

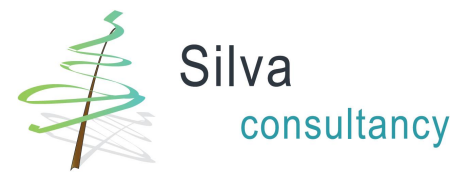
Silva Consultancy

Landsteinerstraat 16 • 5017 KJ Tilburg

Telefoon 06 18876019

info@silvaconsultancy.nl

www.silvaconsultancy.nl



Project: Eindscriptie Hogere Veiligheidskunde PHOV, Utrecht 40

Auteur: R.A.J. (Rudy) Bos

Telefoon: 06 18876019

E-mail: rbos@silvaconsultancy.nl

Datum: 08-06-2012

Cursusgroep: Utrecht 40

Scriptiementor: Macco Korteweg Maris

Status: deze scriptie is openbaar

PGS 29, een solide fundering?

Een incidentenanalyse





0	08-06-2012	Definitieve versie	R.A.J. Bos
Rev.	Datum	Omschrijving	Opsteller

© Copyright Silva Consultancy

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

Voorwoord

Op 11 december 2005 vond in Hemel Hempstead in Groot-Brittannië een zwaar ongeval plaats op de Buncefield olieterminal. Het was de grootste brand in West-Europa sinds de Tweede Wereldoorlog. Er raakten 43 mensen gewond en de zwarte rookwolken strekten zich uit tot in Frankrijk. Oorzaak van de brand was het falen van verschillende veiligheidsvoorzieningen, zoals hoogniveaumeters en -alarmering.

De onderzoeksresultaten van bovenstaande ramp hebben geresulteerd in een herziening van de PGS 29 in 2008. Hieruit blijkt dat uit ongevallen lessen kunnen worden getrokken die mogelijk invloed hebben op onze visie met betrekking tot de stand der veiligheidstechniek: bevindingen uit incidentenanalyses kunnen resulteren in het herzien van wetgeving en richtlijnen.

Bovenstaande riep bij mij de vraag op of er in het verleden meerdere ongevallen hebben plaatsgevonden waarbij de onderzoeksresultaten redenen geven tot herziening van de PGS 29-richtlijn. Anders gezegd: in hoeverre biedt de huidige PGS 29 richtlijn voldoende veiligheidsvoorschriften om ongevallen die in het verleden hebben plaatsgevonden met opslagtank met brandbare vloeistoffen te kunnen voorkomen? Deze vraag heb ik getracht te beantwoorden in voorliggende scriptie, die is opgesteld in het kader van de opleiding Hogere Veiligheidskunde (PHOV). Hoewel ik werkzaam ben als medewerker externe veiligheid bij de provincie Noord-Brabant is deze scriptie geheel op eigen naam geschreven. De inhoud van deze scriptie geeft dus niet per definitie de mening van de provincie Noord-Brabant weer.

Deze scriptie had ik niet zonder hulp van een aantal personen op deze wijze kunnen maken. Ik wil iedereen bedanken die interesse heeft getoond tijdens het scriptietraject, zowel inhoudelijk, procesmatig als persoonlijk. Speciale dank aan mijn scriptiementor Macco Korteweg Maris en mijn scriptiecollega's, Dirk-Jan Schreurs, Jasper Hersbach en Jos Janse voor de begeleiding en de nuttige, maar ook gezellige intervisiebijeenkomsten. Daarnaast wil ik mijn collega's Wim Derksen en Ankie Dieden van de provincie Noord-Brabant bedanken voor het beantwoorden van mijn soms oneindige vragenstroom en Harold Pijnenburg voor zijn waardevolle bijdrage in de vorm van kritische noten en nuttige tips en adviezen. Bijzondere dank gaat uit naar mijn vriendin Juliette voor de steun en het begrip die zij mij heeft gegeven in de periode waarin mijn studie veel vrije tijd heeft gevraagd.

Rudy Bos
Tilburg, juni 2012

Samenvatting

Om de risico's van gevaarlijke stoffen te beperken zijn eisen en voorschriften die aan het gebruik en de opslag van gevaarlijke stoffen worden gesteld vastgelegd in wet- en regelgeving en richtlijnen. De onderzoeksresultaten van de ramp op de Buncefield olieterminal in 2005 laten zien dat aanpassing van deze eisen en voorschriften soms noodzakelijk is om de kans op herhaling te beperken. Mede daarom is het van belang om de oorzaken en gevolgen van incidenten grondig te analyseren.

In deze studie is voor de bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks onderzocht of door toepassing van de PGS 29-richtlijn de kans op een incident met een bovengrondse atmosferische opslagtank met brandbare vloeistof tot een acceptabel niveau kan worden beperkt. Hiertoe is gekeken welke incidenten er in het verleden hebben plaatsgevonden, wat de oorzaken van deze incidenten waren en in hoeverre in de PGS 29-richtlijn voorschriften zijn opgenomen die dergelijke incidenten kunnen voorkomen.

Het doel van het onderzoek is om aanbevelingen te formuleren ter verbetering van de veiligheid van bovengrondse opslagtanks waarin brandbare vloeistoffen worden opgeslagen.

Op basis van een uitgevoerde incidentenanalyse is gebleken dat er drie directe oorzaken zijn aan te wijzen die grotendeels verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de incidenten:

- Overdruk
- Externe belasting
- Corrosie

Ontsteking van een explosieve atmosfeer en het overvullen van een opslagtank zijn belangrijke onderliggende oorzaken voor overdruk. Bij externe belasting zijn de onderliggende oorzaken het falen van de draagconstructie door een ontwerpfout of tijdens werkzaamheden aan de tank. Voor tanks met een drijvend dak is het bezwijken van het dak door de aanwezigheid van grote hoeveelheden sneeuw of regen een bijkomende onderliggende oorzaak. Het falen van een tank ten gevolge van corrosie wordt voornamelijk veroorzaakt doordat een verkeerde inschatting wordt gemaakt van de corrosiesnelheid van de tank door het opgeslagen product.

Wanneer wordt gekeken naar de oorzaken van de incidenten in relatie tot de maatregelen die de PGS 29-richtlijn voorschrijft kan worden geconcludeerd dat in de huidige PGS 29-richtlijn voldoende generieke voorschriften zijn opgenomen om de veiligheid van de opslag van brandbare vloeistoffen in bovengrondse atmosferische opslagtank te kunnen borgen. Een verbetering van het veiligheidsniveau dient dan ook niet zo zeer te worden bereikt door aanpassing van de PGS 29-richtlijn.

Om het veiligheidsniveau te kunnen verbeteren is het van belang dat de voorschriften uit de PGS 29-richtlijn in de omgevingsvergunning van de inrichting worden voorgeschreven en door het bedrijf worden geïmplementeerd. Proactief handelen door zowel de overheid als het bedrijfsleven is hierbij van belang. Dit hangt nauw samen met de veiligheidscultuur die binnen de bedrijven heerst: bedrijven met een goede veiligheidscultuur zullen eerder geneigd zijn om veiligheidsmaatregelen die (nog) niet in hun vergunning zijn voorgeschreven te implementeren of mee te werken aan de actualisatie van hun vergunning. Verbeteren van de veiligheidscultuur is daarom een belangrijk onderwerp.

Dit kan ook worden geconcludeerd op basis van de incidentenanalyse, waaruit blijkt dat op organisatorisch niveau er vier belangrijke maatregelen aan te wijzen zijn die veelal niet op orde waren:

1. Instructies en procedures;
2. Opleiding en training van het personeel;
3. Inspectieprogramma;
4. Management van onderhoud.

Het is van belang dat binnen een inrichting bovenstaande maatregelen goed worden vastgelegd of procedureel worden geborgd. Indien binnen een bedrijf een goede veiligheidscultuur heerst, zal verbeteren van de veiligheid een continu aandachtspunt zijn en zal de borging in de bedrijfsvoering zijn geïntegreerd.

Het werken aan een juiste veiligheidscultuur is primair de taak van de bedrijven. Maar ook als toezichthouder is het van belang aspecten van veiligheidscultuur in inspecties te kunnen herkennen en ze bij het bedrijf onder de aandacht te brengen. Het is daarom wenselijk om veiligheidscultuur onderdeel te laten uitmaken van de inspecties. Idealiter zou het mogelijk moeten zijn om het bedrijf te verplichten om tot een corrigerende aanpak van de veiligheidscultuur te komen, bijvoorbeeld door het opnemen van de verplichting onderzoek te verrichten naar veiligheidscultuur en maatregelen te nemen ter verbetering. Mogelijk dat dit als aanvullend voorschrift in de PGS 29-richtlijn kan worden opgenomen.

Een andere aanbeveling is om in de PGS 29-richtlijn een categorisering te maken waarbij rekening wordt gehouden met het aantal tanks dat binnen een inrichting aanwezig is en de inhoud van deze tanks. Voor iedere categorie dient een voorschriftenpakket te worden vastgesteld, waarbij afhankelijk van de zwaarte van de categorie, maatwerk of standardeisen worden voorgeschreven. Dit levert niet alleen voordelen op voor het bedrijfsleven, maar tevens voor de bevoegde gezagen die de voorschriften uit de PGS 29 moeten opnemen in de vergunning en moeten toezien op de naleving van deze voorschriften.

Daarnaast dient het aantal verwijzingen in de PGS 29-richtlijn naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden tot een minimum te worden beperken. Dit om de leesbaarheid, begrijpbaarheid en bruikbaarheid van de PGS 29 te vergroten. Indien het opnemen van dergelijke verwijzingen toch noodzakelijk is, dient in de voorschriften van de PGS 29 expliciet te worden aangegeven welke onderdelen/onderwerpen uit deze documenten van toepassing zijn. Dit aangezien zelden de gehele inhoud van de documenten relevant is en bovendien het in vergunningen opnemen van voorschriften waarin algemeen wordt verwezen naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden door de Raad van State niet wordt goedgekeurd.



	Inhoudsopgave	Pagina
	Voorwoord	3
	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Probleemstelling	8
1.3	Doelstelling	9
1.4	Uitvoering	9
1.5	Leeswijzer	9
2	Inventarisatie van de incidenten	10
2.1	Gehanteerde bronnen	10
2.2	Selectie van relevante incidenten	11
3	Analyse van de incidenten	12
3.1	Stap 1: vaststellen van de directe oorzaken	14
3.2	Stap 2: vaststellen van de onderliggende oorzaken	15
3.3	Stap 3: vaststellen Lines of Defence	17
4	Lines of Defence in relatie tot de voorschriften in PGS 29	24
5	De implementatie van de PGS 29 in de praktijk	28
5.1	Actualiteit milieu- of omgevingsvergunning	28
5.2	Resultaten GAP-analyses	29
6	Conclusie	30
7	Aanbevelingen	32
7.1	Inhoud en opbouw van de PGS 29-richtlijn	32
7.2	Implementatie en naleving van de PGS 29-richtlijn	33
	Referenties	34
	Bijlage 1. Definitief scriptievoorstel en goedkeuring	35
	Bijlage 2. Overzicht gehanteerde bronnen t.b.v. incidentenonderzoek	39
	Bijlage 3. Gehanteerde selectiecriteria voor de incidenteninventarisatie	41
	Bijlage 4. Rapportageformulieren van de incidenten	42
	Bijlage 5. Samenvatting van de incidenten	88



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De opslag van brandbare vloeistoffen brengt veiligheidsrisico's met zich mee. Wanneer deze risico's zich beperken tot de inrichting waar de stoffen worden opgeslagen spreken we over *interne* veiligheidsrisico's. Indien de risico's dusdanig groot zijn dat ook buiten de inrichting schadelijke effecten kunnen optreden wordt gesproken over *externe* veiligheidsrisico's.

Om de risico's van gevaarlijke stoffen te beperken heeft de overheid eisen en voorschriften die aan het gebruik en de opslag van gevaarlijke stoffen worden gesteld, vastgelegd in wet- en regelgeving. Zo zijn in de arbeidsomstandighedenwet [1] doelvoorschriften opgenomen met betrekking tot interne veiligheidsaspecten en zijn in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) [2] grens- en richtwaarden vastgelegd die betrekking hebben op externe veiligheid.

Daarnaast dient het bevoegde gezag volgens artikel 9.2 van de Regeling omgevingsrecht (Mor) [3] bij het verlenen van een vergunning rekening te houden met de voor de inrichting in aanmerking komende Beste Beschikbare Technieken (BBT). Wat binnen Nederland wordt gezien als BBT is vastgelegd in de zogenaamde BBT-informatiedocumenten¹. Een overzicht van deze documenten is opgenomen in tabel 2, bijlage 1 Aanwijzing BBT documenten van het Mor.

Met het vaststellen van (wettelijke) normen en richtlijnen kan niet worden voorkomen dat incidenten plaatsvinden waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken. Wel is het mogelijk om de kans op herhaling van een incident te verkleinen door de normen en richtlijnen aan te passen indien een incident hiertoe aanleiding geeft. Vandaar dat het zinvol is om de oorzaken en gevolgen van incidenten te analyseren.

1.2 Probleemstelling

Voor de bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks is in Nederland de PGS 29-richtlijn [4] aangewezen als BBT-document. Het doel van deze richtlijn is in het algemeen het verkleinen van veiligheidsrisico's. In deze studie is onderzocht in hoeverre door toepassing van de PGS 29-richtlijn kan worden voorkomen dat ongewenste gebeurtenissen kunnen leiden tot zware ongevallen binnen en buiten een inrichting.

De centrale onderzoeksvraag in deze studie luidt als volgt:

Biedt de PGS 29-richtlijn voldoende voorschriften om de kans op een incident met een bovengrondse atmosferische opslagtank met brandbare vloeistof tot een acceptabel niveau te beperken?

¹ De BBT-documenten zijn de documenten waarmee het bevoegd gezag bij de bepaling van beste beschikbare technieken (BBT) in het kader van de vergunningverlening rekening moet houden.

Om bovenstaande vraag te beantwoorden dienen diverse aspecten te worden beschouwd. Vandaar dat de centrale onderzoeksvraag is uitgesplitst in een aantal deelvragen. Deze deelvragen zijn hieronder geformuleerd:

- *Welke incidenten hebben in het verleden plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks?*
- *Wat zijn de directe oorzaken en de onderliggende oorzaken van deze incidenten?*
- *Bevat de PGS 29 voorschriften waarin voorzieningen of beheersmaatregelen zijn voorgeschreven die de geanalyseerde incidenten hadden kunnen voorkomen?*
- *Zijn er voorzieningen of beheersmaatregelen denkbaar die de kans op een incident kunnen beperken, maar die niet in de PGS 29-richtlijn zijn opgenomen?*

Door deze deelvragen uit te werken kan antwoord worden gegeven op de centrale onderzoeksvraag.

1.3 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om aanbevelingen te formuleren ter verbetering van de veiligheid van bovengrondse opslagtanks waarin brandbare vloeistoffen worden opgeslagen.

1.4 Uitvoering

Aan de hand van een incidenteninventarisatie is onderzocht welke incidenten er de afgelopen decennia hebben plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks. Voor deze inventarisatie is gebruik gemaakt van incidentendatabases en literatuurbronnen. Voor ieder incident is vervolgens vastgesteld welke directe oorzaak en basisoorzaken er aan het incident ten grondslag liggen. Op basis van deze oorzaken is nagegaan of er maatregelen getroffen hadden kunnen worden om deze incidenten te voorkomen. Tot slot is vastgesteld in hoeverre deze maatregelen vertaald zijn naar voorschriften in de PGS 29 en of het wenselijk is om, op basis van de bevindingen, aanvullende voorschriften op te nemen in de PGS 29.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is beschreven hoe de inventarisatie van de incidenten tot stand is gekomen. Hierbij is aangegeven welke bronnen zijn gehanteerd en op basis van welke criteria de incidenten zijn geselecteerd. De analyse van de incidenten is opgenomen in hoofdstuk 3. Hierin is onderscheid gemaakt in drie stappen waarin achtereenvolgens de directe oorzaken, de basisoorzaken en de veiligheidsmaatregelen die het ongeval kunnen voorkomen zijn vastgesteld. De vertaling van de veiligheidsmaatregelen naar de voorschriften uit de PGS 29 is beschouwd in hoofdstuk 4. Vervolgens is in hoofdstuk 5 nagegaan in hoeverre de voorschriften uit de PGS 29 in de praktijk zijn voorgeschreven en geïmplementeerd. Hoofdstuk 6 geeft de conclusies van de studie. Tot slot zijn in hoofdstuk 7 de aanbevelingen om de veiligheid te vergroten beschreven.

2 Inventarisatie van de incidenten

2.1 Gehanteerde bronnen

Om te achterhalen welke incidenten er in het verleden hebben plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks is gebruik gemaakt van een tweetal incidentendatabases:

- Major Accidents Reporting System (MARS);
- FACTS database

Major Accidents Reporting System (MARS)

Het Major Accidents Reporting System (MARS) is opgezet door het Major Accidents and Hazards Bureau van het EU Joint Research Centre. De database bevat informatie over 'grote ongevallen' die door lidstaten van de Europese Unie aan de Europese Commissie is verstrekt, overeenkomstig de bepalingen van de 'Seveso II Richtlijn'. De database bevat gegevens over ernstige ongevalgebeurtenissen die sinds de jaren 80 hebben plaatsgevonden. Het merendeel van de gerapporteerde incidenten heeft betrekking op de periode tussen 1995 en 2003.

FACTS database

De online database FACTS bevat informatie over industriële ongevallen waarbij schadelijke materialen betrokken waren die ernstige schade en gevaar (hadden kunnen) veroorzaken. De database is eind jaren 70 opgezet door TNO en wordt momenteel beheerd en geëxploiteerd door de Gezamenlijke Brandweer. FACTS staat voor 'Failure and Accidents Technical information System'. De database bevat meer dan 24.300 beschrijvingen van ongevallen met schadelijke stoffen die wereldwijd hebben plaatsgevonden in de afgelopen 90 jaar. De informatie die is opgeslagen in FACTS is verkregen uit betrouwbare, professionele bronnen, zoals ongevalrapporten van bedrijven, overheidsinstellingen (zoals CSB, NTSB, NRC, MARS, ARIA, Zema), of uit publicaties in technische tijdschriften en andere literatuur.

Uit deze databases is een overzicht verkregen van de incidenten die de afgelopen decennia hebben plaatsgevonden. Aangezien de diepgang van de informatie uit de databases vaak beperkt is, is aan de hand van het verkregen overzicht nader gezocht naar literatuur waarin de betreffende ongevallen uitgebreider zijn beschreven. Een overzicht van deze literatuurbronnen is opgenomen in bijlage 2.

Ondanks dat incidenten met atmosferische opslagtanks waarin brandbare vloeistoffen worden opgeslagen (wereldwijd) met regelmaat voorkomen, blijkt dat over het algemeen weinig informatie wordt verstrekt over de specifieke achtergrond en de gevolgen van de incidenten. Met name technische informatie over een incident is erg moeilijk te achterhalen. Slechts incidenteel worden uitgebreide onderzoeksrapporten van een incident openbaar gemaakt. Vandaar dat het, ondanks de grondige inventarisatie, mogelijk is dat niet alle incidenten in deze rapportage zijn opgenomen of dat van een incident niet voldoende relevante informatie kon worden achterhaald om het incident in de studie mee te nemen.

2.2 Selectie van relevante incidenten

Om uit de gebruikte databases de relevante scenario's te verkrijgen is gebruik gemaakt van diverse filters. In bijlage 3 is voor de twee geraadpleegde databases aangegeven welke selectiecriteria zijn gebruikt om tot een eerste selectie van incidentscenario's te komen. Ondanks dat er de laatste jaren meer aandacht is voor sabotage of terrorisme zijn de incidenten die hierdoor zijn veroorzaakt buiten beschouwing gelaten. Dit aangezien de PGS 29 (voornamelijk) is ingericht op het voorkomen en beperken van de gevolgen van ongevallen en niet op het tegengaan van opzettelijke incidenten. Daarnaast zijn de te treffen maatregelen om sabotage of terrorisme tegen te gaan situatieafhankelijk en daarom moeilijk generiek vast te leggen.

Als tweede selectiestap zijn de incidenten uit de databases en de literatuur zorgvuldig geanalyseerd op bruikbaarheid en volledigheid. Hierbij is op de eerste plaats gekeken of de opslagtanks die bij de incidenten betrokken waren onder de werkingssfeer van de PGS 29 vallen. Er moet zodoende sprake zijn van een incident met een verticale cilindrische bovengrondse tank, waarvan de bodem op een fundering rust. In de tank dienen brandbare vloeistoffen van de klassen 1, 2 en 3 (of verwarmde stoffen van klasse 4) onder atmosferische druk te worden opgeslagen. Daarnaast is onderzocht of voor de incidenten ten minste onderstaande gegevens bekend waren:

- algemene gegevens (datum, locatie, type tank, betrokken stof);
- beschrijving van incident;
- directe en onderliggende oorzaak van het incident;
- getroffen/te treffen maatregelen naar aanleiding van het incident.

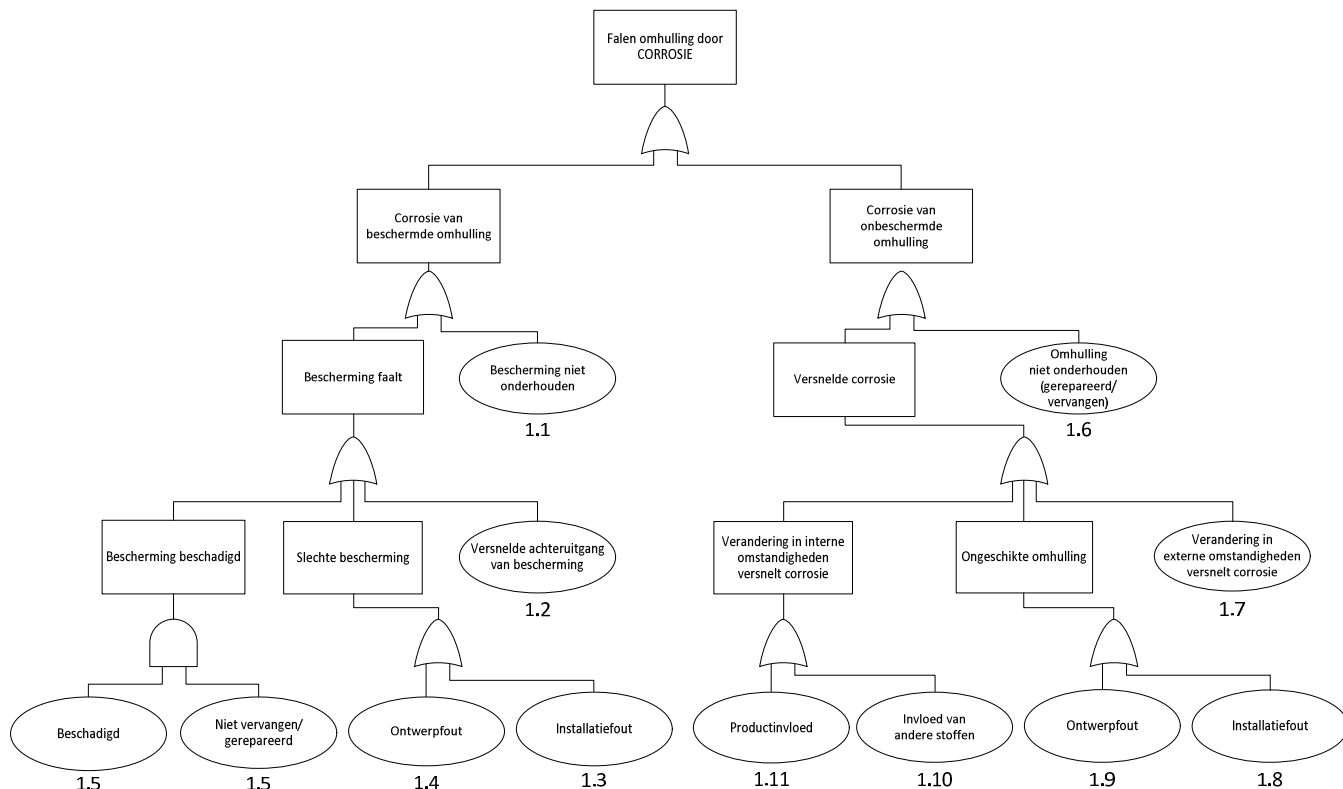
Bovenstaande exercitie heeft uiteindelijk geresulteerd in de selectie van 46 incidenten. Een overzicht van deze incidenten is gegeven in bijlage 4.

3 Analyse van de incidenten

De 46 geselecteerde incidenten zijn nader geanalyseerd. Hierbij zijn de gegevens zoals vermeld in paragraaf 2.2 voor ieder incident verzameld en in een rapportageformulier verwerkt. Om een zo gedetailleerd mogelijk overzicht van de incidenten te verkrijgen is - indien een incident in meerdere bronnen is besproken - de informatie uit deze bronnen gecombineerd. De rapportageformulieren van de 46 incidenten zijn opgenomen in bijlage 4.

Voor de analyse van de incidenten is uitgegaan van de foutenbomen die zijn opgenomen in de richtlijn PGS 6 [5]. Deze foutenbomen zijn omstreeks 1995 ontwikkeld voor de AVRIM-2 [6] (ArbeidsVeiligheidsRapportage InspectieMethodiek 2). In de foutenbomen zijn tien directe oorzaken uitgewerkt naar onderliggende gebeurtenissen die tot één van deze directe oorzaken kunnen leiden. Doel van de methodiek is na te gaan welke basisoorzaken in een systeem denkbaar of relevant zijn, en welke door middel van een maatregel (Line of Defence: LOD) zijn te voorkomen. Over het algemeen worden de AVRIM-foutenbomen gebruikt door inrichtingen die onder de werkingssfeer van het Brzo '99 [7] vallen voor het opstellen van de installatiescenario's als onderdeel van het veiligheidsrapport. Op basis van de foutenbomen kan een bedrijf per installatie vaststellen of ze voldoende maatregelen hebben getroffen om een incident te voorkomen.

Ter illustratie is in Figuur 1 de foutenboom voor de directe oorzaak corrosie opgenomen.



Figuur 1: AVRIM-foutenboom voor directe oorzaak corrosie

De foutenbomen vormen een visuele representatie van het incident en zijn daarom geschikt om de onderliggende factoren, omstandigheden en beslissingen die een bijdrage hebben geleverd aan het incident te achterhalen. Bij de incidentenanalyse met behulp van de foutenbomen kunnen drie stappen worden onderscheiden:

1. *Vaststellen van de directe oorzaak van het incident*

Foutenbomen ondersteunen het feit dat bijna alle incidenten meer dan één oorzaak hebben en zij visualiseren de groepering en hiërarchie van die oorzaken. Bovenaan de foutenboom staat het incident. Dit is de zogenaamde topgebeurtenis. Onder de topgebeurtenis worden alle mogelijke directe oorzaken vermeld. Voor ieder incident is met behulp van de foutenbomen nagegaan welke directe oorzaak er verantwoordelijk is voor het falen van de opslagtank.

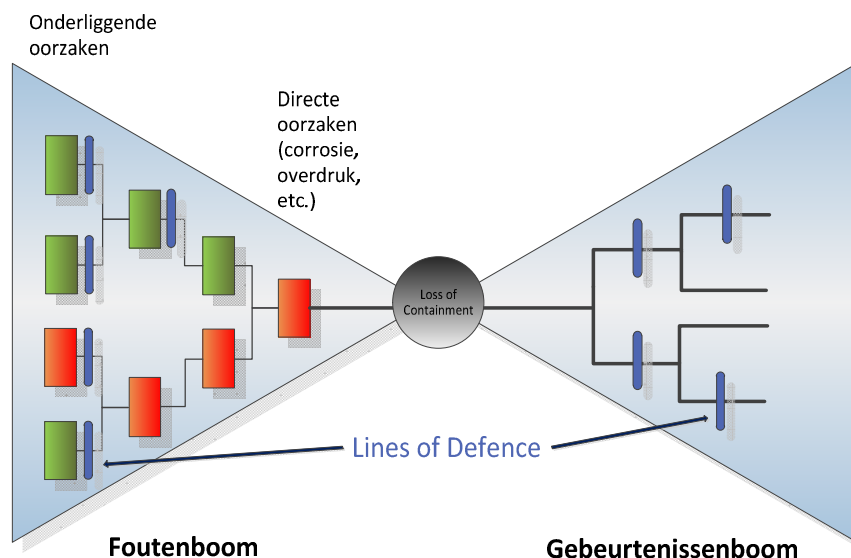
2. *Vaststellen van de onderliggende oorzaken van het incident;*

De directe oorzaken hebben over het algemeen hun eigen oorzaken. Door steeds de 'waarom vraag' te stellen, worden alle oorzaken gevonden. Van boven naar beneden vertakt zich zodoende een oorzaak-gevolg structuur, totdat onderaan de foutenboom de zogenaamde basisoorzaken worden gevonden.

3. *Vaststellen van maatregelen (Lines of Defence: LOD's) die het incident kunnen voorkomen.*

Nadat de oorzaken zijn geïdentificeerd kan een realistisch beeld worden verkregen van de werking van het systeem en kunnen er effectieve en permanente maatregelen worden vastgesteld die het incident kunnen voorkomen. Die maatregelen kunnen bijvoorbeeld liggen op het gebied van de techniek, procedures, informatie en communicatie, training en motivatie.

In onderstaande afbeelding zijn deze stappen schematisch weergegeven aan de hand van het vlinderdasmodel. De verschillende stappen worden in onderstaande paragrafen nader uitgewerkt.



Figuur 2: vlinderdasmodel voor de analyse van incidenten

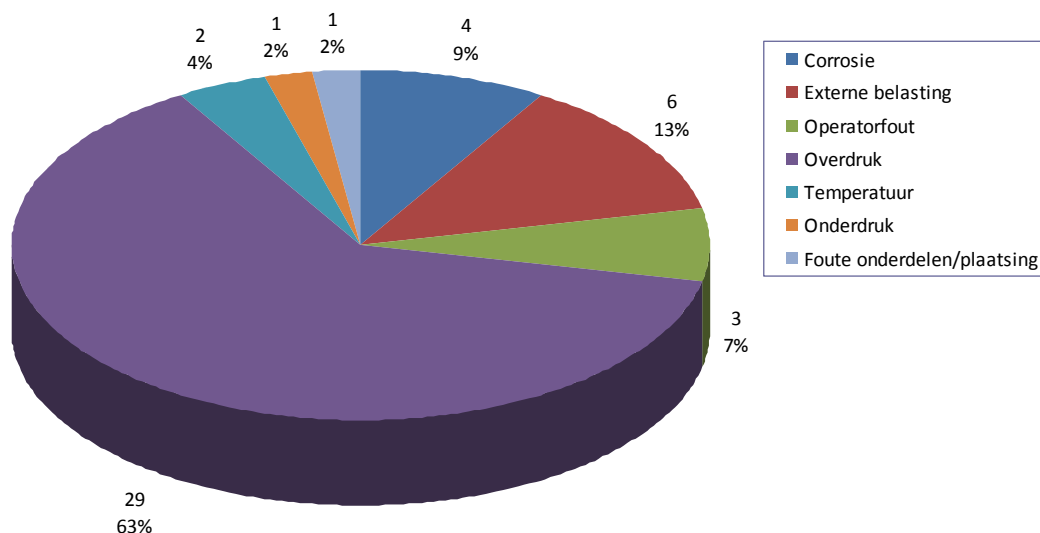


3.1 Stap 1: vaststellen van de directe oorzaken

Van de geselecteerde incidenten is onderzocht wat de oorzaken geweest zijn die direct tot het incident hebben geleid. Hierbij is conform de AVRIM-foutenbomen onderscheid gemaakt in de volgende directe oorzaken:

- corrosie;
- erosie;
- externe belasting;
- inslag/botsing/stoten;
- operatorfout;
- overdruk;
- temperatuur;
- onderdruk;
- trillingen;
- foute onderdelen/plaatsing.

De indeling van de incidenten naar directe oorzaak is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: indeling van de incidenten naar directe oorzaak

Op basis van de figuur kan worden geconcludeerd dat 63% van de geanalyseerde incidenten is veroorzaakt door overdruk. Ook blijkt dat externe belasting en corrosie relatief veel voorkomende veroorzakers van een incident met atmosferische opslag tanks zijn. Deze drie directe oorzaken zijn samen verantwoordelijk voor 85% van de geanalyseerde incidenten.



Voor geen van de incidenten is erosie, inslag/botsing/stoten of trillingen als directe oorzaak aangewezen. Deze zijn zodoende ook niet in de figuur opgenomen.

3.2 Stap 2: vaststellen van de onderliggende oorzaken

Aan de hand van de AVRIM-foutenbomen is voor ieder incident per directe oorzaak vastgesteld wat de onderliggende oorzaken zijn die aan de basis van het incident staan. Door vervolgens voor de verschillende directe oorzaken uit te zetten welke basisoorzaken aan het incident vooraf gingen, is het overzicht verkregen zoals weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: onderverdeling van incidenten naar onderliggende oorzaken

Directe oorzaak		Basisoorzaak		Aantal
1	Corrosie	1.10	Corrosie door andere stoffen	1
		1.11	Versnelde corrosie door productinvloed	3
2	Overschrijding belastinggrenzen ²	2.1	Veroudering/slijtage	2
		2.3	Installatiefout	2
		2.5	Operatie buiten ontwerpgebied	1
		2.6	Te lage specificatie door ontwerpfout	1
		2.7	Niet voorziene procesomstandigheid	34
4	Externe belasting	4.3	Neerslag	3
		4.6	Aardbeving	1
		4.7	Ontwerpfout	1
		4.12	Ondersteuning weg tijdens onderhoud	1
6	Operatorfout	6.9	In verkeerde toestand gelaten/gezet	2
		6.14	Lekkage insluitsysteem	1
7	Overdruk	7.4	Lekkage/breuk van interne hogedrukbron; stoomspiraal	1
		7.9	Roll-over door opwarming onderlaag	2
		7.21	Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling	17
		7.25	Overvullen van tank, te weinig capaciteit beschikbaar	1
		7.26	Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht	8
8	Temperatuur	8.4	Exotherme reactie (geen runaway)	2
9	Onderdruk	9.9	Luchtoevoer niet in ontwerp bij lossen	1
11	Foute onderdelen/plaatsing	11.1	Niet correct geïnstalleerde onderdelen	1

In onderstaande paragrafen zijn de resultaten uit bovenstaande tabel per directe oorzaak kort beschreven.

² Overschrijding van de belastinggrenzen is een indirecte oorzaak. Aangezien hiervoor echter een aparte foutenboom beschikbaar is, is deze oorzaak hier toch benoemd

3.2.1 Corrosie

Bij één incident was er sprake van corrosie van de tankbodem door de aanwezigheid van stilstaand water in de tank. Bij de overige incidenten was de corrosiesnelheid hoger dan vooraf werd ingeschat op basis van de eigenschappen van het opgeslagen product.

3.2.2 Overschrijding belastinggrenzen

Voor alle directe oorzaken, met uitzondering van corrosie en operatorfout³, is overschrijding van de belastinggrenzen een indirecte oorzaak die resulteert in het falen van de tank. Uit de analyse blijkt dat het falen van een tank met name het gevolg is van een niet voorziene procesomstandigheid (zoals het overvullen van tank, het ontsteken van een explosieve atmosfeer, het optreden van een exotherme reactie, etc.). Ook veroudering van de installatie of een installatiefout zijn meerdere malen indirecte oorzaak van het tankfalen geweest.

3.2.3 Externe belasting

Voor incidenten met een drijvend dak blijkt dat natuurlijke omstandigheden een belangrijke veroorzaker zijn van een Loss of Containment ten gevolge van externe belasting. Uit de analyse blijkt dat drijvende daken geregeld bezwijken door de aanwezigheid van grote hoeveelheden sneeuw of regen of door een aardbeving⁴. Daarnaast blijkt uit de analyse dat het falen van de tank kan worden veroorzaakt door een technische tekortkoming waardoor de belastinggrenzen van de tank lager zijn. Dit kan een fout zijn in het ontwerp van de tank, maar ook een verzwakking van de tank door onderhoudswerkzaamheden.

3.2.4 Operatorfout

Bij enkele incidenten kan de betrokkenheid van één of meerdere operators als onderliggende oorzaak worden aangewezen. Zo blijkt dat in twee gevallen de verkeerde afsluiters waren geopend, waardoor tijdens de verlading product kon vrijkomen uit de opslagtank. In het derde geval was er sprake van een lekkage van de tank door het falen van een afsluiter vanwege onjuiste onderhoudshandelingen.

3.2.5 Overdruk

Voor ruim de helft van de incidenten ten gevolge van overdruk is de onderliggende oorzaak de ontsteking van een in de tank aanwezige explosieve atmosfeer. Dit is met name het geval tijdens onderhouds- of schoonmaakwerkzaamheden aan of nabij de tank, namelijk bij 10 van de 17 incidenten. Dit komt doordat vaak onterecht wordt aangenomen dat er geen explosieve atmosfeer aanwezig is en er wordt gewerkt met niet-explosieveilig materieel. In vier gevallen werd een explosieve atmosfeer ontstoken door blikseminslag. Daarnaast zijn statische oplading tijdens vullen van een tank, de introductie van een verkeerde stof in de tank en de aanwezigheid van externe warmtebronnen als ontstekingsbronnen aan te wijzen.

³ Bij corrosie en operatorfout worden de belastinggrenzen van de tank niet overschreden, maar is er sprake van een ongewenste uitstroming van product uit de tank die het directe gevolg is van corrosie of de operatorfout

⁴ De kans op en de kracht van een aardbeving is in Nederland beperkt. De relevantie van dit incident voor het onderzoek is daarmee beperkt.

Overvullen van de opslagtank is de op één na grootste onderliggende oorzaak voor de overdrukincidenten (9 incidenten). Dit komt voornamelijk doordat niet tijdig wordt gestopt met het vullen van de tank en in mindere mate doordat een verkeerde tank wordt gevuld.

Daarnaast zijn het ontstaan van drukgolven door een roll-over (plotselinge onderlinge verschuiving van vloeistoflagen in de tank door temperatuurverschillen tussen de vloeistoflagen) en door een breuk van een hogedruk stoomspiraal onderliggende oorzaken voor het bezwijken van een tank.

3.2.6 Temperatuur

Van de geanalyseerde incidenten met als directe oorzaak hoge temperatuur blijkt dat een exotherme reactie de onderliggende oorzaak is. In één geval heeft een reactie tussen het in de tank aanwezige product en een toegevoegde oxidator geresulteerd in een toename van de temperatuur. Het andere incident heeft kunnen plaatsvinden door productontleding waarbij organische peroxiden zijn ontstaan. De spontane verbranding van deze peroxiden heeft geresulteerd in een temperatuurverhoging.

3.2.7 Onderdruk

Van alle geanalyseerde incidenten bleek voor slechts één incident de directe oorzaak onderdruk te zijn. Deze onderdruk ontstond door het in zeer korte tijd opheffen van een drukverschil tussen tank en tankauto na het openen van een gesloten afsluiter.

3.2.8 Foute onderdelen/plaatsing

Voor het incident met als directe oorzaak foute onderdelen/plaatsing betreft de onderliggende oorzaak een installatiefout. Voor het betreffende incident is ten gevolge van het foutief lassen van een dakrain product vanuit de tank vrijgekomen in de omgeving.

3.3 Stap 3: vaststellen Lines of Defence

Op basis van de in paragraaf 3.2 geïnventariseerde onderliggende oorzaken is onderzocht welke maatregelen (Lines of Defence: LODs) getroffen kunnen worden om het incident te voorkomen. Hierbij zijn de maatregelen onderverdeeld op basis van de drie invalshoeken die relevant zijn met betrekking tot risicobeheersing:

- Persoonsgebonden factoren (gedrag)
- Fysisch/technische factoren (techniek)
- Organisatorische factoren (organisatie)

Per incident is nagegaan of de vastgestelde maatregelen in zijn geheel ontbraken, gefaald hebben of onvoldoende geïmplementeerd waren. De resultaten van deze stap zijn weergegeven in bijlage 5. Een overzicht van de belangrijkste bevindingen is hieronder gegeven.

3.3.1 Persoonsgebonden factoren

De persoonsgebonden factoren of gedragsfactoren betreffen het operationele gedrag van de individuele medewerker en hoe deze aan het ontstaan van het ongeval heeft bijgedragen. Hierbij gaat het vaak om

gedrag dat niet in overeenstemming is met het door het bedrijf gewenste gedrag. Uit de geanalyseerde incidenten blijkt dat met name het niet werken volgens de veiligheidsregels of het niet opvolgen van werkinstructies factoren zijn die hebben geresulteerd in een incident. Vaak is er hierbij geen sprake van opzettelijk onveilig gedrag, maar is er een achterliggende factor waarom bepaald gedrag wordt vertoond. Uit de geanalyseerde incidenten blijkt dat de volgende achterliggende oorzaken hebben geresulteerd in het incident:

- Onbekendheid / onwetendheid;
- Onoplettendheid (afgeleid worden);
- Routine;
- Onduidelijkheid over de regels.

Om persoonsgebonden factoren effectief aan te pakken is het noodzakelijk om het gedrag van de medewerkers te wijzigen. Het blijvend wijzigen van gedrag kan uitsluitend worden bereikt wanneer mensen iets doen 'omdat zij dat zelf willen'. Het is dus noodzakelijk dat de medewerker zelf overtuigd is van het belang van zijn bijdrage aan veiligheid. Hierbij is betrokkenheid en inspraak van iedereen een noodzakelijke voorwaarde. Met andere woorden, uitsluitend door de veiligheidscultuur binnen een organisatie te versterken is het mogelijk om het gedrag van een individuele medewerker te beïnvloeden. Het aanpakken van de persoonsgebonden factoren is hierdoor nauw verbonden met verandering van de organisatorische aspecten.

Het versterken van veiligheidscultuur vergt een veranderingstraject dat zich op alle niveaus van een organisatie afspeelt:

- op het niveau van de individuele medewerker die bij elke handeling een veiligheidsafweging maakt;
- op het groepsniveau waar waarden en normen worden bepaald;
- op het niveau van het (top)management waar het veiligheidsbeleid wordt bepaald.

Zichtbare betrokkenheid van het topmanagement is belangrijk voor het slagen van een verandertraject. Immers, indien het management zich niet persoonlijk en zichtbaar inzet, ervaren de medewerkers dat veiligheid alleen hun verantwoordelijkheid is en is een gedragsverandering onwaarschijnlijk. Hierbij gaat het niet alleen over betrokkenheid in woorden, maar ook in daden: budget vrijmaken, aanwezig zijn, het goede voorbeeld geven.

Om de veiligheidscultuur te beïnvloeden moet de visie over veilig werken die door het (top)management is bepaald, worden gedeeld met medewerkers. Communicatie speelt hierbij een belangrijke rol. De veiligheidsafweging die de individuele medewerker maakt bij elke handeling kan worden beïnvloed door kennis over risico's en maatregelen. Ook moet hij voldoende vaardig zijn om nieuw, veiliger gedrag te vertonen. Training en opleiding zijn zodoende belangrijk.

Het rendement van communicatie wordt bepaald door diverse factoren, waaronder de mate van interactie. Een project voor het versterken van de veiligheidscultuur kan alleen slagen als de werkvloer betrokken is. Medewerkers voelen zich betrokken wanneer zij kunnen meedenken over oplossingen en zelf een bijdrage kunnen leveren aan de oplossing. Betrokkenheid leidt tot een verbeterde veiligheidscultuur en een hogere productiviteit. Wanneer medewerkers worden betrokken bij veiligheid en worden uitgenodigd mee te denken, zal het rendement hoger zijn dan wanneer zij slechts geïnformeerd worden.

Een andere factor is het benaderen van veiligheid vanuit een positieve invalshoek. Hierdoor ontstaat een cultuur waarin gedrag bespreekbaar wordt. Het belonen van het gewenste gedrag en aandacht voor

behaalde successen is hierbij belangrijk aangezien beloning en succes stimuleren om de veiligheid verder te verbeteren.

3.3.2 Fysisch/technische factoren

De technische factoren hebben betrekking op materiële zaken zoals installaties, apparatuur, machines, en overige middelen. Voor vrijwel alle incidenten zijn er technische maatregelen vast te stellen die als Line of Defence kunnen worden geïmplementeerd. Hierbij is er een duidelijke relatie tussen de oorzaak van het incident en de te treffen maatregelen. Vandaar dat in deze paragraaf per directe oorzaak is aangegeven welke technische maatregelen er getroffen kunnen worden. Uitsluitend de technische maatregelen die generiek toepasbaar zijn komen aan de orde. De maatregelen die specifiek van toepassing zijn voor een bepaald incident (bijvoorbeeld het gebruik van andere additieven om een exotherme reactie te voorkomen) zijn niet nader uitgewerkt.

Corrosie

Voor de incidenten waarbij corrosie is opgetreden is het gebruik van corrosiebestendig materiaal van de tank een technische maatregel. Een andere technische maatregel tegen corrosie is het aanbrengen van een corrosiewerende coating aan de binnen- en buitenzijde van de tank. Hierdoor zal de corrosiesnelheid van de tank afnemen en wordt de kans op een lek van de tank verkleind. Bij alle vier de incidenten met corrosie als directe oorzaak blijkt dat tank niet van corrosiebestendig materiaal was vervaardigd en ook niet van een coating was voorzien. Daarnaast zijn er nog drie incidenten waarbij corrosie niet de directe oorzaak van het incident was, maar wel heeft geresulteerd in verzwakking van de tank of in het falen van appendages zoals vlamdovers en stoomspiraal. Het gebruik van corrosiebestendige materialen is zodoende eveneens een technische maatregel die regelmatig niet goed is geïmplementeerd.

Externe belasting

De incidenten waarbij externe belasting een rol heeft gespeeld kunnen vrijwel allemaal worden voorkomen door het ontwerp van de tank te verbeteren, waardoor deze beter bestand is tegen externe factoren. Gedacht moet worden aan een hogere belastbaarheid van het dak, zodat deze het gewicht van grote hoeveelheden neerslag kan dragen. In het geval van werkzaamheden aan de tank waardoor de ondersteuning van de tank is verzwakt is het noodzakelijk om de tank te stutten. In welke gevallen stutten noodzakelijk is moet procedureel worden vastgesteld, bijvoorbeeld door uitvoering van een risicoanalyse.

Van de geanalyseerde incidenten bleek dat in vier gevallen de ontwerpspecificaties van de tank niet toereikend waren. In één geval heeft het stutten van de tank niet plaatsgevonden waardoor deze is gekanteld.

Operatorfout en foute onderdelen/plaatsing

Voor de incidenten die hebben plaatsgevonden door een operatorfout en door foute onderdelen/plaatsing zijn er geen generieke technische maatregelen vast te stellen. Hier betreft het voornamelijk organisatorische maatregelen die getroffen moeten worden.

Overdruk

De belangrijkste basisoorzaak voor het optreden van overdruk is een brand of explosie door aanwezigheid van een explosieve atmosfeer in combinatie met een ontstekingsbron. Hierbij zijn er twee soorten maatregelen te treffen:

1. Voorkómen dat er een explosieve atmosfeer aanwezig is;

2. Voorkómen dat de explosieve atmosfeer kan worden ontstoken.

Ad 1. Het voorkómen van een explosieve atmosfeer

Het voorkómen van een explosieve atmosfeer is vooral aan de orde indien de aanwezigheid van ontstekingsbronnen in de omgeving van de tank noodzakelijk is. Het gaat hier bijvoorbeeld om het uitvoeren van laswerkzaamheden aan de tank. Om in deze gevallen vast te stellen of er veilig gewerkt kan worden is meten op aanwezigheid van explosieve atmosfeer (LEL-meting) een belangrijke technische maatregel. De borging hiervan dient echter op organisatorisch niveau plaats te vinden.

Bij tanks met een vast dak is het ook mogelijk om te voorkómen dat er een explosieve atmosfeer ontstaat of kan vrijkomen door het aanbrengen van een inertgasdeken in de tank.

Ad 2. Voorkómen dat de explosieve atmosfeer kan worden ontstoken

Indien niet kan worden gegarandeerd dat er geen explosieve atmosfeer aanwezig is, is het noodzakelijk om tegen te gaan dat deze atmosfeer kan worden ontstoken. De aanwezigheid van ontstekingsbronnen moet in deze gevallen worden uitgesloten. Een belangrijke technische maatregel hierbij is het gebruik maken van explosie veilige apparatuur. In welke situaties het gebruik van de explosie veilige apparatuur noodzakelijk is en het vaststellen van de eisen waaraan deze apparatuur moet voldoen zijn echter maatregelen die organisatorisch moeten zijn geborgd. Een maatregel om ontsteking van explosieve atmosfeer door blikseminslag te voorkomen is het aarden van de tank.

Bij alle tien de incidenten waarbij er sprake was van ontsteking van explosieve atmosfeer tijdens werkzaamheden aan of nabij de tank, was het controleren op aanwezigheid van explosieve atmosfeer (LEL-meting) de ontbrekende Line of Defence. In combinatie met het gebruik van hete bronnen (bijvoorbeeld tijdens laswerkzaamheden) of het gebruik van niet explosie veilig materieel, heeft dit in al deze gevallen geresulteerd in het ontsteken van een explosieve atmosfeer. Het kunnen vrijkomen van de explosieve atmosfeer had in vijf gevallen voorkomen kunnen worden door het aanbrengen van een inertgasdeken in de tank.

Bij de vier incidenten waarbij er sprake van ontsteking van de explosieve atmosfeer door blikseminslag blijkt dat het niet voldoen van de bliksembeveiliging aan de standaarden als falende Line of Defence kan worden aangewezen.

De technische maatregelen die kunnen worden getroffen om overvulling van de tank te voorkomen zijn het installeren van een niveaumeter met alarmering en het aanbrengen van een niveaubeveiliging op de tank. Door het aanbrengen van een hoogniveau-alarmering kunnen maatregelen worden getroffen om de pompcapaciteit te verminderen of het verpompen te stoppen voordat het hoogst toelaatbare vloeistofniveau in de tank wordt bereikt. Het aanbrengen van een niveaubeveiliging kan worden gebruikt om bij het bereiken van het hoogst toelaatbare vloeistofniveau in de tank de toevoer naar de tank te stoppen.

Voor tanks met een vast dak is het daarnaast nog mogelijk om een drukmeting en drukbeveiliging in de tank aan te brengen.

Voor alle negen incidenten waarbij er sprake was van het overvullen van een opslagtank, blijkt dat het ontbreken of niet goed functioneren van de niveaumeting en/of overvulbeveiliging als tekortkoming kan worden aangewezen. In vier gevallen was hierbij sprake van het ontbreken van een automatische niveaumeting en het ontbreken van een overvulbeveiliging. Bij drie incidenten was de automatische niveaumeter wel aanwezig, maar bleek deze niet te werken. In twee gevallen werd hierdoor de operator die de handmatige overvulbeveiliging moest geactiveerd niet gewaarschuwd en in het derde geval faalde naast

de niveaumeter tevens de automatische overvulbeveiliging. Bij de overige twee overvulincidenten bleek de niveaumeter wel te werken, maar werd de operator onvoldoende of te laat gewaarschuwd waardoor de handmatige overvulbeveiliging te laat werd geactiveerd. Dit respectievelijk vanwege het ontbreken van een audiovisueel alarm en het verkeerd instellen van de niveaumeter waardoor de reactietijd van de operator te kort was.

Op basis van de geanalyseerde incidenten kan worden geconcludeerd dat de betrouwbaarheid van een niveaumeter beperkt is. Aangezien het ontbreken van een overvulbeveiliging of het falen van de handmatige overvulbeveiliging in acht van de negen situaties verantwoordelijk is voor het overvullen van een tank, kan eveneens worden vastgesteld dat ook de betrouwbaarheid van de handmatige overvulbeveiliging te wensen over laat. Door toepassing van een automatische overvulbeveiliging kan de betrouwbaarheid worden vergroot. Zeker indien deze beveiliging onafhankelijk van de niveaumeter functioneert.

Temperatuur

Door het aanbrengen van een inertgasdeken in een tank met drijvend dak kan worden voorkomen dat door oxidatie van het opgeslagen product een exotherme reactie kan optreden. Bij het incident waarbij het opgeslagen product in contact met zuurstof kon leiden tot een temperatuurstijging, bleek wel aan een inertgasdeken aanwezig te zijn, maar was de capaciteit van de inertgasdeken ontoereikend.

Onderdruk

Een belangrijke technische maatregel om onderdruk tegen te gaan is het aanbrengen van druk/vacuümkleppen op de opslagtank. Dit is alleen van toepassing op tanks met een vast dak. Een dergelijke beveiliging bleek wel aanwezig op de betreffende tank, maar tijdens verladingsactiviteiten standaard te worden overbrugd.

3.3.3 Organisatorische factoren

De organisatorische factoren omvatten de zaken die vanuit het management zijn geregeld en die in structuren en processen binnen het bedrijf zijn geborgd. Evenals voor de technische factoren is in deze paragraaf per directe oorzaak aangegeven welke organisatorische maatregelen er relevant zijn.

Corrosie

Met betrekking tot corrosie is het noodzakelijk om tijdig vast te stellen of er sprake is van beschadiging van de tank. Hiervoor is het van belang dat een inrichting beschikt over een deugdelijk inspectieprogramma. Voor alle vier de incidenten waarbij er sprake was van corrosie bleek dat de corrosiesnelheid hoger was dan vooraf verondersteld en hierdoor het inspectieprogramma niet toereikend was. Door de inspectiefrequentie en de inspectiekwaliteit beter af te stemmen op de specifieke situatie en niet uit te gaan van generieke inspectie-intervallen kan corrosie vroegtijdig worden geconstateerd en kunnen lekkages worden tegengegaan.

Daarnaast zijn er nog drie incidenten waarbij door onvoldoende onderhoud appendages zoals afsluiters en verwarmingsspiralen hebben kunnen corroderen wat heeft geresulteerd in verzwakking van de tank of in het falen van apparatuur.

Externe belasting

Bij de constructie van een tank is het belangrijk dat wordt aangesloten bij de normen die hiervoor zijn vastgelegd. Welke normen dienen te worden gebruikt dient te zijn geborgd. Bij drie van de geanalyseerde incidenten bleek dat de tank niet voldeed aan de ontwerpeisen en daardoor kon bezwijken.

Wanneer niet-alledaagse werkzaamheden aan een tank worden uitgevoerd is het noodzakelijk om een werkvergunning af te geven. In deze werkvergunning moeten de risico's van de werkzaamheden zijn opgenomen. Bij het incident waarbij de tank is gekanteld door verzwakking van de constructie heeft een dergelijke risico-inventarisatie niet plaatsgevonden.

Operatorfout

Om operatorfouten te voorkomen is het van belang dat de betreffende operator voldoende kennis heeft om zijn werkzaamheden uit te voeren en op de hoogte is van de gevaren van de werkzaamheden. Het trainen en opleiden van de medewerkers is hierbij essentieel. Daarnaast is het van belang dat er binnen de organisatie duidelijke en actuele werkinstructies aanwezig zijn. Uit de geanalyseerde incidenten blijkt dat beide organisatorische factoren niet op orde waren.

Overdruk

Het voorkómen van situaties waarbij er zowel een explosieve atmosfeer als een ontstekingsbron aanwezig is, dient voornamelijk door organisatorische maatregelen te worden geborgd. Zo dienen de ATEX-richtlijnen [8, 9] te worden toegepast en is het noodzakelijk om een gevarezone-indeling vast te stellen conform de NPR 7910-1 [10]. Bij het uitvoeren van werkzaamheden is het van belang dat er een goede procedure is voor de afgifte van werkvergunningen waarin de risico's van de werkzaamheden zijn vastgelegd en is aangegeven welke beschermingsmaatregelen (zoals het gebruik van explosie veilige apparatuur of het uitvoeren van LEL-metingen) moeten worden getroffen.

Daarnaast is het van belang dat de werknemers op de hoogte zijn van de potentiële gevaren en deze ook op waarde weten te schatten. Hiertoe is het noodzakelijk de werknemers (en contractors) op te leiden en te trainen.

Uit de geanalyseerde incidenten blijkt dat in tien gevallen de procedure voor het verlenen van een (heet)werkvergunning of het veiligstellen van de tank niet op orde was. Hierdoor hebben werkzaamheden aan of nabij de tank plaatsgevonden zonder dat men op de hoogte was van de daadwerkelijke risico's, of is er geen gebruik gemaakt van explosie veilige apparatuur in aanwezigheid van explosieve atmosfeer.

De organisatorische maatregelen die relevant zijn met betrekking tot het voorkómen van overvulling hebben met name betrekking op de kwaliteit van de procedures. In de losprocedures moet duidelijk zijn aangegeven welke partij verantwoordelijk is voor de uit te voeren handelingen en welke acties moeten worden ondernomen voordat de verlading kan worden gestart. Ook is het van belang dat er niet alleen schriftelijke afstemming is tussen de betrokken partijen, maar dat er ook mondeling wordt gecommuniceerd. Daarnaast dient de operator voldoende te zijn getraind en opgeleid om zijn werkzaamheden goed en veilig te kunnen uitvoeren. Voor zeven van de geanalyseerde overvulincidenten is het niet voldoen van de procedures een tekortkoming geweest waardoor een ongeval heeft kunnen plaatsvinden. Gebrek aan opleiding kan in vier gevallen als tekortkoming worden aangewezen.

Een andere belangrijke organisatorische maatregel is het onderhoud van de technische beveiligingen zoals het niveaularm en de overvulbeveiliging. Het is noodzakelijk deze beveiligingen onder te brengen in een onderhoudsprogramma. Bij drie incidenten is het falen van de technische maatregelen te wijten aan onvoldoende onderhoud.

Temperatuur

Voordat producten worden opgeslagen moet worden nagegaan of de opgeslagen producten kunnen reageren met de zuurstof uit de lucht en hierbij een exotherme reactie kan optreden. Dit dient in de Management of Change (MOC) procedure te zijn vastgelegd. Bij het geanalyseerde incident was de reactiviteit van het opgeslagen product bekend. De getroffen technische maatregelen voldeden echter niet.

Onderdruk

Om onderdruk te voorkomen is het belangrijk dat een operator op de hoogte is van de handelingen die hij moet uitvoeren. Dit dient te zijn vastgelegd in de werkinstructies. Daarnaast is het van belang dat de operator beschikt over de benodigde kennis door training en opleiding. Bij het geanalyseerde incident bleek dat de te hanteren werkinstructie niet volledig was, waardoor werd nagelaten een klep te openen en er onderdruk kon optreden.

Foute onderdelen/plaatsing

Door goede werkinstructies op te stellen kan worden voorkomen dat verkeerde onderdelen worden geplaatst of dat werkzaamheden niet op de juiste manier worden uitgevoerd. Naast het kunnen beschikken over de juiste instructies is het noodzakelijk dat de medewerker bekwaam is om de werkzaamheden uit te voeren. Hiervoor is opleiding en training van de medewerkers noodzakelijk. In het geval van het geanalyseerde incident bleek dat zowel de werkinstructie als de kwalificaties van de medewerker onvoldoende waren.

4 Lines of Defence in relatie tot de voorschriften in PGS 29

Aan de hand van de in paragraaf 3.3 geïdentificeerde Lines of Defence is per incident onderzocht in hoeverre deze voorzieningen en beheersmaatregelen in de PGS 29 zijn opgenomen. In bijlage 5 is per incident aangegeven in welke paragraaf of welk(e) voorschrift(en) de betreffende voorziening of maatregel is beschreven. Indien een Line of Defence niet in de PGS 29 is voorgeschreven, is dit eveneens in de bijlage aangegeven. Een beschrijving van de belangrijkste bevindingen is in onderstaande paragrafen gegeven.

4.1.1 Persoonsgebonden factoren

Om persoonsgebonden factoren aan te pakken is het noodzakelijk om de veiligheidscultuur van een bedrijf te versterken. Ieder bedrijf heeft een veiligheidscultuur. Die cultuur is het resultaat van een lang gemeenschappelijk leerproces: de manier waarop werknemers met veiligheid omgaan wordt vaak vanzelfsprekend gevonden. Het gedrag wordt gestuurd door de bij het bedrijf geldende normen en waarden. Vaak wordt dan ook gezegd "Zo doen we dat hier", zonder precies de achtergrond te weten. Het verbeteren van de veiligheidscultuur is zodoende een proces dat voor ieder bedrijf een andere aanpak vraagt. Wel blijkt uit de verschillende methodieken en publicaties ten aanzien van de veiligheidscultuur dat er een aantal algemene aspecten zijn die een rol spelen bij de veiligheidscultuur en het beïnvloeden van deze cultuur:

1. Rol van het management: het management moet een heldere toetsbare visie hebben op veiligheid en dit zichtbaar terug laten komen in woord en daad (consequent en voortdurend);
2. Lerend vermogen van de organisatie: ongevallen en afwijkingen zijn een kans om te leren. Neem afwijkingen serieus ook al is het goed afgelopen. Ga niet straffen maar onderzoek de achtergronden en communiceer hier over;
3. Betrokkenheid van de medewerkers: betrokkenheid leidt tot een verbeterde veiligheidscultuur en een hogere productiviteit. Wanneer medewerkers worden betrokken bij veiligheid en worden uitgenodigd mee te denken, zal het rendement hoger zijn dan wanneer zij slechts geïnformeerd worden. Goede opleiding en veiligheidstrainingen zijn hierbij een must;
4. Communicatie: deel veiligheidsinformatie actief zodat iedereen weet wat er gaande is. Deze informatie moet voor de ontvanger onderbouwd en toetsbaar zijn.

De aandacht in de PGS 29 voor bovenstaande aspecten is beperkt. Zo wordt aan de rol van het management slechts in beperkte mate invulling gegeven: in voorschrift 189 is aangegeven dat de exploitant het brandveiligheidsbeleid actief moet uitdragen.

Een nadere uitwerking van de bovenstaande aspecten is opgenomen bij de organisatorische factoren (paragraaf 4.1.3).

Het versterken van de veiligheidscultuur binnen een organisatie is een interne aangelegenheid waarvoor geen generieke richtlijnen bestaan. Het is zodoende ook verklaarbaar waarom de PGS 29 hier weinig aandacht aan besteedt.

4.1.2 Fysisch/technische factoren

Voor veel van de vastgestelde technische maatregelen zijn in de PGS 29 voorschriften opgenomen. Naar aanleiding van een incident in 2005 in het Engelse Buncefield-depot heeft er in 2008 een herziening van de PGS 29 plaatsgevonden. De belangrijkste wijzigingen hadden betrekking op de betrouwbaarheid van de (overvul)beveiligingen. Zo is in artikel 87 van de PGS 29-richtlijn vastgelegd dat een opslagtank dient te zijn

uitgevoerd met een fysiek onafhankelijk instrumentele overvulbeveiliging die bij het bereiken van het hoogst toelaatbare vloeistofniveau in de tank de toevoer naar de tank doet stoppen. Hierbij moet de betrouwbaarheid van de instrumentatie en beveiligingen in relatie staan tot het veiligheidsrisico. Aangezien door deze maatregel het stopzetten van de verlading niet meer afhankelijk mag zijn van een menselijke handeling, is de kans op het overvullen van een tank aanzienlijk gereduceerd.

In enkele gevallen is in de PGS 29 aangegeven dat er maatregelen dienen te worden getroffen, maar wordt voor de uitvoering verwezen naar externe richtlijnen of wet- en regelgeving. Zo wordt bijvoorbeeld voor maatregelen die getroffen kunnen worden om corrosie te beperken verwezen naar de EEMUA publicatie nummer 159 [11]. Een ander voorbeeld is het werken met explosie veilige apparatuur in de omgeving van een tank. In de PGS 29 wordt hiertoe verwezen naar de richtlijn NPR 7910-1 en naar de verplichtingen uit het Arbeidsomstandighedenbesluit [12] tot het treffen van algemene, specifieke en bijzondere maatregelen die verband houdend met explosieve atmosferen of de kans daarop.

Ook verwijst de PGS 29 in sommige gevallen naar algemene procedures waardoor indirect bepaalde maatregelen worden voorgeschreven. Een voorbeeld hiervan is het uitvoeren van niet-alledaagse werkzaamheden aan of nabij een tank waarvoor in de PGS 29 is aangegeven dat hiervoor gebruik moet worden gemaakt van werkvergunningen. Welke (technische) maatregelen in deze werkvergunning moeten zijn opgenomen is niet nader aangegeven in de PGS 29.

Uit de analyse zijn echter ook maatregelen naar voren gekomen die niet als standaard maatregel in de PGS 29-richtlijn zijn opgenomen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het aanbrengen van een inertgasdeken in de tank ter voorkoming van het ontstaan van een explosieve atmosfeer. Deze maatregel die in vijf van de geanalyseerde gevallen mogelijk een incident had kunnen voorkomen wordt niet specifiek in de PGS 29 voorgeschreven of aanbevolen. In de toelichting van artikel 75 wordt alleen aangegeven dat indien aan bepaalde maatregelen niet kan worden voldaan in overleg met het bevoegd gezag moet worden vastgesteld of een tank geopereerd moet worden met een inertgasdeken.

Voor de overige technische maatregelen die uit de analyse naar voren zijn gekomen en die niet in de PGS 29 zijn opgenomen is het maar de vraag of ze in de PGS 29 thuishoren. Vaak betreft het hier maatregelen die specifiek zijn voor de betreffende situatie. Voorbeelden hiervan zijn de aanwezigheid van een druk- of temperatuurmeter in de tank om over-/onderdruk of hoge/lage temperaturen in de tank te signaleren, de keuze voor een specifiek verwarmingsmedium voor de verwarming van de tankinhoud en de installatie van een gasdetectiesysteem voor het detecteren van explosieve atmosfeer. Aangezien de PGS 29 een generieke richtlijn is kunnen dergelijke specifieke maatregelen niet in standaard voorschriften worden vastgelegd.

Opvallend is dat uit de analyse één technische veiligheidsmaatregel naar voren is gekomen die volgens de PGS 29 expliciet niet is toegestaan. Het betreft hier het installeren van vlamdovers in de beluchtingsopeningen van een opslagtank met een vast dak ter voorkoming van ontsteking van in de tank aanwezige explosieve atmosfeer. In artikel 79 van de PGS 29 is echter aangegeven dat er geen vlamdovers en detonatiebeveiligingen op de druk-/vacuümklep(pen) mogen worden gemonteerd, als de uitstroomopening in verbinding met de buitenlucht staat. De toelichting waarom dit niet is toegestaan ontbreekt echter. Navraag bij de heer De Jong van D&C Engineering heeft opgeleverd dat door installatie van vlamdovers de noodzakelijke doorlaatcapaciteit van de kleppen wordt beperkt, waardoor de correcte werking niet kan worden gegarandeerd. In plaats van het gebruik van vlamdovers dient het ontwerp van de beveiliging dusdanig te zijn bij openen van de kleppen de uittreedsnelheid van het gas groter is dan de

voortplantingssnelheid van de vlam. Hierdoor wordt voorkomen dat bij ontsteking de vlam kan terugslaan in de opslagtank.

4.1.3 Organisatorische factoren

Uit de incidentenanalyse zijn vier organisatorische maatregelen naar voren gekomen die vaak niet of onvoldoende waren geïmplementeerd binnen de organisatie namelijk:

1. Instructies en procedures;
2. Opleiding en training van personeel;
3. Inspectieprogramma;
4. Management van onderhoud

Voor drie van de vier maatregelen zijn in de PGS 29 specifieke hoofdstukken of paragrafen opgenomen. Zo is in paragraaf 9.2 van de richtlijn aangegeven welke onderwerpen er binnen de organisatie procedureel moeten zijn geborgd met betrekking tot het personeel. Hierbij gaat het niet alleen om het vaststellen van de noodzaak tot opleiding en training, maar ook om het borgen van taken en verantwoordelijkheden en de communicatie tussen de medewerkers.

De voorschriften en eisen met betrekking tot inspectie en het management van onderhoud zijn opgenomen in hoofdstuk 11 van de PGS 29. In dit hoofdstuk is onder andere aangegeven dat de inrichting moet beschikken over een inspectieprogramma en een onderhoudsprogramma. Tevens is aangegeven welke onderwerpen in dit inspectieprogramma minimaal aan bod moeten komen.

De vierde organisatorische maatregel (die als meest voorkomende organisatorische tekortkoming geldt) is de aanwezigheid van instructies en procedures. Verspreid over de gehele PGS 29-richtlijn zijn er voorschriften geformuleerd die betrekking hebben op de noodzaak tot het beschikken over procedures. Hierbij gaat het om procedures die betrekking hebben op werkzaamheden zoals overslag (paragraaf 7.3), maar ook om procedures die betrekking hebben op veiligheidsbeheersmaatregelen. Met betrekking tot laatstgenoemde is hoofdstuk 9 een belangrijk hoofdstuk. In dit hoofdstuk is aangegeven welke veiligheidsbeheersmaatregelen er binnen een inrichting moeten zijn geïmplementeerd. Hierbij is er een duidelijke overlap met de elementen uit het veiligheidsbeheerssysteem zoals opgenomen in het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo '99). Uitsluitend VBS-element e. 'de wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen' wordt niet in hoofdstuk 9 van de PGS 29 behandeld. Voor dit element is een separaat hoofdstuk in de PGS 29 opgenomen (hoofdstuk 12). In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de introductie van technische en organisatorische wijzigingen, de melding van wijzigingen aan de betrokken partijen (overheden en buurbedrijven) en het doorvoeren van de consequenties die de wijzigingen met zich meebrengen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de veiligheidsbeheersmaatregelen die in de PGS 29 zijn opgenomen. Ter illustratie is in de tabel tevens aangegeven met welk VBS-element er een verband is.


Tabel 2: overzicht organisatorische veiligheidsbeheersmaatregelen uit de PGS 29

Onderwerp	Hoofdstuk uit PGS 29	Corresponderend VBS-element Brzo '99
Veiligheidsbeleid	9.1	VBS a. Onderdelen van het algemene beheerssysteem
Personeel: vakbekwaamheid, opleiding, alertheid	9.2	VBS b. De organisatie en de werknemers
Scenariobeschrijving en ongevalsanalyse	9.3	VBS c. De identificatie van de gevaren en de beoordeling van de risico's van zware ongevallen
Toezicht op de uitvoering	9.4	VBS d. Beheersing van de uitvoering
Voorbereid zijn en reageren op noodsituaties	9.5	VBS f. De planning voor noodsituaties
Toezicht op de prestaties	9.6.1	VBS g. Toezicht op de prestaties
Beoordeling en evaluatie	9.6.2	VBS h. Audits en beoordeling A Uitvoeren van audits
Beheer van wijzigingen	12	VBS e. De wijze waarop wordt gehandeld bij wijzigingen

Wanneer wordt gekeken naar de inhoud van de voorschriften die betrekking hebben op organisatorische maatregelen, blijkt dat in de PGS 29 uitsluitend is aangegeven welke onderwerpen beschreven of procedureel geborgd moeten worden. In sommige gevallen wordt hierbij verwezen naar externe documenten zoals de EEMUA 159. Over de exacte invulling van de organisatorische maatregelen doet de PGS 29 geen uitspraak. Dit is een taak van de inrichtinghouder in overeenstemming met het betreffende bevoegd gezag. Het verbeteren van de organisatorische maatregelen is een verantwoordelijkheid die het bedrijf zelf dient te nemen. De PGS 29 stelt uitsluitend een kader waaraan minimaal invulling moet worden gegeven.

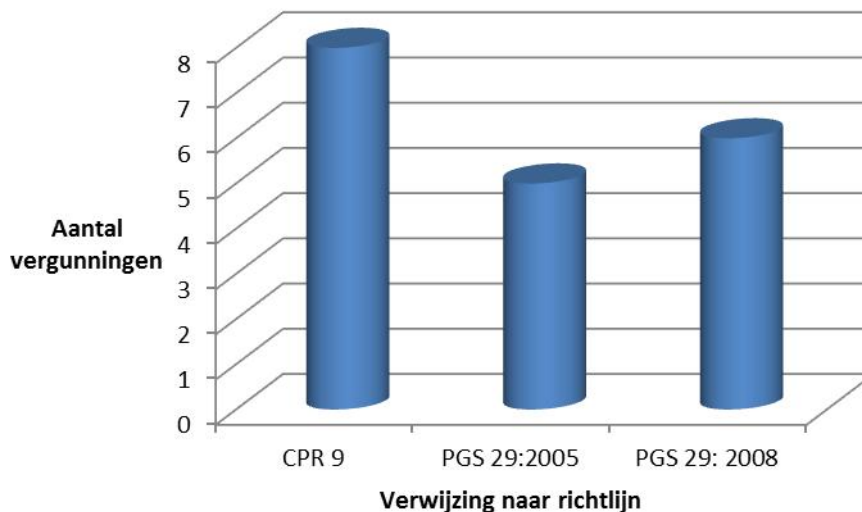
5 De implementatie van de PGS 29 in de praktijk

In de PGS 29-richtlijn zijn voorschriften opgenomen die tot doel hebben de veiligheids- en milieurisico's van de opslag van brandbare vloeistoffen in atmosferische opslagtanks te verkleinen. Om dit doel te bereiken is het noodzakelijk dat de voorschriften uit de PGS 29 worden opgenomen in milieu- en omgevingsvergunningen van de inrichtingen waarop de richtlijn van toepassing is. Om dit na te gaan is voor de betreffende inrichtingen in Noord-Brabant die voor de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht onder het bevoegd gezag van de provincie vallen nagegaan in hoeverre de in gebruik zijnde opslagtanks voldoen aan de voorschriften uit de PGS 29. Hiertoe is onderzocht of de vigerende vergunning actueel is en of alle relevante voorschriften uit de PGS 29 in de vergunning zijn voorgeschreven en zijn geïmplementeerd. Hierbij is uitsluitend gekeken naar de voorschriften die betrekking hebben op het voorkómen van een incident en niet naar de voorschriften die betrekking hebben op het beperken van (de gevolgen van) het incident; met andere woorden uitsluitend de voorschriften die van toepassing zijn op de foutenboom uit het vlinderdas model zijn beschouwd (zie Figuur 2).

Voor de analyse van de inrichtingen is gebruik gemaakt van de bevindingen uit de GAP-analyses die naar aanleiding van een project van de VROM-Inspectie (thans: Inspectie Leefomgeving en Transport) zijn uitgevoerd. In de GAP-analyses is nagegaan welke technische en organisatorische maatregelen de bedrijven hebben genomen om de vloeistoffen veilig te kunnen opslaan, of ze hiermee aan de laatste eisen voldoen en zo niet, wat ze nog moeten doen om wel aan die eisen te voldoen en wanneer ze daaraan kunnen voldoen. Daarnaast is aan de betrokken vergunningverleners en medewerkers externe veiligheid van de provincie Noord-Brabant gevraagd naar de actuele situatie rondom de vergunning en de implementatie van de voorschriften uit de PGS 29.

5.1 Actualiteit milieu- of omgevingsvergunning

Voor negentien inrichtingen die voor de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht onder het bevoegd gezag van de provincie Noord-Brabant vallen zijn er opslagtanks aanwezig die onder de werkingssfeer van de PGS 29 vallen. Voor deze inrichtingen is voor de relevante opslagtanks nagegaan welke richtlijn in de vigerende vergunning wordt voorgeschreven. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: aantal vergunningen waarin de genoemde richtlijn geheel of gedeeltelijk is voorgeschreven

Uit de figuur blijkt dat voor zes inrichtingen voorschriften uit de vigerende PGS 29-richtlijn in de vergunning zijn opgenomen. In vijf gevallen wordt er in de vergunningvoorschriften verwezen naar voorschriften uit de PGS 29 uit 2005 en in acht gevallen naar de CPR 9-2/CPR 9-3 richtlijnen [13, 14]. Hieruit kan worden geconcludeerd dat veel vergunningen niet actueel zijn. Aangezien een onderzoek van de VROM-inspectie uit 2009 [15] een soortgelijke trend laat zijn, mag worden aangenomen dat het niet actueel zijn van de vergunningen een landelijk probleem is.

Om aan de inrichtingen met een verouderde vergunning de voorschriften uit de huidige PGS 29-richtlijn te kunnen opleggen is het noodzakelijk om de vergunning te actualiseren. Dit is echter een proces dat de nodige tijd kost. Vandaar dat in Noord-Brabant contact wordt gezocht met de betreffende inrichtingen met het verzoek zich te conformeren aan de PGS 29 en (op basis van de uitgevoerde GAP-analyse) een plan van aanpak op te stellen om eventuele tekortkomingen op te lossen.

5.2 Resultaten GAP-analyses

Ten tijde van het opstellen van deze scriptie zijn voor 16 van de 19 inrichtingen in Noord-Brabant GAP-analyses uitgevoerd. Binnen deze GAP-analyse lag de nadruk op de voorschriften die in 2008 naar aanleiding van het Buncefield-incident zijn gewijzigd in of toegevoegd aan de PGS 29. Uit de GAP-analyses komt naar voren dat vooral aan artikel 87 van de PGS 29 in veel gevallen nog niet wordt voldaan. Bij diverse inrichtingen zijn geen of slechts een beperkt aantal tanks uitgevoerd met een fysiek onafhankelijke instrumentele overvulbeveiliging. Indien deze beveiliging wel aanwezig is is meestal echter niet duidelijk of de betrouwbaarheid van de instrumentatie en beveiligingen in relatie staat tot het veiligheidsrisico.

Daarnaast is er een aantal inrichtingen waarbij er tekortkoming zijn met betrekking tot procedures/protocollen die conform de PGS 29 noodzakelijk zijn. Hierbij gaat het om het ontbreken van benodigde procedures, het niet volledig zijn van procedures of het ontbreken van de benodigde goedkeuring van procedures door het bevoegd gezag. Dit is met name het geval bij de inrichtingen die niet onder de werkingssfeer van het Brzo '99 vallen. Voor de inrichtingen die wel onder de werkingssfeer van het Brzo '99 maken dergelijke procedures namelijk (veelal) onderdeel uit van het veiligheidsbeheerssysteem.

6 Conclusie

De afgelopen decennia hebben er wereldwijd met regelmaat incidenten plaatsgevonden met opslagtanks waarin brandbare stoffen waren opgeslagen. Uit de analyse van deze incidenten blijkt dat er drie directe oorzaken zijn vast te stellen die grotendeels verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de incidenten:

- Overdruk;
- Externe belasting;
- Corrosie.

Voornamelijk het ontstaan van overdruk in de opslagtank blijkt een belangrijke oorzaak voor het ontstaan van een incident te zijn. Onderliggende oorzaak van deze incidenten is het ontsteken van een explosieve atmosfeer tijdens het uitvoeren van werkzaamheden aan of nabij een opslagtank. Dit door de introductie van ontstekingsbronnen zoals lasapparatuur of niet-explosieveilig materieel.

Ook het overvullen van een opslagtank is een activiteit die regelmatig resulteert in overdruk. Vooral het niet tijdig stoppen van de verlading waardoor te veel vloeistof naar de opslagtank wordt overgebracht is hierbij een belangrijke onderliggende oorzaak.

Externe belasting blijkt voornamelijk voor tanks met drijvende daken een relevante directe oorzaak te zijn. Dit vanwege het bezwijken van het dak door de aanwezigheid van grote hoeveelheden sneeuw of regen. Daarnaast blijkt een technische tekortkoming, zoals een fout in het ontwerp van de tank of een verzwakking van de tank door onderhoudswerkzaamheden een onderliggende oorzaak voor tankfalen door externe belasting te zijn.

Het falen van een tank ten gevolge van corrosie wordt voornamelijk veroorzaakt doordat een verkeerde inschatting wordt gemaakt van de corrosiesnelheid van de tank door het opgeslagen product.

Om de kans op een incident met atmosferische opslagtanks te voorkómen zijn in de PGS 29 veiligheidsmaatregelen voorgeschreven. Deze kunnen worden ingedeeld in persoonsgebonden, technische en organisatorische maatregelen. Uit de incidentenanalyses blijkt dat het ontstaan van een incident met een atmosferische opslagtank vaak wordt veroorzaakt door het ontbreken of niet voldoen van organisatorische of persoonsgebonden maatregelen in combinatie met technische maatregelen. Doordat organisatorische of persoonsgebonden maatregelen te kort schieten worden technische maatregelen niet geïmplementeerd of functioneren niet. Bij de geanalyseerde incidenten bleek dat in veel gevallen een werkvergunning werd afgegeven voor het uitvoeren van werkzaamheden waarbij gebruik werd gemaakt van niet-explosieveilige apparatuur of hete bronnen terwijl de tank niet veiliggesteld was. Een ander voorbeeld is het niet werken van technische beveiligingen door gebrek aan onderhoud.

Ook blijkt dat werknemers vaak niet op de hoogte zijn van de gevaren doordat zij onvoldoende training of opleiding hebben gehad. Door goede werkinstructies en procedures op te stellen voor onderhoud en inspecties van de tanks en voor de opleiding van medewerkers kunnen dergelijke organisatorische tekortkomingen worden voorkomen en kan het aantal ongevallen worden gereduceerd.

Daarnaast komt het veelvuldig voor dat door het ontbreken van technische maatregelen een organisatorische of persoonsgebonden tekortkoming direct resulteert in een incident. Zo blijkt dat veel opslagtanks niet zijn voorzien van een instrumentele overvulbeveiliging, waardoor het niet handmatig stopzetten van de verlading door de operator direct resulteert in overvulling van de tank. Dergelijke incidenten kunnen worden voorkomen door – in aanvulling op de organisatorische en persoonsgebonden maatregelen - technische maatregelen te treffen, waarvan de werking niet afhankelijk is van menselijk handelen. Voor de overvulbeveiliging is deze maatregel met de wijziging van de PGS 29 in 2008 voorgeschreven.

Wanneer wordt gekeken naar de PGS 29-richtlijn in relatie tot de incidenten die zich in het verleden hebben voorgedaan, kan worden vastgesteld dat in de PGS 29 voldoende voorschriften zijn opgenomen die direct of indirect verwijzen naar de te implementeren technische maatregelen om de kans op een incident te beperken; indien de technische voorschriften uit de PGS 29 zouden zijn geïmplementeerd hadden veel van de geanalyseerde incidenten kunnen worden voorkomen. De enige technische maatregel die mogelijk als aanvulling in de PGS 29 kan worden opgenomen is het aanbrengen van een inertgasdeken in een tank met een vast dak. Verder zijn er uitsluitend in uitzonderlijke gevallen aanvullende maatregelen te bedenken die de kans op een incident verder kunnen verkleinen. Deze zijn dusdanig specifiek dat ze niet in een generieke richtlijn kunnen worden opgenomen.

Voor de persoonsgebonden maatregelen geldt dat ze nauw zijn verbonden met de organisatorische maatregelen. Dit aangezien persoonlijk gedrag uitsluitend kan worden veranderd indien er medewerking is vanuit de gehele organisatie. Om de persoonlijke maatregelen aan te pakken is het noodzakelijk om de veiligheidscultuur binnen een inrichting te versterken. Dit is een proces dat top-down dient te worden uitgevoerd: indien het management zich niet persoonlijk en zichtbaar inzet, ervaren de medewerkers dat veiligheid alleen hun verantwoordelijkheid is en is een blijvende gedragsverandering onwaarschijnlijk. Het verbeteren van de veiligheidscultuur is zodoende een proces dat voor iedere organisatie een andere aanpak vraagt. Het is daarom niet mogelijk om hiervoor in de PGS 29 generieke voorschriften op te nemen.

Als onderdeel van het versterken van de veiligheidscultuur is het noodzakelijk dat er binnen de organisatie voldoende aandacht is voor de organisatorische maatregelen. Er zijn vier belangrijke organisatorische maatregelen aan te wijzen die veelal niet of onvoldoende geïmplementeerd waren bij de incidenten die zijn geanalyseerd, namelijk:

1. Instructies en procedures;
2. Opleiding en training van het personeel;
3. Inspectieprogramma;
4. Management van onderhoud.

Het is van belang dat binnen een inrichting bovenstaande maatregelen goed worden vastgelegd of procedureel worden geborgd. In de PGS 29 wordt hieraan invulling gegeven door aansluiting te zoeken met de VBS-elementen uit het Brzo '99. Hierbij moet worden opgemerkt dat een richtlijn zoals de PGS 29 alleen kan aangeven welke activiteiten en onderwerpen procedureel moeten zijn geborgd en wat er minimaal in deze procedures moet zijn opgenomen. Hoe hieraan invulling wordt gegeven is mede afhankelijk van de bedrijfssituatie en is daarom een verantwoordelijkheid van de inrichtinghouder. Hierbij is er tevens een belangrijke taak weggelegd voor het bevoegd gezag die in veel gevallen goedkeuring moet geven aan de procedures en moet controleren op de naleving van de procedures.

Het is belangrijk om te beseffen dat de PGS 29 een richtlijn is die generiek toepasbaar dient te zijn en daarom als basisdocument moet worden gezien. Met de voorschriften die in de huidige PGS 29-richtlijn zijn opgenomen is de veiligheid van de opslag van brandbare vloeistoffen voldoende geborgd. Wel is het van belang dat deze voorschriften ook in de omgevingsvergunning van de inrichting worden voorgeschreven en door het bedrijf worden geïmplementeerd. Hieraan blijkt het in de praktijk nog wel eens te schorten. Aangezien iedere situatie andere gevaren en eigenschappen met zich meebrengt is het bovendien altijd noodzakelijk om (door uitvoering van veiligheidsstudies) na te gaan of de betrouwbaarheid van de installatie in relatie staat tot het veiligheidsrisico. Indien dit niet het geval is moeten mogelijk aanvullende maatregelen worden geïmplementeerd.

7 Aanbevelingen

De analyse van de incidenten toont aan dat er in de PGS 29-richtlijn voldoende voorschriften zijn opgenomen om de veiligheid van de opslag van brandbare vloeistoffen in bovengrondse atmosferische opslagtank te borgen. Dit wil echter niet zeggen dat er geen verbeterpunten zijn te benoemen.

7.1 Inhoud en opbouw van de PGS 29-richtlijn

Veel inrichtingen die binnen het toepassingsgebied van PGS 29-richtlijn vallen beschikken over meerdere grote opslagtanks voor de opslag van brandbare vloeistoffen. Hierbij moet gedacht worden aan grote opslagterminals en procesindustrie. Er zijn ook inrichtingen waarop de PGS 29 van toepassing is, maar waar slechts één of enkele tanks voor de opslag van brandbare vloeistoffen aanwezig zijn en waarbij de inhoud van de tanks beperkt is. De PGS 29 houdt geen rekening met het aantal tanks dat en het volume van de tanks die binnen een inrichting aanwezig zijn. Het toepassen van de PGS 29-richtlijn vraagt veel kennis van de betrokken partijen. Bij grote inrichtingen (die vaak aanvullende verplichtingen hebben op grond van het Brzo '99) is deze kennis vaak in meer of mindere mate voorhanden. Dergelijke inrichtingen zijn meestal goed in staat om de voorschriften uit de PGS 29 te vertalen naar de praktijksituatie. Met name voor de kleinere inrichtingen die slechts sporadisch met de PGS 29 in aanmerking komen is het toepassen van de richtlijn vaak een tijdrovende exercitie. Dit wordt versterkt doordat voor de invulling van diverse voorschriften uit de PGS 29 maatwerk vereist is⁵. Zo is in de PGS 29 aangegeven dat de betrouwbaarheid van instrumentatie en beveiligingen in relatie moet staan tot het veiligheidsrisico. De minimale mate van betrouwbaarheid dient door het bedrijf zelf te worden aangetoond en gedocumenteerd door toepassing van een methodiek zoals de SIL-systematiek of safety-layersystematiek. Een ander voorbeeld is de inspectiefrequentie van tanks, die conform de PGS 29 in overleg met het bevoegd gezag moet worden vastgesteld.

Om bedrijven niet onnodig te belasten met tijdrovende en kostbare procedures kan in de PGS 29 mogelijk een categorisering worden gemaakt waarbij rekening wordt gehouden met het aantal tanks dat binnen een inrichting aanwezig is en de inhoud van deze tanks. Voor iedere categorie dient in de PGS 29 een voorschriftenpakket te worden opgenomen, waarbij afhankelijk van de zwaarte van de categorie, maatwerk of standardeisen worden voorgeschreven. Bij de vaststelling van het voorschriftenpakket dient tevens te worden beschouwd of de kosten van bepaalde voorschriften opwegen tegen bijbehorende baten. Dit geldt niet alleen voor de technische maatregelen, maar ook voor de organisatorische maatregelen. Bovenstaande levert niet alleen voordelen op voor het bedrijfsleven, maar tevens voor de bevoegde gezagen die de voorschriften uit de PGS 29 moeten opnemen in de vergunning en moeten toezien op de naleving van deze voorschriften.

In de huidige PGS 29 zijn veel verwijzingen opgenomen naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden. Hierdoor is het voor de partijen die moeten werken met de PGS 29-richtlijn moeilijk om een totaaloverzicht te verkrijgen van alle relevante voorschriften en eisen die gelden voor atmosferische opslagtanks. Daarbij komt kijken dat niet alle documenten waarnaar in de PGS 29 wordt verwezen even eenvoudig verkrijgbaar zijn, of erg kostbaar zijn. Dit, in combinatie met de hoeveelheid documenten, vraagt veel tijd, geld en kennis van de betrokken partijen om zich de inhoud van de PGS 29 eigen te kunnen maken.

⁵ Opgemerkt moet worden dat de PGS een richtlijn en geen wetgeving is. Op basis van het gelijkwaardigheidsbeginsel is het mogelijk om met alternatieven te komen. Hierbij dient wel te worden aangetoond dat die gelijkwaardig zijn ten opzichte van de beschreven stand der techniek in de PGS 29. De PGS 29 is dus vaak geen verplichting, maar wel verstandig om na te leven, zeker gezien het feit dat steeds meer vergunningen en wetgeving naar de PGS-publicaties verwijzen.

Vooraf voor inrichtinghouders, vergunningverleners, toezichthouders en handhavers die slechts incidenteel in aanraking komen met de PGS 29-richtlijn is dit onbegonnen werk. Dit probleem wordt waarschijnlijk ten dele opgelost door de oprichting van de Regionale Uitvoeringsdiensten (RUD's) waarin taken en kennis op het gebied van vergunningverlening, toezicht en handhaving worden geclusterd. Belangrijk hierbij is wel dat er een set van randvoorwaarden (kwaliteitscriteria) tot stand komt waarbinnen de kwaliteitsverbetering bereikt kan worden. Deze criteria hebben als doel om de uitvoering van de vergunningverlening, het toezicht op de naleving en de handhaving van het omgevingsrecht te professionaliseren en de kwaliteit te borgen. Desondanks is het aan te bevelen om het aantal verwijzingen in de PGS 29 naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden tot een minimum te beperken.

Indien verwijzing naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden toch noodzakelijk is, dient in de voorschriften van de PGS 29 expliciet te worden aangegeven welke onderdelen/onderwerpen uit deze documenten van toepassing zijn. Dit aangezien zelden de gehele inhoud van de documenten relevant is. Het in de omgevingsvergunning opnemen van voorschriften waarin algemeen wordt verwezen naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden wordt door de Raad van State dan ook niet goedgekeurd. De huidige PGS 29 bevat echter diverse voorschriften met algemene verwijzingen naar (inter)nationale normen, richtlijnen en standaarden. Een voorbeeld hiervan is voorschrift 12 waarin is aangegeven dat in nieuwe installaties en bij veranderingen aan installaties de minimale afstanden tussen de verschillende onderdelen van de installatie moeten voldoen aan de codes van het Institute of Petroleum.

7.2 Implementatie en naleving van de PGS 29-richtlijn

Gebleken is dat in veel milieu-/omgevingsvergunningen van bedrijven nog niet wordt verwezen naar de meeste recente versie van de PGS 29. De overheid dient er voor te zorgen dat vergunningen actueel zijn. Vaak wordt er echter gewacht op een natuurlijk moment om de vergunning te herzien, zoals een nieuwe vergunningaanvraag door een bedrijf. Indien gewijzigde inzichten belangrijke consequenties hebben voor de veiligheid is het van belang dat overheden proactief optreden met betrekking tot het actualiseren van de vergunningen. Het is dan niet wenselijk om afwachtend op te treden. Omdat een ambtshalve wijziging van de vergunning niet altijd mogelijk/wenselijk is, is hierbij de medewerking van het bedrijfsleven vaak vereist.

Het is dan ook van belang dat het bedrijfsleven proactief handelt. Dit hangt nauw samen met de veiligheidscultuur die binnen de bedrijven heerst: indien binnen een bedrijf een goede veiligheidscultuur heerst, zal verbeteren van de veiligheid een continu aandachtspunt zijn. Dergelijke bedrijven zullen eerder geneigd zijn om veiligheidsmaatregelen die (nog) niet in hun vergunning zijn voorgeschreven te implementeren of mee te werken aan de actualisatie van hun vergunning. Aandacht voor de veiligheidscultuur is daarom een belangrijk onderwerp.

Het werken aan een juiste cultuur is uiteraard primair de taak van de bedrijven. Het bedrijf heeft immers de taak tot het nemen van alle maatregelen om (zware) ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor mens en milieu te beperken. Daartoe kan ook de veiligheidscultuur worden gerekend. Maar ook als toezichthouder is het van belang aspecten van veiligheidscultuur in inspecties te kunnen herkennen en ze bij het bedrijf onder de aandacht te brengen. Hiermee kan het bedrijf een duw in de juiste richting worden geven en bijdragen aan het ontwikkelen van duurzame veiligheid. Het is daarom wenselijk om veiligheidscultuur onderdeel te laten uitmaken van de inspecties. Met het conceptvoorstel voor de herziene Seveso-richtlijn, waarbij veiligheidscultuur als VBS-element wordt opgenomen, wordt hieraan deels invulling gegeven. Idealiter zou het mogelijk moeten zijn om het bedrijf te verplichten om tot een corrigerende aanpak van de veiligheidscultuur te komen, bijvoorbeeld door het opnemen van de verplichting onderzoek te verrichten naar veiligheidscultuur en maatregelen te nemen ter verbetering. Mogelijk dat dit als aanvullend voorschrift in de PGS 29 kan worden opgenomen.

Referenties

- [1] Wet van 18 maart 1999, houdende bepalingen ter verbetering van de arbeidsomstandigheden (Arbeidsomstandighedenwet 1998)
- [2] Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen)
- [3] Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 30 maart 2010, nr. BJZ2010008979, houdende nadere regels ter uitvoering van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht en van het Besluit omgevingsrecht (Regeling omgevingsrecht)
- [4] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 29, Richtlijn voor de bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks, Ministerie van VROM, 7 oktober 2008, Den Haag
- [5] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 6, Aanwijzingen voor implementatie van Brzo 1999, Ministerie van VROM, 22 augustus 2006, Den Haag
- [6] SAVE, AVRIM2 inspectie- en beoordelingsmethodiek versie 2000, Revisie 2, 2000
- [7] Besluit van 27 mei 1999 tot vaststelling van het Besluit risico's zware ongevallen 1999 en tot herziening van enkele andere besluiten in verband met de uitvoering van Richtlijn nr. 96/82/EG van de Raad van de Europese Unie van 9 december 1996 betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken
- [8] ATEX 95, apparaten en beveiligingssystemen op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen, 94/90/EG
- [9] ATEX 137, 15^e aanvullende Europese Richtlijn 1992/92/EG 'Bescherming van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar lopen', 2003
- [10] NPR 7910-1, Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1: Gasexplosiegevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10-1:2009, 2010
- [11] EEMUA 159, Users guide to the maintenance and inspection of above-ground vertical cylindrical steel storage tanks. Engineering Equipment and Materials Users Association, Publication no.159, London, derde editie, 2003.
- [12] Besluit van 15 januari 1997, houdende regels in het belang van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in verband met de arbeid (Arbeidsomstandighedenbesluit)
- [13] CPR 9-2, vloeibare aardolieproducten, bovengrondse opslag in kleine installaties, Sdu Uitgevers (Servicecentrum Uitgevers), Den Haag eerste druk, 1985.
- [14] CPR 9-3, vloeibare aardolieproducten, bovengrondse opslag in grote installaties, Sdu Uitgevers (Servicecentrum Uitgevers), Den Haag eerste druk, 1984.
- [15] Onderzoek naar de veiligheid bij opslagen van brandbare vloeistoffen in tanks, "Buncefield" onderzoek, VROM-inspectie, Publicatienummer: 9239, 24 augustus 2009



Bijlage 1. Definitief scriptievoorstel en goedkeuring

Scriptievoorstel van Rudy Bos Cursusgroep Utrecht 40

Adres:

Rudy Bos

Landsteinerstraat 16

5017 KJ TILBURG

Datum: 21-11-2011

<p>1. Titel (of werktitel)</p> <p><i>De relatie tussen de PGS29 en incidenten met atmosferische opslag tanks</i></p>
<p>2. Een korte beschrijving van het bedrijf, organisatie of branche (hierna "bedrijf" genoemd) waar het onderzoek wordt uitgevoerd. Doel van het bedrijf, grootte, aard van de werkzaamheden, korte beschrijving van de belangrijkste arborisico's.</p> <p><i>Het onderzoek zal door mij in eigen tijd, maar met medewerking van de provincie Noord-Brabant worden uitgevoerd. Binnen de provincie Noord-Brabant zijn op dit moment circa 1.500 medewerkers werkzaam. De provinciale kerntaken richten zich op ruimte, economie, milieu, mobiliteit en cultuur. Aangezien het merendeel van de werknemers binnen het provinciehuis werkzaam is, hebben de belangrijkste arborisico's betrekking op ergonomie en klimaat.</i></p>
<p>3. Een beschrijving van uw eigen positie in het bedrijf of bij de klant.</p> <p><i>Niet van toepassing.</i></p> <p><i>Ik ben werkzaam bij de provincie Noord-Brabant als beleidsmedewerker externe veiligheid. In deze functie adviseer ik intern op het gebied van externe veiligheid. Dit kan zijn in het kader van een vergunningaanvraag, ruimtelijk plan, MER-procedure, etc. Daarnaast ben ik als provinciaal gegevensbeheerder van de risicokaart mede-verantwoordelijk voor de kwaliteit en actualiteit van de gegevens die op de risicokaart worden getoond.</i></p> <p><i>Daarnaast ben ik als parttime ZZP-er werkzaam (Silva Consultancy) als consultant externe veiligheid.</i></p>
<p>4. Beschrijving van het onderwerp of probleem. Verwoord daarbij de belangrijkste vraag waar u aan het eind van uw onderzoek het antwoord op moet kunnen geven. Aan de centrale vraag kunnen desgewenst deelvragen worden toegevoegd. Geef zo mogelijk ook aan waar u uw onderzoek begrenst (beschrijving van de scope).</p> <p>Daarbij tevens aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Waarom kiest u juist voor dit onderwerp? Waarom is het eigenlijk een probleem of knelpunt (probleemanalyse)? • Schets wat er schort aan de huidige situatie (interne factoren) of aan de wetgeving/de markt e.d.(externe analyse). • Hoe groot is het probleem, wat zijn de risico's? Probeer deze te kwantificeren (bijvoorbeeld



ongevallen/incidentencijfers).

In Nederland is de PGS29-richtlijn aangewezen als BBT-document voor de bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks. In deze studie zal worden onderzocht in hoeverre door toepassing van de PGS29-richtlijn (versie 7 oktober 2008) kan worden voorkomen dat ongewenste gebeurtenissen kunnen leiden tot zware ongevallen binnen en buiten een inrichting. Hiertoe zal aan de hand van een incidentenanalyse worden onderzocht welke incidenten er de afgelopen decennia hebben plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks. Door vast te stellen wat de oorzaken van deze incidenten is geweest zal vervolgens per incident worden beoordeeld in hoeverre in de PGS29 (voldoende) voorschriften zijn opgenomen die het incident hadden kunnen voorkomen, of de gevolgen van het incident hadden kunnen beperken.

De centrale onderzoeksvraag is:

Biedt de PGS29-richtlijn voldoende voorschriften om de kans op, en de gevolgen van, een incident met een atmosferische opslagtank tot een acceptabel niveau te beperken?

In de studie komen onder andere onderstaande vragen aan de orde:

- *Welke incidenten hebben in het verleden plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks?*
- *Wat zijn de (basis)oorzaken van incidenten die in het verleden met atmosferische opslagtanks hebben plaatsgevonden?*
- *Bevat de PGS29 voorschriften waarin voorzieningen of beheersmaatregelen zijn voorgeschreven die de geanalyseerde incidenten hadden kunnen voorkomen?*
- *Zijn er voorzieningen of beheersmaatregelen denkbaar die de kans op (en de gevolgen van) een incident kunnen beperken, maar die niet in de PGS29-richtlijn zijn opgenomen?*

Het onderzoek zal zich uitsluitend richten op incidenten met opslagtanks waarop de PGS29-richtlijn van toepassing is. Incidenten met overige tanks zullen niet in het onderzoek worden beschouwd. Incidenten die hebben plaatsgevonden met verbindende apparatuur van een opslagtank – zoals leidingwerk of pompen- zullen niet in de studie worden meegenomen.

5. Wie is probleemeigenaar en heeft – positief - belang bij het onderzoek en is verantwoordelijk voor de verbetering; is er voldoende commitment vanuit het management voor het aanpakken van de probleemstelling?

Het onderzoek wordt op eigen initiatief uitgevoerd. De uitkomsten van het onderzoek kunnen van belang zijn voor het bedrijfsleven, overheden (o.a. arbeidsinspectie en bevoegd gezag omgevingsvergunning) en de PGS beheerorganisatie.

6. Een bondige beschrijving van het beoogde product (resultaat) van het onderzoek (bijvoorbeeld een ontwikkelde en uitgeteste methode of een advies). Sluit hierbij aan op de centrale onderzoeksvraag of probleemstelling (zie vraag 4).

Het resultaat van het onderzoek is een overzicht van incidenten met atmosferische opslagtanks met de bijbehorende (basis)oorzaken en een analyse van de volledigheid van de huidige PGS29-richtlijn. Op basis van de bevindingen zullen aanbevelingen worden gedaan met betrekking tot de inhoud van de PGS29-richtlijn.



<p>7. Wanneer dat in deze fase al mogelijk is geef dan kort aan hoe het beoogde resultaat kan worden bereikt (implementatievoorstel). Betrek hierbij de actoren die hierin een rol (zouden moeten) spelen: interne en eventueel externe actoren, bijvoorbeeld fabrikant, overheid, branche-organisatie). Beschrijf tevens kort hoe t.z.t. geëvalueerd of het gewenste doel is bereikt.</p>
<p><i>Afhankelijk van het resultaat, kan het onderzoek mogelijk als input worden gebruikt voor de actualisatie van de PGS29-richtlijn. Bij deze actualisatie zijn alle gebruikers van de richtlijn (bedrijfsleven en overheden) als actor betrokken.</i></p>
<p>8. Geef aan op welke wijze in het onderzoek een bredere oriëntatie wordt nagestreefd (oriëntatie bij een of meer andere bedrijven of in de literatuur).</p>
<p><i>Voor de analyse van incidenten zal gebruik worden gemaakt van diverse (literatuur)bronnen en incidentendatabases. Hierbij kan gedacht worden aan:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board;</i> • <i>Onderzoeksraad voor de veiligheid;</i> • <i>Major Accidents Reporting System (MARS-database);</i> • <i>FACTS database</i> • <i>Aanbevelingen van de HSE (Engeland) n.a.v. de Buncefield brand</i> <p><i>Indien mogelijk zullen ook (collega)inspecteurs en vergunningverleners worden gevraagd naar hun ervaringen met de huidige PGS 29.</i></p>
<p>9. Een helder plan van aanpak waarin de verschillende te zetten stappen in uw onderzoeksplan worden beschreven om tot het gewenste resultaat te komen. Bijvoorbeeld veldonderzoek, interviews, literatuurstudie. Geef daarbij een chronologische opsomming van de (deel)activiteiten.</p>
<p><i>Plan van Aanpak:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Inventarisatie incidenten</i> (literatuurstudie, incidentendatabases) 2. <i>Analyse van incidenten</i> (vaststellen (basis)oorzaken) 3. <i>Analyse voorschriften PGS29-richtlijn</i> (beoordelen of met de voorschriften uit PGS29 de geanalyseerde ongevallen voorkomen hadden kunnen worden) 4. <i>Aanbevelingen voor actualisatie van de PGS29-richtlijn</i> (op basis van de analyse zullen aanbevelingen worden gedaan met betrekking tot aanvullende voorzieningen of beheersmaatregelen die in de PGS29-richtlijn kunnen worden opgenomen)
<p>10. Een beschrijving van uw eigen rol bij het onderzoek.</p>
<p><i>Aangezien ik het onderzoek op eigen initiatief uitvoer, zullen alle onderdelen van het onderzoek door mij persoonlijk worden uitgevoerd.</i></p>



POST HOGER ONDERWIJS
VEILIGHEIDSKUNDE



De heer R.A.J. Bos
Landsteinerstraat 16
5017 KJ TILBURG

Samenwerkende instellingen:

TNO Kwaliteit van Leven/Arbeid
Hogeschool Zuyd
Haagse Hogeschool
Hogeschool Utrecht

Weerdsingel WZ 32
3513 BC Utrecht
Telefoon 030-2318212
E-mail info@phov.nl

Bankrek. nr. 67.28.37.463

Utrecht, 28 november 2011
Ons kenmerk: HVK/U40/1434/WdV
Betreft: beoordeling scriptievoorstel

Geachte heer Bos,

Bij deze verklaren wij ons akkoord met het door u ingediende scriptievoorstel.

Een opmerking:

Het doorgaan van uw onderzoek staat en valt met het gegeven dat er de afgelopen decennia incidenten hebben plaatsgevonden met atmosferische opslagtanks. Als zou blijken dat er helemaal geen incidenten hebben plaatsgevonden, dan valt de basis van uw scriptieproject weg en zult u mogelijk een ander onderwerp moeten kiezen.

Wij verzoeken u het scriptievoorstel alsmede deze goedkeuring als bijlage in uw scriptie op te nemen. Wij wensen u veel succes toe bij het vervaardigen van uw scriptie.

Hoogachtend,

Namens de scriptievoorstellencommissie
dr. W.J.T. van Alphen
A.J.F. Verbeek

Bijlage 2. Overzicht gehanteerde bronnen t.b.v. incidentenonderzoek

Literatuurbronnen

- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – AC070344, ARIA nr. 6077
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 18325
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Classified Installations Inspectorate ARIA nr. 19979
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Classified Installations Inspectorate ARIA nr. 21082
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Registered Installations Inspectorate ARIA nr. 22459
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 23866
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Registered Installations Inspectorate ARIA nr. 26982
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Registered Installations Inspectorate ARIA nr. 29589
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 31227
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 31312
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 32829
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 32890
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI. Feedback seminar IMPEL / ICPE inspectors, Rheims, June 12-13, 2001
- French Ministry for Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI – ARIA nr. 163
- French Ministry for Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI – DRIRE Aquitaine, ARIA nr. 32675
- French Ministry for Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI – IMPEL – DREAL Upper Normandy, ARIA nr. 33335
- Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue, Chemical risks division. Document nr. CRC/ONG/0013-E
- COMAH Competent Authority Investigation Team. Buncefield: Why did it happen? The underlying causes of the explosion and fire at the Buncefield oil storage depot, Hemel Hempstead, Hertfordshire on 11 December 2005., 2011
- Chemical Incident Report, produced by the Chemical Incident Response Service of the Medical Toxicology Unit, Guy's and St Thomas' Hospital Trust, Number 22, October 2001
- National Transportation Safety Board. Storage Tank Explosion and Fire in Glenpool, Oklahoma, April 7, 2003. Pipeline Accident Report, NTSB/PAR-04/02, PB2004-916502 Notation 7666, October 13, 2004
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Investigation report Refinery Incident Motiva Enterprises LLC. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Report No. 2001-05-1-DE

- Case study hot work control and safe work practices of oil and gas production wells, Partridge-Raleigh Smith County Oilfield. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Report No. 2006-07-I-MS
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Investigation report, methanol tank explosion and fire, Bethune point wastewater treatment plant. Report No. 2006-03-I-FL
- Explosie aardgascondensaattank bij de Nederlandse Aardolie Maatschappij te Warffum d.d. 31 mei 2005, Onderzoeksraad voor Veiligheid. Den Haag, september 2007 (M2005BL0531-03)
- Marsh's Risk Consulting Practice, The 100 largest Losses 1972-2001. Large Property Damage Losses in the Hydrocarbon-Chemical Industries. 20th edition, February 2003
- Marsh Risk Consulting, Large Property Damage Losses in the Hydrocarbon-Chemical Industries – A Thirty-Year Review. 19th edition, February 2001
- Henry Persson, Anders Lönnermark. Tank Fires, Review of fire incidents 1951-2003. BRANDFORSK Project 513-021, SP REPORT 2004:14
- Fewtrell, P.; Hirst I.L.. A review of high-cost chemical/petrochemical accidents since Flixborough 1974
- Chang, James I.; Lin, Cheng-Chung. A study of storage tank accidents. Journal of Loss Prevention in the Process Industries (2006) 51-59
- Thomas V. Rodante. Investigation of a Naphtha Storage Tank Fire. Process Safety Progress, Vol 24 No. 2, 2005

Bijlage 3. Gehanteerde selectiecriteria voor de incidenteninventarisatie

Major Accidents Reporting System (MARS)

Binnen de MARS database is gezocht op stofclassificatie en de bron van het incident. In een eerste selectie is gezocht op de stofclassificatie 'flammable' en de bron 'storage'. Daarnaast heeft, los van de eerste selectie, een selectie plaatsgevonden op stofclassificatie 'flammable' en bron 'transfer'. Uit de verkregen resultaten is vervolgens per incident de relevantie van het incident voor onderhavige studie beoordeeld.

FACTS database

Om uit de omvangrijke FACTS database de relevante scenario's te filteren, is een uitgebreide query gemaakt. De invoergegevens van deze query zijn hieronder weergegeven:

Search for accidents:

- 'WHERE' 'ACTIV' contains any of the following values 'STORAGE'
- 'AND' 'EQINV' contains any of the following values 'TANK'
- 'AND' 'CLASS' contains any of the following values '***** or ****'
- 'AND' 'CHEM' contains any of the following values 'LIQUID'
- 'ANDNOT' 'CHEM' contains any of the following values 'GAS'
- 'ANDNOT' 'CHEM' contains any of the following values 'SOLID'
- 'ANDNOT' 'CHEM' contains any of the following values 'MOLTEN'
- 'ANDNOT' 'CHEM' contains any of the following values 'POWDER'
- 'AND' 'CAUSE' contains any of the following values 'DOMINO, HUMAN-FAILURE, MANAGEMENT-FAILURE, NATURAL CAUSE, OP/OTHERS-EXT/FAIL, TECHNICAL-FAILURE.



Bijlage 4. Rapportageformulieren van de incidenten

Case	1: Overvullen van een tank met ethanol
Incidentbeschrijving	Tijdens het verpompen van ethanol vanuit een schip naar de opslagtank vindt overvulling plaats
Algemeen	
Datum	7 februari 1997
Land	-
Plaats	-
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ethanol
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschreiden belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Onderzoeken wijzen op een verkeerde interpretatie van orders door de bemanning van het schip. Vorige tank werd ondervuld, betreffende tank overvuld. Er was geen peilglas en geen hoogniveaularm op de ontvangende tanks. Geschreven pompodracht was gegeven aan en erkend door de bemanning van het schip. Vervolgens werd vertrouwd op de de bemanning van het schip om de verlading goed te laten verlopen (gebrek aan controle, gebrek aan toezicht)
Tekortkomingen	
• Techniek	- Ontbreken niveaumeting - Ontbreken niveaularm
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende communicatie (uitsluitend papieren procedure/instructie) - Onvoldoende controle - Onvoldoende toezicht
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbetering procedure/communicatie (95/107/201)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	2: Falen opslagtank met ortho-cresol
Incidentbeschrijving	Corrosie leidt tot scheuren van stoomleiding in de tank wat drukgolven veroorzaakt. Door de drukgolven is een las in de tankwand bezweken, waarna de tankwand is gescheurd en het product uit de tank is vrijgekomen.
Algemeen	
Datum	16 januari 2003
Land	Nederland
Plaats	Rotterdam
Locatie	Tankterminal
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ortho-cresol
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschreiden belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Lekkage/breuk van interne hoge druk bron; stoomspiraal (oorzaak 7.4) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Corrosie stoomspiraal - Zwakke lasnaad in tank
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Overwegen gebruik ander verwarmingsmedium - Verlaging van stoomdruk
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbetering inspectieprogramma (246/248)
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 23866	



Case	3: Overvullen van tank tijdens verlading
Incidentbeschrijving	Explosies opgetreden tijdens het vullen van een opslagtank met loodvrije benzine als gevolg van overvulling. Dit door falen van de niveaumeter en de automatische overvulbeveiliging.
Algemeen	
Datum	11 december 2005
Land	Engeland
Plaats	Hemel Hempstead, Hertfordshire (Buncefield)
Locatie	Olieopslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzine
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Doordat de schakelaar van de automatische overvulbeveiliging in de verkeerde positie stond functioneerde deze niet. De positie van de schakelaar kon worden gewijzigd door het ontbreken van het hangslot. De veiligheidskritische functie van het hangslot was niet bekend bij personeel.
Tekortkomingen	
• Techniek	- Vastgelopen niveaumeter, waardoor geen HL en HHL alarm - Falen automatische overvulbeveiliging
• Gedrag	-
• Organisatie	- Slechte melding van tekortkomingen (regelmatig vastlopen niveaumeter) - Onvoldoende onderhoudsprogramma (niet verhelpen vastlopen niveaumeter) - Inadequate opleiding/training personeel - Onvoldoende management en organisatie (veiligheidscultuur)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Beveiligingssysteem moeten niet operatorafhankelijk zijn (87) - Overvulbeveiliging moet onafhankelijk werken t.o.v. de normale operationele monitoring (87) - Gasdetectie nabij tank en leidingen
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbetering procedures [MoC] (261) - Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren veiligheidscultuur [management en organisatie] (196 t/m 200)
Bron	
- Buncefield: Why did it happen? The underlying causes of the explosion and fire at the Buncefield oil storage depot, Hemel Hempstead, Hertfordshire on 11 December 2005. COMAH Competent Authority Investigation Team, 2011 - French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 31312	



Case	4: Falen tank met bitumen in een opslageenheid van een raffinaderij
Incidentbeschrijving	Catastrofaal falen van een 1200 m3 bitumentank doordat bij tankautoverlading een lichtontvlambare stof ten onrechte in de tank terecht is gekomen
Algemeen	
Datum	8 september 2005
Land	Italië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Bitumen
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	Onvoldoende procedure (overslag)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installatie temperatuurcontrolesysteem met inblokken tankverwarming en toevoer (Bijlage B) - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] in de bitumentank - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [voorkomen dat verkeerde producten naar de tank worden verladen] (96)
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 32829	



Case	5: Vrijkomen van vliegtuigbrandstof uit een semi-ondergrondse opslagtank
Incidentbeschrijving	Spill van jet brandstof tijdens de overvulling van een opslagtank als gevolg van open afsluiters op de transportleidingen
Algemeen	
Datum	30 december 2005
Land	Frankrijk
Plaats	Sainte-Marie (Reunion Island)
Locatie	Opslag van vliegtuigbrandstof
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Vliegtuigbrandstof
Tanktype	Semi-buried
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te weinig capaciteit beschikbaar (oorzaak 7.25) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Na voltooiing van de vulbewerking, laat de operator van inrichting A na om de twee kleppen op de koppelingleidingen en de toevoerklep van de semi-ondergrondse tank te sluiten. De volgende dag kreeg een andere werknemer de opdracht om één van de bovengrondse tanks van het depot te vullen. De werknemer opende de kleppen om de bovengrondse tank te vullen. Hierbij werd niet gecontroleerd of de kleppen, bediend de dag ervoor goed waren afgesloten.
Tekortkomingen	
• Techniek	- Falen niveaumeting (door tekortkomingen in onderhoud)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Inadequate opleiding/training (procedure voor verlading niet bekend bij alle medewerkers) - Onvoldoende onderhoudsprogramma (niet verhelpen defecte niveaumeter)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246)
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI / IMPEL– Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 31227	



Case	6: Explosie van een alcoholtank in een suikerfabriek / distilleerderij
Incidentbeschrijving	Bliksem veroorzaakt een explosie van een alcoholopslagtank. Door de explosie bezwijkt het dak van de tank en valt in de tank, waarna een brand ontstaat
Algemeen	
Datum	24 juli 2000
Land	Frankrijk
Plaats	Villette-sur-Aube
Locatie	suikerfabriek/distilleerderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ethanol
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Geen vlamdoers op ventielen - Bliksembeveiliging niet in overeenstemming met standaarden
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installatie van vlamdoers (79: niet toegestaan) - Aanbrengen bliksembeveiliging conform standaarden (24)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Aanpassen procedures [toepassen standaarden] (24)
Bron	
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI. Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 18325 - FACTS database, accident Nr. 19673	



Case	7: Explosie van een opslagtank met koolwaterstoffen
Incidentbeschrijving	Tijdens het schoonmaken van een lege opslagtank voor koolwaterstoffen heeft zich een explosie voorgedaan
Algemeen	
Datum	20 februari 2001
Land	Frankrijk
Plaats	Lespinasse
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzine
Tanktype	Tank met intern drijvend dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	De tank betrokken bij de ongeluk was uitgerust met slechts één mangat. Configuratie tijdens de cleanup-operaties: - Niet alle ventilatieopeningen waren geopend; - De ventilatie gebruikt om brandstof dampen te verwijderen werd gestopt voor de interventie; - Werkzaamheden waren aangevangen voordat een gasconcentratie lager dan 10% van de LEL. was bereikt
Tekortkomingen	
• Techniek	- Geen explosieveilige apparatuur
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende procedure (procedure voor ontgassen (lege) tank / werkvergunning niet deugdelijk)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Ventileren ruimte (Onderdeel van werkvergunning) - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning) - Explosieveilige apparatuur (Paragraaf 4.6: verwijzing naar NPR7910-1)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [werkvergunning, ontlichten tank] (245)
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Classified Installations Inspectorate ARIA nr. 19979	



Case	8: Een serie explosies op alcohol tanks op een distilleerderij
Incidentbeschrijving	Personeel was bezig met het uitvoeren van een reinigings- en alcohol overdrachtstest in een lege en ontgaste alcoholopslagtank. 50 kg van kaliumpermanganaat in poedervorm werd gedispergeerd in de bodem van de tank en ongeveer 15 m ³ alcohol werd toegevoerd in het reservoir. Door een sterke exotherme reactie tussen een overschot aan oxidatiemiddel (KMnO ₄) en de alcoholoplossing ontstond er een explosie
Algemeen	
Datum	3 september 2001
Land	Frankrijk
Plaats	Lillers (Nord-Pas-de-Calais)
Locatie	Distilleerderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ethanol
Tanktype	Tank met vast dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Te hoge temperatuur - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Exotherme reactie (geen runaway) (oorzaak 8.4) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Gebruik neutralisatiestof die exotherme reactie met ethanol oplevert
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Vervangen neutralisatiestof (kaliumpermanganaat) - Inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Classified Installations Inspectorate ARIA nr. 21082	



Case	9: Explosie in een additievantank in een olie- en bitumenraffinaderij
Incidentbeschrijving	Explosie van een tank waarin een additief voor de productie van werd opgelagen door ontleding van componenten van de additief. Deze additief kan in de aanwezigheid van lucht ontleden in organische peroxiden of andere stoffen die voor zelfontbranding kunnen zorgen.
Algemeen	
Datum	18 mei 2002
Land	Frankrijk
Plaats	Dunkerque (Nord)
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgelagen stof	Bitumenadditief
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Te hoge temperatuur - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Exotherme reactie (geen runaway) (oorzaak 8.4) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Onvoldoende inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Inertisering - Producttemperatuurmeting met alarm in controlekamer - Installatie temperatuurcontrolesysteem met shutdown van verwarming bij te hoge temperatuur - Meting explosieve atmosfeer (gasdetectie) in de tank - Installatie van ademventielen die instroming van lucht voorkomen (79)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Registered Installations Inspectorate ARIA nr. 22459	



Case	10: Overvullen van opslagtank met stookolie tijdens verlading
Incidentbeschrijving	Tijdens het lossen van stookolie werd de operator afgeleid door andere werkzaamheden op het terrein en vergat om over te schakelen naar een andere tank. Hierdoor werd de tank overvuld.
Algemeen	
Datum	13 december 2002
Land	België
Plaats	Brussel
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Stookolie
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Ontbreken automatische overvulbeveiliging
• Gedrag	- Niet opmerken timer van niveaumeter door operator
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedure voor lossen (94 t/m 104, 111 t/m 123)
Bron	
French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI - Registered Installations Inspectorate ARIA nr. 26982	



Case	11: Breuk van een atmosferische ruwe olie opslagtank
Incidentbeschrijving	Release van ruwe olie uit 40.000 m3 opslagtank door corrosie van de bodemplaten van de tank.
Algemeen	
Datum	25 oktober 2005
Land	België
Plaats	Kallo
Locatie	Opslagterminal
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	Corrosie
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	Corrosie door andere stoffen; water (oorzaak 1.10)
Aanvullende informatie	Tijdens het gebruik van een opslagtank is een goot gevormd in de bodem van de tank. Door de vorming van de goot kon het in de tank aanwezige water niet meer wegstromen. De accumulatie van stilstaand water in de goot veroorzaakte sterke corrosie die de dikte van de bodemplaten verlaagd. In eerste instantie was er sprake van een kleine lekkage, maar doordat door de lekkage de verdichte zand onder de tankbodem verzadigd raakte met olie werd een soort van drijfzand van olie en zand gevormd. Hierdoor werd de weerstand van de tankfundering sterk gereduceerd. Door de hydrostatische druk van de ruwe olie is de tankbodem verbroken over de lengte van de goot. De kracht van de uitstromende ruwe olie zo groot dat een deel van de tankfundering werd vernietigd.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Lekdetectie onder de tank - Corrosiewerende deklaag op tankbodem (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
- Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue, Chemical risks division. Document nr. CRC/ONG/0013-E - FACTS database, Accident Nr. 21681	



Case	12: Explosie in een landelijk olieproductiegebied
Incidentbeschrijving	Bij het installeren van een verbindingspijp tussen tanks, kwamen bij het lassen vonken vrij waardoor brandbare dampen afkomstig uit een open pijp werden ontstoken.
Algemeen	
Datum	5 juni 2006
Land	Verenigde Staten
Plaats	Releigh, Mississippi
Locatie	Olieproductiegebied
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	De explosie werd gevoed door brandbare koolwaterstofdampen afkomstig uit de ontluchting van een open-ended van een aangrenzende tank naar de lege tank, waar het lassen aan de gang was. De leidingen waren niet uitgerust met afsluiters en ware niet afgeflenst.
Tekortkomingen	
• Techniek	Geen gebruik gasdetectie
• Gedrag	-
• Organisatie	Onvoldoende procedures (heetwerkvergunning, verwijderen explosieve atmosfeer, afsluiten leidingwerk)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Meting explosieve atmosfeer (gasdetectie) in de tank (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren procedures [werkvergunning, veiligstellen tank, afsluiten leidingwerk, etc.] (245)
Bron	
Case study hot work control and safe work practices of oil and gas production wells, Partridge-Raleigh Smith County Oilfield. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Report No. 2006-07-I-MS	



Case	13: Methanoltank explosie en brand
Incidentbeschrijving	Bij gebruik van een snijbrander op een dak boven een methanolopslagtank werden per ongeluk dampen uit de tankontluchting otstoken. De vlam schoot terug in de tank, waardoor een explosie ontstond.
Algemeen	
Datum	11 januari 2006
Land	Verenigde Staten
Plaats	Daytona Beach, Florida
Locatie	Afvalwaterbehandeling
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Methanol
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Ongeschikte materialen (falen vlamdover door corrosie (ongeschikte vlamdover))
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende procedures (geen werkvergunning) - Onvoldoende inspectie - Onvoldoende onderhoudsprogramma - Onvoldoende training/opleiding (m.b.t. gevaren methanol)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installatie geschikte materialen [corrosiebestendige vlamdover] (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159) - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning) - Inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures (werkvergunning) (245) - Verbeteren inspectieprogramma (246/248) - Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246) - Verbeteren training/opleiding [m.b.t. gevaren methanol] (201 t/m 204)
Bron	
Investigation report, methanol tank explosion and fire, bethune point wastewater treatment plant. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Report No. 2006-03-I-FL	



Case	14: Expositie aardgascondensaattank
Incidentbeschrijving	Tijdens onderhouds- en bouwwerkzaamheden op een condensaattank heeft een explosie plaatsgevonden. Als gevolg van deze explosie zijn twee personen overleden en is een derde ernstig gewond geraakt
Algemeen	
Datum	31 mei 2005
Land	Nederland
Plaats	Warffum
Locatie	Aardgasproductielocatie
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Aardgascondensaat
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Er zijn twee mogelijke oorzaken van de explosie: 1) Nadat de laswerkzaamheden waren voltooid is een klep in de aangesloten leidingen geopend. Door de restwarmte van de las is de explosieve atmosfeer in de leidingen ontstoken. 2) Tijdens het lassen is de klep in de aangesloten leidingen geopend. Dit resulteerde in de release van een explosieve atmosfeer. Ontsteking van deze atmosfeer is de oorzaak van de explosie.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	Niet naleven procedures (werkvergunning had niet afgegeven mogen worden)
• Organisatie	- Onvoldoende communicatie (Verkeerd risicobeeld bij medewerkers) - Onvoldoende aandacht voor procesrisico's (veiligheidscultuur)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren communicatie (201) - Verbeteren veiligheidscultuur (196 t/m 200)
Bron	
Explosie aardgascondensaattank bij de Nederlandse Aardolie Maatschappij te Warffum d.d. 31 mei 2005, Onderzoeksraad voor Veiligheid. Den Haag, september 2007 (M2005BL0531-03)	



Case	15: Explosie en brand in opslagtank
Incidentbeschrijving	Een 12.000 m3 tank bevatte ongeveer 1250 m3 diesel toen er brand ontstond. De explosie die is opgetreden tijdens de overdracht van de ene tank naar de andere tank werd waarschijnlijk veroorzaakt door statische elektriciteit.
Algemeen	
Datum	7 april 2003
Land	Verenigde Staten
Plaats	Glenpool, Oklahoma
Locatie	Tankenpark
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Diesel
Tanktype	Tank met intern drijvend dak
Incidenteeigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	De waarschijnlijke oorzaak van het ongeval was ontsteking van een brandbaar vloeistof-lucht mengsel in de tank door een ontlading van statische elektriciteit als gevolg van de onjuiste wijze waarop het bedrijf tankoperaties uitvoerde.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren procedures (vullen van een lege tank [waarvan het floating roof is geland, lage vulsnelheid zodat geen statische oplading kan plaatsvinden] (30)
Bron	
National Transportation Safety Board Washington D.C., Storage Tank Explosion And Fire in Glenpool, Oklahoma April 7, 2003. Pipeline accident report NTSB/PAR-04/02, PB2004-916502 Notation 7666	



Case	16: Brand van een tank met drijvend dak gevuld met van ruwe olie en full-surface tankbrand van een ander drijvenddaktank als gevolg van een grote aardbeving
Incidentbeschrijving	Een brand deed zich voor bij een 33.000 kL ruwe olie drijvenddaktank en aangesloten leidingen ten gevolge van een aardbeving. Twee dagen na de aardbeving vond een brand plaats in een 33.000 kL drijvenddakopslagtank met nafta, die was beschadigd door de aardbeving. Als gevolg van de aardbeving zonk het drijvende dak waardoor nafta boven het dak kon vrijkomen en kon ontsteken.
Algemeen	
Datum	26 september 2003
Land	Japan
Plaats	-
Locatie	Rafinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie/ Naptha
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Aardbeving (oorzaak 4.6) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Een beschrijving van de directe oorzaak is niet gevonden. De oorzaak van de eerste brand werd beschouwd als een vonk veroorzaakt door impact en wrijving door klotsing. Ontstekingsoorzaken van de twee branden zijn ook niet bekend
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanpassen tankontwerp [zodat deze bestendig is tegen aardbevingen] (68/70)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
- FACTS database Accident Nr. 21229 - FACTS database Accident Nr. 21230	



Case	17: Ontsteking van dampen uit een tank met lichte olieproducten
Incidentbeschrijving	Tijdens het losen van een schip lossen vindt overvulling van een tank plaats. De vrijgekomen brandbare vloeistof verdampt en de dampen werden aangestoken wat resulteert in een gaswolkexplosie. De explosie werd gevolgd door brand als gevolg van vrijgekomen brandbare vloeistoffen
Algemeen	
Datum	21 december 1985
Land	Italië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Koolwaterstoffen
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	De release van de brandbare / explosieve vloeistof uit de tank tijdens het laden werd veroorzaakt door niet goed controleren van de positie van de afsluiters.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende training/opleiding personeel - Onvoldoende procedure (losprocedure niet goed)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren procedures [losprocedure] (94 t/m 105, 106 t/m 110)
Bron	
- Major Accidents Reporting System	



Case	18: Vrijkomen van atmosferische residu uit opslagtanks
Incidentbeschrijving	Een atmosferische tank, waarin atmosferisch residu was opgeslagen, werd volledig verwoest door een verticale breuk van de tank
Algemeen	
Datum	25 december 1988
Land	Frankrijk
Plaats	Bere l'Étang (Bouches-du-Rhone)
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Atmosferisch residu
Tanktype	Tank met vast dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Roll-over door opwarming onderlaag (oorzaak 7.9) - Veroudering slijtage (oorzaak 2.1)
Aanvullende informatie	De oorzaken van het ongeval zijn nog niet opgehelderd. Mogelijk is door storing van de atmosferische destillatiekolom een product met afwijkende dichtheid in de opslagtank terecht gekomen, waardoor gelaagdheid is ontstaan. Door een roll-over is een breuk van de tank opgetreden.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Aanbrengen corrosiebescherming (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159) - Aanpassen tankontwerp (75)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
- French Ministry for Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI – ARIA nr. 163 - Major Accidents Reporting System	



Case	19: Ontploffing van een opslagtank met benzeen
Incidentbeschrijving	Onderhoudswerkzaamheden voor het installeren van een aantal flenzen op de brandblusinstallatie van een opslagtank waren aan de gang. De werkzaamheden bestonden uit het reinigen van de leidingen. Bij het aanstaken van een fakkel door een medewerker heeft een explosie plaatsgevonden. De explosie werd gevolgd door brand van de opgeslagen benzeen.
Algemeen	
Datum	2 februari 1989
Land	Frankrijk
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzeen
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Uit onderzoek is gebleken dat onderhoudswerkzaamheden in uitvoering waren terwijl de tank was gevuld met benzeen. Doordat het glasmembraan van de schuimkamer ontbrak, konden benzeendampen in het schuimleidingen komen. De belangrijkste oorzaak van het ongeval was het gebrek aan coördinatie tussen het onderhoud en de productie-afdelingen.
Tekortkomingen	
• Techniek	- Ontbreken van glasmembraan waardoor damp in de blusleiding kon komen - Ontbreken inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende communicatie (gebrek aan coördinatie tussen onderhoud en productie (in gebruik nemen tank terwijl werkzaamheden nog niet afgerond waren))
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Aanpassen tankontwerp [verzwakking tankdak zodat bij overdruk het dak bezwijkt en niet de bodem] (75) - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning) - Inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	- Herzien procedures m.b.t. communicatie (201) - Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	20: Tankbrand op drijvenddaktank met nafta
Incidentbeschrijving	Door sneeuwophoping op het dak van een naftatank is het drijvend dak vastgelopen en gezonken. Om het effect van de verdamping te beperken, werd schuim aangebracht in het midden van de tank (in plaats van op de rand). Door statische ontladingen zijn de dampen ontstoken.
Algemeen	
Datum	26 februari 1991
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Nafta
Tanktype	tank met drijven dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Zinken dak door sneeuwbelasting (oorzaak 4.3) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	Aanpassen tankontwerp [conform standaard] (68/70)
• Gedrag	- Niet naleven procedures
• Organisatie	- Onvoldoende training/opleiding personeel
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [ivm statische ontlading] (212) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204)
Bron	
- Major Accidents Reporting System - FACTS Accident Nr. 13381	



Case	21: Gaswolkexplosie en brand in een opslagtank
Incidentbeschrijving	Na het laden van een tank met bijna 1.000 ton aardolie uit een schip in het dok, werd de lijn gepigged. De volgende stap was om een blindflens te plaatsen in de lijn tussen de docklijn en de tank om kruisbesmetting te voorkomen. Twee kleppen waren na een eerde verlading opengelaten en de terugslagklep was bevestigd in de open stand. Toen de blindflenzen werden geopend kwam een grote hoeveelheid benzine uit de tank vrij en vormde er zich een dampwolk die werd ontstoken.
Algemeen	
Datum	4 augustus 1994
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Aardolie
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	Operatorfout
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	In verkeerde toestand gelaten/gezet; afsluiter open (oorzaak 6.9)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende training/opleiding personeel - Onvoldoende toezicht - Onvoldoende procedures
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installatie geschikte materialen (double block and bleed valves)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren toezicht (118) - Verbeteren procedures (196)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	22: Overvullen opslagtank
Incidentbeschrijving	Overvullen van een opslagtank met brandstof door falen niveaumeter. Hoog niveau alarm gaf onvoldoende tijd om overvullen te voorkomen
Algemeen	
Datum	1 november 1997
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzine
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Hoogniveaularm op de tank was te hoog ingesteld (en werd niet gekoppeld aan trip van de pomp) waardoor exploitanten onvoldoende reactietijd hadden om overvullen te voorkomen. Totale reactietijd van personeel van 11,5 minuten was slecht. Er werd te veel vertrouwd op de werking van de niveaumeter.
Tekortkomingen	
• Techniek	- Niveaularm verkeerd (te hoog) ingesteld waardoor weinig reactietijd operators - Geen automatische trip pomp bij HL
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende training/opleiding personeel
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Herpositionering HL-alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging [automatische trip pomp bij HL] (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren procedures (104)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	23: Vrijkomen zeer brandbare vloeistof via afvoer van drijvend dak van een benzinetank
Incidentbeschrijving	Vrijkomen van 8.000 ton zeer brandbare vloeistof via afvoer van drijvenddak afvoer van 11.000 m3 benzinetank.
Algemeen	
Datum	22 augustus 1988
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzine
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Foute onderdelen/plaatsing - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Niet correct geïnstalleerde onderdelen (oorzaak 11.1) - Installatiefout (oorzaak 2.3)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Foutief aangeven niveau door niveaumeter - Slechte las
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [herzien procedure lassen] (Bijlage B) - Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	24: Ongecontroleerd vrijkomen van zeer brandbare vloeistof uit lek
Incidentbeschrijving	Ongecontroleerd vrijkomen van zeer brandbare vloeistof uit lek aan de basis van 100.000 ton drijvend dak tank. Effect van windvlagen rond tank basis creëerde een olie-spray.
Algemeen	
Datum	28 februari 1999
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe aardolie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteeigenschappen	
Directe oorzaak	Corrosie
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	Versnelde corrosie door productinvloed (oorzaak 1.11)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen corrosiebescherming (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	25: Verlies van de voorraad van ruwe olie uit opslagtank
Incidentbeschrijving	Lekkage van een opslagtank met ruwe olie door corrosie
Algemeen	
Datum	14 juli 1999
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	-
Incidenteeigenschappen	
Directe oorzaak	Corrosie
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	Versnelde corrosie door productinvloed (oorzaak 1.11)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	Te grote inspectieinterval door foutieve calculatie corrosiesnelheid
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen corrosiebescherming (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren inspectieprogramma [aanpassen corrosie-inspectieinterval conform standaarden] (246/248)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	26: Explosie van opslagtank met MTBE
Incidentbeschrijving	Tijdens het reinigen van een opslagtank is een explosie opgetreden. Het dak van de opslagtank vloog weg en kwam ongeveer 100 meter verder terecht
Algemeen	
Datum	3 juni 1998
Land	-
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Methyl-tert-butylether (MTBE)
Tanktype	-
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Hoewel het personeel bekend is in het algemeen dat het reinigen van de tank gevaarlijk kan zijn, hebben ze niet gecontroleerd of er bijzondere gevaren waren. Het was een routineklus. Hoewel ze hadden kunnen weten dat de concentratie van de MTBE was boven de bovenste explosiegrens lag, openden zij het mangat, terwijl de vacuÛmpomp werkte. Door het open mangat nam de concentratie van de MTBE af tot beneden de UEL. Waarschijnlijk is de vacuÛmpomp de oorzaak van de ontsteking en de explosie
Tekortkomingen	
• Techniek	Geen explosieveilige apparatuur
• Gedrag	Niet volgen procedures (routineklus)
• Organisatie	- Onvoldoende opleiding/training personeel - Geen risicoanalyse uitgevoerd voor start werkzaamheden - Onvoldoende procedures (foutieve werkvergunning)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Explosieveilige apparatuur (Paragraaf 4.6: verwijzing naar NPR7910-1) - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Uitvoeren risicoanalyse (196) - Verbeteren procedures [werkvergunning] (245)
Bron	
Major Accidents Reporting System	



Case	27: Brand in tank door blikseminslag
Incidentbeschrijving	Ontstaan van brand in een ruwe olie tank van een raffinaderij door de bliksem
Algemeen	
Datum	1975
Land	Nederland
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteeigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	Ontbreken afdoende bliksembeveiliging
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen bliksembeveiliging conform standaarden (24)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS database Accident Nr. 6292	



Case	28: Regenwater op tankdak zorgt voor onderdompelen van de ponton van het tankdak
Incidentbeschrijving	Zware regenval veroorzaakt gedeeltelijk onderdompelen van het ponton van het drijvende dak van de tank. Bij het leegpompen van de tank liep het dak vast. Door de mechanische wrijving door contact tussen het zwevende dak en de antirotatiebar vindt vonk Vorming en ontsteking plaats.
Algemeen	
Datum	25-30 oktober 1988
Land	Singapore
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Nafta
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Zinken dak door regenval (oorzaak 4.3) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	Verkeerd tankontwerp
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende procedures (ondeugdelijke operatorprocedures) - Onvoldoende onderhoudsprogramma - Onvoldoende inspectieprogramma
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanpassen tankontwerp [conform standaard] (68/70)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures (201) - Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246) - Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
- Investigation of a Naphtha Storage Tank Fire, Thomas V. Rodante, Process Safety Progress, Vol 24 No. 2, 2005 - FACTS database Accident Nr. 10749	



Case	29: Onderhoud aan een tank gevuld met acrylonitril
Incidentbeschrijving	Bij een chemische fabriek waren meerdere tanks ingepland voor onderhoud. In de werkzaamheden was opgenomen dat aluminium platen werden verwijderd door mechanische slijpen. De tank was deels gevuld met acrylonitril. Door de warmte van de zon was de tank opgewarmd wat resulteerde in overdruk in de tank. Door de overdruk hebben zich dampen vormden kunnen vormen boven de tank. Door vonken tijdens het onderhoud zijn de dampen ontstoken.
Algemeen	
Datum	1989
Land	Nederland
Plaats	-
Locatie	Chemische fabriek
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Acrylonitril
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	De onderhoudsactiviteit (mechanisch slijpen) werd geclassificeerd als heetwerk. De supervisor veronderstelde dat de tank leeg en ongereinigd was. De gehanteerde overzichtlijst was echter een week oud - de betreffend tank was niet (meer) volledig leeg. De vergunning was onvolledig ingevuld (geen tanknummer).
Tekortkomingen	
• Techniek	Geen explosieveilige apparatuur
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende communicatie - Onvoldoende opleiding/training personeel - Onvoldoende procedures (heetwerkvergunning)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Explosieveilige apparatuur (Paragraaf 4.6: verwijzing naar NPR7910-1) - Inertisering - Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures (245) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204)
Bron	
FACTS database Accident Nr. 10584	



Case	30: Brand van ruwe olie opslagtank veroorzaakt door gloeiende koolstofdeeltjes uit flare-systeem
Incidentbeschrijving	Ontsteking van een 94.000 m3 uitwendig drijvend daktank. De ontsteking is waarschijnlijk veroorzaakt door de gloeiende koolstofdeeltjes afkomstig uit de top van een 76 m hoge fakkel die op 108 m van de tank is gelegen.
Algemeen	
Datum	30 augustus 1983
Land	Wales
Plaats	Milford Haven
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Uit inspectie van het dak een paar dagen voor de brand bleek er sprake te zijn van een olie lekkage op het dak. Tevens waren verschillende scheuren gemeld.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende onderhoudsprogramma
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanpassing terrein layout (vergroten afstand tussen flare en installaties (226)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246)
Bron	
- French Ministry of the Environment - DPPR / SEI / BARPI – Registered Installations Inspectorate, ARIA nr. 6077 - FACTS database Accident Nr. 7138	



Case	31: Boil-over en explosie van een sloptank met afgewerkte olie
Incidentbeschrijving	Optreden van een boil-over bij sloptank met hete olie en water-emulsie door reactie met de vluchtige delen van het slop
Algemeen	
Datum	20 januari 1968
Land	Nederland
Plaats	-
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Afgewerkte olie
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Roll-over door opwarming onderlaag (oorzaak 7.9) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Op de bodem van de tank was een relatief grote hoeveelheid stabiele emulsie van water en olie aanwezig. Boven in de tank bevonden zich de lichtere koolwaterstoffen (slops). De emulsie werd langzaam verwarmd om stollen te voorkomen
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Installeren temperatuurmeting - Installeren drukmeting
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS database Accident Nr. 670	



Case	32: Overvulling van een opslagtank tijdens overstroming
Incidentbeschrijving	Een open klep op een opslagtank was verantwoordelijk voor een olieramp dat honderden huizen beschadigd bij overstromingen. De opslagtank werd overvuld tijdens een overstroming van de raffinaderij.
Algemeen	
Datum	207
Land	Verenigde Staten
Plaats	-
Locatie	Olieraffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	Vanuit een opslagtank, gelegen op een hoger niveau, werd olie overgebracht naar een opslagtank die lager was gelegen. De lager gelegen tank raakte hierdoor overvuld. De raffinaderij was drie uur voor de overstroming begonnen met de shut-down procedure. De raffinaderij moeten binnen 5-6 worden gesloten, terwijl gewoonlijk 24 uren nodig voor een volledige shut-down. De klep van de tank werd hierbij opengelaten.
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 22627	



Case	33: Overvulling van een grondstoftank
Incidentbeschrijving	De fabriek had twee fenolopslagtanks: een grote opslagtank en een kleinere grondstoftank. Fenol nodig voor het proces werd getransporteerd vanuit de kleinere tank. De fenol werd vervolgens continu rondgepompt tussen de fabriek en de kleinere tank. Hierbij vond overvulling van de tank plaats. Kleppen moesten hierbij handmatig worden omgezet. De controle van de pompinstelling vond plaats in de controlekamer van de fabriek. Uit het onderzoek bleek dat de mix van automatische en handmatige systemen voor de controle van de pompmodus, schakel- en afsluiterinstellingen kwetsbaar was voor menselijke fouten.
Algemeen	
Datum	2001
Land	Groot-Brittannië
Plaats	-
Locatie	Chemische fabriek
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Fenol
Tanktype	-
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Combinatie van automatisch (pompsysteem) en handmatig (afsluiterinstelling) systeem gevoelig voor fouten - Toegepaste niveaumeting waarschuwt operators onvoldoende
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren procedures (94 t/m 104, 111 t/m 123)
Bron	
FACTS Databe Accident Nr. 22559	



Case	34: Blikseminslag in opslagtank met xyleen
Incidentbeschrijving	Door bliksem ontstond brand in een xyleen tank. De overdruk tilde het tankdak op waardoor de brand zich over het gehele tankoppervlak kon uitbreiden.
Algemeen	
Datum	2007
Land	Verenigde Staten
Plaats	-
Locatie	Olieraffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Xyleen
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Aanbrengen bliksembeveiliging conform standaarden (24)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 22485	



Case	35: Explosie tijdens het lassen op een brandstoftank
Incidentbeschrijving	Tijdens het lassen op een brandstoftank heeft zich een explosie in een brandstoftank voorgedaan.
Algemeen	
Datum	1992
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Energiebedrijf
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Brandstof
Tanktype	-
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Geen explosieveilige apparatuur
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende opleiding/training personeel - Onvoldoende procedures (heetwerkvergunning)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [werkvergunning] (245) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204)
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 14067	



Case	36: Ontsteking van een asfalttank door een lasvlam
Incidentbeschrijving	Tijdens het lassen door een contractor ontstond een explosie van een enorme tank van vloeibare asfalt. Uit het onderzoek bleek dat de contractor was aangesteld voor het lassen (het installeren van een catwalk) boven op de tank zonder te zijn ingelicht over de vluchtigheid van de tankinhoud.
Algemeen	
Datum	2003
Land	Verenigde Staten
Plaats	-
Locatie	Asfaltproducent
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Asfalt
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende opleiding/training personeel - Onvoldoende procedures (geen heetwerkvergunning)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning) - Inertisering
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [werkvergunning] (245) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204)
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 19416	



Case	37: Kapseizen van de tank tijdens het vullen bij watertest
Incidentbeschrijving	Een stalen tank van 6000 m3 viel plotseling om aan het einde van de watertest vulling. De tank werd gevuld met water om de waterdichtheid te testen. Even voor de tank definitief omviel werd opgemerkt dat de tank aan het kantelen was.
Algemeen	
Datum	1996
Land	Finland
Plaats	-
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Water
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontwerpfout (oorzaak 4.7) - Te lage specificatie door ontwerpfout (oorzaak 2.6)
Aanvullende informatie	De betonnen plaat van de opslagtank en de funderingspalen waren niet goed gedimensioneerd. De berekeningen en plannen gemaakt door de constructeur werden niet gecontroleerd door een andere deskundige. Na het ongeluk bleek dat de meeste funderingspalen niet voldeeden aan de aanbevelingen.
Tekortkomingen	
• Techniek	- Verkeerd tankontwerp (heipalen en betonnen fundering niet conform standaard)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Verbeteren tankontwerp [conform standaard] (Bijlage A)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 19267	



Case	38: Falen van pakkingsysteem tijdens routine-onderhoud waardoor release van ruwe olie kon optreden
Incidentbeschrijving	Een 51 mm afsluiter faalde tijdens routine-onderhoud aan de tank. Een propellor in de tank was gebroken of gevallen van een as die is aangesloten op een motor buiten de tank. De motor stuurt de propellor aan om de ruwe olie in de tank te mengen. Tijdens onderhoudswerkzaamheden (smeren en vervangen van lagers) door contractors aan de mixer unit die in verbinding staat met het externe deel van de as van de stalen tank wordt de pakking verbroken, waardoor er een gat ontstaat waaruit olie kon vrijkomen
Algemeen	
Datum	2003
Land	Verenigde Staten
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met vast dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	Operatorfout
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	Lekkage insluitsysteem (oorzaak 6.14)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Verbeteren onderhoudsprogramma (244/246)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS Database Accident Nr. 18693	



Case	39: Blikseminslag in opslagtank voor ruwe olie
Incidentbeschrijving	Bliksem inslag in een ruwe olie opslagtank resulteerde in een explosie waardoor het tankdak instorte en een full-surface fire veroorzaakte
Algemeen	
Datum	27 juni 1971
Land	Polen
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met vast dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM <i>foutenbomen (Zie PGS 6)</i>	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	Ontbreken afdoende bliksembeveiliging
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen bliksembeveiliging conform standaarden (24)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
FACTS database Accident Nr. 14296	



Case	40: Verzakking van een tank en vrijkomen van chemicaliën
Incidentbeschrijving	Verzakking van de wand van een tank als gevolg van het graven onder de tank. De verhoogde spanning door de bodemdaling resulteerde in het scheuren van een flens. Hierdoor ontstond een lekkage.
Algemeen	
Datum	1996
Land	Nederland
Plaats	-
Locatie	Chemische fabriek
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Dicyclopentadien (DCPD)
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ondersteuning weg tijdens onderhoud (oorzaak 4.12) - Installatiefout (oorzaak 2.3)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Onvoldoende procedures (onvolledige werkvergunning) - Onvoldoende opleiding/training personeel (onderschatting risico's) - Onvoldoende communicatie
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures [werkvergunning] (245) - Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204)
Bron	
FACTS database Accident Nr. 14151	



Case	41: Vrijkomen van zware stookolie bij een olieterminal
Incidentbeschrijving	Tijdens verlading van zware stookolie vanuit een schip naar een opslagtank komt product uit de tank vrij. Dit doordat een mangat van de tank was geopend.
Algemeen	
Datum	21 juni 2003
Land	Zweden
Plaats	Göteborg
Locatie	Olieterminal
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Zware stookolie
Tanktype	-
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	Operatorfout
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	In verkeerde toestand gelaten/gezet; open mangat (oorzaak 6.9)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	- Ontbreken tankbund
• Gedrag	- Niet volgen procedures (handelen op basis van ervaring) - Foute reactie (vergroten toevoer bij gelijkblijvend tankniveau i.p.v. visuele controle tank)
• Organisatie	- Onvoldoende communicatie (bij ploegenwisseling) - Onvoldoende procedures
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Aanbrengen tankput (hoofdstuk 5)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren procedures (245)
Bron	
French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI - IMPEL ARIA nr. 32890	



Case	42: Plotseling bezwijken van de bodem van een opslagtank met ruwe olie
Incidentbeschrijving	Door een operator werd een klein lek in de bodem van een opslagtank met ruwe olie geconstateerd. Gezien de voorbereidende werkzaamheden werd het repareren van de tank op de volgende dag ingepland. Voor aanvang van deze werkzaamheden bezweek een gedeelte van de tankbodem echter.
Algemeen	
Datum	12 januari 2007
Land	Frankrijk
Plaats	Ambrès (Gironde)
Locatie	Opslagdepot
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	Corrosie
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	Versnelde corrosie door productinvloed (oorzaak 1.11)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen corrosiebescherming (Paragraaf 11.3.1: verwijzing naar EEMUA 159)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI - DRIRE Aquitaine ARIA nr. 32675	



Case	43: Zinken van het drijvend dak van een opslagtank voor ruwe olie
Incidentbeschrijving	Beschadiging van tankdak door sedimentafzetting tot boven dragers waarop het dak rust bij lage vulgraad. Stromen van olie in caissons en regenwater op dak resulteren in zinken van dak.
Algemeen	
Datum	18 juli 2007
Land	Frankrijk
Plaats	Petit-Couronne (Saine-Maritime)
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Externe belasting - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Zinken dak door regenval (oorzaak 4.3) - Veroudering/slijtage (oorzaak 2.1)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	Negeren niveau-alarm door operators
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren opleiding/training personeel (201 t/m 204) - Verbeteren inspectieprogramma (246/248)
Bron	
French Ministry of Sustainable Development - DGPR / SRT / BARPI - IMPEL - DREAL Upper Normandy ARIA nr. 33335	



Case	44: Implosie van een styreenopslagtank tijdens tankautoverlading
Incidentbeschrijving	Onderdruk in tank door verkeerd oplijnen tank en tankauto tijdens verlading (tijdens verlading gesloten afsluiter dampretourleiding wordt na verlading geopend waardoor drukverschuiving in tank plaatsvindt (overdruk naar onderdruk)
Algemeen	
Datum	7 januari 2005
Land	België
Plaats	Tetre
Locatie	Chemische fabriek
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Styreen
Tanktype	Tank met vast dak
Incident eigenschappen	
Directe oorzaak	- Onderdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Luchttoevoer niet in ontwerp bij lossen (oorzaak 9.9) - Operatie buiten ontwerpgebied (oorzaak 2.5)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	Geen vacuum breaker op tankauto
• Gedrag	Negeren niveau-alarm door operators
• Organisatie	Onvoldoende communicatie (tussen chauffeur en operator)
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Aanbrengen effectieve drukbeveiliging op tank (79)
• Gedrag	-
• Organisatie	Verbeteren procedures (94 t/m 105, 106 t/m 110)
Bron	
Ministère chargé de l'environnement - DPPR / SEI / BARPI, Aria nr. 29589	



Case	45: Ontsteking explosieve atmosfeer bij laswerkzaamheden aan tankdak
Incidentbeschrijving	Bij het uitvoeren van laswerkzaamheden op een lege en gereinigde tank vond een ontsteking van explosieve atmosfeer plaats. Doordat niet was gecontroleerd of de pontons olievrij waren kon een explosieve atmosfeer ontstaan.
Algemeen	
Datum	14 december 2005
Land	Groot-Brittanië
Plaats	-
Locatie	Raffinaderij
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Ruwe olie
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidentieigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Ontsteking van brandbaar/explosief mengsel in omhulling (oorzaak 7.21) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	Niet volgen procedures
• Organisatie	- Onvoldoende risicomanagement (risicoinventarisatie) - Onvoldoende communicatie
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	Meting explosieve atmosfeer [gasdetectie] (Onderdeel van werkvergunning)
• Gedrag	-
• Organisatie	- Verbeteren procedures (245) - Verbeteren training/opleiding personeel (201 t/m 204)
Bron	
FACTS database Accident Nr. 21262	



Case	46: Explosie en brand in opslagtank met benzine
Incidentbeschrijving	Tijdens het verladen van benzine naar opslagtank 67 via een ondergrondse leiding vindt overvulling van de tank plaats. Doordat er geen automatische niveaumeting op de tank aanwezig was, werd het overvullen niet opgemerkt. Daarnaast bleek de registratie van de handmatige niveaumeting niet op orde te zijn.
Algemeen	
Datum	7 januari 1983
Land	Verenigde Staten
Plaats	Newark, New Jersey
Locatie	Tankpark
Tankeigenschappen	
Opgeslagen stof	Benzine
Tanktype	Tank met drijvend dak
Incidenteigenschappen	
Directe oorzaak	- Overdruk - Overschrijding belastingsgrenzen
Onderliggende oorzaak* * conform AVRIM foutenbomen (Zie PGS 6)	- Overvullen van tank, te veel vloeistof overgebracht (oorzaak 7.26) - Niet voorziene procesomstandigheid (oorzaak 2.7)
Aanvullende informatie	-
Tekortkomingen	
• Techniek	-
• Gedrag	Niet volgen procedures (geen registratie niveaumetingen)
• Organisatie	-
Te implementeren Lines of Defence (voorschrift uit PGS 29)	
• Techniek	- Niveaumeting met alarm (87) - Installeren onafhankelijke overvulbeveiliging (87)
• Gedrag	-
• Organisatie	-
Bron	
Gasoline storage tank explosion and fire, Newark, NJ, January 7, 1983, National Fire Protection Association	



Bijlage 5. Samenvatting van de incidenten