

Dodelijk ongeval in een reactor



MCV Kennisdag

Rapport Onderzoeksraad voor Veiligheid

Dodelijk ongeval in een reactor

3 februari 2023

Toedracht

Wat is er gebeurd?

Onderzoek naar toedracht door Zeeland Refinery

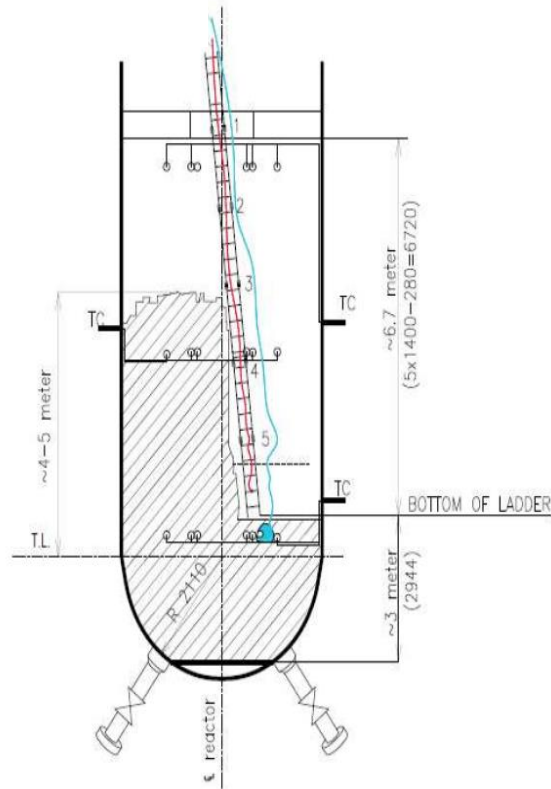
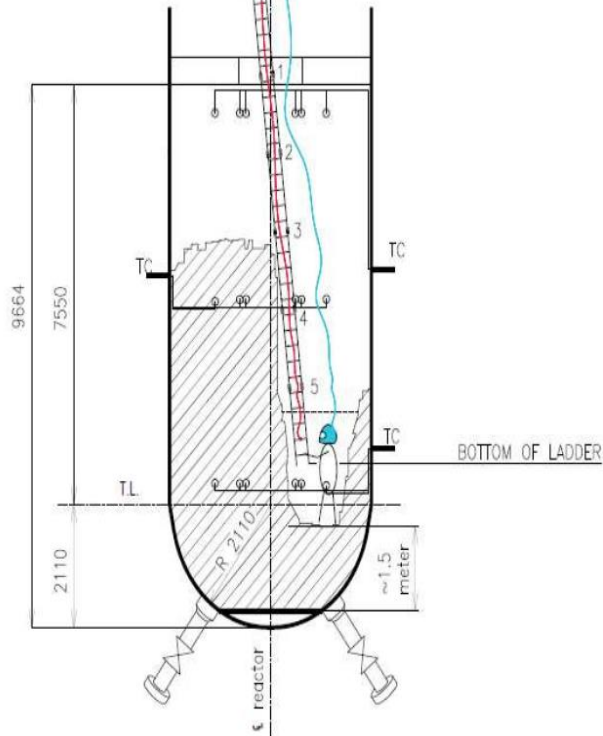
Wat is er gebeurd?

302R03 Bed 3
3 feb 2023 11:01

302R03 Bed 3
3 feb 2023 ~11:16

LUCHT TOEVOERLEIDING

REDDINGSKABEL



Samenvatting

- De duiker bevond zich op de bodem van een diepe kuil, onder een katalysatorwand van ca. 5 meter hoog
- De duiker zat niet vast aan zijn reddingskabel, deze had hij vastgemaakt aan de ladder
- Dumpnozzle werd geopend terwijl de duiker nog in de reactor aanwezig was
- Het duikteam greep niet in toen zij constateerden dat het werk niet volgens voorschriften verliep
- Na het openen van de dumpnozzle raakte de duiker bedolven onder katalysator
- Doordat het slachtoffer bedolven was, en niet vast zat aan zijn reddingskabel hadden de reddingsduikers veel moeite om het bedolven slachtoffer te vinden.
- De katalysator raakte verhit in de nabijheid van de duiker, vermoedelijk vanwege een reactie van lucht van zijn ademhaling systeem. Op dit moment was hij wel gelokaliseerd.
- Het slachtoffer werd om 12:08 met een lier uit de reactor gehesen. Hij was overleden.

Onderzoek van Onderzoeksraad voor Veiligheid

Welke lessen kan de industrie leren van dit ongeval?

Lessen en aanbevelingen

- Het ontladen van reactoren door middel van inerte betredingen kent grote veiligheidsrisico's.
- Deze risico's kunnen onvoldoende worden beheerst.
- Om de veiligheid van het ontladen van reactoren te verbeteren, heeft de Onderzoeksraad een aantal lessen en aanbevelingen geformuleerd.

Lessen voor de sector:

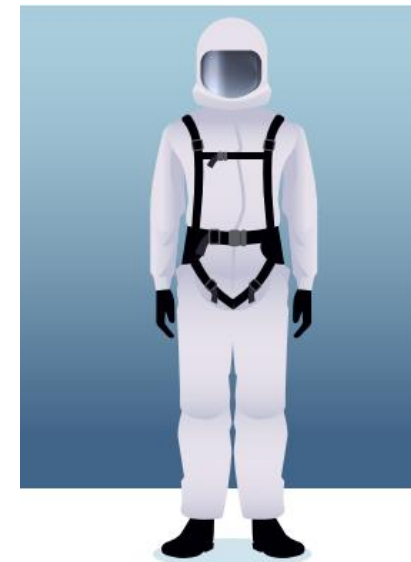
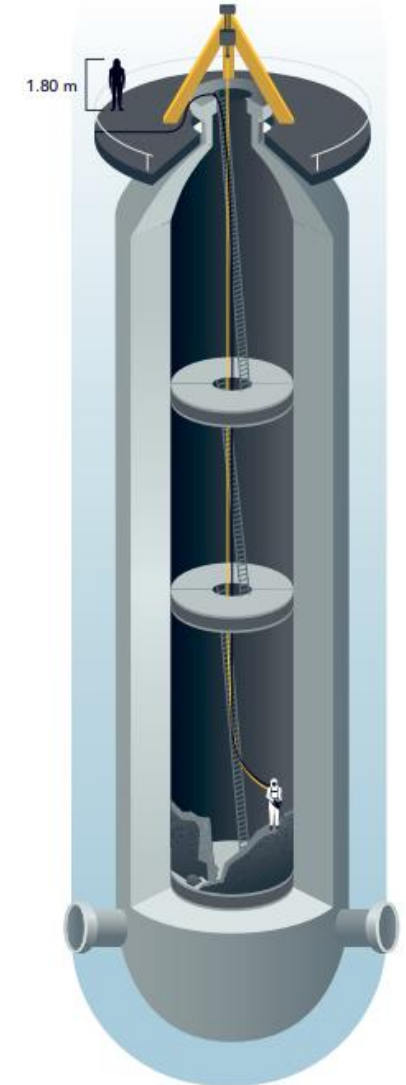
1. Stop met ontladen van reactoren door middel van inerte betredingen
2. Ontwikkel nieuwe, veiligere werkwijzen voor het ontladen van reactoren
3. Deel informatie over (bijna-)ongevallen binnen de sector

Opmerkingen van Zeeland Refinery

Het onderzoek besteedt geen aandacht aan:

- Menselijk gedrag en niet houden aan veiligheidsvoorschriften
- Groepsdynamiek / groepsgedrag
- Gefaalde interventie "WE INTERVENE"
- Wet- en regelgevend kader voor inerte betredingen
- Rol van de SIR (brancheorganisatie en regelgeving)
- Industriestandaard ECMA (best practices catalyst handling)

Zie tevens *Bijlage B reacties op conceptrapport 'Dodelijk ongeval in een reactor'* bij het onderzoeksrapport





Analyse OVV

- Veiligheidsrisico's bij inerte betredingen in reactoren
- Alternatieve manieren van ontladen
- Risico-inschatting betrokken partijen
- De keuze voor inerte betreding

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Deelconclusie 1: Veiligheidsrisico's bij inerte betredingen in reactoren

De **omstandigheden** maakt een reactor onder inerte stikstofatmosfeer een **levensbedreigende werkomgeving**:

- Verstikking
- Valgevaar
- Bedelving
- Verbranding
- Besloten ruimte

De genomen beheersmaatregelen zijn sterk afhankelijk van het **menselijk gedrag**:

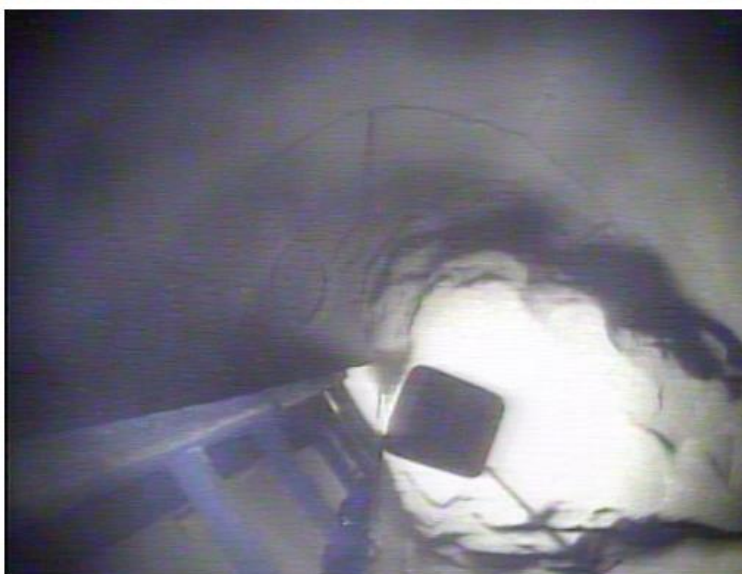
- Niet op het katalysatormateriaal tijdens dumpen
- Veiligheidslijn altijd aangekoppeld
- Niet dieper dan heuphoogte onder katalysatormateriaal
- Cameratoezicht
- Controle / toezicht met communicatielijnteam

- De Onderzoeksraad stelt dat de getroffen **beheersmaatregelen niet toereikend** zijn om de risico's weg te nemen omdat ze door de **omstandigheden negatief worden beïnvloed**.
- **Menselijk falen** leidt veelal tot een **fataal ongeval**.

- De Onderzoeksraad stelt dat er ruimte is om de **naleving van de beheersmaatregelen** te verbeteren.



◀ *Figuur 5: De duiker is niet zichtbaar op de foto, maar bevindt zich volgens betrokkenen aan de onderzijde van de ladder. Naast de ladder is aangekoekt katalysatormateriaal zichtbaar. (Bron: Video T.I.M.E.)*



◀ *Figuur 7: Een impressie van de binnenkant van een reactor met vastgekleefd katalysatormateriaal. (Bron: video T.I.M.E.).*

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

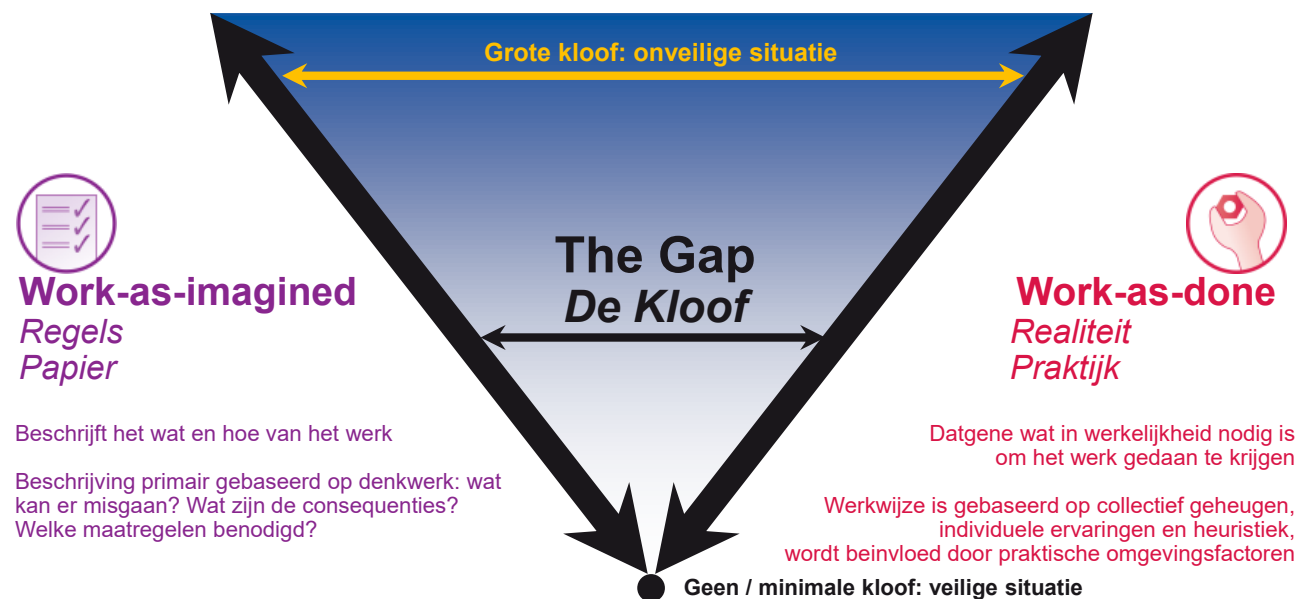
Deelconclusie 1: Veiligheidsrisico's bij inerte betredingen in reactoren

Visie Zeeland Refinery

Zeeland Refinery erkent dat de naleving van beheersmaatregelen essentieel is voor hoog-risico / levensbedreigende werkzaamheden waarvan de beheersmaatregelen sterk afhankelijk zijn van menselijk gedrag.

Naleving van dergelijke beheersmaatregelen bij Zeeland Refinery is essentieel en moet in de breedte verbeterd worden:

- Zorgvuldige werkvoorbereiding
- Werken volgens veilige werkmethodeken
- Kloof dichten tussen work-as-imagined ("regels" en "papier") en work-as-done ("realiteit" en "praktijk")
- Verbeterd toezicht
- We Intervene bij afwijkingen versterken



Zelfreflectie:

Welke andere hoog-risico / levensbedreigende werkzaamheden zijn er bij ZR, waarbij de veiligheidsmaatregelen sterk afhankelijk zijn van menselijk gedrag?

Voorbeeld: HIPO elektrisch veiligstellen in 2022.

Het **volgen van de procedure** voor elektrisch veiligstellen was voorheen sterk afhankelijk van **menselijk handelen**. Sinds de HIPO zijn de menselijke handelingen **geborgd** door middel van E-VSL.

Zelfreflectie:

Hoe zie jij jouw rol als **toezichthouder** bij (hoog-risico) werkzaamheden op ZR?

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Deelconclusie 2: Alternatieve manieren van ontladen



Maatregelen ZR / TIME voorafgaand aan ongeval

Ontladen van reactoren d.m.v. inerte betredingen

Gevaren: verstikking, vallen, bedelving, verbranding

Aanbevelingen OVV aan ZR / TIME (industrie)

Free flow (sinds 1990)	Passivatie dmv Catnap
Cardox (sinds 2012)	Screw conveyors (2012 / 2019)
Nat ontladen (309R01 2022)	Catflow (2023)

- O.a. controlelijst inerte betredingen "42 puntenlijst"
- Life Support Unit (LSU): Cameratoezicht, gasanalyses
- SIR-C certificering
- SIR-C teamsamenstelling
- Werkinstructies met o.a.:
 - Niet op katalysatorbed staan tijdens dumpen
 - Veiligheidslijn altijd aangekoppeld
 - Niet dieper dan heuphoogte
- Ademluchthelm, veiligheidslijn, beschermende kleding



▲ Figuur C1: Hiërarchie in effectiviteit van risicoreductie door verschillende type veiligheidsmaatregelen.¹⁰⁵

Stop met inerte betredingen

Inzetten op innovaties

Leren van incidenten

Visie Zeeland Refinery

- ZR en TotalEnergies zijn na het ongeval gestopt met inerte betredingen
- Nieuwe werkmethode (nat ontladen) brengen nieuwe risico's met zich mee
- Risicobeheersing blijft (deels) afhankelijk van menselijk handelen
- Lessen zijn & worden gedeeld met branche
- Participatie ZR in SIR werkgroep

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid



Deelconclusie 3: Risico-inschatting betrokken partijen

Risico-inschatting Zeeland Refinery

- Inventarisatie risico door ZR onvolledig
- ZR vertrouwt op expertise van T.I.M.E. om het werk veilig uit te voeren

Risico-inschatting T.I.M.E.

- T.I.M.E. vertrouwt op naleving veiligheidsvoorschriften
- Veiligheidsvoorschriften worden in de praktijk niet nageleefd en mogelijk verschillend geïnterpreteerd

Visie Zeeland Refinery

- Bij risico-analyses moet de vraag gesteld worden of menselijk handelen een veiligheidsbarrière is en/of aanvullende maatregelen (bronaanpak / technische maatregelen) nodig zijn omdat menselijk gedrag kan falen.
- ZR moet altijd een kritische en vragende houding aannemen ten aanzien van gespecialiseerde partijen
- ZR moet ook toezien dat de contractor veiligheidsvoorschriften naleeft, met inachtneming van het feit dat menselijk gedrag feilbaar is.
- *Work-as-imagined = work-as-done? Close the gap*
- Bevorderen van ingrijpen bij en melden van afwijkingen

Zelfreflectie:

Welke veiligheidsregels worden in de praktijk (soms) naast ons neergelegd?
Wanneer (en waarom) is het moeilijk om ons aan deze veiligheidsregels te houden?

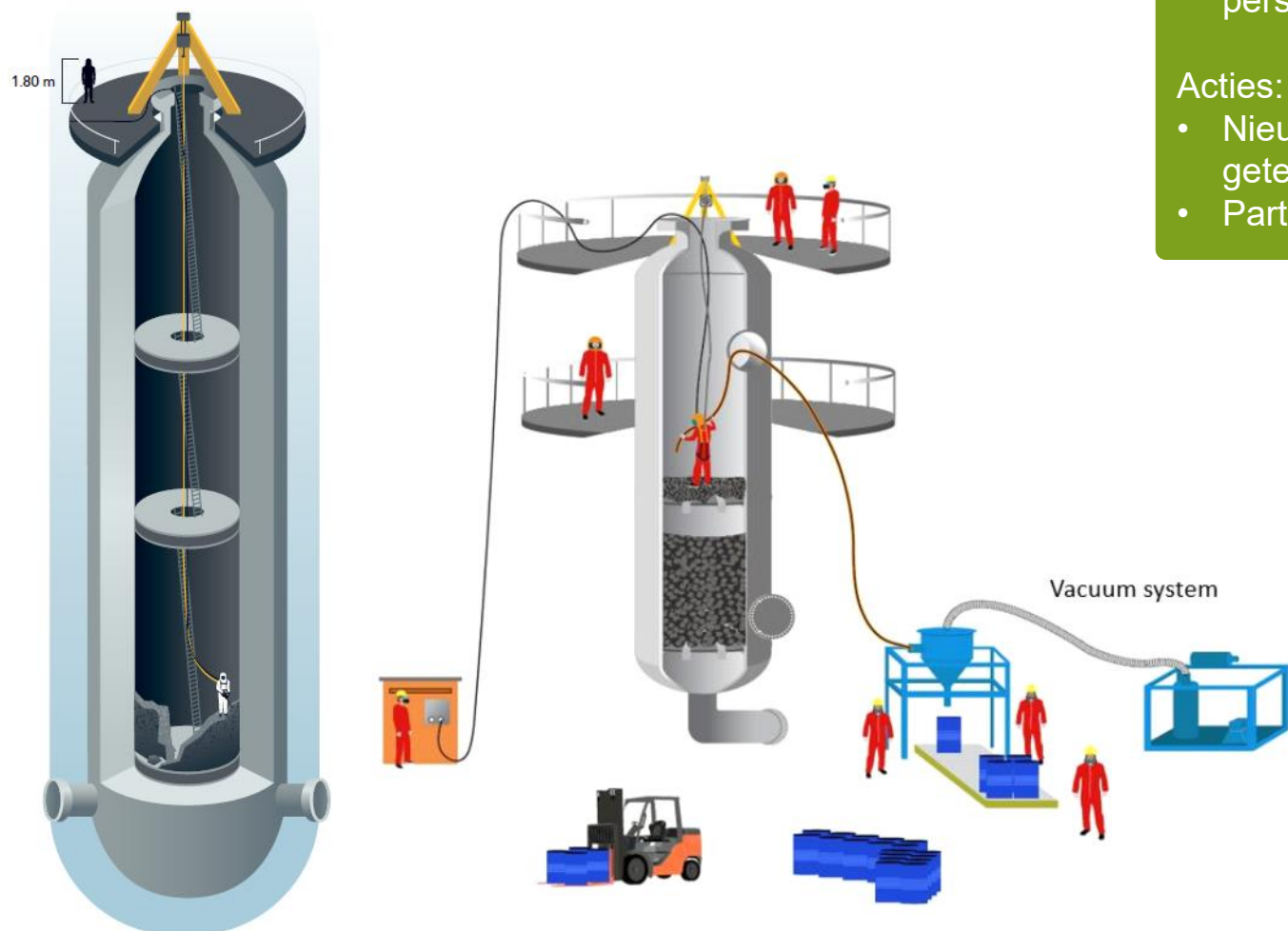
Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Deelconclusie 3: Risico-inschatting betrokken partijen: redding in de praktijk



Redding in de praktijk

Het reddingsplan overschat de mogelijkheden om duiker uit reactor te halen bij calamiteiten



Visie Zeeland Refinery

- Realistisch oefenen op reddingsplan is noodzakelijk
- Verplichte reddingsoefeningen (als onderdeel van SIR persoonscertificering) zijn in de praktijk onvoldoende gebleken

Acties:

- Nieuw protocol t.a.v. betreding besloten ruimte opgesteld en getest middels pilots tijdens o.a. PFU/DHT/KMU shutdowns
- Participatie ZR in werkgroep SIR over "catalyst handling"



Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Deelconclusie 4: De keuze voor inerte betreding

De wijze waarop ZR uitvraag doet in de markt, is belemmerend voor innovaties

- Werkmethode vastgelegd in uitvraag
- Meerjarencontract legt inerte betreding vast, geen discussie over werkmethode

In de praktijk ruimte was voor verbetering veiligere technieken en innovatie, maar komt volgens OVV niet tot uiting in de contracten.

Visie Zeeland Refinery

- De werkmethode niet vastleggen in een meerjarig contract
- De inhoud van het contract mag innovaties op het gebied van een andere, veiligere methode niet belemmeren.
- Contractors actief aanzetten tot rapportage over innovaties op het gebied van veiligheid
- Onze cultuur verbeteren: veiligheidsoverwegingen vs. eigenbelang (belangen-balans)



Zelfreflectie:

Bij welke hoog-risico werkzaamheden moet in de uitvraag ruimte worden gelaten voor innovaties / alternatieven voor bronaanpak?



Aanbevelingen OVV

Aanbevelingen

Aan T.I.M.E. Service Catalyst Handling:

1. Stop met het ontladen van reactoren door middel van inerte betredingen.

Aan Zeeland Refinery en T.I.M.E. Service Catalyst Handling:

2. Deel de bovengenoemde lessen met brancheleden om hen ertoe te bewegen te stoppen met inerte betredingen en veiligere methoden voor het ontladen van reactoren te ontwikkelen. Maak daarbij gebruik van de relevante nationale en internationale samenwerkingsverbanden, zoals Vemobin, SIR en ECMA.

3. Neem het voortouw in de verdere ontwikkeling van nieuwe, veiligere methoden voor het ontladen van reactoren.

Aan de staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid:

4. Bevorder dat de sector stopt met het ontladen van reactoren door middel van inerte betredingen.

Vraag & antwoord





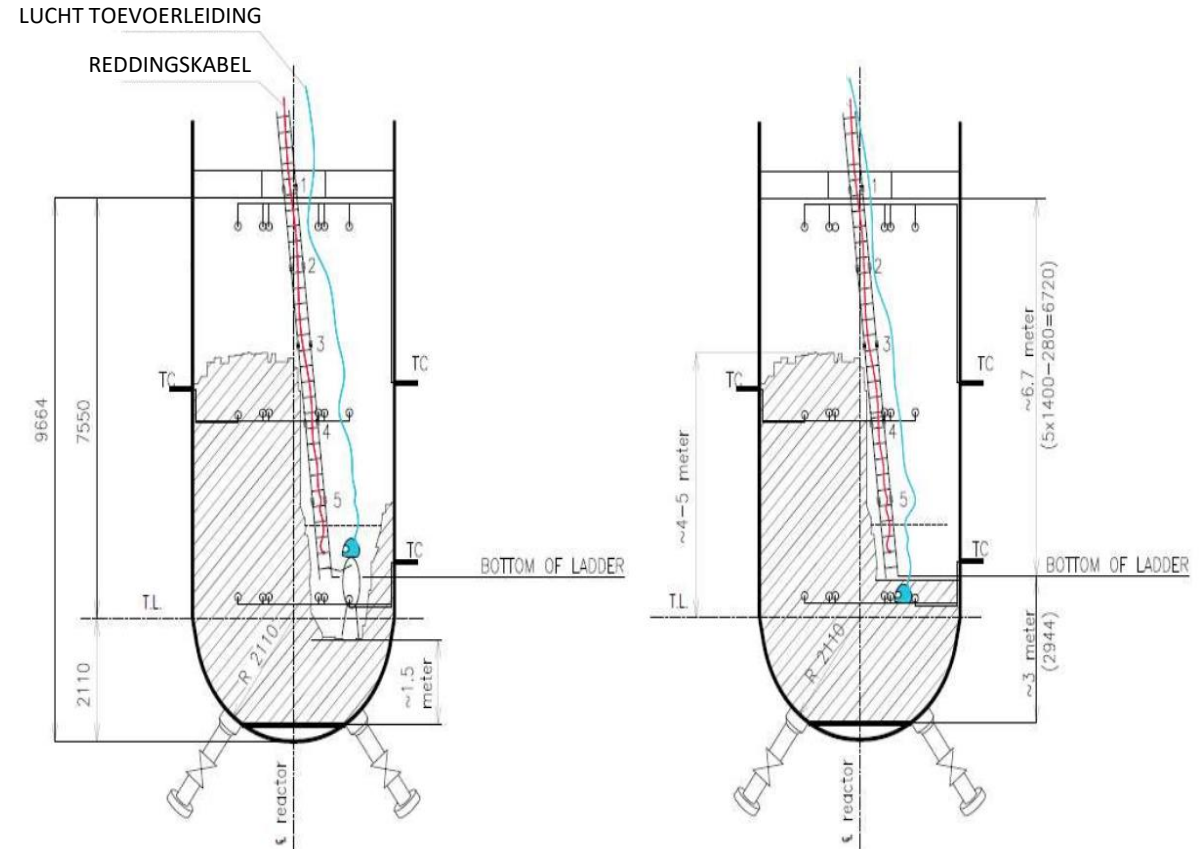
Conclusies OVV

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Conclusies

Toedracht

- Op 3 februari 2023 is een werknemer van T.I.M.E. bedolven geraakt onder katalysatormateriaal toen hij bezig was met het verwijderen van dat materiaal in een reactor van Zeeland Refinery.
- Hij is verbrand en om het leven gekomen
- De maatregelen die zijn genomen hebben niet kunnen voorkomen dat de werknemer van een industrieel reinigingsbedrijf onder een laag katalysatormateriaal terecht is gekomen.
- Door het contact van zuurstofhoudende lucht met het vervuilde katalysatormateriaal is brand ontstaan.
- Door het katalysatormateriaal dat op hem lag is hij niet in staat geweest zichzelf te bevrijden.
- Meerdere reddingspogingen zijn vergeefs geweest, waardoor de redding niet het verschil heeft kunnen maken tussen leven of dood.

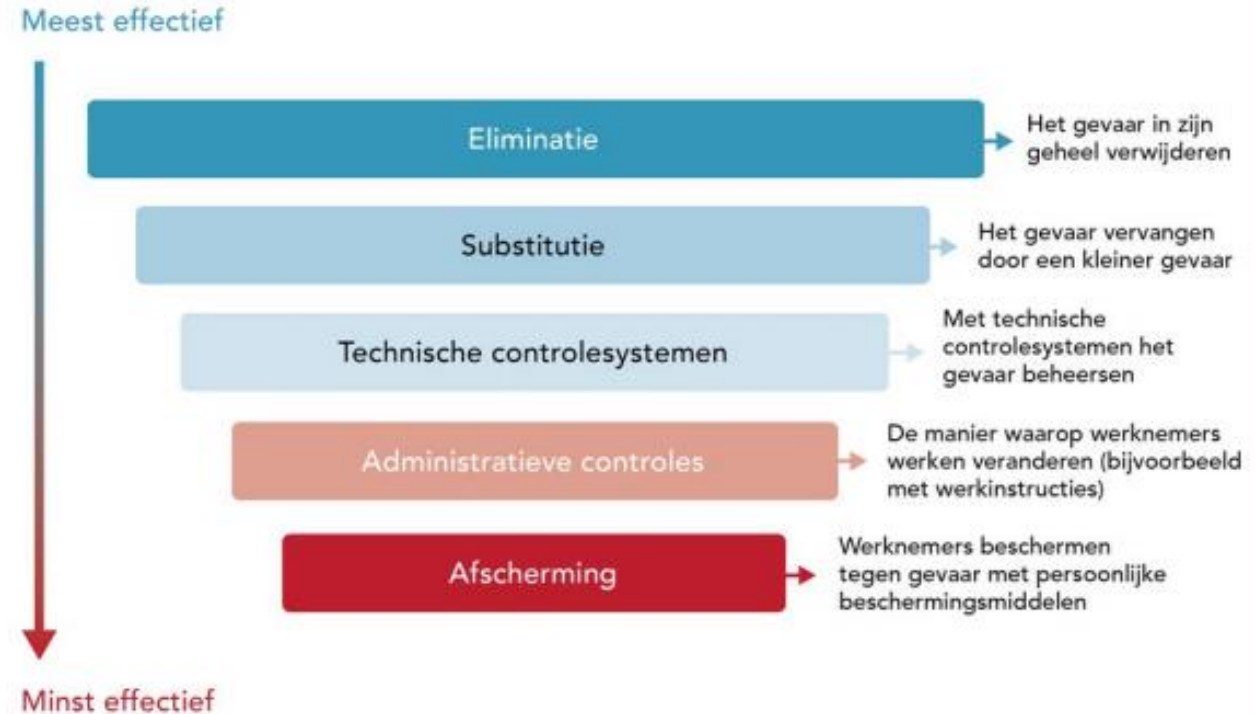


Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Conclusies

Veiligheidsrisico's

- Zeeland Refinery en T.I.M.E. zijn bekend met de risico's die gepaard gaan met het verwijderen van katalysatormateriaal in een reactor onder inerte atmosfeer
- Om maatregelen om onder meer verstikking, bedelving en verbranding te mitigeren worden maatregelen toegepast volgens de arbeidshygiënische strategie.
- Deze strategie gaat uit van maatregelen op verschillende niveaus die meer of minder risicoreductie bereiken.
- Zeeland Refinery en T.I.M.E. pasten collectieven maatregelen en individuele maatregelen toe. Dat zijn maatregelen op de twee laagste niveau's.



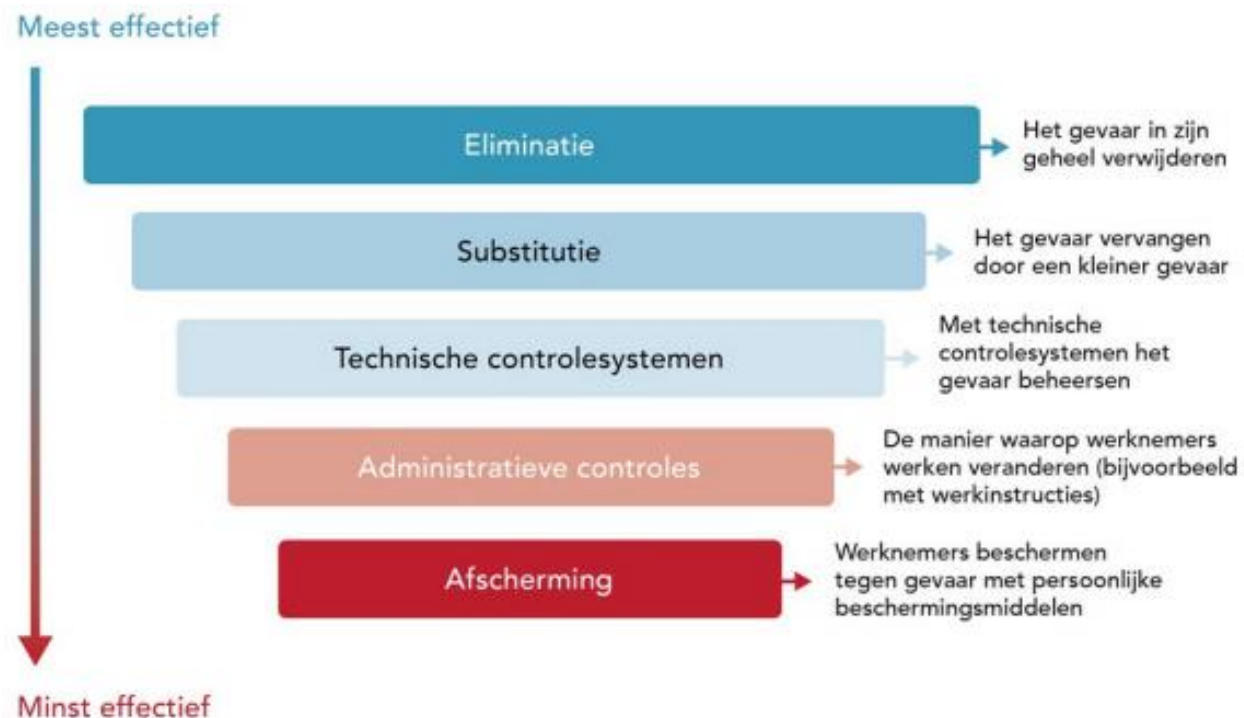
▲ Figuur C1: Hiërarchie in effectiviteit van risicoreductie door verschillende type veiligheidsmaatregelen.¹⁰⁵

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Conclusies

Veiligheidsrisico's

- Om de veiligheidsrisico's die gepaard gaan met het verwijderen van katalysatormateriaal onder inerte atmosfeer te mitigeren hebben Zeeland Refinery en T.I.M.E. maatregelen genomen die de kans op een ongeval reduceren.
- De ernst van het ongeval (het effect) blijft gelijk.
- Een belangrijke waarborg voor veilig werken is het volgen van de werkvoorschriften.
- Aangezien er redenen zijn voor het, al dan niet bewust, afwijken van deze voorschriften en de mens feilbaar is, blijft de kans op een ongeval reëel.
- Doordat de ernst van een ongeval niet of nauwelijks te reduceren is, zullen de gevolgen vrijwel altijd ernstig zijn.
- Dat maakt het werken in een reactor onder inerte atmosfeer inherent onveilig



▲ Figuur C1: Hiërarchie in effectiviteit van risicoreductie door verschillende type veiligheidsmaatregelen.¹⁰⁵

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Conclusies

Leren van voorvallen

- Het leren van voorvallen is een belangrijke manier om veiligheidsrisico's te reduceren.
- Door eerdere voorvallen te analyseren en de oorzaken die tot het geleid te identificeren, is het mogelijk om risico's die nog niet in beeld waren te beheersen.
- Informatie over voorvallen die plaatsvinden tijdens de reiniging van een reactor worden beperkt gedeeld binnen de sector.
- Dat ontnemt de partijen de mogelijkheid om te leren van andere voorvallen en hun werkwijze daarop aan te passen.
- Noch bij T.I.M.E., noch bij Zeeland Refinery was een vergelijkbaar en daarmee relevant dodelijk ongeval uit 2014 bekend.
- Onvolledige informatie en het beperkt delen van informatie over voorvallen leidt tot een onvolledig inzicht in de veiligheidsrisico's en belemmert het lerend vermogen in de sector.



Dodelijk ongeval in Lingen, Duitsland (2014)

Het ongeval bij Zeeland Refinery vertoont gelijkenissen met een voorval uit 2014 in een reactor van een andere olieraffinaderij in het Duitse Lingen met eveneens een dodelijke afloop. Ook in Lingen kwam de duiker onder katalysatormateriaal terecht, waarbij het materiaal tot ontbranding kwam als gevolg van het contact met de uitgedemde lucht. Hoewel de duiker bij het ongeval in Lingen wel verbonden was met zijn veiligheidslijn kon hij, vanwege de hoeveelheid katalysatormateriaal waaronder hij bedolven was, niet omhoog getakeld worden. In 2004 vond in Antwerpen een vergelijkbaar voorval plaats. Destijds kon de medewerker, hoewel verbrand, op eigen kracht de reactor verlaten.

Dodelijk ongeval in Porvoo, Finland (2010)

In 2010 vond een ongeval plaats in Porvoo, Finland, waarbij twee medewerkers van T.I.M.E. betrokken waren. [Zie onderzoeksrapport](#)

Dodelijk ongeval in Le Havre, Frankrijk (2021)

Een medewerker van een industrieel reinigingsbedrijf ging bij een olieraffinaderij een reactor in om een restlading katalysatormateriaal onderin de reactor te verwijderen. [Zie onderzoeksrapport](#)

De keuze voor inerte betreding

- Ten tijde van de aanbesteding van de opdracht voor het ontladen van de reactoren heeft Zeeland Refinery de keuze gemaakt om te ontladen middels inerte betreding.
- Zowel Zeeland Refinery als T.I.M.E. was ervan overtuigd dat een inerte betreding, hoewel potentieel gevaarlijk, verantwoord uitgevoerd kon worden mits werknemers zich aan de voorgeschreven procedures zouden houden.
- Tot aan het ongeval op 3 februari 2023 was het losbikken en opzuigen van katalysatormateriaal door middel van een inerte betreding een gangbare methode die al vele jaren werd gebruikt.
- Het is een betrouwbare methode ten aanzien van doorlooptijd en resultaat. Ten opzichte van alternatieve methoden van ontladen betreft het een methode die relatief snel is waardoor stilstand wordt beperkt, het hoogste percentage herwinbaar materiaal oplevert en de minste afvalstoffen geeft.
- De voordelen van ontladen door middel van een inerte betreding, gecombineerd met een raamcontract waarin deze manier van ontladen was vastgelegd, beperkten een discussie over de veiligheid van deze manier van ontladen en beperkten daardoor het zoeken naar alternatieven waardoor een inerte betreding overbodig wordt.

Onderzoek door de Onderzoeksraad voor Veiligheid

Conclusies



Hoofdconclusie

- Het ontladen van reactoren met behulp van een inerte betreding is inherent onveilig voor de werknemer die als 'duiker' de reactor ingaat.
- De getroffen maatregelen die de veiligheid moesten waarborgen waren onvoldoende robuust.
- De betrokken partijen namen onterecht aan dat de genomen maatregelen de veiligheid van de werknemer voldoende konden waarborgen en het veiligheidsrisico tot een acceptabel konden terugbrengen.