		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:48:33	ALM	248TZ008HH	OFFNORM		LOW	MIDDEN R4801	TRIP_HH
22:48:36	RTN	248PR009	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 TOP	
22:48:36	ALM	248PR009	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 TOP	
22:48:36	RTN	248PR009	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 TOP	
22:48:36	ALM	248PR009	BADPV		HIGH	DP OVER R4802 TOP	
22:48:41	RTN	248PR010	PVHI	300.000	HIGH	DP OVER R4802 BODEM	
22:48:41	RTN	248PC013	PVHI	12.000	EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:46	RTN	248TR019	BADPV		LOW	AFVGAS <V4809>V5931/FAKK	
22:48:46	ALM	248TR019	BADPV		LOW	AFVGAS <V4809>V5931/FAKK	
22:48:46	RTN	248PC013	BADPV		EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:46	ALM	248PC013	PVLO	7.800	HIGH	AFGAS <V4809>V5931/FAK	1.555

Tijd	Label	Tag	Label	Instelling	Alarm	Tekstlabel	Waarde
22:48:46	ALM	248PC015	BADPV		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
22:48:46	ALM	248TB007	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ007	FOUT
22:48:46	ALM	248TB008	OFFNORM		LOW	SENSOR STATUS TZ008	FOUT
22:48:46	ALM	248TC002	BADPV		HIGH	MPK/MPC VOED >R4801	
22:48:46	ALM	248FC004	BADPV		HIGH	MPK/MPC <R4801 >R4802	
22:48:46	ALM	248LC001	BADPV		EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	
22:48:46	ALM	248P003A	BADPV		LOW	V4801 TOP	
22:48:47	RTN	248TI007	PVHI	150.000	HIGH	BODEM R4801	-3.750
22:48:47	RTN	248TI008	PVHI	150.000	HIGH	MIDDEN R4801	-3.750
22:48:47	ALM	248TR011	BADPV		LOW	H2 NAAR R4801	
22:48:48	ALM	248LC003	BADPV		EMERGNCY	V4802 2DE REACTOR SEP	
22:48:48	ALM	248PC013	BADPV		EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:49	RTN	248PC015	BADPV		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
22:48:50	ALM	248PC015	BADPV		HIGH	AFVGAS <V4809 >FAKKEL	
22:48:50	ALM	248TI008	PVHI	150.000	HIGH	MIDDEN R4801	210.000
22:48:50	ALM	248TI009	PVHI	150.000	HIGH	TOP R4801	210.000
22:48:51	ALM	248TI014	PVHI	150.000	HIGH	BED 2 R4802	210.000
22:48:51	RTN	248TI009	PVHI	150.000	HIGH	TOP R4801	-3.750
22:48:54	RTN	248PC013	BADPV		EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:54	ALM	248PC013	PVHI	12.000	EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	12.041
22:48:54	RTN	248TI014	PVHI	150.000	HIGH	BED 2 R4802	-3.750
22:48:55	ALM	248PC013	BADPV		EMERGNCY	AFGAS <V4809>V5931/FAK	
22:48:55	ALM	248TI015	PVHI	150.000	HIGH	BED 2 TOP R4802	210.000
22:48:57	ALM	248TI007	PVHI	150.000	HIGH	BODEM R4801	210.000
22:48:58	RTN	248LC001	BADPV		EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	
22:48:58	ALM	248LC001	PVLO	25.800	EMERGNCY	V4801 1STE REACTOR SEP	-2.121

Tabel B7.8: Alarmmeldingen DCS.

Tagnummer	Tekst	Actie	Tijd	Tripblock
248HS012S	RESET 248UZ-180	RESET	22:06:56,839	248UZ180
248UA186	248UZ-180	NIET GETRIPT	22:06:57,085	248UZ180
248HB012	RESET 248UZ-180	NIET RESET TOEGESTAAN	22:06:57,085	248UZ180
248HB015	RESET 248UZ-140	RESET TOEGESTAAN	22:06:57,315	248UZ140
248HB004	RESET 248UZ-120	RESET TOEGESTAAN	22:06:57,315	248UZ120
248HS012S	RESET 248UZ-180	NIET RESET	22:07:01,755	248UZ180
248UA186	248UZ-180	GETRIPT	22:16:09,929	248UZ180
248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	22:16:09,929	248UZ180
248HB015	RESET 248UZ-140	NIET RESET TOEGESTAAN	22:16:10,163	248UZ140
248HB004	RESET 248UZ-120	NIET RESET TOEGESTAAN	22:16:10,163	248UZ120
248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	NIET HOOG HOOG	22:26:42,110	248UZ180
248HB012	RESET 248UZ-180	RESET TOEGESTAAN	22:26:42,110	248UZ180

Tagnummer	Tekst	Actie	Tijd	Tripblock
248PS001Z	LL DIF.PRES MPK/MPC	LAAG LAAG	22:47:45,459	248UZ120
248UA115	248UZ110	GETRIPT	22:47:58,573	248UZ110
248TZ007Z	R4801	HOOG HOOG	22:47:58,573	248UZ110
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	22:48:14,508	248UZ120
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	22:48:20,135	248UZ120
248TZ014Z	R4802	HOOG HOOG	22:48:22,261	248UZ110
248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	22:48:25,072	248UZ180
248HB012	RESET 248UZ-180	NIET RESET TOEGESTAAN	22:48:25,072	248UZ180
248TB025	SENSOR 248TZA025	FOUT	22:48:26,461	248UZ110
248TB015	SENSOR 248TZA-015	FOUT	22:48:26,461	248UZ110
248TB014	SENSOR 248TZA-014	FOUT	22:48:26,461	248UZ110
248TB013	SENSOR 248TZA-013	FOUT	22:48:26,461	248UZ110
248TB009	SENSOR 248TZA-009	FOUT	22:48:26,461	248UZ110
248PMA007	AMOS 248PDSA-007	IN AMOS	22:48:26,461	248UZ140
248PB007	SENSOR 248PDSA-007	FOUT	22:48:26,461	248UZ140
248PS007Z	LL H2 FROM CRACKER	LAAG LAAG	22:48:26,461	248UZ140
248TZ025Z	OUTLET R4802	HOOG	22:48:26,461	248UZ110
248TZ015Z	R4802	HOOG HOOG	22:48:26,461	248UZ110
248TZ013Z	R4802	HOOG HOOG	22:48:26,461	248UZ110
248TZ009Z	R4801	HOOG HOOG	22:48:26,461	248UZ110
248TMA025	AMOS 248TZA-025	IN AMOS	22:48:26,461	
248TB012	SENSOR 248TZA-012	FOUT	22:48:26,697	248UZ110
248TZ012Z	R4802	HOOG HOOG	22:48:26,697	248UZ110
248TMA025	AMOS 248TZA-025	NIET IN AMOS	22:48:26,697	
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	22:48:28,807	248UZ120
248TB024	SENSOR 248TZA024	FOUT	22:48:30,225	248UZ110
248TZ024Z	OUTLET R4801	HOOG	22:48:30,225	248UZ110
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	22:48:30,699	248UZ120
248GBZ-007N	248ROV-001	NIET >80% OPEN	22:48:30,699	248UZ160
248GZ007Z	248ROV-001>80% OPEN	DICHT	22:48:30,930	248UZ160
248UA166	248UZ-160	GETRIPT	22:48:30,930	248UZ160
248TZ008Z	R4801	HOOG HOOG	22:48:32,318	248UZ110
248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	NIET HOOG HOOG	22:48:44,531	248UZ180
248HB012	RESET 248UZ-180	RESET TOEGESTAAN	22:48:44,531	248UZ180
248TB008	SENSOR 248TZA-008	FOUT	22:48:46,153	248UZ110
248TB007	SENSOR 248TZA-007	FOUT	22:48:46,153	248UZ110
248LB007	SENSOR 248LZA-007	FOUT	22:48:46,153	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	LAAG LAAG	22:48:46,153	248UZ160
248HZA-007	NOODSTOP P-4803	NOODSTOP	22:48:46,153	248UZ160
248PMA001	AMOS 248PDSA-001	IN AMOS	22:48:46,395	248UZ120

Tagnummer	Tekst	Actie	Tijd	Tripblock
248PB001	SENSOR 248PDSA-001	FOUT	22:48:46,395	248UZ120
248HZ007Z	NOODSTOP P-4803	NOODSTOP	22:48:46,395	248UZ160
248LZ002Z	LL LEVEL V-4802	HOOG HOOG	22:48:46,623	248UZ180
248HB012	RESET 248UZ-180	NIET RESET TOEGESTAAN	22:48:46,623	248UZ180
248HBS-025	OOS 248FSA-015	NIET INGESCHAKELD	22:48:47,105	248UZ120
248LZ007Z	LEVEL V-4801	NIET LAAG LAAG	22:48:48,267	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	LAAG LAAG	22:48:48,502	248UZ160
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	LAAG LAAG	22:48:48,971	248UZ120
248LZ007Z	LEVEL V-4801	NIET LAAG LAAG	22:48:49,200	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	LAAG LAAG	22:48:49,682	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	NIET LAAG LAAG	22:48:50,394	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	LAAG LAAG	22:49:01,869	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	NIET LAAG LAAG	22:49:02,085	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	LAAG LAAG	22:49:03,260	248UZ160
248LZ007Z	LEVEL V-4801	NIET LAAG LAAG	22:49:20,853	248UZ160
248FS015Z	LL RECYCLE FLOW	NIET LAAG LAAG	22:50:11,492	248UZ120
248PMA007	AMOS 248PDSA-007	NIET IN AMOS	23:47:29,004	248UZ140
248PMA001	AMOS 248PDSA-001	NIET IN AMOS	23:48:29,052	248UZ120

Tabel B7.9: Safeguarding, PLC.

Druk in reactoren en stikstofstroom

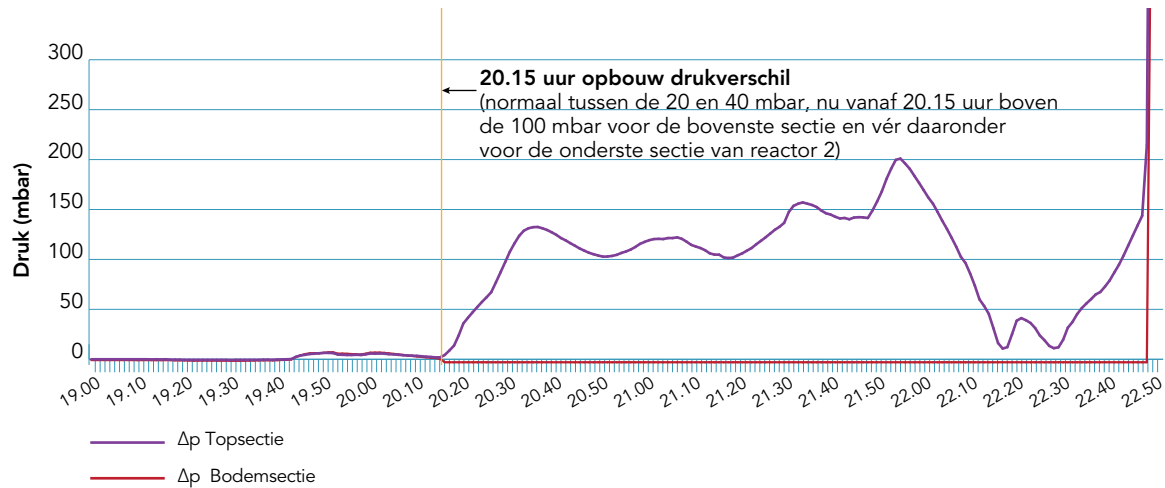
Zoals hiervoor is beschreven, is er om 22:15:10 een hooghoogniveau-alarm (Emergency) op het scheidingsvat na de tweede reactor. De gasafvoer naar de fakkel wordt gesloten. Dit wordt niet hersteld en de gasafvoer blijft dicht. De stikstofaanvoer blijft wel geopend en het gevolg is dat de druk in de reactoren en scheidingsvaten oploopt naar de stikstofdruk van 7-8 bar. Dat is op zich geen probleem voor het systeem, de reactoren hebben bij het normale productieproces een werkdruk van circa 25 bar en de drukontlasting staat op 31 bar. Wel een probleem is dat de stikstofstroom door de reactoren tot stilstand komt. De stikstofstroom geeft, in aanvulling op de ethylbenzeencirculatie, enige afkoeling, juist in droge zones van de reactor waar weinig of geen ethylbenzeen stroomt. Het ontstaan van hotspots wordt door het wegvallen van de stikstofstroom niet afgeremd.

Drukverschil over tweede reactor

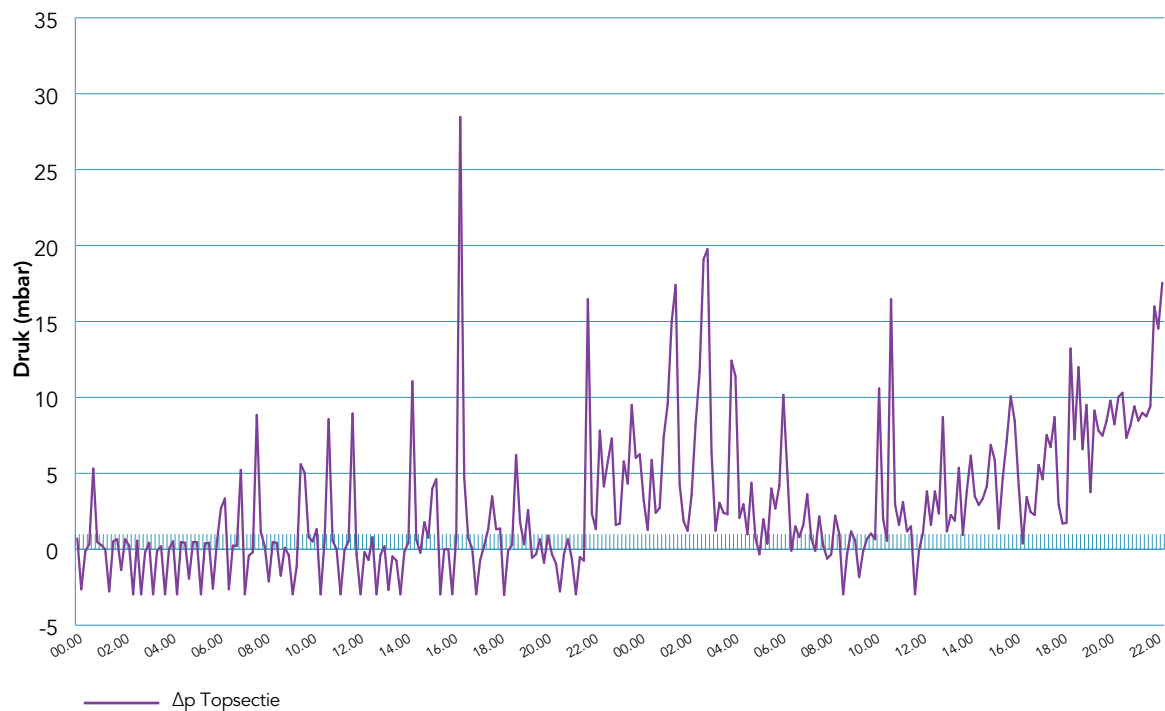
In een 'downstream trickle-bedreactor' stromen zowel vloeistof als gas van boven naar beneden door de reactor. De vloeistof wordt gedreven door de zwaartekracht. De gasstroom komt tot stand doordat aan de bovenzijde van de reactor de gasinvoer (in dit geval stikstof) is en aan de benedenzijde de uitvoer. Over het katalysatorbed is het drukverschil dan typisch enkele millibars tot enkele tientallen millibars.

Het opmerkelijke patroon van drukverschil (delta-P) over de tweede reactor dat omstreeks 20.15 uur ontstaat (zie figuur B7.10), lijkt te duiden naar obstructie in het katalysatorbed (volgens opgave Shell). Delta-P over de bovenste sectie van de reactor

gaat naar waarden van 100 tot 200 mbar. Tegelijkertijd wordt de delta-P over de onderste sectie negatief. Hoeveel is niet duidelijk, omdat een negatief drukverschil, groter dan 3 mbar negatief, blijkbaar niet wordt geregistreerd. Dit beeld was bij de turnaround en opstarten in 2011 duidelijk anders (zie figuur B7.11). Daarbij bleef het drukverschil over de bovensectie van de reactor beneden 25 mbar. Op dit opmerkelijke verloop in de drukverschillen neemt de operator bij de pitstop in 2014 geen actie.



Figuur B7.10: Drukverschillen over de boven- en ondersectie van reactor 2.



Figuur B7.11: Drukverschillen over de bovensectie van reactor 2 tijdens turnaround 2011.

VEILIGHEIDSBEBEERSSTEEEM

In het Brzo is vastgelegd dat een Brzo-bedrijf een Veiligheidsbeheerssysteem moet hebben dat bestaat uit de volgende onderdelen:

- a. die onderdelen van het algemene beheerssysteem waartoe de organisatorische structuur, de verantwoordelijkheden, de gebruiken, de procedures, de procedés en de hulpmiddelen behoren die het mogelijk maken het beleid ter voorkoming van zware ongevallen te bepalen en uit te voeren;
- b. de organisatie en de werknemers: de taken en verantwoordelijkheden van de werknemers die op alle organisatorische niveaus bij het beheersen van de risico's van zware ongevallen zijn betrokken, het onderkennen van de behoeften aan opleiding van die werknemers, de organisatie van die opleiding en de deelname daaraan door de werknemers en de in de inrichting werkzame werknemers van aannemers en onderaannemers;
- c. de identificatie van de gevaren en de beoordeling van de risico's van zware ongevallen: de vaststelling en de toepassing van procedures voor de systematische identificatie van de ongewenste gebeurtenissen die tot zware ongevallen kunnen leiden die zich bij normale en abnormale werking kunnen voordoen en de beoordeling van de kans op en de omvang van die ongevallen;
- d. de beheersing van de uitvoering: de vaststelling en de toepassing van procedures en instructies voor de beheersing van de veiligheid van de bedrijfsvoering, met inbegrip van het onderhoud van de installaties en de tijdelijke onderbrekingen;
- e. de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen: de vaststelling en de toepassing van procedures voor de planning van wijzigingen met betrekking tot de inrichting of onderdelen daarvan dan wel met betrekking tot het ontwerpen van een nieuw procédé;
- f. de planning voor noodsituaties: de vaststelling en de toepassing van procedures voor de systematische identificatie van noodsituaties evenals voor het uitvoeren, beoefenen en toetsen van de noodplannen en de daartoe strekkende opleiding van de betrokken werknemers. De opleiding geldt voor de werknemers van de inrichting, met inbegrip van de in de inrichting werkzame werknemers van aannemers en onderaannemers;
- g. het toezicht op de prestaties: de vaststelling en de toepassing van procedures voor de permanente beoordeling van de inachtneming van de doelstellingen van het beleid ter voorkoming van zware ongevallen en van het veiligheidsbeheerssysteem, evenals de invoering van regelingen voor onderzoek en correctie bij het niet in acht nemen daarvan. Tot deze procedures behoren het systeem voor de melding van zware ongevallen en bijna-ongevallen, met name die waarbij de beschermende

maatregelen hebben gefaald, het onderzoek daarnaar en de nazorg, een en ander op grond van de ervaringen uit het verleden;

- h. audits en beoordeling: de vaststelling en de toepassing van procedures voor de systematische periodieke evaluatie van het beleid ter voorkoming van zware ongevallen en van de doeltreffendheid en de deugdelijkheid van het veiligheidsbeheerssysteem evenals voor de met documenten gestaafde analyse door de directie van de resultaten van het gevoerde beleid, van het veiligheidsbeheerssysteem en van de actualisering daarvan.

VERGUNNINGEN

Bevinding: de complexe set vergunningen bemoeilijkt het toezicht.

De gestapelde set van bijna veertig vergunningen maakt het voor de Wabo-toezicht-houders lastig om overzicht te houden over de actuele voorschriften en drempelwaarden. Het vergroot de kans op het toepassen van verouderde voorschriften. De OMWB heeft daarop in 2014 met Shell Moerdijk afgesproken dat hij bij de eerstvolgende grote wijziging een revisievergunning gaat aanvragen.²⁰¹

Bevinding: Shell Moerdijk stuurt op de vergunningverlening

De vergunningverlener heeft de regie over het vergunningverleningsproces. Shell Moerdijk oefent vanuit zijn bedrijfsbelang invloed uit op dit proces. Het bedrijf doet dit vanuit de mogelijkheden die de wet- en regelgeving hiervoor bieden. Concrete voorbeelden van sturing door Shell Moerdijk zijn:

- In overleg met de Omgevingsdienst West-Brabant de revisievergunning uitstellen. De revisievergunning vraagt een rationaliseringsslag, waarbij de onoverzichtelijke set van circa veertig vergunningen wordt herzien en gebundeld in één nieuwe vergunning.
- De emissienormen aanpassen.²⁰²
- De meldprocedure aanpassen, waardoor Shell Moerdijk ongewone voorvallen *zonder gevolgen voor het milieu* slechts eenmaal per kwartaal aan het bevoegd gezag hoeft door te geven.²⁰³

Bevinding: het vergunningdossier is niet integraal digitaal beschikbaar.

Uit een beoordeling in 2013 door een ingenieursbureau bleek dat het vergunningdossier bij de provincie niet aan de eisen voldeed.²⁰⁴ In geval van een calamiteit moet het dossier direct (binnen 1 uur) beschikbaar zijn. Het dossier van Shell Moerdijk voldeed daar niet aan. Het was te versnipperd en niet compleet. Het onderzoekende ingenieursbureau adviseerde de OMWB om vanaf de laatste revisievergunning één digitaal overzicht te maken dat gedeeltelijk openbaar is, met daarin:

- de laatste revisievergunning met het veiligheidsrapport;
- alle daaropvolgende vergunningen;
- alle daaropvolgende stukken voor Wabo-toezicht en de Wabo-handhaving;
- alle daaropvolgende stukken voor Brzo-inspectie.

²⁰¹ Bron: Interview OMWB, Actiepuntenlijst kwartaaloverleg tussen Shell Moerdijk en OMWB op 6 maart 2014.

²⁰² Omgevingsvergunning Shell Moerdijk van 3 november 2011 over het wijzigen van de emissienorm.

²⁰³ Omgevingsvergunning Shell Moerdijk van 22 april 2013 over de melding van ongewone voorvallen.

²⁰⁴ Bron: Onderzoek BRZO-vergunningverlening, Witteveen+Bos in opdracht van Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, 15 november 2013.

Een dergelijk digitaal overzicht van de vergunning is er najaar 2014 nog niet; het dossier is versnipperd en niet compleet.

TOEZICHTMODEL

Het toezichtmodel²⁰⁵ is een rekenmethodiek die is gebaseerd op de volgende twee punten:

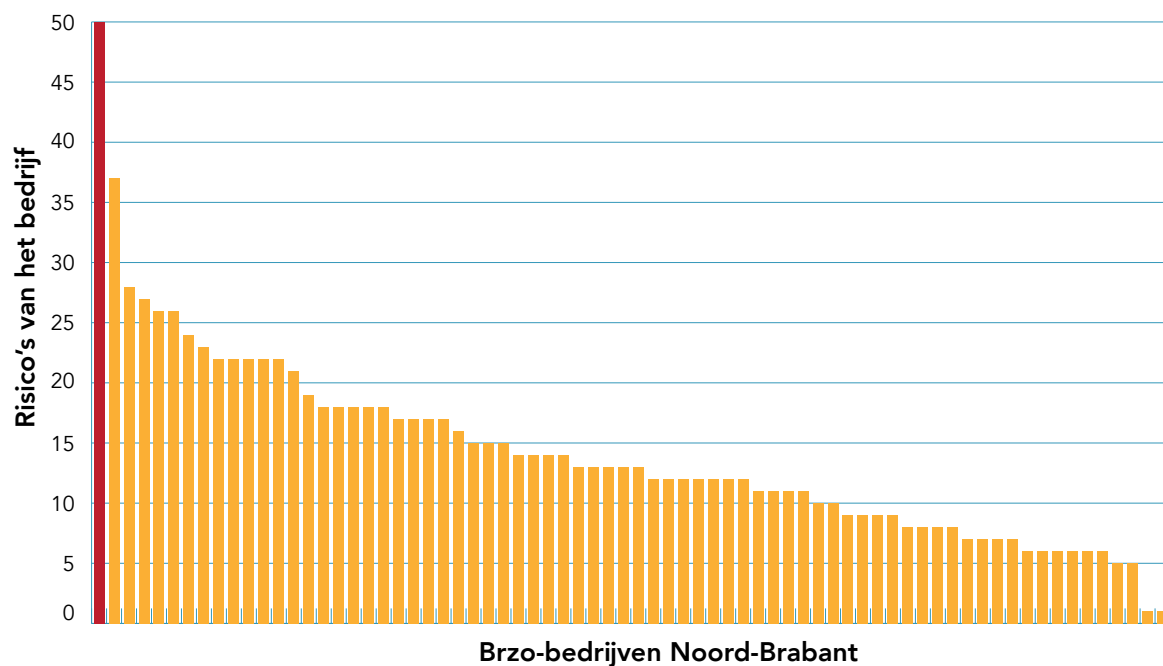
- Risico's: het toezichtmodel bepaalt de risico's van het bedrijf aan de hand van de inherente factoren. Dit zijn de factoren die samenhangen met de aard en omvang van de installaties, de hoeveelheid gevaarlijke stoffen en de activiteiten van het bedrijf; deze factoren zijn onafhankelijk van de genomen maatregelen.
- Mate van beheersing: de mate van beheersing wordt beoordeeld aan de hand van de kwaliteit van het veiligheidsbeheerssysteem, gebaseerd op uitgevoerde inspecties. De toezichtlast kan afnemen bij een hoge mate van beheersing en toenemen bij een lage mate van beheersing.

Het resultaat van het toezichtmodel is het aantal Brzo-inspectiedagen per jaar op locatie. Deze toezichtdagen gelden per inspectieteam. Ze zijn inclusief de opening (kick-off) en terugkoppeling (close-out) met het bedrijf en exclusief inspectievoorbereiding en rapportage. De uitkomsten van het model bepalen hoe de overheid het toezicht invult.

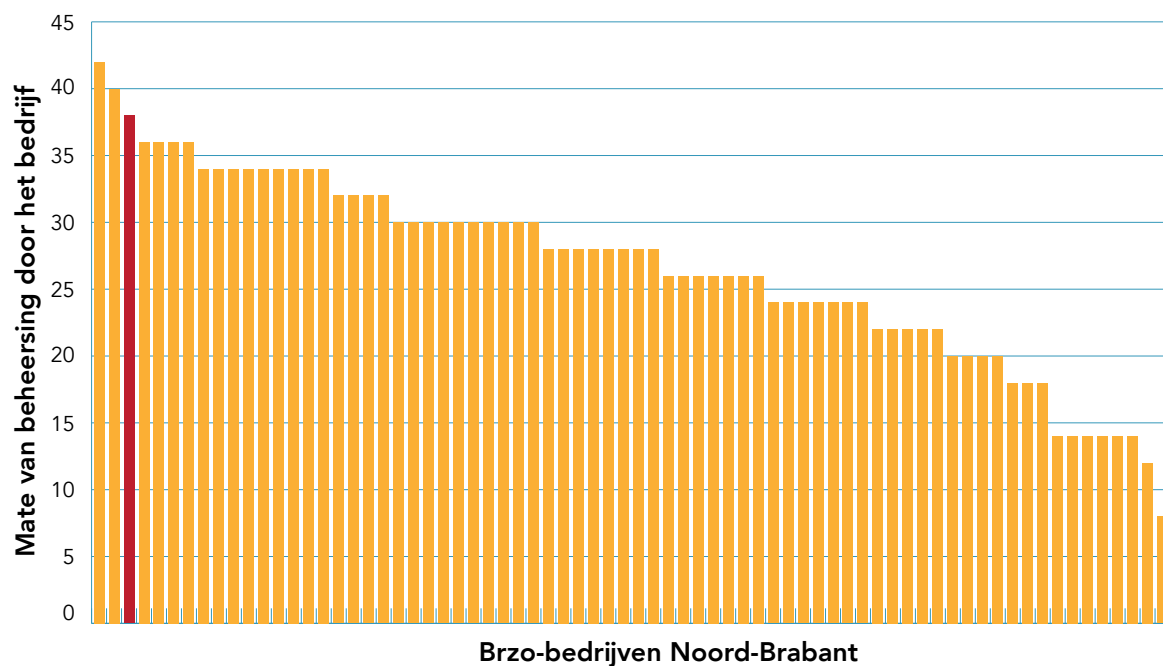
Shell Moerdijk scoort op beide parameters relatief hoog. Het bedrijf heeft met 50 de hoogste risicoscore van alle 72 Brzo-bedrijven in de provincie Noord-Brabant (zie figuur B10.1).²⁰⁶ Het is volgens de toezichthouders het bedrijf dat op grond van de omvang, de activiteiten en de aard van de gevaarlijke stoffen het meest risicovol is.

²⁰⁵ Toezichtmodel BRZO'99, Revisie C, 12 juni 2008.

²⁰⁶ We bekijken in dit onderzoek het werkgebied van het bevoegd gezag Milieu voor Shell Moerdijk, dit is de provincie Noord-Brabant.



Figuur B10.1: Input toezichtmodel provincie Noord-Brabant (Shell Moerdijk is het roodgemarkeerde bedrijf).



Figuur B10.2: Input toezichtmodel provincie Noord-Brabant (Shell Moerdijk is het roodgemarkeerde bedrijf).

Voor zijn mate van risicobeheersing staat Shell Moerdijk op de derde plaats van de Brzo-bedrijven in Noord-Brabant. Shell Moerdijk scoort 38 van de 42 punten op de kwaliteit van het VBS (zie figuur B10.2). Het is dus een relatief risicovol bedrijf met een goede beoordeling van het VBS door de toezichthouders. Dit leidt ertoe dat er voor Shell Moerdijk per jaar in 2009 5,1 toezichtdagen voor het inspectieteam op locatie zijn berekend. In 2011 is dat bijgesteld naar 4,6 toezichtdagen. Dit normgetal voor de inspectie-inzet bij Shell Moerdijk is op een na het grootste aantal toezichtdagen voor een Brzo-bedrijf in Noord-Brabant. Uit het werkelijk aantal Brzo-inspectiedagen blijkt dat de inspecteurs in 2009 en 2010 op jaarbasis minder inspectiedagen hebben besteed

dan de norm en in 2011 en daarna gelijk aan of meer dan de norm (zie figuur B10.3). In 2013 vond een extra inspectie plaats naar tankopslag, waardoor de toezichtlast in dat jaar eruitspringt.²⁰⁷

	2009	2010	2011	2012	2013
Richtinggevende norm aantal inspectiedagen op locatie Shell Moerdijk	5,1	5,1	4,6	4,6	4,6
Werkelijk besteed	4	4	5	4,5	8,5

Tabel B10.3: Overzicht geplande en besteedde Brzo-inspectiedagen.

²⁰⁷ Er waren twee Brzo-inspecties in 2013. In januari 2013 4 dagen en in oktober 2013 4,5 dagen, samen 8,5 dagen inspectie ter plekke.

BRZO-TOEZICHT

Inspectieonderwerp		Brzo-inspectie 2009	Brzo-inspectie 2010	Brzo-inspectie 2011	Brzo-inspectie 2012	Brzo-inspectie 2013-1	Brzo-inspectie 2013-2
VBS-element	Beoordelings-aspect	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling
VBS a. Algemeen beheerssysteem	Gedocumenteerd				Cultuur: Proactief/ Vooruitstrevend		
	Geschikt						
	Geïmplementeerd						
VBS b. Personeel en organisatie	Gedocumenteerd			Goed			
	Geschikt			Goed			
	Geïmplementeerd			Goed			
VBS c. De identificatie van gevaren en Beoordeling van risico's	Gedocumenteerd			Redelijk			
	Geschikt			Redelijk			
	Geïmplementeerd			Matig			
VBS d. Beheersing van de uitvoering	Gedocumenteerd	Goed					
	Geschikt	Goed					
	Geïmplementeerd	Goed					
VBS e. Beheersing bij wijzigingen	Gedocumenteerd	Goed	Goed				
	Geschikt	Goed	Goed				
	Geïmplementeerd	Niet beoordeeld	Redelijk				
VBS f. Planning voor noodsituaties	Gedocumenteerd			Goed			
	Geschikt			Goed			
	Geïmplementeerd			Goed			

Inspectieonderwerp		Brzo-inspectie 2009	Brzo-inspectie 2010	Brzo-inspectie 2011	Brzo-inspectie 2012	Brzo-inspectie 2013-1	Brzo-inspectie 2013-2
VBS-element	Beoordelings-aspect	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling
VBS g. Toezicht op prestaties	Gedocumenteerd				Goed		
	Geschikt				Goed		
	Geïmplementeerd				Niet beoordeeld		
VBS h. Audits en Beoordeling	Gedocumenteerd		Goed/ Redelijk				
	Geschikt		Goed/ Redelijk				
	Geïmplementeerd		Goed				
Terugkerende onderwerpen	Beoordelings-aspect	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling	Beoordeling
Scenario	Gedocumenteerd	Matig		Goed			Redelijk
	Geschikt	Goed		Redelijk			Goed
	Geïmplementeerd	Redelijk		Goed			Goed
ATEX	Gedocumenteerd	Redelijk	Redelijk	Niet beoordeeld		Goed	
	Geschikt	Redelijk	Matig	Goed		Goed	
	Geïmplementeerd	Goed	Matig: Overtreding	Redelijk		Redelijk	
Bedrijfsbrandweer	Gedocumenteerd	Redelijk		Redelijk	Redelijk	Redelijk	Redelijk
	Geschikt	Goed		Goed	Goed	Redelijk	Goed
	Geïmplementeerd	Goed		Goed	Niet beoordeeld	Redelijk	Redelijk

Gedocumenteerd = Er is een deugdelijke en volledige beschrijving.

Geschikt = De technische onderdelen voldoen aan de stand van de techniek en de organisatorische en procedurele onderdelen voldoen aan de stand van de wetenschap.

Geïmplementeerd = Het bedrijf werkt zoals beschreven is en er is sprake is van een goed functionerende managementloop.

BRZO-OVERTREDING

Bij de Brzo-inspectie in 2009 hadden de toezichthouders vragen over de risico-inventarisatie voor potentiële ontstekingsbronnen. Het beeld rond explosieveiligheid was na deze inspectie incompleet en de toezichthouders agendeerden het onderwerp voor de volgende inspectie. Bij de Brzo-inspectie in 2010 zag de Inspectie SZW dat een losplaats voor buteen ten onrechte niet was aangemerkt als gebied met explosiegevaar. Daarnaast waren er verschillende gebreken rond de gasdichtheid van elektrische apparatuur.²⁰⁸ De toezichthouders noteerden deze tekortkomingen als overtreding. Shell Moerdijk startte gelijk een omvangrijk traject om potentiële ontstekingsbronnen te identificeren en te herstellen. Inspectie SZW zag om die reden af van handhaving. De toezichthouders hebben zowel deze specifieke overtredingen, als ook explosieveiligheid in het algemeen, in de tijd gemonitord. Shell Moerdijk heeft de overtredingen ongedaan gemaakt.

²⁰⁸ Overtredingen op het gebied van ATEX (artikelen 3.5, d en e van het Arbobesluit).

WABO-TOEZICHT

Bij de Wabo-inspecties bij Shell Moerdijk constateerden de toezichthouders van 2010 tot en met juni 2014 dertien overtredingen. Dit zijn overtredingen van diverse aard, die onderling niet te vergelijken zijn. Ook de vergelijking tussen deze Wabo-overtredingen en de eerdergenoemde Brzo-overtreding is moeilijk te maken, vanwege de verschillende grondslagen.

Type overtreding	2010	2011	2012	2013	2014
Overschrijding emissienorm	2		2		
Overtreding opslag gevaarlijke stoffen			3	1	
Bodembeschermende maatregelen	1				
Tekortkoming detectiesysteem ammoniak	1				
Overtreding watervergunning	1				
Overtreding Arbowet ²⁰⁹		2			

Tabel B13.1: Aantal overtredingen geconstateerd tijdens Wabo-inspecties.

Twee zaken zijn in het licht van het voorval bij MSPO2 relevant bij de Wabo-inspecties:

- er waren Wabo-inspecties bij de turnarounds van MSPO2 in 2011 en 2014;
- de opslag van gevaarlijke stoffen, en de katalysator in het bijzonder, is een terugkerende veiligheidstekortkoming die niet als overtreding wordt aangemerkt.

We lichten deze punten hieronder toe:

ad a)

Bij de vorige turnaround van MSPO2, in oktober 2011, vond een gezamenlijke inspectie plaats door de Wabo- en Brzo-inspecteurs van OMWB, samen met inspecteurs van de VRMWB en de Inspectie SZW. Deze inspectie werd uitgevoerd vanwege het project Onderhoudsstops, in 2010 geïnitieerd door de Inspectie SZW. Dit project richtte zich op het in en uit bedrijf nemen van installaties van Brzo- en ARIE-plichtige²¹⁰ bedrijven voor groot onderhoud. De ervaring leert dat hierbij gevaarlijke situaties kunnen ontstaan,

²⁰⁹ Tijdens de inspectie op 11 oktober 2011 vanwege het project Onderhoudsstops hebben de Wabo-inspecteurs van de OMWB gezamenlijk met de inspecteurs van de Inspectie SZW en de VRMWB geïnspecteerd. Deze overtredingen zijn geconstateerd door de Inspectie SZW.

²¹⁰ ARIE = Aanvullende Risico Inventarisatie en Evaluatie

bijvoorbeeld door de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen, hulpconstructies zoals steigers, (onder)aannemers die de situatie ter plaatse minder goed kennen, het onvoldoende eenduidig invullen van de werkvergunningen, buitenlandse werkkrachten met wie communicatieproblemen kunnen zijn en het ontbreken van tewerkstellingsvergunningen. Om deze redenen wordt een onderhoudsstop geïnspecteerd met toezichthouders vanuit meerdere disciplines.²¹¹

De algemene indruk van het inspectieteam bij de MSPO2-turnaround van 2011 was dat Shell Moerdijk in de voorbereidingen zorgvuldig te werk is gegaan. Er was mankracht vrijgemaakt en er was volgens de toezichthouders veel tijd en energie gestoken in onder meer overleg met contractors, specifieke instructie en training en observatierondes. De toezichthouders van Inspectie SZW constateerden twee overtredingen van de Arbeidsomstandighedenwet:

- een contractor had onvoldoende maatregelen genomen om blootstelling aan lasrook te voorkomen;
- een steiger voor schilderwerkzaamheden voldeed niet.

Voor de eerstgenoemde overtreding gaf de Inspectie SZW een waarschuwing en voor de tweede overtreding werd het werk tijdelijk stilgelegd. Shell Moerdijk en de aannemer hebben beide overtredingen gelijk opgelost.

Bij de recente turnaround van MSPO2 in mei en juni 2014 heeft de OMWB een Wabo-inspectie uitgevoerd. Dit was op 26 mei 2014, acht dagen voor de explosie. Deze inspectie belichtte onder meer de opslag van de katalysator en steekproefsgewijs de veiligheidsinformatie van gevaarlijke stoffen en de werkvergunningen. Het door Shell Moerdijk opgestelde milieuplan diende als voorinformatie voor deze inspectie. Tijdens deze inspectie zijn geen overtredingen geconstateerd.

Uit deze twee inspecties en de toelichting daarop door de inspecteurs blijkt dat de toezichthouders, op grond van een risicoafweging, aandacht hebben voor de onderhoudsstops bij Shell Moerdijk.

ad b)

De inspecties bij de turnarounds van de MSPO2-fabriek in 2011 en 2014 en bij de turnaround van de MLO-fabriek in 2013 gaven inzicht in terugkerende tekortkomingen bij de opslag van zowel de oude katalysator als de nieuwe katalysator. De milieuvergunning vermeldt hierover: 'Katalysator (nieuw en gebruikt) wordt opgeslagen in gesloten vaten in een speciale loads bij de unit.' Daarnaast moet de opslag voldoen aan PGS 15.²¹²

²¹¹ Bron: Jaarverslag Inspectie SZW 2011.

²¹² PGS 15 zijn normen voor de opslag van gevaarlijke stoffen.

Deze richtlijnen zijn relevant, omdat:

- een afgewerkte katalysator pyrofoor is. Dat wil zeggen dat de stof kan ontbranden bij contact met de lucht;
- de nieuwe katalysator kankerverwekkend is.

Resumerend is zowel de afvoer van afgewerkte katalysator als de opslag van nieuwe katalysator een terugkerende tekortkoming bij Shell Moerdijk. De toezichthouder heeft deze tekortkomingen bij de Wabo-inspecties van 2011 en 2014 niet als overtreding aangemerkt.²¹³

²¹³ Een vergelijkbaar voorbeeld van een tekortkoming die niet als overtreding wordt gekwalificeerd, is het bijplaatsen van een PGS 15-opslagcontainer zonder omgevingsvergunning, geconstateerd tijdens de Wabo-inspecties van 10 augustus 2012 en 4, 13 en 25 september 2012.

GRIP-SCHEMA - TOELICHTING

Referentie: Wvr en Bvr	Situatie	Operationeel crisisteam	Operationele leiding volgens Wvr	Bevoegd gezag	Ondersteuning en advisering van/aan het bevoegd gezag	Calamiteiten coördinatie meldkamer	NCC spreekt operationeel crisisteam aan via	Door minister/ NCTV te benaderen bevoegd gezag
GRIP 0	Normale dagelijkse werkwijze	"Motorkap" Overleg Plaats Incident	Geen	Burgemeester	OVD's Art. 2.1.2-1 Bvr	Nee	-	
GRIP 1	Behoeft aan multidisciplinaire coördinatie ter plaats van incident	COPI Art 2.1.2-2 Bvr	Leider COPI Art 2.3e BPV RPV bijlage C-e	Burgemeester	Leider COPI Art 2.1.2-1a Bvr	Ja, Caco Art 2.2.2 Bvr	Initieel via Caco, daarna volgens afpraak	Burgemeester
GRIP 2	Behoeft aan multidisciplinaire coördinatie ruimer dan alleen op de plaats van het incident of ter voorbereiding op een mogelijk incident	ROT, al dan niet met één of meerdere COPI's Art 2.1.4-2 Bvr	ROL Art 2.1.4-1a Bvr Art 2.3g BPV RPV bijlage C-g	Burgemeester	ROL Art 2.1.4-1a Bvr	Ja, Caco (alleen bij daadwerkelijk incident) Art 2.2.2 Bvr	Initieel via Caco, daarna volgens afpraak	Burgemeester
GRIP 3	Behoeft aan multidisciplinaire coördinatie in de omstandigheid dat bestuurlijke opgaven voor de burgemeester vragen om ondersteuning door een GBT	ROT, al dan niet met één of meerdere COPI's Art 2.1.4-2 Bvr	ROL Art 2.1.4-1a Bvr Art 2.3g BPV RPV bijlage C-g	Burgemeester	ROL én GBT Art 2.1.4-1a Bvr Art 2.1.5 Bvr	Ja, Caco Art 2.2.2 Bvr	Initieel via Caco, daarna volgens afpraak	Burgemeester
GRIP 4	Behoeft aan multidisciplinaire en bestuurlijke coördinatie en leiding bij een ramp of crisis van meer dan plaatselijke betekenis of ernstige vrees voor het ontstaan daarvan	ROT, al dan niet met één of meerdere COPI's Art 2.1.4-2 Bvr	ROL Art 2.1.4-1a Bvr Art 2.3g BPV RPV bijlage C-g	Voorzitter VR [Wvr 39 per definitie in werking, te bekrachten bij besluit van de voorzitter]	ROL én RBT Art 2.1.4-1a Bvr Art 39-2 Wvr	Ja, Caco Art 2.2.2 Bvr	Initieel via Caco, daarna volgens afpraak	Voorzitter VR
GRIP 5 (interregio- naal)	Behoeft aan multidisciplinaire en bestuurlijke coördinatie bij een ramp of crisis van meer dan plaatselijke betekenis in meerdere regio's of ernstige vrees voor het ontstaan daarvan, waartoe de betrokken voorzitters VR in gezamenlijkheid besluiten omdat het bestuurlijk noodzakelijk wordt gevonden ¹⁷	ROT's in elke betrokken regio, naar behoefte al dan niet met één of meerdere COPI's. Voorzitters wijzen samen één coördine- rend ROT aan (in principe dat van de bronregio)	Door voorzitters VR aangewezen coördinerend ROL (in principe die van de bronregio)	Voorzitters VR, elk voor zich. [Wvr 39 in werking in alle betrokken regio's, na een besluit van elke betrokken individuele voorzitter] Voorzitters maken samen afspraken over coördinerend voorzitterschap (in principe voorzitter uit bronregio)	ROL's én RBT's in alle betrokken regio's, waarvan één aangewezen als coördinerend ROL en coördinerend RBT (in principe dat van de bronregio) Art 2.1.4-1a Bvr Art 39-2 Wvr	Ja, Caco Art 2.2.2 Bvr	Initieel via Caco, daarna volgens afpraak	De voorzitter die conform afpraak coördineert (in principe die van de bronregio)
GRIP Rijk	Behoeft aan sturing door het Rijk in situaties waarbij de nationale veiligheid in het geding is of kan zijn	ROT coördine- rende regio	ROL coördine- rende regio	Ministers / MCCb	ICCb en Adviesteam	NCC	Caco's	Bevoegd gezag in algemene of functionele kolom

¹⁶ Het schema en de toelichting (Bijlage Ba) zijn ontleend aan *Eenheid in verscheidenheid. Uitwerking Advies Bestuurlijke Werkgroep Bovenregionale Samenwerking* (Kamerstukken II, 2012-2013, 26 956, nr. 148).

¹⁷ Mochten de voorzitters van de betrokken veiligheidsregio's het tijdens een specifiek incident niet eens kunnen worden over GRIP5, dan voorziet de Wet veiligheidsregio's (artikel 42) erin dat de Minister van Veiligheid en Justitie dienaangaande de commissaris(sen) van de Koningin een aanwijzing kan laten geven.

Eerste kolom: 'Referentie: Wvr en Bvr' (GRIP-niveaus)²¹⁴

- GRIP 0 is geen officieel opschalingsniveau (er is immers geen sprake van opschaling), maar 'spreektaal' om de dagelijkse routine van de hulpdiensten aan te duiden.
- GRIP 1 t/m 4 zijn de bestaande aanduidingen van opschalingsniveaus.
- De rij GRIP 5 (interregionaal) geeft een nadere specificatie van de situatie in het geval van een ramp of crisis (of dreiging daarvan) in meerdere regio's tegelijkertijd.
- GRIP Rijk geeft een nadere specificatie van de situatie waarbij sprake is van nationale sturing.

Tweede kolom: 'situatie'

Deze kolom geeft een kwalitatieve omschrijving van de algemene motivatie om bij een incident tot een bepaald GRIP-niveau op te schalen. Daarbij is er voor gekozen de begrippen bron- en effectgebied los te laten en is er meer op de feitelijke behoefte aan coördinatie (operationeel of bestuurlijk) ingedeeld. Het verschil in operationele opschaling en bestuurlijke coördinatie komt zo ook meer tot zijn recht.

Toelichting per GRIP-niveau:

- GRIP 0: Er wordt gewerkt volgens de normale routine van de (hulpverlenings)diensten
- GRIP 1: De nadruk ligt op operationele, multidisciplinaire coördinatie, ter plaatse van het incident en zich richtend op die activiteiten die ook vanaf de plaats incident kunnen worden overzien.
- GRIP 2: De nadruk ligt nog steeds op operationele coördinatie, maar niet alle processen kunnen worden overzien en aangestuurd vanaf de plaats van het incident of er is (nog geen) duidelijk te definiëren plaats incident.
- GRIP 3: Het gaat om bestuurlijke opgaven voor het bevoegd gezag die het wenselijk maken dat een GBT de burgemeester ondersteunt. Deze omstandigheid kan zich bijvoorbeeld voordoen bij noodzaak tot grootschalige bevolkingszorg (inclusief het informeren van de bevolking) en de daarbij behorende inzet van andere dan operationele hulpverleningsdiensten, maar er kunnen ook andere bestuurlijke opgaven spelen.
- GRIP 4: Behoeft aan bestuurlijke coördinatie en leiding bij een ramp of crisis van meer dan plaatselijke betekenis. Deze situatie ontstaat als de ramp of crisis door feitelijke effecten of de maatschappelijke uitstraling het gezag van een burgemeester overstijgt of dreigt te overstijgen en de noodzaak ontstaat tot eenduidig bestuurlijk optreden.
- GRIP 5: Als GRIP 4 maar meerdere regio's zijn betrokken. Omdat de Wvr geen voorziening treft voor het overgaan van het gezag dienen de betrokken voorzitters hiertoe gezamenlijk te besluiten. Uitgangspunt hierbij is dat de bronregio leidend is. De voorzitter van de bronregio neemt de bevoegdheden van de overige betrokken voorzitters VR niet over. Zij nemen juist de besluiten van de bronregio over. Wanneer de bron onduidelijk is of de betrokken voorzitters hier gezamenlijk toe besluiten kan van bovenstaand uitgangspunt worden afgeweken.

²¹⁴ Bron: Brochure Nationaal Handboek Crisisbesluitvorming NCTV, april 2013

- GRIP Rijk: Op rijksniveau is de ministeriële commissie Crisisbeheersing (MCCb) - voorzeten door de Minister van Veiligheid en Justitie of de Minister-President - belast met de coördinatie van de intersectorale crisisbeheersing en besluitvorming over de samenhangende aanpak²¹⁵ daarvan. De MCCb kan GRIP Rijk van kracht verklaren als er behoefte is aan sturing door het Rijk in situaties waarbij de nationale veiligheid in het geding is of kan zijn. Daarvan is sprake als de vitale belangen van de Nederlandse Staat en/of samenleving zodanig bedreigd worden dat er sprake is van (potentiële) maatschappelijke ontwrichting. (MCCb). Voor zover de bevoegdheden van de Voorzitters VR in een GRIP Rijk situatie niet worden geraakt door de ministeriële bevoegdheden blijven zij zelfstandig bevoegd.

Derde kolom: 'Operationeel crisisteam'

Deze kolom geeft weer welke operationele crisisteams bij een GRIP-niveau worden ingesteld om te voorzien in de benodigde multidisciplinaire coördinatie. Met de aanduiding 'al dan niet met een of meerdere CoPI's' (bij GRIP 2 en hoger) wordt bedoeld dat er enerzijds niet altijd sprake is van een CoPI en anderzijds in bepaalde gevallen juist meerdere CoPI's tegelijkertijd kunnen functioneren.

Toelichting per GRIP-niveau:

- GRIP 0: Er is geen sprake van een formeel teamverband.
- GRIP 1: Ter plaatse wordt een CoPI ingesteld onder eenhoofdige operationele leiding. Een commando plaats incident is belast met de operationele leiding ter plaatse, de afstemming met andere betrokken partijen als bedoeld in artikel 16, tweede lid, van de Wvr, en het adviseren van het regionaal operationeel team.
- GRIP 2: Een regionaal operationeel team is belast met de operationele leiding, de afstemming met andere bij de ramp of crisis betrokken partijen en het adviseren van het gemeentelijk of regionaal beleidsteam. Leiding en coördinatie van het geheel aan crisisbeheersingsprocessen vindt dus plaats binnen het Regionaal Operationeel Team. Daarnaast kan er, als de aard en omvang van het incident hier aanleiding toe geven, op locatie gewerkt worden met een of meerdere CoPI's waarvan de werkzaamheden worden gecoördineerd door het ROT.
- GRIP 3: Zie hierboven bij GRIP 2.
- GRIP 4: Zie hierboven bij GRIP 2.
- GRIP 5: Zie hierboven bij GRIP 2. Echter er zal, als uitgangspunt, sprake zijn van meerdere regionale operationele teams. Het ROT in de regio waarvan de voorzitter coördineert zal ook als coördinerend ROT optreden.
- GRIP Rijk: Zie hierboven bij GRIP 5.

Vierde kolom: 'Operationele leiding volgens Wvr'

Deze kolom geeft weer welk team (met respectievelijke leider/voorzitter) op grond van de Wet veiligheidsregio's voor het bevoegd gezag aanspreekbaar is op de operationele coördinatie.

²¹⁵ Instellingsbesluit Ministeriële Commissie Crisisbeheersing 2013 (Stcrt 2013, 11207).

Toelichting per GRIP-niveau:

- GRIP 0: Er is geen volgens de Wvr aangewezen hoogst operationeel leidinggevende.
- GRIP 1: Het CoPI staat volgens het Bvr onder leiding van de 'Leider CoPI' die daarmee de hoogst operationeel leidinggevende is.
- GRIP 2: Volgens het Bvr geeft de Regionaal Operationeel Leider leiding aan het ROT. Daarmee is hij de hoogst operationeel leidinggevende.
- GRIP 3: Zie hierboven bij GRIP2. Hierin heeft het gemeentelijk beleidsteam een adviserende taak.
- GRIP 4: Zie hierboven bij GRIP2.
- GRIP 5: Zie hierboven bij GRIP 2. Echter er zal, als uitgangspunt, sprake zijn van meerdere regionale operationele teams. Het ROT in de regio waarvan de voorzitter coördineert zal ook als coördinerend ROT optreden. In het verlengde daarvan is de ROL van die regio de coördinerend ROL of COL.
- GRIP Rijk: Zie hierboven bij GRIP 5.

Vijfde kolom: 'Bevoegd gezag'

Deze kolom geeft weer bij welk publiek orgaan het opperbevel met bijbehorende (nood) bevoegdheden berust. Volgens de Wet veiligheidsregio's zijn er twee mogelijkheden: de burgemeester (onder reguliere omstandigheden en bij GRIP 1 t/m 3) of de voorzitter van de veiligheidsregio (GRIP 4 en GRIP 5). Ook bij GRIP 5 berusten het opperbevel en de (nood)bevoegdheden binnen de betrokken regio's op grond van de Wet veiligheidsregio's uitsluitend bij de eigen voorzitter, met dien verstande dat een van de voorzitters (in principe die van de bronregio) de bestuurlijke aansturing door de betrokken voorzitters coördineert (zie toelichting tweede kolom onder GRIP5). In een GRIP Rijk situatie berust het bevoegd gezag op nationaal niveau bij de betrokken wettelijk bevoegde ministers. Deze stemmen de uitoefening van hun bevoegdheden af in de ministeriële commissie Crisisbeheersing (MCCb). Voor zover de bevoegdheden van de Voorzitters VR in een GRIP Rijk situatie niet worden geraakt door de ministeriële bevoegdheden blijven zij zelfstandig bevoegd.

Zesde kolom: 'Ondersteuning en advisering bevoegd gezag'

Deze kolom geeft weer wie in ieder geval de adviseurs van het bevoegd gezag zijn.

Toelichting per GRIP-niveau:

- GRIP 0: De Officieren van Dienst en overige leidinggevenden van de betrokken diensten adviseren de burgemeester zelfstandig met betrekking tot hun eigen taakuitvoering.
- GRIP 1 / GRIP 2: de hoogste leidinggevenden zoals beschreven in kolom 4 adviseren de burgemeester met betrekking tot de aanpak van het incident.
- GRIP 3: Zie hierboven. Daarnaast heeft het gemeentelijk beleidsteam een adviserende taak.
- GRIP 4: Zie hierboven bij GRIP1 / GRIP2. Ter voorkoming van dubbele sturing zijn GBT's niet gewenst.
- GRIP 5: Zie hierboven. In principe houden alle Regionaal Operationeel Leiders en Beleidsteams hun adviestaak ten opzichte van hun eigen bevoegd gezag. De ROL en

het RBT uit de regio waarvan de voorzitter coördineert hebben daarmee een bijzondere positie.

- GRIP Rijk: De ministeriële commissie wordt ondersteund en geadviseerd door de Interdepartementale Commissie Crisisbeheersing (ICCb) onder voorzitterschap van de Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid (NCTV) en het Adviesteam.

Zevende kolom: 'Calamiteiten coördinatie meldkamer'

Deze kolom geeft weer of er sprake is van eenhoofdige leiding, de zogenoemde calamiteitencoördinator (CaCo), binnen de meldkamer, zoals bedoeld in artikel 2.2.2 van het Besluit veiligheidsregio's. Dit is het geval in alle GRIP situaties. Bij GRIP5 is dit het geval in alle betrokken meldkamers. Er is dus geen coördinerend CaCo. Bij GRIP Rijk vervult op nationaal niveau het Nationaal CrisisCentrum (NCC) de functie van CaCo.

Achtste kolom: 'NCC spreekt operationeel crisisteam aan via'

Deze kolom geeft weer wie het aanspreekpunt is voor het NCC om contact te kunnen leggen met een veiligheidsregio. Dit is bij elk GRIP-niveau initieel de CaCo, die vervolgens kan (laten) doorverbinden met de relevante andere onderdelen van de regionale crisisorganisatie. In een latere fase kunnen specifieke afspraken worden gemaakt over andere of aanvullende aanspreekpunten. Bij GRIP 5 en GRIP Rijk zijn dat de caco's van de meldkamers die werken voor de betreffende regio. Zoals gezegd is er dus geen Coördinerende Calamiteiten Coördinator, ook niet landelijk.

Negende kolom: 'Door minister/NCTV te benaderen bevoegd gezag'

Deze kolom geeft weer met wie binnen een regio de minister (of namens deze medewerkers van de NCTV) contact zoekt ter afstemming van de bestuurlijke coördinatie. Dit is het bevoegde gezag (burgemeester, voorzitter veiligheidsregio of eventueel de aangewezen voorzitter in een GRIP5 situatie). In een GRIP Rijk situatie is dit het bevoegd gezag in de algemene of de functionele kolom.

WET- EN REGELGEVING

Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht

Tot 1 oktober 2010 verleende het bevoegd gezag vergunningen op basis van de Wet milieubeheer (Wm). Op 1 oktober 2010 werd de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) van kracht. Op grond van de Wabo is voor de bedrijfsactiviteiten van Shell Moerdijk een omgevingsvergunning van het bevoegd gezag vereist. Dit bevoegd gezag is het college van Gedeputeerde staten van de provincie Noord-Brabant. Een vergunning is een besluit (beschikking), waarmee het bevoegd gezag aan de aanvrager van de vergunning toestaat bepaalde activiteiten te verrichten. Met de voorschriften die het bevoegd gezag aan de omgevingsvergunning (voorheen milieuvergunning) verbindt, beoogt het bevoegd gezag de nadelige gevolgen voor het milieu, waaronder externe veiligheid, te voorkomen of zo veel mogelijk te beperken. Het bedrijf is verplicht om de voorschriften na te leven.

Besluit risico's zware ongevallen 1999

Het Besluit risico's zware ongevallen 1999 (Brzo) is de Nederlandse implementatie van de Europese Seveso II- richtlijn. De doelstelling van de Seveso II- richtlijn en het Brzo is het voorkomen dan wel beheersen van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken. Het Brzo bevat een integrale regeling op het gebied van externe veiligheid, arbeidsveiligheid (interne veiligheid) en de voorbereiding op de rampenbestrijding. Het Brzo stelt eisen aan de meest risicovolle bedrijven in Nederland. Daarbij maakt het Brzo onderscheid tussen verschillende categorieën van inrichtingen. Shell Moerdijk valt op grond van de hoeveelheid gevaarlijke stoffen in het bedrijf in de zwaarste categorie, de categorie die een veiligheidsrapport (VR) moet opstellen. De voornaamste verplichtingen van VR-bedrijven zijn, naast het opstellen van een veiligheidsrapport, het opstellen van een preventiebeleid zware ongevallen, het invoeren van een veiligheidsbeheerssysteem (VBS), het opstellen van een intern noodplan op te stellen en het bijhouden van een actuele lijst van in de inrichting aanwezige gevaarlijke stoffen. In het Brzo is ook geregeld op welke wijze de overheid toezicht moet houden op de verplichtingen voor bedrijven.

Arbeidsomstandighedenwet en -besluit

Op grond van de Arbeidsomstandighedenwet moet Shell Moerdijk zorgen voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers voor alle met het werk verbonden aspecten. Ook moet Shell Moerdijk een beleid voeren dat is gericht op zo goed mogelijke arbeidsomstandigheden. Om een goed arbeidsomstandighedenbeleid te kunnen vormgeven, moet de werkgever een overzicht opstellen van alle risico's die in het bedrijf kunnen voorkomen. Dat vindt plaats door het uitvoeren van een risico-inventarisatie en -evaluatie. Daarmee kan het bedrijf gestructureerd de risico's aanpakken om zo de kans op arbeidsgerelateerde gezondheidsklachten en ongevallen tot een minimum te beperken.

In het Arbeidsomstandighedenbesluit is bepaald dat voor de aanvang van de arbeid en bij iedere belangrijke wijziging, uitbreiding of verbouwing de gevaren in verband met explosieve atmosferen en de bijzondere risico's die daaruit kunnen voortvloeien, moeten worden beoordeeld en schriftelijk moeten worden vastgelegd in een explosieveiligheidsdocument, in het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie.²¹⁶ Verder is bepaald dat doeltreffende maatregelen moeten zijn genomen om het ontstaan van een explosieve atmosfeer op de arbeidsplaats te voorkomen.

Wet veiligheidsregio's

De Wet veiligheidsregio's (Wvr) is op 1 oktober 2010 in werking getreden en is in de plaats gekomen van de Brandweerwet 1985, de Wet rampen en zware ongevallen en de Wet geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen. Deze wet geeft het bestuur van de veiligheidsregio de bevoegdheid inrichtingen aan te wijzen als bedrijfsbrandweerplichtig. Shell Moerdijk moet op grond van een aanwijzingsbeschikking per 1 januari 2012 een bedrijfsbrandweer hebben. In de aanwijzingsbeschikking zijn eisen opgenomen waaraan de bedrijfsbrandweer moet voldoen. Deze eisen hebben betrekking op het personeel en het materieel dat de bedrijfsbrandweer nodig heeft om incidenten te bestrijden en zijn aanvullend op andere wetgeving die geldt voor bijvoorbeeld bouwen en milieu. Daarnaast is het bedrijf verplicht technische informatie relevant voor de voorbereiding van rampenbestrijding en crisisbeheersing aan de veiligheidsregio te verstrekken.

²¹⁶ Deze verplichting is een uitvloeisel van de zogenoemde ATEX 137-richtlijn.

REFERENTIEKADER PUBLIEK TOEZICHT ONDERZOEKSRAAD

Verantwoordelijkheid van partijen

Organisaties zijn zelf primair verantwoordelijk voor veiligheid. Ook het interne en externe private toezicht is verantwoordelijk voor de eigen rol. Inspecties zien er op toe dat partijen hun verantwoordelijkheid waarmaken en nemen de verantwoordelijkheid niet over.

Voldoende eigenstandig

Effectief toezicht vereist dat inspecties een sterke en voldoende eigenstandige positie (kunnen) innemen. Bij de beoordeling of hiervan sprake is, acht de raad de volgende punten van belang:

- De inspectie krijgt en neemt de ruimte om het werk naar eigen inzicht vorm te geven. Aan de hand van de volgende elementen wordt getoetst of de inspectie voldoende eigenstandig is:
 - De inspectie bepaalt het eigen onderzoeksprogramma, rekening houdend met wensen die elders leven. Daarbij vindt in ieder geval geen inmenging plaats over de vraag wat niet wordt onderzocht.
 - De inspectie beslist zelf over het 'hoe'.
 - De inspectie bepaalt zelf welke informatie openbaar wordt gemaakt.
 - De inspectie wordt door de minister, de beleidsdirecties en het parlement gewaardeerd en gerespecteerd.
- Er is een set van vaste, openbare en op de specifieke situatie toegesneden gedragsregels, die een sterke positie van de inspectie waarborgt. De raad acht het van belang dat deze gedragsregels borgen dat de inspecties hun oordeel ongefilterd kenbaar kunnen maken aan de samenleving.

Scheiding van taken

Als een inspectie meerdere taken vervult zoals certificering, toelating e.d. dan moeten toezicht enerzijds en de andere taken anderzijds helder gescheiden zijn, zodat belangen in de niet-toezichtgebonden taken geen invloed hebben op de scherpheid en alertheid van het toezicht, waardoor het gezag van inspecties kan worden ondermijnd. De inspectie zou zich in ieder geval moeten onthouden van taken, waardoor de inspectie permanent bij een bedrijfsproces betrokken is. Dit veroorzaakt uiteindelijk bij de onder-toezichtgestelde en bij de inspectie zelf verwarring, die het gezag van de inspectie ondermijnt.

Mensen en middelen

Effectief toezicht vereist dat de inspectie beschikt over de kennis en de (personele en financiële) middelen die nodig zijn om het beoogde veiligheidsniveau te waarborgen. De inspectie moet voldoende middelen ter beschikking krijgen om de gestelde taken uit te voeren. Een directe band tussen betalingen door ondertoezichtgestelden en toezicht is ongewenst. Voor vergunningverlening is dit niet principieel.

Alert

De inspectie is op de hoogte van ontwikkelingen bij de partijen en in de sectoren waarop zij toezicht houdt. De inspectie signaleert risico's, agendeert deze, deelt kennis en koppelt actief terug naar bestuur, politiek en samenleving.

Passend

Effectief toezicht vereist dat de gekozen principes voor handhaving en de handhavingsmix aansluiten op het systeem en de partij waarop toezicht wordt gehouden. Bij de beoordeling of hiervan sprake is, acht de raad de volgende punten van belang:

- De inspectie heeft een heldere op systeem en partijen toegesneden toezichtsfilosofie en een zichtbaar en transparant toezichtskader.
- De inspectie heeft een met feiten onderbouwde inschatting gemaakt van het vertrouwen dat een partij verdient.
- De inspectie toetst deze inschatting regelmatig en past, als daar aanleiding toe bestaat, haar wijze van toezicht houden aan op deze ontwikkelingen.
- De inspectie houdt rekening gehouden met verschillen binnen een sector.
- De inspectie heeft een handhavingsmix gekozen, die past bij de gemaakte inschattingen.
- De inspectie beschikt over voldoende en actuele informatie om de juiste keuze te maken.
- De inspectie werkt zo nodig samen met andere relevante toezichthouders.
- De inspectie houdt voldoende afstand tot de partijen en zorgt dat zij niet te veel empathie heeft voor de positie van de partijen ('onderhandelings-toezicht'). Dat er sprake is van voldoende afstand kan blijken uit het volgende:
 - De inspectie werkt in navolgbare denkstappen in een toezichtsproces.
 - De inspectie past het toezichtskader toe of legt uit waarom dit niet het geval is.
 - Bij afwijking van het referentiekader wordt zichtbaar aan een andere inspecteur gevraagd om mee te denken.

Maatschappelijke verantwoordelijkheid

Effectief toezicht vereist dat de bevindingen waar mogelijk openbaar worden gemaakt voor een zo breed mogelijk publiek, zodat klanten, opdrachtgevers, omwonenden, consumenten, overheden en andere belanghebbenden weten hoe het gesteld is met de veiligheidssituatie. Dit stelt andere partijen in staat om veiligheidswinst te behalen.

REFERENTIEKADERS DEELONDERZOEKEN

Referentiekader intern toezicht

De Onderzoeksraad hecht aan een systematische benadering van risico's. Tegelijk dekt deze rationele benadering niet alle risico's. Onzekerheidsblindheid ofwel '*uncertainty blindness*' wordt omschreven als '*a regulatory regime where only yesterday's accidents are managed and salient future risks are potentially overlooked*'.²¹⁷ Het fenomeen speelt in het toezichtregime en bij het individuele bedrijf. Een relatief nieuw begrip in de literatuur over veiligheid is '*chronic unease*', een permanent gevoel van onbehagen over de risico's in een organisatie. Het is een begrip dat het management van Shell Moerdijk kent en hanteert.²¹⁸ De gedachte is dat organisaties het intuïtieve gevoel van onbehagen moeten stimuleren omdat dat leidt tot meer alertheid op zwakke signalen van onveiligheid en meer open discussie over veiligheidskwesties. Het zorgt voor een sfeer waarin medewerkers hun twijfels kunnen delen.²¹⁹

Referentiekader extern toezicht

Het Brzo stelt dat een Brzo-bedrijf zoals Shell Moerdijk alle maatregelen moet treffen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken. De lat voor een Brzo-bedrijf ligt daarmee hoog. Dat is ook verklaarbaar aangezien deze wettelijke verplichting alleen geldt voor de circa 400 meest risicovolle bedrijven in Nederland. Het is aan de toezichthouders om te controleren of het bedrijf inderdaad alle noodzakelijke maatregelen heeft getroffen.

Effectief toezicht vereist dat de inspectie beschikt over de kennis en de (personele en financiële) middelen die nodig zijn om het beoogde veiligheidsniveau te waarborgen. De inspectie moet voldoende middelen ter beschikking krijgen om de gestelde taken uit te voeren.²²⁰ Door middel van het Bestuurlijk Toezichtsprogramma majeure risicobedrijven 2012-2016 Regio Zuid leggen de toezichthouders van Shell Moerdijk de contouren van het inspectieprogramma vast. Het inspectieprogramma dient zodanig te zijn dat een planmatig en systematisch onderzoek kan worden uitgevoerd.²²¹

²¹⁷ The EU Seveso regime in practice, From uncertainty blindness to uncertainty tolerance, Esther Versluis, Marjolein van Asselt, Tessa Fox, Anique Hommels, Journal of Hazardous Materials, 27 augustus 2010.

²¹⁸ Process safety: leading from the top, Launch event for OECD's Corporate Governance for Process Safety, presentatie door Ben van Beurden, Executive Vice President, Shell Moerdijk Chemicals Limited, June 15, 2012.

²¹⁹ Chronic unease for safety in managers: a conceptualisation, L.S. Fruhen, R.H. Flin and R. McLeod, Journal of Risk Research, 2 July 2013.

²²⁰ Beoordelingskader publiek toezicht, Onderzoeksraad voor Veiligheid, 23 oktober 2014.

²²¹ Met dit Bestuurlijk Toezichtsprogramma geven de toezichthouders invulling aan de wettelijke verplichting van artikel 24 van het Brzo waarin is vastgelegd dat zij een zodanig inspectieprogramma moeten vaststellen dat daarmee een planmatig en systematisch onderzoek van de in de inrichting gebruikte systemen van technische, organisatorische en bedrijfskundige aard kan worden uitgevoerd.

Referentiekader brandbestrijding

Een bedrijfsbrandweer bestaat uit de organisatie van mensen en middelen die tot doel heeft het bestrijden en beperken van brand en ongevallen op het terrein van de inrichting. Het Algemeen Bestuur van de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant besloot om met ingang van 1 januari 2012 Shell Moerdijk aan te wijzen als bedrijfsbrandweerplichtige inrichting. Shell heeft een operationele bedrijfsbrandweer die voldoet aan de Bedrijfsbrandweeraanwijzing. Bij het arriveren van de publieke brandweer moet de bedrijfsbrandweer de leiding over de operationele brandweerinzet overdragen aan de publieke brandweer.²²²

Referentiekader crisisbeheersing

Crisisbeheersing is het geheel van maatregelen en voorzieningen, met inbegrip van de voorbereiding daarop, dat het gemeentebestuur of het bestuur van een veiligheidsregio in een crisis treft ter handhaving van de openbare orde, als van toepassing in samenhang met maatregelen en voorzieningen die op basis van een bij of krachtens enige andere wet toegekende bevoegdheid ter zake van een crisis worden getroffen.²²³

Voor de verschillende niveaus van opschaling hanteren gemeenten en veiligheidsregio's een landelijk uniforme GRIP-opstapelingssystematiek. Naar aanleiding van de brand bij Chemie-Pack in Moerdijk op 5 januari 2011 is er veel aandacht ontstaan voor de samenwerking tijdens crisisbeheersing tussen regio's en tussen regio's en rijk. Om de bovenregionale samenwerking te verbeteren is de GRIP-procedure uitgebreid: vanaf 25 april 2013 zijn GRIP 5 en GRIP Rijk ingevoerd. De GRIP-fases zijn indicatief en vormen een leidraad. Als de situatie dit vereist kunnen operationeel en bestuurlijk leidinggevenden gemotiveerd van de regeling afwijken. Het vakmanschap van de leidinggevenden is bepalend.

Referentiekader crisiscommunicatie

Crisiscommunicatie is het verschaffen van informatie door de overheid aan de bevolking over de oorsprong, de omvang en de gevolgen van een ramp of crisis die hen bedreigt of treft, evenals over de daarbij te volgen gedragslijn.²²⁴ Het omvat de gehele informatievoorziening aan burgers. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij de burgemeester.²²⁵ Het uiteindelijke doel van crisiscommunicatie is om het ontstaan van onrust en schade als gevolg van een crisis te beperken. Het is daarbij van belang dat de overheid het vertrouwen heeft van de burger.

NL-Alert is onderdeel van een pakket aan alarmeringsmiddelen richting de bevolking, waaronder crisis.nl, de waarschuwingssirene en de regionale calamiteitenzenders. De waarschuwingssirene blijft operationeel tot 2017. De minister van Veiligheid en Justitie acht dit pakket ook zonder waarschuwingssirene voldoende robuust na 2017. De minister van Veiligheid en Justitie is voornemens deze termijn niet te verlengen en heeft dit besluit ter consultatie voorgelegd aan de veiligheidsregio's.

²²² Artikel 31 Wvr lid 7.

²²³ Definitie van het begrip crisisbeheersing in de Wvr.

²²⁴ Definitie begrip crisiscommunicatie in de Wvr.

²²⁵ Wvr Artikel 7 lid 1

NL-Alert is primair bedoeld als een alarmeringssysteem en wordt bij voorkeur binnen een uur na plaatsvinden van het incident ingezet. Na het eerste uur zijn de reguliere crisiscommunicatiemiddelen (website, calamiteitenzender, persconferenties) vaak geactiveerd. Deze nemen de informatievoorziening dan over. Zonder effectieve alarmering van burgers hebben de ingezette communicatiemiddelen weinig nut.

SAMENVATTING EN VERBETERMAATREGELEN ONDERZOEK SHELL MOERDIJK

Shell Moerdijk heeft zelf onderzoek gedaan naar de factoren en mechanismen die een rol hebben gespeeld bij dit incident²²⁶ met als doel om ervan te kunnen leren, soortgelijke incidenten in de toekomst te voorkomen en het verbeteren van zijn bedrijfsprocessen. Onderstaande samenvatting en weergave is opgemaakt door Shell.

De voorbereiding en implementatie van een deel van de voorgenomen maatregelen kost veel tijd. De Raad heeft dan ook niet in alle gevallen kunnen vaststellen in welke mate onderstaande acties en maatregelen inmiddels zijn gerealiseerd. Maar in aansluiting op de conclusies en de aanbevelingen van de Raad aan Shell is het belangrijk ze hier te vermelden.

Resultaten van Shell's onderzoek naar de oorzaak van de explosie op Moerdijk, 3 juni 2014

Introductie

Deze rapportage beschrijft de uitkomst van Shell's onderzoek naar de onderliggende menselijke en systeemoorzaken die de fysieke oorzaken van de explosie bij Moerdijk MSPO2 mogelijk maakten. Deze rapportage heeft als doel om, in aansluiting op de onderzoeksmethodologie 'Oorzakelijk leren', de basis voor verdere lering en acties te definiëren. Oorzakelijk leren heeft als uitgangspunt dat alle ongewenste gevolgen een oorzaak hebben en dat een organisatie actie kan nemen om haar prestaties in de toekomst te verbeteren. Oorzakelijk leren berust op het uitgangspunt dat een oorzaak in dit verband alleen maar iets kan zijn dat *heeft plaatsgevonden*, niet iets wat niet is gebeurd. Dit betekent ook dat niet wordt onderzocht wat niet heeft plaatsgevonden om dergelijke incidenten te voorkomen.

Samenvatting

Op 3 juni 2014 explodeerden een hydrogeneringsreactor en een vat van de **Moerdijk Styrene and Propylene Oxide plant-2 (MSPO/2)**, Unit 4800, bij Shell Chemicals in Moerdijk. Onderzoek van het incident wees uit dat zowel de reactor als het vat het door overdruk hadden begeven. De overdruk was ontstaan door zeer snelle exotherme *runaway* reacties tussen ethylbenzeen en ongereduceerde koperchromietkatalysator die leidden tot een overmatige hoeveelheid gasvormige moleculen. De exotherme *runaway* reacties werden veroorzaakt door een combinatie van:

²²⁶ 'Causal Learning Report June 3rd 2014, MSPO/2 U4800 incident' (Shell Downstream Services International B.V, January 30 2015).

- De poriën van katalysatorpellets waren verzadigd met ethylbenzeen, welke was gebruikt om de reactoren te spoelen en op te warmen.
- Een onverwachte exotherme reactie tussen ethylbenzeen en de uit het chromaat (CrVIO42-) van de katalysator afkomstige reactieve zuurstof begon toen de temperatuur de aanvangstemperatuur van de reactie (ongeveer 90°C) lokaal overschreed tijdens het opwarmen van het systeem naar 130°C.
- De warmte gegenereerd door de chemische reacties bleef in de katalysatorpellets door een combinatie van:
 - Droge katalysatorzones: de trickle-bedreactor werd bedreven met een lage stikstof- en ethylbenzeenstroming.
 - Mogelijke medeveroorzakers zoals:
 - drukverhoging vanwege een dichte afgasklep
 - de snelle opwarming van het reactorsysteem
- Als gevolg van het bijna adiabatische gedrag van het reactorsysteem bereikte de temperatuur lokaal 180°C, waarbij de reductie van koperoxide (CuIO) met Ethylbenzeen begon. Dit genereerde grote hoeveelheden gasvormige moleculen, wat de overdruk tot gevolg had.

Om menselijke en systeemoorzaken te begrijpen, moet worden opgemerkt dat de opwarmstap tot aan het moment van het incident, voorafgaand aan de reductiefase, uit een oogpunt van chemische reacties als onschuldig werd beschouwd. Dit was gebaseerd op het inzicht en de ervaring dat ethylbenzeen in combinatie met de katalysator bij 130°C een inert medium was. De exotherme chemische reacties bij 90°C tussen het chromaat op de katalysator en ethylbenzeen en bij 180°C tussen koperoxide en ethylbenzeen waren beiden binnen Shell onbekend.

Volgens de onderzoeksmethodologie 'Oorzakelijk leren' heeft de organisatie als doel om alle hieronder genoemde aspecten en alle bijkomende factoren rondom dit incident grondig te onderzoeken om het operationele handelen en het veiligheidsdenken verder te verhogen.

Constructie van trickle-bed en HD-schotel

Moerdijk MSPO/2 unit 4800 was gebouwd met trickle-bedreactoren, met daarin een High Dispersion (HD-)schotel voor uniforme benatting van het katalysatorbed. HD-schotels werden primair in raffinaderijconstructies toegepast, waar de volumetrische gasstroming doorgaans een factor 10 hoger is dan bij het unit-4800-proces. De minder uniforme benatting die hierdoor ontstond in unit 4800, werd tijdens de ontwerpfasen onderkend en aanvaard omdat het unit-4800-hydrogeneringsproces minder gevoelig is voor het nadelige effect van onjuiste vloeistofverdeling dan raffinaderijprocessen.

Katalysatorreductie in vloeibaar ethylbenzeen

Sinds 1979 geschiedde in alle Shell en Shell JV SMPO-fabrieks de katalysatorreductiestap in vloeibare ethylbenzeen, inclusief de opwarming. Het gebruik van een vloeistof was gunstig voor het afvoeren van de reactiewarmte tijdens de reductie met waterstof. Ethyl-

benzeen werd algemeen bij het SMPO-proces gebruikt en werd geacht niet-reactief te zijn tijdens de opwarming tot 130°C en de reductiefase.

Gebruik van G22-2-katalysator

Aangezien de laatste lading katalysator Cu-1808T tijdens normaal bedrijf prestatieproblemen had, werd besloten om in de 2014 Pit Stop de katalysator G22-2 te laden. De G22-2-katalysator bevatte het reactieve chromaat dat bij 90°C de exotherme reactie met ethylbenzeen begon, die uiteindelijk resulteerde in opwarming van katalysatorpellets tot 180°C. Deze katalysator was in 2000-2003 door Shell op activiteit, stabiliteit en selectiviteit beoordeeld en was goedgekeurd als 'drop-in' alternatief voor de Cu-1808T-katalysator (drop-in wil zeggen dat er geen wijzigingen aan apparatuur of procedures nodig waren). De G22-2-katalysator was voorafgaand aan dit incident al vijf maal in andere SMPO-fabrieken geladen en gereduceerd.

Veiligheidsstudies

Bij het voor de unit 4800 specifieke Reactive Hazard Assessment (RHA) van 2011 was alleen de bedoelde reactie van Koperoxide met Waterstof tijdens de reductiefase geïdentificeerd omdat:

Het Material Safety Data Sheet van 2002 als invoerbron voor de componentenlijst was gebruikt. In de RHA waren uitsluitend de in de componentenlijst genoemde componenten opgenomen. De RHA-componentenlijst vermeldde koperchromaat niet.

In de RHA-checktool werd koperoxide uitsluitend bij de metalengroep ingedeeld in plaats van zowel bij de metalen- als de oxidatiemiddelengroep. Ethylbenzeen werd alleen ingedeeld bij de koolwaterstofaromaten omdat de EPA-methodologie geen 'reductorgroep' kent (er was slechts een groep 'reducermiddelen, sterk'). Op basis van deze invoer gaf de incompatibiliteitsmatrix voor koperoxide en ethylbenzeen 'geen incompatibiliteit' aan.

Operationele omstandigheden

Vóór het incident werd de opwarmstap naar 130°C onschuldig geacht uit het oogpunt van chemische reactie. Dit was gebaseerd op het inzicht en de ervaring dat ethylbenzeen in combinatie met de katalysator een inert medium was. Dit inzicht vormde de basis voor zowel het ontwerp als de operationele beslissingen en acties op de dag van het incident.

De feitelijke stikstofstroming naar de reactor was tijdens de opwarming 240 kg/u en was als gevolg van de opgelopen systeemdruk wegens een gesloten afgasklep langzaam gedaald naar 0 kg/u op het tijdstip van het incident.

De operationele procedure (WOL) stond toe om de stikstofstroming zodanig in te stellen dat een streefwaarde voor afgasstroming werd bereikt. In de loop der tijd verdwenen op een gegeven moment de eisen voor stikstofstroming tijdens het periodiek bijwerken van de procedures - dit in een poging om de inhoud van de WOL te beperken tot informatie die men essentieel vond om de aandacht te concentreren op wat men uit veiligheids- en operationeel oogpunt het belangrijkste vond. (WOL = 'WerkOntLeding' die de voor een specifieke operationele activiteit te ondernemen acties beschrijft.)

Behalve de lage stikstofstroming was ook de ethylbenzeenstroming naar de R-4802 op momenten lager dan voor uniforme benatting nodig was. De ethylbenzeenstroming werd beïnvloed door meerdere parameters tegelijk te wijzigen teneinde de niveaus in de vaten te stabiliseren en zo te voorkomen dat de pomp P-4803 zou droog draaien. De fluctuerende ethylbenzeenstroming resulteerde ook in voorkeurs- of rivulet stroming, wat in het katalysatorbed tot natte zones met stilstaande vloeistof leidde. Het doorvoeren van diverse wijzigingen had bovendien een hoogniveau-trip van vat V4802 tot gevolg. Hierdoor ging de afgasklep dicht, wat tot oplopende systeemdruk leidde.

Hoewel het design book uit 1995 een opwarmsnelheid van 30°C per uur definieerde, was dit met het verstrijken van de tijd uit de operationele procedure verdwenen. De productieteamleider en de panel operator werden het eens over een opwarmsnelheid van 50°C per uur voor ethylbenzeen naar de reactoren. De instelling van de temperatuurregelaar naar reactor R4801 werd in een korte periode opgevoerd, wat resulteerde in een fluctuerende temperatuurstijging van de bovenste ethylbenzeen-inlaat van zowel R4801 als R4802.

Het is de bedoeling om uit de bevindingen lering te trekken, niet om schuldigen aan te wijzen, een beroep op aansprakelijkheid te doen of om oorzaken daarvoor vast te stellen. De inhoud mag niet in die laatste context worden gelezen: het rapport wijst doelbewust uitsluitend oorzaken of medeveroorzakers aan zoals die met de oorzakelijklerenmethodologie zijn aangewezen, en met het doel om daarvan te leren. Oorzakelijk leren berust op de gedachte dat een oorzaak alleen maar iets kan zijn dat heeft plaatsgevonden, niet iets wat niet is gebeurd. Dit onderzoek wil zo veel mogelijk uit geïdentificeerde oorzaken en medeveroorzakers leren en dit in mitigerende en verbeteringsacties vertalen, welke hieronder zijn vermeld.

Acties

Op basis van het Oorzakelijk-lerenonderzoek zijn de volgende acties geformuleerd om de oorzaken van het incident weg te nemen en Shell's performance te verbeteren.

Sectie A

1. Geoxideerde katalysator in SMPO-units met trickle-bedreactoren opwarmen en door reductie met waterstof activeren zonder dat daarbij een reducerende organische stof zoals ethylbenzeen aanwezig is.

Al in gang gezette acties:

- a. Bij Seraya SMPO2 (2014) geoxideerde katalysator opwarmen en activeren door reductie met Waterstof in de Stikstofgasfase. Dit is met succes voltooid in 2014.
- b. Bij Moerdijk MSPO2 (2015) geoxideerde katalysator opwarmen en activeren door reductie met Waterstof in de Stikstofgasfase. Dit is als zodanig onderdeel van het design voor het Moerdijk MSPO2-project.

Met de acties in sectie A is veilige opwarming en reducering van nieuw geladen katalysatoren verzekerd in de SMPO-hydrogeneringsunits in trickle-bedreactoren.

Sectie B

De volgende acties worden genomen om in de toekomst veilige opwarming en reducering van nieuw geladen hydrogeneringskatalysatoren te waarborgen en Shell's performance te verbeteren.

2. Het risico van gevaarlijke exotherme reacties bij het opwarmen en reduceren van geoxideerde katalysatoren, die momenteel in aanwezigheid van koolwaterstoffen worden gereduceerd, zal worden gedeeld met relevante partijen zoals katalysator-suppliers, de Chemical Safety Board en andere veiligheidsinstituten. Bovendien zal in de relevante procesindustrie deze lering worden gecommuniceerd via conferenties en dergelijke om soortgelijke incidenten te helpen voorkomen.
3. Herbeoordeling van de veiligheidsscenario's van de MSPO/1-fabriek in Moerdijk (vloeistofvolle reactor) tijdens opwarming en activering door reductie van de geoxideerde katalysator met waterstof.
4. Verbetering van het proces en de effectiviteit van de SMPO-katalysatorselectie alsmede daarna volgende wijzigingen, met bijzondere aandacht voor reactiegevaaren bij zowel transiënt- en steady-statebedrijfsvoering.
5. Effectiviteit van het SMPO-RHA-proces vergroten gericht op:
 - a. volledigheid van de invoer voor de componentenlijst
 - b. beoordeling van meest effectieve, voor handen zijnde hulpmiddelen om onbedoelde chemische reacties te identificeren en onderlinge onverenigbaarheid tussen componenten te beoordelen, inclusief selectie van welke in het laboratorium moeten worden getest.
6. Beoordelen of vergelijkbare exotherme risico's optreden bij opwarmings- en reduceer-stappen voor het activeren of reduceren van andere bij Shell in gebruik zijnde geoxideerde katalysatoren (zoals koperchromietkatalysator) en die momenteel in aanwezigheid van koolwaterstoffen (organische stoffen) worden gereduceerd.
7. Verhogen van SMPO technische borging bij de evaluatie van operationele werkontledingen om te zorgen dat belangrijke/kritische procesparameters worden meegenomen (bijvoorbeeld om ontbrekende data over opwarmsnelheid, stikstofstroming, enz. te onderkennen en te corrigeren).
8. De (MSPO) operationele werkontledingen in Moerdijk evalueren en de manier waarop die worden opgesteld, geactualiseerd en (op wijzigingen) goedgekeurd, verder te verbeteren.

Sectie C

Naast de voltooiing van bovenstaande acties worden zo nodig verdere maatregelen genomen ter versterking van de werkprocessen binnen Shell. Bovendien, als vanuit de uitvoering van bovenstaande acties blijkt dat nadere acties noodzakelijk zijn voor het

voortdurend leren uit incidenten, zullen deze worden gedefinieerd. Dit geldt zowel voor Shell als de gehele bedrijfstak.

VERBETERMAATREGELLEN BETROKKEN PARTIJEN

De Onderzoeksraad vindt het belangrijk dat alle bij het voorval betrokken bedrijven en organisaties kunnen leren van incidenten, om zo risico's op toekomstige incidenten te voorkomen en de gevolgen daarvan te beperken. De Onderzoeksraad staat daarin niet alleen; de bij de crisisbeheersing betrokken partijen hebben hun optreden inmiddels geëvalueerd en maatregelen genomen of voorbereid om de bestrijding van industriële branden, crisisbeheersing en crisiscommunicatie te verbeteren.

De voorbereiding en implementatie van een deel van de voorgenomen maatregelen kost veel tijd. De Raad heeft dan ook niet in alle gevallen kunnen vaststellen in welke mate onderstaande acties en maatregelen inmiddels zijn gerealiseerd. Maar in aansluiting op de conclusies van de Raad is het belangrijk ze hier te vermelden.

Verbetermaatregelen gemeente Moerdijk

Na de brand bij Chemie-Pack heeft de gemeente Moerdijk talrijke maatregelen genomen die grotendeels zijn opgenomen in/voortvloeiën uit het Actieprogramma Moerdijk Veilig. Veel van de genomen maatregelen uit dit actieprogramma hebben hun meerwaarde tijdens het incident op het Shell-terrein bewezen. Uit ieder incident zijn leermomenten te halen, ook uit dit incident. In dit verband zijn de volgende (verbeter)maatregelen door de gemeente Moerdijk benoemd.

1. Al bekend vanuit het voorval Chemie-Pack maar tijdens het incident Shell werd het belang van een goed omgevingsbeeld duidelijk zichtbaar. Binnen halen wat buiten speelt en daar het handelen op stemmen. Na dit incident is besloten om (los van incidenten) wekelijks een omgevingsbeeld te maken voor de wekelijkse collegevergadering van gemeente Moerdijk.
 - In welke omvang wordt over de gemeente gesproken?
 - Wat is de aard van de 'gesprekken' (online en offline)
 - Wat is het advies voor evt. communicatieve acties.
 - Op deze wijze speelt de gemeente gestructureerd in op wat buiten leeft.
2. Voortzetten verbetertraject crisiscommunicatie: De vaststelling bij deze brand was wederom dat veiligheid draait om communicatie. Ondanks dat de gemeente Moerdijk samen met veiligheidsregio en partners zeer snel in de lucht waren om onze burgers te voorzien van informatie, kan dit altijd beter. Hiervoor is de gemeente Moerdijk bezig met de ontwikkeling van een veiligheidsdashboard voor burgers, waarmee ze in de koude fase actief informatie kunnen verstrekken over de risico's op en rondom het zeehaven- en industrieterrein Moerdijk, wat men bij een incident van de overheid

mag verwachten en waar de eigen verantwoordelijkheid van burgers ligt, alsmede de handelingsperspectieven per type incident. In een warme fase kan de gemeente Moerdijk dan onmiddellijk dit kanaal gebruiken om onze inwoners van actuele informatie te voorzien (compleet met plot en handelingsperspectief. Dit om al vanaf het eerste moment zelfredzaam te kunnen zijn en aanvullend op de al bestaande communicatiekanalen.

3. Leerpunt was dat het CBIS binnen het zeehavengebied niet werd geactiveerd. Dit is geëvalueerd met de bedrijven in het gebied. Daaruit zijn twee acties naar voren gekomen;
 - Bedrijven worden verder bekend gemaakt met het systeem via o.a. een brede actie (via speciale CBIS-website),
 - Er wordt een protocol opgesteld op basis waarvan ook de overheid het CBIS-systeem kan activeren, wanneer het veroorzakend bedrijf hier niet toe in staat blijkt.
4. Het afsluiten van het zeehavengebied verliep dit keer een stuk sneller. Al snel kon niemand het terrein meer op. Achteraf gezien was afsluiting van het totale gebied te rigoreus. Hiervoor worden twee verbeterpunten ingezet:
 - Opstellen calamiteiten-verkeerscirculatieplan, waarbij ook deelgebieden afgezet kunnen worden.
 - Introductie van een toegangspassensysteem waarbij BHV-coördinatoren/veiligheidsmedewerkers van omliggende bedrijven het terrein onder omstandigheden toegang kunnen krijgen tot afgezet gebied (waarbinnen hun bedrijf is gelegen).
5. Voortzetting van het uitrollen van een evacuatieplan (na Shell-brand omgedoopt tot 'Zelfredzaamheidsplan') voor het hele zeehavengebied, met de nadruk op een deelgebiedbenadering.
6. (Nog) verdere verbetering van de samenwerking tussen de kolommen milieu, veiligheid en gezondheid. Met name na een GRIP-fase en in situaties waarbij er geen sprake is van een veiligheidsincident.
7. Verbetering bestuurlijke aanhaking van provincie (maar ook bereikbaarheid buiten kantooruren) bij incidenten bij bedrijven, waarvoor provincie het bevoegd gezag is. Nu is alleen aanhaking op uitvoerend vlak, via de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant goed geregeld.

Verbetermaatregelen Veiligheidsregio Midden- en West Brabant

Naar aanleiding van de brand bij Shell op het Haven- en Industrierrein Moerdijk op 3 en 4 juni 2014 heeft de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant haar eigen optreden geëvalueerd. In dit document worden de verbetermaatregelen geschetst vanuit het perspectief van de veiligheidsregio.

Brandweeroptreden

Een apart onderdeel van de evaluatie is het operationeel optreden van de 'brandweerkolom' ter plaatse. Deze is geënt op het functioneren van de eigen kolom alsmede de

samenwerking met partners. Op basis van deze uitkomsten zijn de volgende verbeteracties in gang gezet of al uitgevoerd:

- Er wordt een procedure opgesteld voor herbezetting van personeel van de kazerne publiek private samenwerking Moerdijk. Deze wordt geïmplementeerd bij de Gemeenschappelijke Meldkamer.
- De - in 2014 ingevoerde - operationele hoofdstructuur brandweer (OHB) zal in 2015 worden geëvalueerd: er wordt een overzichts- en controlesystematiek ontwikkeld voor de invulling van de OHB.
- De toepassing van de ontsmettingsprocedure wordt geïntegreerd in de aanpak van brandbestrijding.
- Er wordt een protocol ontwikkeld voor de (interregionale) aflossing van functionarissen en eenheden en voor de overdracht van incidenten.
- De bijstandprocedure wordt beter afgestemd met de omliggende regio's.

Optreden van de multidisciplinaire crisisorganisatie

De veiligheidsregio heeft haar eigen optreden van de multidisciplinaire crisisorganisatie geëvalueerd op de vijf basisvereisten crisismanagement.²²⁷ Op basis van die uitkomsten heeft de veiligheidsregio een aantal verbetermaatregelen geformuleerd:

- De veiligheidsregio heeft verbetermaatregelen benoemd op het thema 'melding en alarmering' die worden opgepakt. Zo wordt het beleid over het informeren van al betrokken functionarissen bij opschaling opnieuw geformuleerd (passend bij de huidige situatie en context) en wordt de weergave van de GRIP-fase in het alarmeringsbericht geborgd.
- De al aanwezige structurele samenwerking op het gezamenlijk oefenen met Brzo-bedrijven wordt vastgehouden.
- De veiligheidsregio bezint zich op de uitvoering van de crisiscommunicatie in relatie tot de verantwoordelijkheid daarvoor. Dit incident is aanleiding om dat in ieder geval te doen op drie elementen: de balans van communicatie over incident- en impactbestrijding, de vindplaats van informatie en de doelmatigheid van communiceren.
- De veiligheidsregio stelt generieke communicatieboodschappen op die gebaseerd zijn op mogelijke scenario's. Dit project kent zijn oorsprong van voor de brand bij Shell en bevindt zich momenteel in een afrondende fase.

Bovenregionale samenwerking

De VRMWB heeft ten tijde van het incident samengewerkt met de Veiligheidsregio Zuid-Holland-Zuid. Deze samenwerking is gezamenlijk geëvalueerd. Hierin komen aspecten van de thema's 'leiding en coördinatie' en 'crisiscommunicatie' terug. Het investeren op een duurzame samenwerking is aangemerkt als voornaamste verbeterpunt. Hieraan is inmiddels opvolging gegeven door het gezamenlijk benoemen van vier duurzame samenwerkingsthema's in (de aanloop naar) de warme fase.

²²⁷ Naast de vier landelijke gehanteerde basisvereisten beschouwt de VRMWB (met een bestuurlijke afspraak) crisiscommunicatie als vijfde basisvereiste.

- Informeren en alerteren;
- Inzet van liaisons;
- Crisiscommunicatie (waaronder inzet van een bovenregionaal NL-Alert en het beter op de hoogte zijn van de inrichting van elkaars processen);
- Evaluatie van een incident met bovenregionale effecten.

Deze thema's worden de komende periode in gezamenlijkheid nader uitgewerkt.

Verbetermaatregelen veiligheidsregio Zuid- Holland Zuid

Naar aanleiding van de brand bij Shell op het Haven- en Industrierrein Moerdijk op 3 en 4 juni 2014 heeft de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid (VRZHZ) haar eigen optreden geëvalueerd. In dit document worden de verbetermaatregelen geschetst vanuit het perspectief van de veiligheidsregio.

De VRZHZ heeft op basis van het interne evaluatierapport 15 verbeterpunten en bijbehorende aanbevelingen benoemd. Gezien het feit dat de VRZHZ effectregio is geweest, hebben de verbeterpunten en aanbevelingen uitsluitend betrekking op het optreden van de multidisciplinaire organisatie binnen de eigen regio en in samenwerking met de Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant.

Optreden van de multidisciplinaire crisisorganisatie

De veiligheidsregio heeft haar eigen optreden van de multidisciplinaire crisisorganisatie geëvalueerd op de vijf basisvereisten crisismanagement. Op basis van die uitkomsten heeft de veiligheidsregio een aantal verbetermaatregelen geformuleerd:

- Op het thema 'melding en alarmering' wordt ingezet op versterkte eenduidigheid en uniformering bij alarmering van functionarissen.
- Op het thema 'op- en afschaling' is gewerkt met flexibele GRIP en 'in de geest van' GRIP 5. VRZHZ heeft dit als positief ervaren en participeert in de landelijke actualisatie van het RRCPP (referentiekader RCP) waar de ervaringen met het optreden tijdens dit incident worden ingebracht. Verder worden richtlijnen ontwikkeld voor de inrichting van de nafase.
- Op het thema 'informatiemanagement' wordt ingezet op verbeterde aansluiting van en gebruik door partners van LCMS, met name functionarissen binnen gemeentes.
- Bij het thema 'crisiscommunicatie' zal worden ingezet op het informeren van burgers hoe zij worden gealarmeerd en geïnformeerd, waaronder het afwegingskader over het inzetten van het sirenstelsel en NL Alert.
- Verder zullen afspraken worden gemaakt met bestuurders over het op eenduidige wijze openbaar maken van BOT-mi adviezen.

Bovenregionale samenwerking

De VRZHZ heeft ten tijde van het incident samengewerkt met de VRMWB. Deze samenwerking is gezamenlijk geëvalueerd. Hierin komen aspecten van de thema's 'leiding en coördinatie' en 'crisiscommunicatie' terug. Het investeren op een duurzame samenwerking is aangemerkt als voornaamste verbeterpunt. Hieraan is inmiddels opvolging gegeven door het gezamenlijk benoemen van vier duurzame samenwerkings-thema's in (de aanloop naar) de warme fase.

- Informeren en alerteren;
- Inzet van liaisons;
- Crisiscommunicatie (waaronder inzet van een bovenregionaal NL-Alert) en het beter op de hoogte zijn van de inrichting van elkaars processen;
- Evaluatie van een incident met bovenregionale effecten.

Deze thema's worden de komende periode in gezamenlijkheid nader uitgewerkt.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl