

Preventie van en voorbereiding op ongevallen met chemische stoffen

Zware ongevallen met explosieven

Het doel van dit bulletin is om inzicht te bieden in de lessen die zijn getrokken uit ongevallen die zijn gemeld in het Europese systeem voor het rapporteren van zware ongevallen (European Major Accident Reporting System, eMARS), evenals in overige systemen voor de melding van ongevallen voor zowel industriële bedrijven als overheidsinstanties. Het bulletin over preventie van en voorbereiding op ongevallen met chemische stoffen (Chemical Accident Prevention & Preparedness, CAPP) zal twee maal per jaar verschijnen. Elke editie van het bulletin zal gericht zijn op een specifiek thema.

* Deze Nederlandse vertaling is verzorgd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW).

Wat is een ongeval met explosieven?

Een explosief is een stof die voldoende chemische energie bevat die in zeer korte tijd kan vrijkomen waarmee een ontploffing wordt veroorzaakt. Dit gaat meestal gepaard met de productie van licht, warmte, geluid en druk. De definitie van een explosieve stof kan enigszins variëren afhankelijk van de gebruikte definitie en de context: Bij preventie van chemische ongevallen wordt een ongeval met explosieven in de regel beschouwd als een ongeval met stoffen die zijn aangemerkt (geclassificeerd) als explosieven op grond van de aanbevelingen van de Verenigde Naties inzake het vervoer van gevaarlijke goederen (UN ADR) – Modelreglementen en Handboek Beproevingen en Criteria. Deze criteria hebben betrekking op primaire en secundaire explosieven en pyrotechnische (vuurwerk) artikelen.

Opmerking

De omschrijvingen van ongevallen en de geleerde lessen zijn reconstructies op basis van meldingen die zijn ingediend in het eMARS-systeem van de EU

(<https://emars.jrc.ec.europa.eu>)

en overige open bronnen. eMARS beschikt over ruim 900 meldingen van ongevallen met chemische stoffen die zijn ingediend door EU-lidstaten en OESO-landen.

Uit de gevallen die voor dit bulletin zijn geselecteerd, is een aantal lessen getrokken, al worden die niet allemaal beschreven in dit bulletin. In het bulletin worden die lessen benadrukt die het meest van belang worden geacht voor het onderwerp. Wel geldt de beperking dat de beschikbare informatie over het ongeval vaak onvolledig is, en dat de lessen dus zijn gebaseerd op wat kan worden afgeleid uit de geboden omschrijvingen. De auteurs danken de nationale vertegenwoordigers voor hun adviezen ter verbetering van de omschrijvingen van de geselecteerde gevallen.

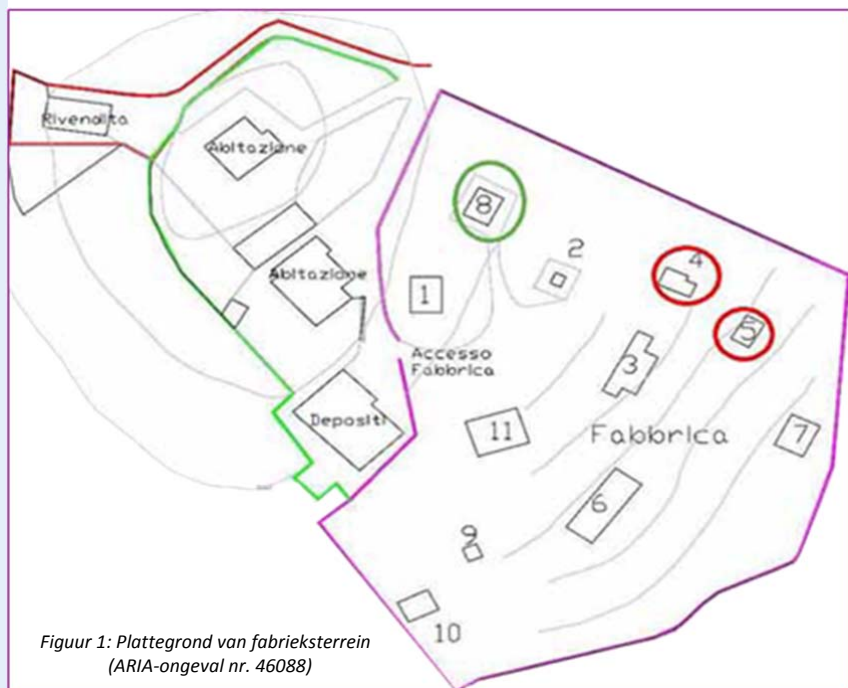
Ongeval 1: Vuurwerkfabriek

Beschrijving van de gebeurtenissen

In een opslagruimte voor eindproducten in een vuurwerkfabriek deed zich een reeks explosies voor. De eerste drie explosies vonden kort na elkaar plaats, vermoedelijk in de buurt van de loodsen 4 en 5 (zie Figuur 1). Deze loodsen werden gebruikt voor de opslag van eindproducten (vuurwerk). Veertig minuten na de eerste drie ontploffingen deed zich nog een vierde explosie voor, dit maal in gebouw nr. 8, dat werd gebruikt voor de opslag van explosieven. Ten tijde van de eerste reeks explosies waren drie medewerkers (de beheerder en twee technische medewerkers) bezig met het verplaatsen van vuurwerk van loods 4 naar loods 5. Deze werkzaamheden werden uitgevoerd met een kleine goederenwagen die gebruikt wordt voor intern vervoer.

Alle drie de medewerkers kwamen tijdens de eerste reeks explosies direct om het leven. Het vierde slachtoffer, de zoon van de beheerder, kwam om tijdens de vierde explosie, terwijl hij op zoek was naar zijn, op dat moment, vermiste vader.

Een brandweerman werd ook geraakt door een projectiel, dat werd weggeslingerd door de explosie in gebouw nr. 8. De brandweerman stierf drie maanden later in het ziekenhuis. De vuurwerkfabriek werd verwoest door de achtereenvolgende explosies, en de drukgolven veroorzaakten tevens ernstige schade aan overige gebouwen binnen een straal van 500 meter. De omvang van de hieruit voortvloeiende schade wordt geschat op meer dan 1,5 miljoen euro.



Figuur 1: Plattegrond van fabrieksterrein (ARIA-ongeval nr. 46088)

Preventie van en voorbereiding op ongevallen met chemische stoffen

(Vervolg van ongeval 1) Vuurwerkfabriek

Oorzaken

Uitgaande van de door de onderzoekscommissie verzamelde informatie wordt aangenomen dat de verplaatsing van het vuurwerk de aanleiding vormde voor de reeks explosies. De ontsteking vond vermoedelijk plaats tijdens het verplaatsen van de explosieven.

Belangrijkste bevindingen

- Uit het onderzoek bleek dat er producten met ontplofbare stoffen voorzien van ontstekers aanwezig waren op het fabrieksterrein, voor de ingang van de fabriek en in de gereedschapsschuur die werd gebruikt als garage voor de bestelwagens. Producten met ontplofbare stoffen voorzien van ontstekers, zijn producten waarvan het mengsel van ontplofbare stoffen in de patroonhouder tot explosie kan worden gebracht, zodra dit wordt onderworpen aan een mechanische actie (aanstoten, etc.). De toepasselijke voorschriften bepalen echter dat ontstekers nooit mogen worden aangebracht op een dergelijke locatie, maar alleen direct ter plaatse van een vuurwerkshow.
- De medewerkers kregen onvoldoende informatie en training. Zij waren experts op dit gebied en mochten geacht worden goed op de hoogte te zijn van de gevaren bij de verwerking van explosieve materialen voorzien van ontsteker. Het ongeval lijkt echter te wijzen op een te groot 'vertrouwen', dat met de tijd is opgedaan, en wellicht op een te grote bekendheid met het werken met materialen waarmee niettemin grote intrinsieke risico's gepaard gaan.
- Het was gebruikelijk dat explosieve materialen die onder wettelijk toezicht vielen nadat ze in beslag waren genomen door de politie, voor onbepaalde tijd, tot aan hun uiterste houdbaarheidsdatum, werden opgeslagen in de loodsen, waar ook de door de onderneming vervaardigde explosieve producten werden opgeslagen. Ook was de opgeslagen hoeveelheid explosieven groter dan toegestaan door de autoriteiten, om nog maar te zwijgen over het feit dat hun classificatie als explosief niet was aangegeven.
- Bovendien constateerden overheidsinspecteurs na afloop van het ongeval dat de scheidingsafstanden zowel binnen als buiten de fabriek ontoereikend waren.

Geleerde lessen

- De operationele procedures van de fabriek waren onveilig en voldeden niet aan de voorschriften aangezien er in de fabriek explosieve materialen voorzien van ontsteker zijn aangetroffen, die illegaal waren voorzien van elektrische ontstekers. Het niet naleven van de operationele veiligheidsprocedures en nationale voorschriften is een duidelijk teken van nalatigheid. Het naleven van normen en standaarden voor de behandeling van ontplofbare stoffen zou voortdurend onderworpen moeten zijn aan controles en inspecties, en zou vergezeld moeten gaan van trainingen inzake de productie van explosieven en het gebruik van opslagruimtes.
- Stressvolle arbeidsomstandigheden en druk om werk af te ronden, kunnen leiden tot niet naleven van de operationele procedures, waardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan. Gevaarlijke processen kunnen alleen goed worden uitgevoerd als er ruim voldoende tijd beschikbaar is. De tijdsplanning voor levering zou dienovereenkomstig moeten worden bepaald.
- Medewerkers moeten zorgen voor een cultuur van constante waakzaamheid en moeten elke vorm van gemakzucht bij de behandeling van ontplofbare stoffen vermijden. Veelgebruikte strategieën omvatten gewoonlijk een strikte handhaving van de veiligheidsprocedures op ieder moment van de dag, het vergroten van het risicobewustzijn door het bekendmaken van bijna-ongevallen en de lessen die zijn getrokken uit ongevallen (op het eigen terrein of elders), en regelmatige veiligheidsbijeenkomsten waar bijna-ongevallen en voorbeelden van veilig of onveilig gedrag kunnen worden besproken.

[eMARS-ongeval nr. 939, ARIA-ongeval nr. 46088. Vergelijkbare ongevallen: eMARS-ongeval nr. 816, ARIA-ongeval nr. 28480 en nr. 22018. Zie ook 'Enschede' onder ARIA-ongeval nr. 17730.]

Ongeval 2 Productie van munitie voor jachtgeweren

Twee ongevallen op hetzelfde terrein

Beschrijving van de gebeurtenissen

Op een afvalverbrandingsinstallatie voor pyrotechnisch afval brak brand uit op een dag waarop de productiefaciliteit was gesloten vanwege de zomervakantie. Deze afvalverbrandingsinstallatie had slechts één ingang, die gedeeltelijk was afgesloten door een barricade en die beschermd was met een brandkraan. Voor de verwerking van pyrotechnisch afval is vooraf toestemming vereist van de afdeling Veiligheid en Milieu. Verbranding van dergelijke afvalstoffen is alleen toegestaan als deze in rechte lijnen verspreid worden neergelegd op de bodem van een uitgraving en doorgaans op hout (d.w.z. pallets). Als er grote hoeveelheden worden verbrand, dient er verplicht op het terrein een doelmatig uitgerust hulpvoertuig voor noodhulp aanwezig te zijn. De twee medewerkers van de afdeling Veiligheid en Milieu waren zelf beiden afwezig. Vanwege de zeer grote instabiliteit van het op het terrein aanwezige afval besloot de manager van de afdeling gedurende de ochtend om samen met twee productiemedewerkers alsnog de materialen voor verbranding op te stellen. Zo kon de geplande verwerking van het nog niet verbrande afval alsnog plaatsvinden. De werkzaamheden omvatten onder meer het harken en verspreiden van het pyrotechnische afval op pallets, zodat het kon drogen. Aan het begin van de middag verdeelde het aanwezige team (medewerkers en manager) in twee rondes de pallets over de lagen afval. Om ongeveer 3 uur 's middags ontstond er spontaan brand vlak bij de plek waar de afdelingsmanager op dat moment stond. Deze werd ingesloten door de vlammen en de rook. De andere twee teamleden konden ongedeerd uit het gebied ontsnappen. De manager van de afdeling, die zich op 30 meter afstand bevond van de plek aan de voet van de wal waar de brand begon, overleed nog geen uur later aan zijn verwondingen.

Oorzaken

Het vuur kan zijn ontstoken doordat er wrijving ontstond met het kruit, dat droog en vervuild en daardoor ook gevoeliger was, mogelijk als gevolg van een vallende of schuivende pallet dan wel een voetbeweging van de overleden manager.

Belangrijkste bevindingen

- De medewerkers die het werk verrichten waren gewone werknemers en waren niet bevoegd of getraind om in de verbrandingszone te werken. De twee gekwalificeerde en bevoegde medewerkers van de afdeling waren beiden afwezig en er was geen vervanging.
- Men begon met de werkzaamheden zonder dat het verplichte hulpvoertuig voor eerste noodhulp aanwezig was.
- De manager zorgde voor stressvolle arbeidsomstandigheden omdat hij de opdracht had gegeven om zo veel mogelijk afval tegelijk te verbranden, dit met het oog op de instabiliteit van het op het terrein opgeslagen afval.

Geleerde lessen

In het bovenstaande geval werden op zijn minst twee belangrijke veiligheidsmaatregelen voor het desbetreffende proces genegeerd:

- Er werden medewerkers bij een gevaarlijke activiteit betrokken die geen passende training daarvoor hadden gehad, en de verplichting om een hulpvoertuig voor noodhulp voorhanden te hebben werd genegeerd.
- Hoewel blijkt dat er specifieke toestemming voor deze werkzaamheden vereist was, blijkt tevens dat de toestemming is gegeven zonder dat er aan de bijbehorende veiligheidscriteria was voldaan.

Niet-standaardprocedures (d.w.z. procedures die niet tot de gebruikelijke werkzaamheden behoren) zijn in het bijzonder kwetsbaar voor ad-hoc management. De risico's kunnen verder worden beperkt als de procedure een checklist bevat en als toestemming vereist is. Dergelijke checklists en toestemmingsprocedures zijn van cruciaal belang om de risico's te beheersen en moeten nauwgezet worden gevolgd.

(Vervolg van ongeval 2)**Productie van munitie voor jachtgeweren**

Bovendien is het mogelijk dat de specifieke risico's van pyrotechnisch afval werden onderschat. Er zijn geen eigenschappen van pyrotechnisch afval gedefinieerd omdat de samenstelling ervan aanzienlijk kan variëren. Niettemin is de algemene bevinding dat dergelijke afvalmaterialen gevoeliger zijn dan de geclassificeerde stoffen waarvan ze afkomstig zijn. Bovendien is de verwerking en verwijdering van dit soort afval in hoge mate afhankelijk van het beoordelingsvermogen, de kwalificaties en de ervaring van de medewerkers die verantwoordelijk zijn voor het werk. Daarom moet de beheerder de afvalverwerking en -verwijdering opnemen in de risicobeoordeling van het terrein en tegelijkertijd zorgen dat de medewerkers zich zeer goed bewust zijn van de potentiële gevaren van alle hiermee verband houdende handelingen en werkzaamheden. Daarnaast dient de beheerder documentatie bij te houden waaruit blijkt dat de medewerkers en aannemers die de afvalverwerking en -verwijdering uitvoeren, beschikken over de nodige kwalificaties en ervaring voor het werk.

[ARIA-ongeval nr. 32086. Zie ook een vergelijkbaar ongeval op hetzelfde terrein: ARIA-ongeval nr. 45545. Zie ook <http://www.sozogaku.com/fkd/en/cfen/CC1000110.html>; eMARS-ongeval nr. 842.].

Ongeval 3**Productie en opslag van explosieven****Beschrijving van de gebeurtenissen**

In een eindmontagehal brak brand uit, met als gevolg een reeks van explosies. Hierdoor ontstond ernstige schade aan het gebouw en aan een deel van het terrein. Het probleem ontstond bij het afsluiten van transportcontainers van mortierbommen (shells). De mortierbommen worden vervoerd in plastic containers waarin drie mortierbommen in afzonderlijke compartimenten worden bewaard. De medewerker had problemen met het laden van de mortierbommen in de containers en het sluiten van de containers. Daardoor bleef er een kier open tussen de container en de afsluitdop. De medewerker dacht dat het voldoende was om de dop van de container een klap met een houten hamer te geven om deze weer in het gareel te krijgen en te zorgen dat de dop alsnog kon worden vergrendeld.

Oorzaken

Het ongeval werd veroorzaakt door de ontsteking van een 81-millimeter-mortierbom (shell) van het type HE M512A1 tijdens de laatste verpakkingshandeling. Eén kant van de pallet was beladen met 54 projectielen van 81 mm. De hoofdoorzaak van het ongeval was dat de medewerker de dop van de container een klap gaf met een hamer om deze in het gareel te krijgen en te zorgen dat de dop kon worden vergrendeld.

Belangrijkste bevindingen

De neopreenvoering van de containerdoppen waren aanzienlijk aangetast, waardoor de containers moeilijk te sluiten waren. Bovendien stak er soms een deel van de mortierbom uit de plastic container, waardoor het lastig was om de afsluitdop te plaatsen en te draaien zodat deze goed aansloot.

De onderzoekers stelden vast dat de technische oorzaak was gelegen in de ontsteking van de aandrijfvlading van het aandrijfsysteem van een mortierbom door een directe botsing met de aangrenzende mortierbom tijdens de klap met de houten hamer. De medewerker raakte waarschijnlijk onbedoeld precies de dop van de container en activeerde daarmee de aandrijfvlading.

Uit het onderzoek bleek echter dat er ernstige tekortkomingen waren in het managementsysteem, die eveneens aan het ongeval kunnen hebben bijgedragen. In het bijzonder werd het trainingsprogramma voor medewerkers als ontoereikend beoordeeld. Daarnaast waren er aanwijzingen dat het management met regelmaat onveilig gedrag tolereerde. Zo had het personeel het management specifiek geïnformeerd over de problemen met het sluiten van de containers, maar het management had geen actie ondernomen naar aanleiding van deze informatie. Hierdoor kon de onveilige werkwijze die uiteindelijk tot een ernstig ongeval heeft geleid, gewoon doorgaan.

Geleerde lessen

Dit ongeval is een zoveelste voorbeeld van een situatie waarin de medewerker overduidelijk zowel de technische controlemaatregelen als de veiligheidsmanagementmaatregelen negeerde, terwijl deze het ongeval nu juist hadden kunnen voorkomen.

- Standaard onderhouds- en controlepraktijken zouden technische defecten van apparatuur moeten voorkomen bij de productie. Hoewel het onderzoek slechts beperkte informatie heeft opgeleverd, kan er duidelijk een patroon worden waargenomen dat wijst op een tekortkoming in de specificaties of het onderhoud, dat ertoe heeft geleid dat aangetaste afsluitingen in gebruik bleven.
- Het is onvoorstelbaar dat een provisorische reparatie ook maar enigszins passend kon worden geacht bij de productie en opslag van explosieven. Als er ad-hoc procedures worden toegepast als oplossing voor niet-functionerende processen dan is dit een duidelijk signaal dat de productie moet worden stilgelegd om het probleem op te lossen en te bepalen hoe de activiteiten op een veilige wijze kunnen worden voortgezet. N.B. Als men van mening is dat de productie kan worden voortgezet op basis van een gewijzigde procedure, moet er tevens een veranderingsmanagementprocedure worden uitgevoerd om te beoordelen wat het effect is op de risico's, en te bevestigen dat het alternatief veilig is.
- Er wordt ervan uitgegaan dat op locaties met een hoog risiconiveau goed functionerende veiligheidsmanagementsystemen aanwezig zijn. Als het management niet reageert op meldingen van medewerkers over technische problemen binnen de productielijn, kan men zich afvragen of er wel sprake is van een managementsysteem, laat staan een veiligheidsmanagementsysteem.
- In dit geval hebben de medewerkers, ondanks een duidelijk gebrek aan training, verantwoordelijker gehandeld dan het management. Het besluit van het management om de feedback van medewerkers te negeren, zou de juridische problemen van het bedrijf aanzienlijk kunnen verergeren als er een ongeval gebeurd.

[eMARS-ongeval #887]

Ongeval 4**Zeven van voortstuwinglading****Beschrijving van de gebeurtenissen**

Het ongeval deed zich voor in een gebouw waar voortstuwinglading (kruit) voor munitie werd gezeefd. Op de dag van het ongeval waren twee medewerkers aangewezen om een zeefmachine te bedienen. Een van hen was een jonge medewerker met een tijdelijk contract, die nog in opleiding was; de ander was een ervaren machinewerker die hem moest opleiden. De eerste handeling van de twee medewerkers bestond uit het ontmantelen en opnieuw in elkaar zetten van de zeefmachine, zoals vastgelegd in de bedieningsprocedure. Het doel was om de machine schoon te maken voordat men daadwerkelijk begon met het zeven van het kruit. Rond 4 uur 's ochtends deed zich een storing voor in de zeefmachine en brak er brand uit in de machine. De brand breidde zich uit tot het kruit dat was opgeslagen in de zeefmachine. De meer ervaren medewerker was op dat moment aanwezig in de ruimte. Het alarm ging af en de zeer snel reagerende detectie- en sproeisystemen traden meteen in werking.

Toch wist de brand zich uit te breiden naar een tweede toevoertrechter, die 250 kg kruit bevatte. Deze toevoertrechter was door de medewerker in opleiding naar de ingang van de ruimte gebracht en veroorzaakte een tweede vuurbal. Ten slotte vatte een derde toevoertrechter, die nog eens 250 kg kruit bevatte en die zich buiten de ruimte bevond, eveneens vlam. Dit zorgde voor een derde vuurbal. De twee medewerkers liepen als gevolg van het ongeval ernstige brandwonden op. Zij slaagden er echter in om het gebouw op eigen kracht te ontvluchten en bleven bij bewustzijn tijdens het vervoer naar een gespecialiseerd brandwondenziekenhuis. Ondanks alle medische zorg overleden beide slachtoffers in de weken na het ongeval als gevolg van hun brandwonden.

Oorzaken

Uit waarnemingen bleek dat de snel sluitende O-ringen van de zeefmachine tijdens het zeefproces open gingen. Omdat ze niet langer vast op hun plek zaten, kwamen de filters uit hun behuizing. Dit veroorzaakte wrijving van metaal op metaal, waardoor het kruit waarschijnlijk vlam heeft gevat. De bovenklep van de zeefmachine had een afsluitende werking terwijl het kruit brandde. Hierdoor werd de druk in de machine opgevoerd en is het product zeer waarschijnlijk ontploft. Dit zou de ontwrichting en de ernstige misvorming van de bovenklep kunnen verklaren. Op dat moment vond er een plotselinge uitbarsting van vlammen uit de zeefmachine plaats, waardoor de medewerkers in de directe nabijheid van de machine brandwonden opliepen.

Belangrijkste bevindingen

- Bij de uitgang van de zeefmachine wordt het bruikbare kruit opgevangen in opvangtrechters en wordt het afval opgevangen in speciaal daarvoor bedoelde zakken, die vervolgens buiten de ruimte bij elkaar worden geplaatst. De zakken blijven daar staan totdat ze op een later moment worden verplaatst naar de opslag.
- De procedure schrijft voor dat het betreden van de productiehal niet is toegestaan wanneer de machines in werking zijn. De medewerkers vullen de toevoertrechters en verwijderen het product uit de opvangtrechters wanneer de machine uitgeschakeld is. Mogelijk heeft een van de medewerkers de hal betreden terwijl de machine nog in werking was, wellicht om een schijnbare storing van het apparaat te onderzoeken (een ongewoon geluid).
- De behuizing van de zeef was bevestigd met een moer, die is teruggevonden op de vloer na afloop van het ongeval. Er zijn geen tekenen dat de moer met geweld van de behuizing is gerukt, hetgeen suggereert dat deze geleidelijk is losgedraaid tijdens het zeven.
- Het blussysteem heeft weten te voorkomen dat de brand zich verspreidde naar een nabij opgestelde tweede zeefmachine.

Geleerde lessen

- Het personeel was zich mogelijk bewust van de juiste operationele procedure, aangezien deze naar behoren werd gevolgd bij het ontmantelen en opnieuw monteren van de zeefmachine. Mogelijk waren de medewerkers echter te veel gewend geraakt aan de normale routine, waardoor de risico's van het proces op de achtergrond zijn geraakt, ook al was men zich terdege bewust van die risico's. Op locaties met grote risico's, en vooral op locaties waar explosieven worden verwerkt en/of opgeslagen, moet elke afwijkende actie worden gecontroleerd aan de hand van de veiligheidsnormen. Het is buitengewoon gevaarlijk om blind je instinct te volgen (bijvoorbeeld door een 'snelle ingreep' uit te voeren om een klein probleem te verhelpen of een instelling te herstellen). Trainingen en overige actieve communicatiestrategieën moeten regelmatig worden toegepast om actieve en voortdurende aandacht voor veiligheid te waarborgen.
- Uit dit ongeval blijkt tevens dat de risico's verder hadden kunnen worden beperkt door middel van aanvullende technische maatregelen.
- Alle soorten apparatuur die worden gebruikt bij de productie van explosieven moeten zodanig zijn ontworpen dat wordt voorkomen dat componenten vrijkomen van hun behuizing en dat er vonken ontstaan (als gevolg van contact van metaal op metaal).
- Als technische verbetering kan de installatie van een aanwezigheidsmelder worden overwogen, die de machine

automatisch uitschakelt zodra de toegangsdeuren worden geopend. Ook volledige automatisering van het laden van het kruit in de installatie kan worden overwogen.

- Als er explosieven binnen of buiten een werkruimte worden bewaard, moet dit beperkt blijven tot de minimale hoeveelheid die vereist is voor de werkzaamheden, in het bijzonder wanneer er gevoelige explosieven worden geproduceerd of gebruikt.

[eMARS-ongeval nr. 937; vergelijkbare ongevallen: eMARS-ongevallen nr. 876, 880, 998 en 1000]

Ongeval 5 Fabricage van explosieven

Beschrijving van de gebeurtenissen

Twee enorme explosies binnen een tijdsbestek van slechts enkele seconden hebben geleid tot de volledige verwoesting van de productiefaciliteit van Sierra Chemical Company in Kean Canyon, Nevada. Daarbij kwamen vier medewerkers om het leven en liepen zes anderen verwondingen op. Omdat alle direct betrokkenen omkwamen, kon de exacte oorzaak van het ongeval nooit worden vastgesteld. Aangenomen wordt echter dat op de dag vóór het ongeval een restant basismateriaal door een medewerker was achtergelaten in de mengketel, kennelijk zonder dat dit was doorgegeven aan de volgende ploeg. Bij zijn terugkeer de volgende ochtend heeft deze medewerker wellicht aangenomen dat de ketel inmiddels was geleegd. Zonder

de inhoud te controleren heeft de medewerker de motor van de roerbladen ingeschakeld, waardoor de eerste explosie werd veroorzaakt. Deze explosie vond plaats in een ruimte waar medewerkers 'boosters' produceerden (hier genaamd 'Booster Room'). Dit zijn kleine explosieven die worden gebruikt in de mijnbouw om grotere explosieven te ontsteken. Een tweede, nog krachtiger ontploffing volgde en verwoestte een gebouw dat werd gebruikt voor het drogen van de explosieven. Er bleef een krater achter van 12 meter bij 18 meter, met een diepte van 1,8 meter. De explosies waren zo krachtig als een aardbeving met de kracht van 2 op de schaal van Richter, en waren voelbaar tot op een afstand van 32 kilometer van het terrein. Sierra Chemical Company schat dat er in totaal ruim 21 ton aan explosieven tijdens het ongeval tot ontploffing is gekomen. De fabriek is nooit meer opnieuw opgebouwd.



Figuren 2 en 3: 'Booster Room' 2 voor en na de explosie (bron: Chemical Safety Board)

Oorzaken

Het vermoeden is dat er 's nachts explosief materiaal in een ketel is achtergebleven en is verhard vanwege de lage buitentemperatuur. Het onderste gedeelte van het mengblad, dat reikte tot in de verharde explosieven in de ketel, bracht de explosieven tot ontploffing doordat het een schokeffect, een dwarskracht of wrijving veroorzaakte in de explosieve materialen in de ketel. Het is ook mogelijk dat er stukjes explosief materiaal klem raakten tussen het mengblad en de wand van de ketel, waardoor de ontploffing werd veroorzaakt.

Belangrijkste bevindingen

- Er is een risicoanalyse uitgevoerd Process Hazard Analysis (PHA) voor Booster Room 1, waar hetzelfde bedrijfsproces werd uitgevoerd als in Booster Room 2. Er is echter geen PHA uitgevoerd voor Booster Room 2. Daarnaast waren de leidinggevendenden en de medewerkers niet betrokken bij het vaststellen van de gevaren.
- De opslagfaciliteiten en de twee werkplaatsen waren dicht bij elkaar gelegen dan voorgeschreven in de betreffende richtlijnen, waardoor de explosie zich kon verspreiden. Verder bleek dat de constructie van de gebouwen niet voldeden aan de aanbevelingen in de richtlijnen van het Amerikaanse Ministerie van Defensie.
- Het onderzoek toonde tevens aan dat zowel de managers als de medewerkers relatief slecht op de hoogte waren van de risico's van het productieproces en de basisnormen voor veilig gedrag en veilige verwerking bij werkzaamheden met gevaarlijke stoffen.
- Overheidsinspecties werden zelden verricht en de inspecteurs hadden over het algemeen weinig deskundigheid op het gebied van veilige productie van explosieven.

Geleerde lessen

- In dit geval bleek de medewerker de ernst van het explosierisico dat inherent is aan de productie en opslag van explosieven, te onderschatten of te gemakkelijk op te vatten. Er waren diverse aanwijzingen dat de risico's op het terrein niet naar behoren werden gecontroleerd.

- Voor slechts één activiteit werd een Process Hazard Analysis verricht, terwijl er eigenlijk een PHA zou moeten worden uitgevoerd voor alle gevaarlijke activiteiten op het terrein. Bovendien waren de medewerkers niet betrokken bij het vaststellen van de gevaren. Was dit wel het geval geweest, dan hadden zij wellicht gewezen op nog meer gevaarlijke activiteiten die eveneens zouden moeten worden onderworpen aan een PHA.
- Inzake de veilige verwerking van explosieven – zowel in algemene zin als specifiek met betrekking tot de processen op het terrein – waren geen schriftelijke procedures voorhanden en was de training beperkt, voor zover deze überhaupt werd gegeven. Zoals vermeld in het rapport, geloofden de managers dat het bijna onmogelijk was om de door Sierra Chemical Company gebruikte of geproduceerde explosieven tot ontploffing te brengen, behalve dan door gebruik van een ontsteker. Een algeheel gebrek aan bewustzijn van de daadwerkelijke gevaren op een terrein met een hoog risiconiveau is een duidelijke aanwijzing dat de risico's niet adequaat worden beheerst.
- Er werd weinig of niets ondernomen om überhaupt voor de veiligheid van de medewerkers te zorgen. Hoewel de meeste medewerkers Spaanstalig waren, werden zelfs de door de overheid verplichte veiligheids- en gezondheidstrainingen voornamelijk in het Engels gegeven. Er bleken voor medewerkers geen kanalen beschikbaar te zijn om informatie op te doen of te praten over de veiligheidskwesties die voor hen relevant waren.
- Het is met name van belang dat locaties met een hoog risiconiveau passende technische maatregelen nemen om de zwakke punten in het veiligheidsbeheerssysteem aan te pakken. Adequate scheidingsafstanden tussen gebouwen zijn een standaard technische maatregel om het explosiegevaar in te perken. Het aanbrengen van een beschermende constructie die voldoet aan de voorschriften, zou eveneens verder letsel bij een onverhoopt ongeval kunnen voorkomen.
- Een derde maatregel kan bestaan uit toezicht door de bevoegde instantie(s). Ook in dit geval waren de inspectie-autoriteiten echter kennelijk onvoldoende voorbereid op of op de hoogte van om de onveilige omstandigheden op de locatie te herkennen.

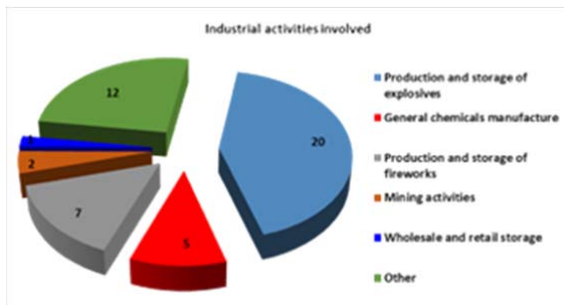
[Aanbevelingen van de Amerikaanse Chemical Safety Board, te raadplegen op <http://www.csb.gov>. Vergelijkbare ongevallen: <http://www.sozogaku.com/fkd/en/cfen/CC1200041.html> en ARIA-ongeval nr. 24716.]

Deze editie van Lessons Learned Bulletin biedt inzicht in zware ongevallen die hebben plaatsgevonden bij de productie, opslag of tijdens de opruiming van explosieven. Bij het opstellen van dit bulletin zijn er 62 ongevallen bestudeerd, waaronder 47 zware ongevallen die zijn gerapporteerd in het eMARS-systeem, 4 gevallen die afkomstig zijn uit een Japanse database (<http://www.sozogaku.com>), 10 meldingen van ongevallen uit de Franse ARIA-database (<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>) en 1 ongeval uit de database van onderzoeken van de Amerikaanse Chemical Safety Board (www.csb.gov).

De meest voorkomende soorten ongevallen die in de studie zijn aangetroffen, zijn ongevallen bij de productie en opslag van explosieven (ten minste 10 ongevallen), ongevallen met explosief afval of vuurwerk (7 ongevallen, bijvoorbeeld eMARS-ongevallen nr. 276, 729, 937, 939 en 940), en ongevallen bij het ontmantelen van munitie (4 ongevallen, bijvoorbeeld eMARS-ongevallen nr. 196, 551, 663 en 740). In aanvulling hierop werden er nog 12 ongevallen gerapporteerd onder de categorie 'Overig', die tevens afval van explosieven en munitiefabrieken omvat. De onderstaande grafiek geeft een overzicht van de industriële processen waarbij de eMARS-ongevallen zich hebben voorgedaan.

Ongevallen met explosieven vinden nog altijd regelmatig plaats, met twee à vier ongevallen bijna elk jaar vanaf 2000. Alleen al in de laatste vijf jaar vonden er in Europa twintig ernstige ongevallen met explosieve stoffen plaats¹. Veel van de bestudeerde ongevallen blijken ook herhalingen te zijn: er vond dan binnen dezelfde faciliteit in de jaren ervoor een vergelijkbaar ongeval plaats (bijvoorbeeld eMARS-ongevallen nr. 729 en 1031; eMARS-ongevallen nr. 276 en 918; en ARIA-ongevallen nr. 32086 en 45545). Degelijke herhalingen zijn een duidelijke aanwijzing dat veel locaties verzuimen te leren van ongevallen uit het verleden.

¹ Het merendeel van deze gebeurtenissen kon niet in dit bulletin worden verwerkt omdat ze nog steeds worden onderzocht.



Figuur 4: Aantal zware ongevallen met explosieven (bron: eMARS)

In principe kunnen explosieven worden geactiveerd door een aantal verschillende typen energetische prikkels². De belangrijkste prikkels voor ongevallen bij de productie of opslag van explosieven zijn als volgt:

- schokeffect/wrijving;
- vuur/hitte;
- elektrostatische ontlading;
- onbeheerste reactie tijdens de productie van explosieven.

De studie richtte zich vooral op de frequentie van optreden van vier verschillende factoren die aanzienlijk bijdragen aan ongevallen met explosieven:

Onveilig gedrag bij de behandeling van explosieven

Verrassend veel ongevallen lijken een achterliggende oorzaak te hebben die verband houdt met gebrekkig veiligheidsbewustzijn en onvoldoende veilig gedrag. Uit de studie bleek dat op veel locaties waar zich ongevallen voordeden, het niet-naleven van de meest basale veiligheidsnormen en technische vereisten eerder regel was dan uitzondering.

Intern transport van explosieven

Intern transport van explosieven op de locatie zelf lijkt een gangbare activiteit te zijn bij vier ongevallen. Dit patroon duidt erop dat het verhoogde risico dat gepaard gaat met explosieventransport (in verband met mogelijke schokken, instabiel terrein of mechanische gebreken aan het transportvoertuig) vaak niet adequaat wordt aangepakt of zelfs maar overwogen.

Ontoereikende scheidingsafstanden

Ontoereikende scheidingsafstanden tussen opslagfaciliteiten of productie-installaties hebben in nog eens zes gevallen geleid tot een escalatie van het ongeval, met als gevolg propagatie van explosies en brandoverslag van de ene locatie naar de andere, als gevolg van rondvliegende brokstukken.

Verharding van explosieve stoffen in de reactor

In twee gevallen bleef er explosief materiaal achter in de reactor. Het materiaal verhardde, blokkeerde de ketel of de aangesloten pijpleidingen en veroorzaakte op deze manier een onbeheerste reactie tijdens het bedrijfsproces of de opstarthandelingen. De risico's namen hierdoor toe in meer dan één opzicht.

² United Kingdom Health & Safety Executive, Safety Report Assessment Guide: Explosives, te verkrijgen op <http://www.hse.gov.uk/Comah/sragexp/srag-explosives.pdf>.



Motto van het semester

“Wat er was, zal er altijd weer zijn,
wat er is gedaan, zal altijd weer worden
gedaan.

Er is niets nieuws onder de zon.”
Prediker 1:9 (Nieuwe Bijbelvertaling)



MAHBulletin

Contact

Voor meer informatie over de lessen die kunnen worden getrokken uit grote industriële ongevallen kunt u contact opnemen met

zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu or
emars@jrc.ec.europa.eu

Security Technology Assessment Unit
European Commission
Joint Research Centre
Institute for the Protection
and Security of the Citizen
Via E. Fermi, 2749
21027 Ispra (VA) Italy

<https://minerva.jrc.ec.europa.eu>

Als uw organisatie het MAHBulletin nog niet ontvangt, kunt u contact opnemen met emars@jrc.ec.europa.eu.

Vermeld daarbij uw naam en het e-mailadres van de contactpersoon bij uw organisatie inzake het bulletin.

Alle publicaties van het MAHB zijn verkrijgbaar op het [Minerva Portal](#).

* Deze Nederlandse vertaling is verzorgd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW).

Vragen voor zelfbeoordeling

- Hoe zorgt u ervoor dat medewerkers de interne voorschriften in acht nemen en de bedrijfsprocedures voor de behandeling en verwerking van explosieven in acht nemen?
- Zijn alle gevaren en risico's met betrekking tot de productie en opslag van explosieven en vuurwerk in kaart gebracht en geanalyseerd?
- Welke scenario's met betrekking tot explosieve stoffen hebt u in de risicoanalyse van het terrein overwogen? Is er ook rekening gehouden met het risico van escalatie c.q. het optreden van een domino-effect?
- In hoeverre houden de veiligheidsprocedures rekening met de mogelijkheid dat explosieve stoffen op de grond vallen?
- Welke aanwijzingen hebt u dat het bedrijf dat het explosieve afval van de locatie verwijdert, over voldoende kennis beschikt van de specifieke eigenschappen van deze stoffen/mengsels?
- Welke actieve brandveiligheidssystemen worden er gebruikt in de explosievenopslag- en productieruimtes?
- Heeft het bedrijf een intern noodplan opgesteld en getest, zodat adequaat kan worden gereageerd bij een ongeval met explosieven?
- Hoe worden de opgeslagen en geproduceerde hoeveelheden explosieven en vuurwerk gecontroleerd en getraceerd?
- Heeft uw bedrijf ervoor gezorgd dat er toereikende scheidingsafstanden worden aangehouden tussen alle opslaggebouwen en productiefaciliteiten voor explosieven en alle overige gebouwen (en tussen alle opslaggebouwen en productiefaciliteiten onderling)? Zo ja, hoe worden deze scheidingsafstanden bepaald? Zo nee, welke maatregelen hebt u getroffen om een domino-effect van het ene gebouw naar het andere te voorkomen?
- Worden ongevallen en bijna-ongevallen uit het verleden geregistreerd en beoordeeld?
- Hoe zorgt u ervoor dat explosieven niet gedurende langere tijd buiten blijven staan, per ongeluk dan wel anderszins?
- Wat zijn volgens u de gevolgen als er een ongeval plaatsvindt, in het slechtst denkbare scenario? Bent u zich bewust van het feit dat een dergelijk verwoestend ongeval zeer ernstige schade kan veroorzaken, en dat uw fabriek of installatie mogelijk nooit meer opnieuw wordt gebouwd?



European
Commission