

## Zapobieganie i gotowość na wypadek awarii chemicznych

### Poważne awarie z udziałem nawozów sztucznych

Celem biuletynu jest przedstawianie wniosków płynących z awarii zarejestrowanych w Systemie Zgłaszania Poważnych Awarii (eMARS) oraz z innych źródeł informacji o zdarzeniach, na potrzeby operatorów branżowych oraz organów rządowych. Biuletyn ten ukazuje się w cyklach półrocznych, a każde wydanie jest poświęcone konkretnemu tematowi.

#### Podsumowanie.

Na potrzeby biuletynu analizie poddano 25 awarii opisanych w bazie eMARS, z udziałem nawozów sztucznych oraz 25 awarii z innych źródeł, w tym także zdarzenia w transporcie. Zostały wybrane awarie z udziałem azotanu amonu lub nawozów NPK (azot-fosfor-potas). Z pewnymi wyjątkami, większość zdarzeń miała miejsce w magazynach lub u producentów chemii ogólnej, jednakże poważne awarie w transporcie z udziałem nawozów na bazie azotanu amonu również skutkowały ofiarami w ludziach i szkodami materialnymi.

#### Uwaga:

Opisy zdarzeń i wniosków z nich płynących pochodzą z raportów zgromadzonych w ramach systemu eMARS <https://emars.jrc.ec.europa.eu> oraz innych ogólnie dostępnych źródeł. eMARS zawiera ponad 800 raportów ze zdarzeń chemicznych, przekazanych przez państwa członkowskie UE i kraje OECD.

#### Zdarzenie nr 1

#### Magazynowanie i dystrybucja hurtowa i detaliczna

##### Kolejność zdarzeń

Doszło do pożaru w magazynie, w którym znajdowały się nawozy sztuczne i produkty chemiczne, należące do dystrybutora magazynu oraz wiele innych produktów, w tym cukier, melasa, nawozy i zboża. Instalacja magazynowa została podzielona na 8 komór, z których dwie zawierały nawozy NPK (15% N, 8% P, 22% K) w ilościach odpowiednio 600 ton i 850 ton. Dodatkowo, jedna komora zawierała również 650 ton nawozu saletrzanego, w innej przechowywano również 200 ton 46% roztworu mocznika. W dniu 29 października 1987 roku, operator wykrył dym w komórce nr 2, w której znajdowało się 850 ton nawozu NPK. Pierwszą reakcją personelu przed przybyciem strażaków była próba ugaszenia źródła pożaru przenośnymi gaśnicami. Przybyłe na miejsce zdarzenia jednostki straży pożarnej zauważyły bardzo gęsty dym wydobywający się z magazynu. Okazało się, że pod zgromadzoną masą również płonął ogień. Niemniej jednak interwencja strażaków skupiła się wyłącznie na obecności nawozu na bazie azotanu amonu z pominięciem innych produktów chemicznych. Następnie nieporozumienia, które pojawiły się pomiędzy ekspertami opóźniły podjęcie skutecznych działań. Zdarzenie spowodowało lekkie obrażenia u trzech pracowników, 38000 osób ewakuowano na czas 8 godzin.

##### Produkcja i przechowywanie nawozów

Azotan amonu, jako substancja ma długą historię. Pierwszy raz został wyprodukowany w 1659 roku. Jest to substancja „podwójnego zastosowania”, z której można produkować nawozy oraz materiały wybuchowe. Jest produkowany na dużą skalę na całym świecie (ponad 20 mln ton w 1998 r.), z czego jedna trzecia przypada na Europę (ponad 7 mln ton w 1998 r.). Ma bez wątpienia duże znaczenie dla zachodniej cywilizacji. Jest łatwo przyswajalnym i wydajnym źródłem azotu dla roślin, co ma szczególne znaczenie dla polepszenia warunków klimatu europejskiego. Jego wysoki wskaźnik absorpcji sprawia, że jest stosunkowo przyjazny dla środowiska, w porównaniu do innych nawozów; ilość azotu uwalniania do atmosfery jest stosunkowo niska.

##### Historia awarii z udziałem nawozów na bazie azotanu amonu

Saletra amonowa spowodowała kilka z najbardziej katastrofalnych zdarzeń XX wieku w czasach pokoju. Dwie najbardziej znane i katastrofalne awarie w świecie zachodnim miały miejsce w Oppau (Niemcy) - wybuch 450 ton składowanych nawozów saletrzano-amonowych, w wyniku którego zginęło 561 osób. W 1947 roku w Teksasie (USA) statek przewożący 2600 ton saletry amonowej eksplodował powodując zapłon zbiornika zawierającego 960 ton azotanu amonu. W wyniku zdarzenia zginęło 581 osób. Szczegółowe opisy i wnioski wyciągnięte na przyszłość z tych zdarzeń można znaleźć w wielu źródłach. Napisano kilka książek, które opisują te katastrofy i zawierają istotne informacje na temat tych i innych awarii z udziałem azotanu amonu, opisy są także dostępne w źródłach online. Od tamtej pory saletra amonowa brała udział w wielu zdarzeniach powodujących wybuchy, pożary i uwalnianie substancji toksycznych.

W wielu krajach uznano, że magazynowanie nawet małych ilości nawozów na bazie azotanu amonu (jak 10 ton w niektórych przepisach) może stwarzać duże zagrożenie dla życia ludzi, jeśli nie zostaną w pełni wdrożone właściwe środki i procedury bezpieczeństwa.

([http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/rep/ository/sta/mahb/docs/SpecialRegulatoryTopics/Ammonium nitrate safety.pdf](http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/rep/ository/sta/mahb/docs/SpecialRegulatoryTopics/Ammonium%20nitrate%20safety.pdf)).

*Dokończenie na str. 2*

# Poważne awarie z udziałem nawozów sztucznych

## Zdarzenie nr 1 – c.d. ze str. 1

### Magazynowanie i dystrybucja hurtowa i detaliczna

#### Przyczyny

Ze względu na warunki transportu (statkiem, na którym wcześniej składowano pszenicę) oraz warunki przechowywania (na powierzchni wyłożonej trocinami do suszenia), nawóz został zmieszany z materiałem organicznym. Odkryto również uszkodzenie oraz słabą izolację kabli zasilających, które znajdowały się w pobliżu stosu nawozów. Ponadto drewniane palety miały kontakt ze składnikami nawozów. Te składniki zapaliły się podczas rozkładu i uwolniły ciepło, przyspieszając jeszcze ten rozkład.

#### Ważne ustalenia

- Nawóz NPK został wyładowany dzień przed zdarzeniem i całkowicie zapełnił pojemność magazynu. W tym czasie nie odnotowano żadnych nieprawidłowości dotyczących produktu (np. zbrylanie), jednakże stwierdzono, że wysokość temperatury, która wynosiła 40°C, powinna zostać zidentyfikowana jako powód do niepokoju...
- Instalacja elektryczna w zakładzie była przestarzała i stwarzała potencjalnie niebezpieczne warunki, np. brak izolacji, niepełne uziemienie, ponadgabarytowe wyłączniki, jak wykazała prywatna weryfikacja w raporcie z 1986 roku (w następstwie raportu nie przeprowadzono żadnych napraw). Poniżej strefy, w której wybuchł pożar znajdowały się przewody elektryczne, pod którymi zawieszony był silnik transportowy  
([http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/accident/5009\\_en/?lang=en](http://www.aria.developpementdurable.gouv.fr/accident/5009_en/?lang=en)).
- Na miejscu nie było skutecznych środków przeciwpożarowych, takich jak pion wodny i samobieżny wąż strażacki.

#### Wnioski wyciągnięte na przyszłość

Oficjalne podsumowanie zdarzenia zawiera zwięzłe podsumowanie wniosków wyciągniętych na przyszłość o następującej treści:

- Zdarzenie z pewnością nie osiągnęłoby takiej skali, gdyby zastosowano skuteczne środki reagowania, gdy tylko wykryto wzrost temperatury, zapobiegając szybkiemu rozwojowi pożaru.
- Odpowiedni sprzęt do gaszenia produktów składowanych w zakładzie powinien być dostępny dla personelu przeszkolonego w reagowaniu kryzysowym, zapobieganiu zagrożeniom i wykrywaniu nieprawidłowości. W tym przypadku personel zakładu nie był świadomy ryzyka związanego z nawozami sztucznymi i posiadał jedynie gaśnice proszkowe, które nie są przystosowane do gaszenia tego typu pożarów. W obiekcie nie były dostępne urządzenia do gaszenia wodą, taki jak np. węże pożarnicze.
- Wymowna charakterystyka zagrożeń, związana w szczególności ze zrozumieniem konsekwencji składowania substancji niebezpiecznych jest niezbędna dla wdrożenia skutecznych planów przeciwpożarowych i gaśniczych. Niewątpliwie brak informacji dotyczących charakteru produktów objętych pożarem odegrał główną rolę w rozwoju awarii. Brak wiedzy nt. charakterystyki składowanych produktów oraz ryzyka, które ze sobą niosą, spowodował wystąpienie nieporozumień między ekspertami, które opóźniły skuteczną reakcję. Ponadto zakład nie był sklasyfikowany przez straż pożarną, wskutek czego nie posiadał planu operacyjno-ratowniczego. Jest to niezbędne, aby centrum alarmowe dysponowało wykazem potencjalnych zagrożeń w celu podjęcia skutecznej interwencji od momentu uruchomienia alarmu.
- Dla skutecznej reakcji wymagany jest stały dostęp do źródeł wody.

[EMARS Accident # 282 Zobacz również: EMARS Accident # 12 # 237 # 446 and # 710]

Więcej informacji: <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>

## **Zdarzenie 2**

### **Produkcja chemii ogólnej**

#### **Kolejność zdarzeń**

Samoistny rozkład nawozów NPK doprowadził do pożaru w silosie magazynowym i uwolnienia substancji toksycznych, głównie tlenków azotu. Silos zawierał około 15 000 ton produktu, ale pożar został wykryty wystarczająco wcześnie (prawdopodobnie raczej z oparów, aniżeli automatycznego detektora), więc udało się uniknąć poważnych konsekwencji. Pięciu strażaków trafiło do szpitala z powodu drobnych obrażeń, niektórzy pracownicy doznali podrażnienia i pieczenia oczu oraz gardła. Ewakuowano niektóre sąsiednie zakłady i domy, natomiast okoliczna społeczność otrzymała polecenie schronienia się w miejscu przebywania przez pewien okres (czasu trwania nie określono). Nie zgłoszono żadnych obrażeń u osób poza terenem zakładu. Ogień został opanowany, gdy większość materiału została mechanicznie usunięta.

#### **Przyczyny**

Stwierdzono, że ekspozycja na wilgoć spowodowała zbrylanie produktu. Ponadto produkt mógł mieć kontakt z materiałem organicznym, w szczególności z odchodami gołębi, które w dużej ilości znajdowały się w silosach. Przez okres dwóch miesięcy część produktów uczestniczących w zdarzeniu była narażona na wpływ warunków atmosferycznych (intensywne opady). Samopodtrzymujący się rozkład spowodowany przez obecność zanieczyszczenia prawdopodobnie został przyspieszony przez obecność anomalnych struktur krystalicznych (zbrylanie) w produkcie.

#### **Ważne ustalenia**

- Część produktu została wystawiona na działanie temperatury otoczenia w okresie, gdy w regionie padało dużo deszczu. Dziury w dachu silosu spowodowały, że woda padała na odśloniętą powierzchnię powodując rekryształizację lub zbrylanie się nawozu.
- Brak dostępnej dokumentacji na instalacji, wskazywał na nieświadomość możliwości wystąpienia takiego zdarzenia.
- Duża ilość NPK była przechowywana w tym samym miejscu bez odpowiedniej separacji. Te działania były sprzeczne z praktyką firmy dotyczącą warunków przechowywania.

#### **Wnioski wyciągnięte na przyszłość**

- Magazyny powinny dążyć do wyeliminowania możliwości dostania się zanieczyszczeń do azotanu amonu. Powinny istnieć środki zapobiegawcze, które uniemożliwiają kontakt ptakom i zwierzętom z produktem lub w przypadku gdy nie jest to możliwe, azotan amonu nie powinien być przechowywany w danym obiekcie.

- Podczas przechowywania związków saletry amonowej należy unikać narażenia na działanie wody, w celu zapobiegania zbrylaniu. Niezgodności w strukturze nawozu, takie jak zbrylanie, mogą przyspieszyć utlenianie. Obiekty powinny być odpowiednio zbudowane i utrzymywane, w celu uniknięcia wycieków, zalania lub tworzenia się kałuży w obszarach gdzie znajduje się azotan amonu.
- Pracownicy powinni być regularnie szkoleni i kontrolowani pod kątem znajomości awaryjnych procedur bezpieczeństwa, powinni być również okresowo monitorowani aby upewnić się, że powyższe procedury są przestrzegane.
- Dalsze dochodzenie wykazało także zasadność zainstalowania stałego monitoringu temperatury w każdym silosie magazynowym.

## **Zdarzenie 3**

### **Produkcja i magazynowanie nawozów sztucznych**

#### **Kolejność zdarzeń**

Wybuch nastąpił w buforze NP w trakcie procesu zatrzymywania produkcji. Produkcja w fabryce nawozów była przerwana z powodu prowadzonych prac konserwacyjnych w magazynie amoniaku, w rezultacie nie było możliwości dostaw amoniaku do zakładu. Tuż przed wybuchem zgasła automatyczna czujka pożarowa, podłączona bezpośrednio do sterowni lokalnej przygotowującej jednostkę i zakład na sytuacje awaryjne. Ponadto, operatorzy fabryki zaobserwowali wyciekający gaz i ewakuowano budynek wraz z personelem, do wyznaczonych punktów. Tuż po ewakuacji nastąpił wybuch. Ciśnienie wywołane eksplozją spowodowało uszkodzenie okien w wyznaczonym miejscu spotkania, wskutek czego 5 operatorów zostało zranionych odłamkami szkła. Wybuch spowodował pożar na trzecim piętrze budynku. Pożar ugaszono po ok. godzinie.

#### **Przyczyny**

Przyczyną zdarzenia był rozkład saletry amonowej w zbiorniku buforowym NP pod wpływem wysokiej temperatury i niskiego pH. Warunki te spowodowały powstanie dużej ilości gazu, prowadzącej do rozerwania zbiornika w wyniku nadciśnienia. Przegrzanie było wynikiem nieszczelności zaworu parowego na 20 barowym dopływie pary do zbiornika. Zbiornik buforowy NP był ostatnim elementem przed przepompowaniem paliwa do odparowania i sekcji granulowania do wytwarzania bryłek produktu końcowego. Zbiornik gazu odlotowego jest podłączony do systemu odzyskiwania amoniaku. W tym procesie, dodatek amoniaku natychmiast neutralizuje kwaśne paliwo z procesu. Przepływ amoniaku był kontrolowany przez automatyczny pomiar pH online, zlokalizowany na poziomie 25% zbiornika. Ponadto, azotan amonu jest dodawany w celu uzyskania prawidłowego stosunku N i P w produkcie końcowym.

## Ważne ustalenia

- Zbiornik buforowy NP nie miał żadnych zabezpieczeń, ale posiadał instalację alarmową na wypadek wystąpienia wysokiej temperatury – powyżej 145 ° C oraz wysokiego i niskiego poziomu pH oraz alarm w analizatorze chloru.
- Nie wykazano żadnych zagrożeń związanych ze zbiornikiem buforowym NP w analizie Hazop czy analizie ryzyka.
- Dwa dni przed zdarzeniem, alarm wysokiej temperatury wyłączył się. Incydent został potwierdzony i pozostawiony bez dalszego dochodzenia.
- Wieczorem w przeddzień zdarzenia temperatura w dalszym ciągu była podwyższona, ale ze względu na podwyższone pH i zamknięcie zaworów parowych, przyjęto, że pomiar temperatury był nieprawidłowy.

## Wnioski wyciągnięte na przyszłość

- Analiza zagrożeń powinna wykazać podwyższone ryzyko związane z obecnością azotanu amonu w zbiorniku procesowym, podczas gdy proces był zatrzymany. Procedury bezpieczeństwa i kontrole urządzeń procesowych są zwykle zaprojektowane pod kątem zarządzania ryzykiem w warunkach normalnych procesu i nie można z góry założyć, że sprawdzą się również w sytuacji nadzwyczajnej.
- Identyfikacja zagrożeń powinna zwrócić szczególną uwagę na wrażliwość azotanu amonu na zmiany warunków pracy. Powinna również uwzględniać cykl funkcjonowania zakładu i zdarzenia nadzwyczajne w celu ustanowienia odpowiednich procedur bezpieczeństwa w takich sytuacjach.
- Instalacja odpowiednich urządzeń pomiarowych jest podstawowym środkiem kontrolnym, który mógłby pomóc operatorowi w ograniczeniu konsekwencji nieoczekiwanych reakcji azotanu amonu w szerokim zakresie warunków.
- Zarządzanie alarmami jest częstym wyzwaniem w wielu zakładach przetwórczych, w których występuje wiele procesów z wieloma alarmami osobno dla każdego z nich. Brak reakcji na alarm wysokiej temperatury sugeruje, że zakład nie posiadał odpowiedniego systemu priorytetyzacji alarmów w celu zapewnienia odpowiedniej reakcji na sytuacje awaryjne. Ponadto pracownik odbywający staż powinien mieć świadomość zagrożeń awarią podczas okresów przestoju.

## Zdarzenie 4 Produkcja chemii ogólnej

### Kolejność zdarzeń

W dniu 21 września 2001 r. w godzinie 10.17 doszło do poważnej eksplozji w budynku 221, tymczasowym składzie azotanów amonu o obniżonej jakości w zakładzie przemysłowym AZF w Tuluzie we Francji. Eksplozja, odczuwalna kilka kilometrów dalej, odpowiadała 3,4 w skali Richtera. Duże ilości opadającego pyłu z instalacji oraz krater o głębokości 7 m (65x45 m) powstały na zewnątrz zakładu. Wielka chmura pyłu powstałego w wyniku wybuchu i czerwonego dymu dryfowała na północny zachód. Pojawienie się dymu związane było z awaryjnym wyłączeniem produkcji kwasu azotowego na instalacji produkcyjnej. Przed gwałtownym rozproszeniem chmury zawierającej amoniak i tlenki azotu, świadkowie skarżyli się na podrażnienie oczu i gardła. Atmosferyczne zanieczyszczenia uwolnione po eksplozji, doprowadziły do powstania kwasu azotowego (HNO<sub>3</sub>), amoniaku (NH<sub>3</sub>), dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>) oraz podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O) z azotanu amonu. Jako środek zapobiegawczy, władze rządowe („Préfecture”) zwróciły się do ludności Tuluzy o pozostanie w domach pomimo wybitych okien. W wyniku awarii zginęło 31 osób (22 na miejscu i 9 poza terenem zakładu), 30 osób zostało ciężko rannych, a 300 osób było hospitalizowanych. Ponadto 2500 osób potrzebowało leczenia w szpitalu.

### Przyczyny

Nadal nie ma pewności co do bezpośrednich przyczyn i możliwych scenariuszy dotyczących wybuchu. W ostatecznej decyzji prawnik doszedł do wniosku, że był to wypadek chemiczny będący wynikiem połączenia dichloroizocyjanuranu sodu (SDIC substancja używana do uzdatniania wody) i azotanu amonu o obniżonej jakości, co spowodowało eksplozję. Operator nigdy nie zgadzał się z powyższą teorią. We wczesnym etapie dochodzenia opracowano kilka teorii w odniesieniu do przyczyn zdarzenia, takich jak atak terrorystyczny lub niezamierzone przyczyny zewnętrzne, jednak żadnej z nich nie udało się udowodnić.

### Ważne ustalenia

- Raport bezpieczeństwa zakładu AZF nie brał pod uwagę magazynu azotanów amonu o obniżonej jakości od kiedy został uznany za mniej niebezpieczny (ze względu na zmniejszoną ilość przechowywanej substancji). Raport o bezpieczeństwie nie opisywał wszystkich możliwych scenariuszy awarii.
- Urbanizacja znacznie rozszerzyła się w sąsiedztwie zakładu od momentu rozpoczęcia działalności chemicznej. W chwili zdarzenia skład chemiczny był otoczony parkami biznesowymi, szpitalami, mieszkaniami (C. Lenoble, C. Durand i in. / Journal of Loss Prevention in the Process Industries 24, 3 (2011) 227-236).
- W zakładzie nieprzerwanie pracowało 25 firm podwykonawczych (100 podwykonawców dziennie kontra 250 pracowników – łącznie 469 pracowników). W magazynie pracowały trzy różne firmy podwykonawcze (AN o obniżonej jakości zostało przez nich przeniesione, rozładowane i usunięte), natomiast za utrzymanie magazynu odpowiedzialny był inny podwykonawca (N. Dechy et al. / Journal of Hazardous Materials 111 (2004) 131-138).
- W hali magazynowej, w której miało miejsce zdarzenie nie było detektorów tlenu azotu, pomimo że inne obiekty były w nie wyposażone.



## Wnioski wyciągnięte na przyszłość

- Biorąc pod uwagę ilość sytuacji w jakich azotan amonu może spowodować awarię, istnieje wiele scenariuszy zdarzeń, które operatorzy muszą wziąć pod uwagę. Powinna zostać przeprowadzona ocena obejmująca wszystkie możliwe scenariusze poważnych awarii, w tym efekty domina związane z magazynowanymi lub produkowanymi na miejscu substancjami niebezpiecznymi.
- Operatorzy powinni posiadać pełną wiedzę na temat zagrożeń związanych z obsługą i przechowywaniem nawozów na bazie azotanu amonu i regularnie kontrolować procedury operacyjne aby upewnić się, że są one przestrzegane.
- Magazyn saletry amonowej nie był bezpośrednio zarządzany przez firmę AZF ale przez podwykonawców, których znajomość produktów i zakładu była niekompletna. W przypadku zlecenia realizacji procesu technicznego osobie trzeciej, operator powinien upewnić się, że całe ryzyko w okolicy oraz związane z pracą podwykonawcy zostało zidentyfikowane i skontrolowane. Jeśli w obszarze pracy występuje azotan amonu, to wszyscy pracownicy podwykonawcy muszą zostać wystarczająco przeszkoleni i być świadomi ryzyka dotyczącego pracy w pobliżu ww. substancji, a zwłaszcza niebezpieczeństwa zapłonu. (Biuletyn nr 2 MAHB Lessons Learned na temat poważnych awarii z udziałem podwykonawców - JRC77996).
- W celu minimalizacji wpływu na ludzi ograniczenia w planowaniu przestrzennym należy wprowadzać nawet z mocą wsteczną.

Więcej informacji:

<http://en.azf.fr/the-disaster/september-21-2001-800283.html> [EMARS Accident # 403.]

## Zdarzenie 5

### Magazynowanie i dystrybucja nawozów sztucznych

#### Kolejność zdarzeń

Wieczorem w dniu 17 kwietnia, z nieznanych przyczyn wybuchł pożar w Zachodnim Zakładzie Magazynowania i Dystrybucji Nawozów, Teksas (USA). Placówka została już zamknięta i pozostawała bez nadzoru. Strażacy zastali budynek magazynu w płomieniach, rozłożyli węże do gaszenia ognia i polewali ogień wodą. Chociaż strażacy byli świadomi zagrożenia stwarzanego przez zbiorniki napełnione bezwodnym amoniakiem, w wyniku prowadzonych poprzednich działań, nie zostali poinformowani o zagrożeniu wybuchem około 60 ton nawozu na bazie azotanu amonu znajdującego się w magazynie. Podczas gdy strażacy byli w pobliżu azotan amonu nagle wybuchł. Fala uderzeniowa, przemieszczająca się szybciej niż prędkość dźwięku, zburzyła budynki, zmiażdżyła ściany i rozbiła okna. Niezliczone pociski ze stali, drewna i betonu – niektóre ważące setki funtów – zostały rozrzucone po okolicy. Dwunastu strażaków i ratowników zginęło, wraz z co najmniej dwoma członkami służby publicznej. Ponad 200 osób zostało rannych, ponad 150 budynków zostało uszkodzonych lub zniszczonych. Gdyby wydarzenie miało miejsce w ciągu dnia, ofiar byłoby znacznie więcej.

#### Przyczyny

Śledztwo potwierdziło, że substancją która eksplodowała był azotan amonu, natomiast bezpośrednia przyczyna pożaru jest jeszcze nieznana. Niemniej jednak, wstępne ustalenia sugerują, że brak odpowiednich środków zapobiegawczych i ograniczających w magazynie mogło znacznie podnieść ryzyko katastrofy. W szczególności obecność materiałów palnych i brak systemu ochrony przeciwpożarowej.

## Ważne ustalenia

- Magazyn, w którym składowano saletrę amonową wykonany był z drewna, a sam azotan amonu znajdował się w drewnianych pojemnikach. W budynku przechowywano również spore ilości palnych nasion, które prawdopodobnie przyczyniły się do zwiększenia intensywności ognia
- Panujące standardy zawodowe dotyczące zapobiegania awariom, związane z saletrą amonową były niezrozumiałe i sprzeczne, nie były aktualizowane na bieżąco z praktyką stosowaną w innych krajach, np. nie zakazano przechowywania saletry amonowej w drewnianych budynkach lub pojemnikach.
- Nie było monitorów, alarmów ani automatycznych środków ochrony przeciwpożarowej w celu zablokowania katastrofalnego łańcucha zdarzeń następujących po zapaleniu azotanu amonu. Zgodnie ze standardami posiadanie automatycznego systemu zraszaczy nie było obowiązkowe, chyba że przekraczono 2500 ton przechowywanego AN. Stwierdzono, że obecność tylko 30 ton azotanu amonu nie byłaby w stanie doprowadzić do zniszczeń w tak dużej części miasta.
- Strażacy nie zostali poinformowani o zagrożeniu wybuchem i w rezultacie kontynuowali działania ratownicze w bliskiej/niebezpiecznej odległości od źródła pożaru.
- Ostatnia kontrola zakładu przez organ ds. bezpieczeństwa miała miejsce w 1985 roku. Zakład nie był priorytetowy dla inspekcji, ponieważ nie był producentem i nie wystąpiła w nim wcześniej poważna awaria. Saletra amonowa nie wchodziła w zakres regulacji środowiskowych dotyczących zapobiegania awariom ze skutkami poza terenem zakładu.
- Nie określono żadnych standardów, które ograniczałyby rozbudowę takich miejsc jak szkoły, domy opieki i szpitale, w pobliżu magazynów azotanu amonu.

## Wnioski wyciągnięte na przyszłość

- Jedyny scenariusz, który był brany pod uwagę jako stwarzający niebezpieczeństwo w magazynie to przypadkowe uwolnienie bezwodnego amoniaku. Prowadzenie kompleksowej identyfikacji zagrożeń, analizy i oceny ryzyka w przypadku przechowywania lub postępowania z substancjami niebezpiecznymi jest podstawowym wymogiem podczas prowadzenia zakładów niebezpiecznych.
- Zalecane jest oddzielenie materiałów palnych od substancji organicznych w celu zmniejszenia potencjalnego zagrożenia pożarem i wybuchem, co nie miało miejsca gdy wybuchł pożar azotanu amonu.
- W żadnym wypadku nie można uznać za akceptowalne, że obiekty składowania dużych ilości saletry amonowej mogą działać bez odpowiedniego zabezpieczenia przeciwpożarowego, ochrony i środków ograniczających zagrożenia.
- Rozbudowa w pobliżu zakładów obsługujących lub magazynujących azotan amonu powinna być ograniczona, lub w przypadku istniejącego budownictwa w pobliżu tego typu obiektów należy zastosować odpowiednie środki zapobiegawcze i ochronne, aby w jak największym stopniu zminimalizować ryzyko wystąpienia awarii.
- Władze lokalne powinny być świadome niebezpieczeństw związanych z obecnością azotanu amonu i kontrolować obiekty znajdujące się na ich terenie, odpowiednio do poziomu ryzyka. Nawet obiekty ze stosunkowo małą ilością ww. substancji mogą stanowić poważne zagrożenie, jeśli znajdują się w bliskiej odległości od miejsca funkcjonowania ludzi.

- Ratownicy powinni być również świadomi lokalizacji wszystkich magazynów azotanu amonu znajdujących się w okolicy i maksymalnych ilości, które mogą być tam obecne, powinni być przeszkoleni w zwalczaniu pożarów z udziałem azotanu amonu zgodnie z aktualną najlepszą praktyką.
- Operator zakładu nie wyciągnął wniosków z poprzednich awarii, w tym katastrofy, która miała miejsce w Teksasie (USA) w 1947 r. lub niedawnej awarii, która wystąpiła w Tuluzie we Francji w 2001 r. i wielu innych, które zostały opublikowane na [http://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium\\_nitrate\\_disasters](http://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium_nitrate_disasters). Operatorzy zakładów, w których znajdują się azotany amonu powinni na bieżąco przeglądać wnioski wyciągnięte z awarii i regularnie aktualizować swoją wiedzę na temat bezpieczeństwa oraz wymagań dotyczących zarządzania ryzykiem.

Więcej informacji: <http://www.csb.gov>

Zobacz również: EMARS Accident # 263 oraz El Dorado Chemical Co. Athens, Texas 29 May 2014 na:

<http://thescoopblog.dallasnews.com/2014/05/fire-reported-at-fertilizer-plant-in-athens.html/>

## Zasady bezpieczeństwa

- *Eliminacja/minimalizacja obecności substancji palnych materiałów i substancji niekompatybilnych (takich jak materiały wybuchowe) w bliskim sąsiedztwie azotanu amonu.*
- *Unikaj magazynowania materiałów łatwopalnych w tej samej lokalizacji, na tyle na ile to możliwe.*
- *Unikaj szczelnego zamknięcia obszaru magazynowania; odpowiednia wentylacja ogranicza postęp rozkładu, w przypadku jego wystąpienia.*
- *Zapobiegaj wchłanianiu wilgoci, aby uniknąć zbrylania.*
- *Miej świadomość i przestrzegaj odpowiednich środków ostrożności związanych z przechowywaniem nawozów AN, w tym pakowaniem, układaniem, temperaturą i innymi elementami.*
- *Saletra amonowa może zwiększać ryzyko spalania. Należy podążać za normami łagodzenia pożarów, takimi jak posiadanie systemu zraszaczy, aby zminimalizować ryzyko rozprzestrzeniania się ognia.*
- *Kontroluj źródła zapłonu (np. prace przy wysokiej temperaturze, palenie, pojazdy) oraz instalację elektryczną w magazynie.*
- *Zanieczyszczenia, takie jak materiały organiczne (oleje lub woski), mogą zwiększać zagrożenie wybuchem azotanu amonu. Należy bezpiecznie obchodzić się z nawozami niezgodnymi ze specyfikacją, o obniżonej jakości lub zanieczyszczonymi substancjami organicznymi i oddzielać je od innych produktów.*
- *Nawet w przypadku krótkich okresów przechowywania nawozów zalecana jest ocena ryzyka.*

Dalsze informacje na temat procedur bezpieczeństwa podczas postępowania z azotanem amonu można znaleźć pod następującymi linkami:

- <http://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/>
- <http://www.ineris.fr/centredoc/synthese65281.pdf>
- <http://www.nfpa.org>
- [https://www.safework.sa.gov.au/uploaded\\_files/SSAN\\_Storage.T60.pdf](https://www.safework.sa.gov.au/uploaded_files/SSAN_Storage.T60.pdf)

## Wyzwania związane z zagrożeniami związanymi z nawozami na bazie azotanu amonu

Wyjątkowe wyzwania związane z bezpieczeństwem przy postępowaniu z azotanem amonu w połączeniu ze złą kulturą zarządzania bezpieczeństwem można w dużej mierze uznać za najważniejsze czynniki przyczyniające się do wszystkich badanych wypadków. W szczególności niektóre z najczęstszych czynników związanych z podwyższonym ryzykiem dla populacji i osób udzielających pierwszej pomocy obejmowały:

- Niedostateczne zapobieganie, ochronę i kontrolę przeciwpożarową systemów w obiekcie.
- Brak wiedzy o nieodłącznych zagrożeniach związanych z postępowaniem i magazynowaniem nawozów na bazie azotanu amonu, w szczególności potencjalnym rozkładzie tego rodzaju nawozów
- Operator nie przestrzegał podstawowych przepisów bezpieczeństwa przy obchodzeniu się z azotanem amonu i innymi substancjami niebezpiecznymi.
- Istniejące przepisy prawa nie zapewniły odpowiedniej identyfikacji zagrożeń związanych z magazynowaniem i obsługą dużych ilości azotanu amonu. Nadzór był niewystarczający lub całkowicie go brakowało.
- Ponadto, władze często źle rozpoznawały potencjalnie narażone grunty użytkowe znajdujące się w pobliżu instalacji azotanu amonu. Nie identyfikowały ryzyka, które może być znacznie większe, jeśli nie zostaną zastosowane odpowiednie środki zapobiegawcze lub łagodzące. W przypadku braku takich środków, nawet stosunkowo niewielkie ilości azotanu amonu mogą powodować wypadki z poważnymi konsekwencjami poza terenem zakładu.
- Operatorzy wydawali się nieświadomi dużej ilości zdarzeń z udziałem azotanu amonu, które miały miejsce w ich krajach, a także na świecie, pomimo ogólnodostępnych źródeł informacji. Dlatego nie skorzystali z lekcji wyciągniętych na przyszłość, w celu uniknięcia podobnego zdarzenia.
- Ustanowienie odpowiednich procedur bezpieczeństwa, w szczególności w odniesieniu do szkolenia i podnoszenia świadomości zagrożeń.

Analiza zdarzeń przedstawionych w biuletynie to tylko niewielka namiastka raportów dostępnych w eMARS w zakresie danych dotyczących nawozów sztucznych. Niemniej jednak, w biuletynie zostały przedstawione typowe zdarzenia z udziałem nawozów sztucznych.

Uwaga: przedstawione zdarzenia posiadają również wiele wniosków wyciągniętych na przyszłość, z których nie wszystkie zostały opisane w niniejszym biuletynie. Biuletyn opisuje te, które uważa za najbardziej interesujące, z zastrzeżeniem, że często wszystkie szczegóły dotyczące zdarzenia nie są dostępne i lekcje wyciągnięte na przyszłość bazują na podanym opisie. Autorzy przesyłają podziękowania dla przedstawicieli krajów, którzy pracowali przy ulepszaniu opisu przedstawionych zdarzeń.

## Ogólna charakterystyka nawozów sztucznych

Produkty handlowe wytwarzane z azotanu amonu jako surowca można podzielić na dwie główne grupy, posiadające specyficzne zastosowania, jedną z nich są bryłki o dużej gęstości lub granulki używane jako nawozy sztuczne, natomiast druga to porowate bryłki lub granulki o małej gęstości (zwane „przemysłowym lub technicznym azotanem amonu”), używane głównie do produkcji materiałów wybuchowych ANFO (azotan amonu + olej opałowy). Mówiąc językiem chemicznym, głównym składnikiem zarówno nawozów sztucznych jak materiałów wybuchowych jest azotan amonu, jednak jego forma fizyczna znacznie się różni, powodując różne efekty.

Azotan amonu wykazuje złożone zachowanie i nie jest zaskoczeniem, że jako substancja chemiczna została poddany szeroko zakrojonym badaniom. Istnieją trzy główne zagrożenia związane z azotanem amonu: pożar spowodowany jego utlenianiem, rozkład i wybuch. Najważniejszymi parametrami, które mają wpływ na występowanie zagrożenia, są wielkość cząstek (bryłek, granulek), gęstość cząstek/gęstość nasypowa/ porowatość, czystość, zawartość azotu i uwięzienie, jak podsumowano w skrócie poniżej.

- Charakter utleniający. Sam azotan amonu nie pali się. Jednak jako utleniacz może wspomagać spalanie i intensyfikować pożar nawet przy braku powietrza, ale tylko tak długo, jak długo obecne jest paliwo lub substancje palne.
- Rozkład termiczny. Czysty azotan amonu może podlegać termicznemu rozkładowi, jeśli otrzyma wystarczającą ilość energii. Przy odpowiedniej wentylacji rozkład ustaje, tak szybko jak tylko ustanie przepływ energii. W niektórych przypadkach rozkład zainicjowany przez zewnętrzne źródło ciepła ustaje, kiedy to źródło zostanie usunięte. Jednak w przypadku niektórych związków nawozowych AN, nawet po usunięciu źródła ciepła rozkład nadal będzie trwał i rozprzestrzeniał w głąb materiału. Jest to proces określany jako samopodtrzymujący się rozkład i postępuje stosunkowo wolno.

- Rozkład jest katalizowany przez szereg substancji, takich jak chlorki, które mogą przyspieszyć tempo rozkładu. Jako wyjątek, nawozy NPK na bazie azotanu amonu są stabilne termicznie i nie są podatne na niebezpieczne, samoistne nagrzewanie się w normalnych warunkach przechowywania i transportu.
- Zagrożenie wybuchem. Saletra amonowa może spowodować eksplozję w wyniku jednego z trzech mechanizmów: ogrzewania w zamknięciu, reakcji niekontrolowanej i eksplozji. Ogrzewanie w pomieszczeniu zamkniętym jest zagrożeniem, gdy wentylacja jest niewystarczająca. Szybki rozkład azotanu amonu powoduje znaczny wzrost ciśnienia, który może doprowadzić do wybuchu. Należy zauważyć, że chociaż niezanieczyszczony stały AN wymaga dużej ilości energii do zainicjowania wybuchu, stopiony AN (który powstał w wyniku pożaru) znacznie łatwiej zainicjuje wybuch w wysokich temperaturach. Eksplozja w tym przypadku może być również inicjowana przez pociski (wstrząs o niskiej amplitudzie).
- Niezanieczyszczony azotan amonu jest bardzo trudny do wywołania wybuchu. Płomień, iskra ani tarcie nie mogą spowodować eksplozji. Inicjacja przez falę uderzeniową wymaga dużej ilości energii. Stopień oporu jest w dużej mierze zależny od obecności wolnych przestrzeni lub pęcherzyków w substancji, stąd gęstość nasypowa i stopnia zanieczyszczenia materii organicznej lub paliwa.
- Zawartość azotanu amonu wpływa na potencjał wybuchowy. Badania wykazały, że zagrożenie wybuchem jest mniejsze, jeśli zawartość azotanu amonu jest ograniczona np. do 90% (31,5% N), dalej redukując, jeśli ten limit zostanie obniżony do 80% (28% N). Trzeba jednak pamiętać, że choć nieco zmniejszone, potencjalne zagrożenie wybuchem nadal pozostaje.

Motto semestru

Mao Tse Tung:

**Samozadowolenie jest wrogiem nauki**

#### **Kontakt**

Po więcej informacji na temat biuletynu dotyczącego wniosków wyciągniętych na przyszłość z poważnych awarii, prosimy o kontakt:

[zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu](mailto:zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu) lub  
[emars@jrc.ec.europa.eu](mailto: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  
<http://mahb.jrc.ec.europa.eu>

Jeśli twoja organizacja nie otrzymuje jeszcze  
MAHBulletin, prosimy o kontakt:

[emars@jrc.ec.europa.eu](mailto:emars@jrc.ec.europa.eu).

Proszę podać

Imię i nazwisko oraz adres e-mail

Główną siedzibę organizacji do wysyłki biuletynu.

Wszystkie publikacje MAHB można znaleźć pod adresem  
<http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/index.php?id=50>



