



Explosie door C4 lek in een technische ruimte

Als gevolg van een lek in een warmtewisselaar is een mengsel van butanen en butenen in het stoomcircuit terecht gekomen. Via dit circuit zijn de gassen vrijgekomen in een technische ruimte waar de verwarmingsinstallatie, die gebruikt maakte van het stoomcondensaat, stond. Er volgde een explosie waarbij twee werknemers die in een aangrenzende ruimte aanwezig waren werden gewond.

Beschrijving van de installatie

De explosie deed zich voor in een technische ruimte van een bedrijfsgebouw. In deze ruimte bevond zich de airconditioning installatie (opwarming, afkoeling en ventilatie van het bedrijfsgebouw) en de verwarmingsinstallatie voor het aanmaken van warm water.

De technische ruimte was gelegen op de eerste verdieping van een gebouw met twee verdiepingen. Op eerste verdieping bevonden zich eveneens een controlekamer en een refter. Deze lokalen grensden aan de technische ruimte.

Het warm water werd gemaakt door stoomverwarming via een warmtewisselaar. Het stoomcondensaat liep in een open afvoergoot die zich eveneens in de technische ruimte bevond. Dit condensaat liep dan gravitair af voor verdere verwerking.

De stoom die in de technische ruimte wordt gebruikt, takt af van het interne stoomnet van de afdeling. Deze stoom werd onder andere ook gebruikt in een warmtewisselaar in de productie-installatie waarin het C4-product werd opgewarmd. In deze warmtewisselaar bevond de stoom zich aan de mantelzijde (bij 2 bar) en het C4-mengsel bevond zich in de inwendige pijpenbundel (bij ca. 3,5 bar).

Het condensaat van de warmtewisselaar werd afgelaten via een regelventiel in een condensaatvat met open beluchting naar een afvalwaterput (met opvang van diverse afvalstromen) die zich op een zestigtal meter van het gebouw met de technische ruimte bevond. Boven deze afvalwaterput bevond zich een gasdetectie. Deze gaf alarm bij 10% LEL van het C4-mengsel (hetgeen overeenkomt met ongeveer 1500 ppm).

Relaas van de feiten

Het algemene condensaat van de afdeling wordt ter recuperatie teruggestuurd naar de afdeling Utilities. In de dagen voorafgaand aan de explosie was de warmtewisselaar hersteld omdat er immers zeer kleine concentraties van het C4-mengsel naar het condensaatnet waren vastgesteld a.d.h.v. analyses op de afdeling Utilities. Deze minieme lekkage had geen rechtstreeks verband met de uiteindelijke explosie. De herstelling van deze warmtewisselaar werd opgenomen in de stilstandsplanning en werd ook uitgevoerd. Vier dagen na de herstelling werd een dichtheidstest uitgevoerd op de warmtewisselaar. De daaropvolgende dag werd de warmtewisselaar terug in dienst genomen.

Hieronder volgt het chronologisch verloop van de feiten vanaf het terug in dienst nemen van de warmtewisselaar.

16u25	De warmtewisselaar wordt in dienst genomen met stoom (2 bar) op de mantelzijde.
16u37	De C4-voeding wordt naar de warmtewisselaar gestuurd.
17u26	Het condensaatregelventiel wordt open gestuurd (zoals voorzien 1 uur na de introductie van stoom in de warmtewisselaar) en het condensaat loopt af naar een condensaatopvangvat.
17u31	Een C4-geur wordt waargenomen in de controlekamer (geurdrempel 50 ppm).
17u36	De gasdetectie ter hoogte van de afvalwaterput (waarin de ontluchting van het condensaatopvangvat terechtkomt) geeft alarm (> 10%LEL)
17u37	De operatoren besluiten de luchtconditioneringsinstallatie van de controlekamer stil te leggen.
17u49	Er wordt een staalname uitgevoerd van het condensaat uit het condensaatopvangvat en men stelt vast dat dit C4-mengsel bevat (door directe gaswaarneming en een geurwaarneming). Men besluit om de stoomtoevoer naar de warmtewisselaar en de condensaatafvoer af te sluiten.
17u59	Er treedt een explosie op in de technische ruimte op een afstand van ca. 80 meter van de installatie waarin de warmtewisselaar en het condensaatopvangvat zich bevinden.

Door de explosie zijn een aantal binnendeuren, buitenramen, tussenmuren (in gyproc en y-tong blokken), valse plafonds, ventilatieschachten, kasten, e.d. in het gebouw weggeblazen of deels beschadigd. Na de explosie is een beperkte brand in de technische ruimte ontstaan ter hoogte van enkele paletten en isolatiemateriaal. Dit heeft een beperkte rookschade veroorzaakt.

Twee medewerkers zijn gekwetst geraakt bij het ongeval. Deze medewerkers waren op het ogenblik van de explosie in de refter aanwezig, die zich naast de technische ruimte bevond. Een eerste persoon heeft een koelkast, die omgevallen is door de explosie tegen het hoofd gekregen, met een lichte hersenschudding als gevolg. De tweede persoon heeft een zwaar voorwerp op de voet gekregen.

Er was geen schade aan het processturingssysteem van de installatie. In de controlekamer was er echter een risico van losse plafondtegels. In een aangrenzend gebouw werd een tijdelijke controlekamer ingericht door het aanleggen van diverse kabelverbindingen. De productie-installatie werd meerdere weken stilgelegd en na ongeveer een maand heropgestart vanuit de tijdelijke controlekamer.

Een onderzoek naar de stabiliteit van het bedrijfsgebouw heeft plaatsgevonden en er is geen structurele schade vastgesteld. De buitenmuren en de dragende elementen (in metselwerk en beton) hebben geen scheuren of andere schade opgelopen. De drukgolf is ontlast via de zwakkere elementen in de constructie, die geen dragende functie vervullen.

Bevindingen van het onderzoek

Oorzaak van het lek in de warmtewisselaar

Zoals hierboven reeds beschreven was de herstelling van de warmtewisselaar een onderdeel van de stilstandsplanning. Bij nader onderzoek vond men inderdaad een haarfijne lekopening in een buis van de pijpenbundel. Ook stelde men kleine vervormingen vast bij zes andere pijpen. De zeven beschadigde pijpen werden met een stop afgesloten. Er werd een gaatje in deze pijpen geboord om ze in verbinding te stellen met de stoomzijde. Op die manier wilde men vermijden dat er afgesloten ruimten ontstonden langs de gaszijde. Per vergissing werd er echter een gat geboord in een pijp die niet afgesloten diende te worden en die dus in gebruik bleef.

Na de herstelling heeft men een dichtheidstest uitgevoerd op de buitenmantel van de warmtewisselaar. Een aparte druktest van de interne pijpenbundel was niet expliciet beschreven in de interne richtlijnen van het bedrijf en deze werd dan ook niet uitgevoerd. Men ging er (ten onrechte) van uit dat alle pijpen met mogelijke problemen waren afgesloten met een stop.

Via het geboorde gat is bij de ingebruikname van de warmtewisselaar het C4-mengsel terecht gekomen in de stoommantel. Door het feit dat de dampdruk van het isobutaan hoger was dan de druk in het interne 2 bar stoomnet, is het isobutaan in het stoomnet geraakt.

De stoom die in de technische ruimte in een warmtewisselaar gebruikt werd om warm water te maken, takte van dit stoomnet af en was op dat moment dus ook vervuild met isobutaan. Het vervuilde condensaat van deze warmtewisselaar liep zoals boven beschreven via een open goot gravitair af. Het isobutaan is hierdoor in de technische ruimte kunnen verdampen. Rekening houdend met de explosiegrenzen van isobutaan moet er minstens 3 kg C4-product verdampt zijn.

Vrijkomen en ontsteken van het C4-mengsel in de technische ruimte

Het feit dat een intern lek in een warmtewisselaar in de productie-installatie aanleiding heeft gegeven tot een vrijzetting van ontvlambare gassen in een technische ruimte is te wijten aan volgende oorzaken:

- een intern lek in de warmtewisselaar (tussen pijp- en mantelzijde)
- het gebruik van stoomcondensaat uit de productie-installatie voor de verwarming van een lokaal of de aanmaak van warm water in een bemand gebouw
- het lozen van het stoomcondensaat in een open afvoerkanaal in een gesloten lokaal.

De technische ruimte was niet gezoneerd en er bevonden zich dus niet-explosieveilige elektrische apparaten in de ruimte.

Het bedrijf berekende dat er minimaal 3 kg C4-mengsel in het stoomnet is gelekt, deze hoeveelheid is nodig voor de vastgestelde explosie in de technische ruimte. Dit ongeval illustreert dus (nogmaals) hoe weinig ontvlambare stoffen nodig zijn in een gesloten lokaal om een explosieve atmosfeer te creëren en hoe een explosie van een kleine hoeveelheid gas in dergelijke omstandigheden relatief veel schade kan veroorzaken.

Lessen

Bij werkzaamheden aan apparaten met meerdere van elkaar gescheiden drukruimtes (bv. een warmtewisselaar) is het belangrijk om voor de indienstname testen uit te voeren zowel van de dichtheid naar de omgeving als van de interne dichtheid (tussen de drukruimtes onderling).

De introductie van ontvlambare gassen in een lokaal van een bemand gebouw via stromen uit de productie-installatie kan men in de eerste plaats vermijden door dergelijke stromen niet te gebruiken voor de koeling of verwarming van bedrijfsgebouwen.

Indien dergelijke stromen toch gebruikt worden, moet men er voor zorgen dat het koelmiddel of het stoom/condensaatsysteem niet gecontamineerd kan worden door een interne lekkage in de productie-installatie.

Een dergelijke contaminatie kan vermeden worden door gebruik te maken van volledig gescheiden systemen of van secundaire koel- of verwarmingskringen. Hierbij moet de warmtewisselaar zich in de productie-installatie bevinden en niet in de technische ruimte van het bedrijfsgebouw. Als bijkomende maatregel wordt de condensaatvoer via een gesloten systeem teruggevoerd.

Deze nota verschijnt in de reeks "Lessen uit ongevallen". In deze reeks worden incidenten en ongevallen beschreven die zich in Belgische Seveso-bedrijven voordeden en onderzocht werden door de Afdeling van het toezicht op de chemische risico's. De bedoeling van deze nota's is het toegankelijk maken van lessen uit deze incidenten en ongevallen voor een groot publiek.

Deze nota werd opgesteld in samenspraak met het bedrijf waar het incident of ongeval zich voordeed. Om redenen van privacy en confidentialiteit werden gegevens die een identificatie van het betrokken bedrijf mogelijk maken en die niet nodig zijn voor de duidelijkheid van de lessen, niet opgenomen in de tekst (zoals de plaats en datum van het ongeval en bepaalde technische gegevens van de installatie).

Meer "Lessen uit ongevallen" en informatie over preventie van zware ongevallen vindt u op: www.werk.belgie.be/acr

Deze nota mag vrij verspreid worden op voorwaarde dat het om de volledige nota gaat.

Cette note est aussi disponible en français.

Kenmerk: CRC/ONG/046-N

Verantwoordelijke uitgever: FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg

Redactie afgesloten op 7 september 2018.