نشرة الدروس المستفادة رقم 5

الوقاية من الحوادث الكيميائية والاستعداد لها

الحوادث الكبرى المرتبطة بالأسمدة

الهدف من هذه النشرة هو تقديم رؤى حول الدروس المستفادة من الحوادث الواردة في النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) ومصادر الحوادث الأخرى الخاصة بالشركات الصناعية والجهات التنظيمية الحكومية. في المستقبل سيتم إصدار نشرة الدروس المستفادة للوقاية من الحوادث الكيميائية والاستعداد لها (CAPP) على أساس نصف سنوي. يركز كل إصدار من النشرة على موضوع معين.

ملخص

أثناء إعداد هذه النشرة، تمت دراسة 25 حادث كبير في النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) بالإضافة إلى 25 حادثًا إضافيًا من مصادر مجانية أخرى، بما في ذلك الحوادث في مجال النقل. يتم اختيار الأحداث على أساس وجود نترات الأمونيوم أو أسمدة NPK (نيتروجين-فوسفور-بوتاسيوم) في الحادث.

وبشكل عام، مع وجود بعض الاستثناءات، فقد وقعت معظم الحوادث في المستودعات أو الشركات العامة لتصنيع المواد الكيميائية، لكن حوادث النقل المرتبطة بسماد نترات الأمونيوم تسببت أيضًا في حوادث خطيرة نتج عنها خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات.

الرجاء ملاحظة ما يلي:

اعتمد وصف الحوادث والدروس المستفادة على تقارير الحوادث المُرسلة إلى النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى.

https://emars.jrc.ec.europa.eu

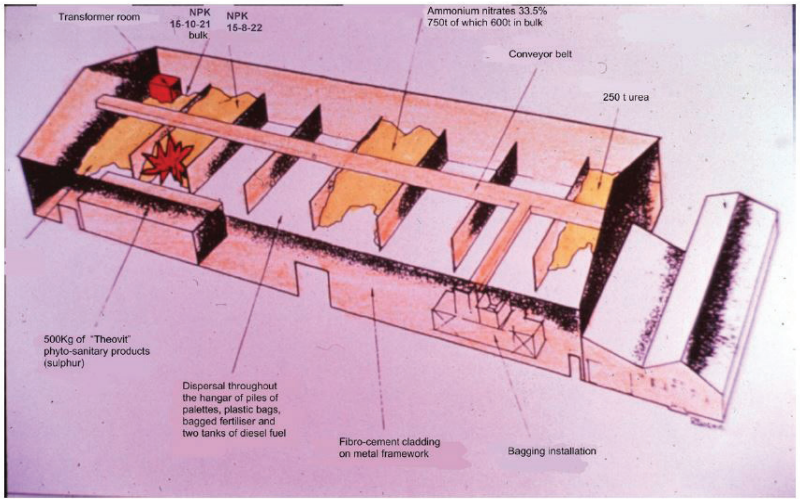
وكذلك على مصادر مفتوحة أخرى. يشتمل النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) على أكثر من 800 تقرير عن حوادث كيميائية ساهم بها الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي ودول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD).

الحادث رقم 1
مخزن الجملة والتجزئة والتوزيع

تسلسل الأحداث

وقع حريق في مستودع تخزين أسمدة ومنتجات كيميائية خاص بأحد موزعي الجملة لمنتجات عديدة، تشمل السكر، ودبس السكر، والأسمدة، والحبوب. تم تقسيم المستودع إلى 8 حجرات تحتوي اثنان منها على أسمدة NPK (15%) نيتروجين، 8% فوسفات، 22% بوتاسيوم) بكميات تبلغ 600 طن و850 طنًا على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، احتوت إحدى الحجرات أيضًا على 650 طنًا من سماد نترات الأمونيوم واحتوت الأخرى أيضًا على 200 طن من محلول اليوريا بنسبة 46%. في التاسع والعشرين من أكتوبر عام 1987 اكتشف أحد المشغلين دخانًا متصاعدًا من الصندوق رقم 2 في المستودع، وقد كانت هذه هي الحجرة التي تحتوي على 850 طنًا من سماد NPK. وكان أول رد فعل للموظف هجومه على مصدر الحريق باستخدام طفايات حريق محمولة، نظرًا لعدم وجود بكرة خرطوم حريق فعالة. عند وصول رجال الإطفاء إلى الموقع، لاحظوا انبعاث دخان كثيف جدًا من حجرة المخزن. كان واضحًا أيضًا أن هناك نار تشتعل أسفل هذه الكتلة من الدخان. ومع هذا، كان يبدو أن تركيز تدخل رجال الإطفاء ينصب على وجود سماد نترات الأمونيوم فقط، مع تجاهل طبيعة المنتجات الكيميائية الأخرى. إضافةً إلى ذلك، حدث خلاف بين الخبراء مما أدى إلى تأخير استخدام أساليب الاستجابة الفعالة. أدى الحادث إلى إصابة ثلاثة موظفين بإصابات طفيفة وتم إجلاء 38000 شخص لمدة 8 ساعات.

(تابع في الصفحة الخلفية...)



الشكل 1: مصدر المنشأة المعنية: ARIA N° 5009

نشرة MAHBULLETIN

وحدة تقييم تكنولوجيا الأمن
مؤسسة حماية المواطن وأمنه
المفوضية الأوروبية
إيطاليا (VA) Ispra 21027
http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/

European Commission

رقم 5
يونيو 2014
JRC91057

حقوق الطبع والنشر © محفوظة للاتحاد الأوروبي، 2014

الحوادث الكبرى المرتبطة بالأسمدة

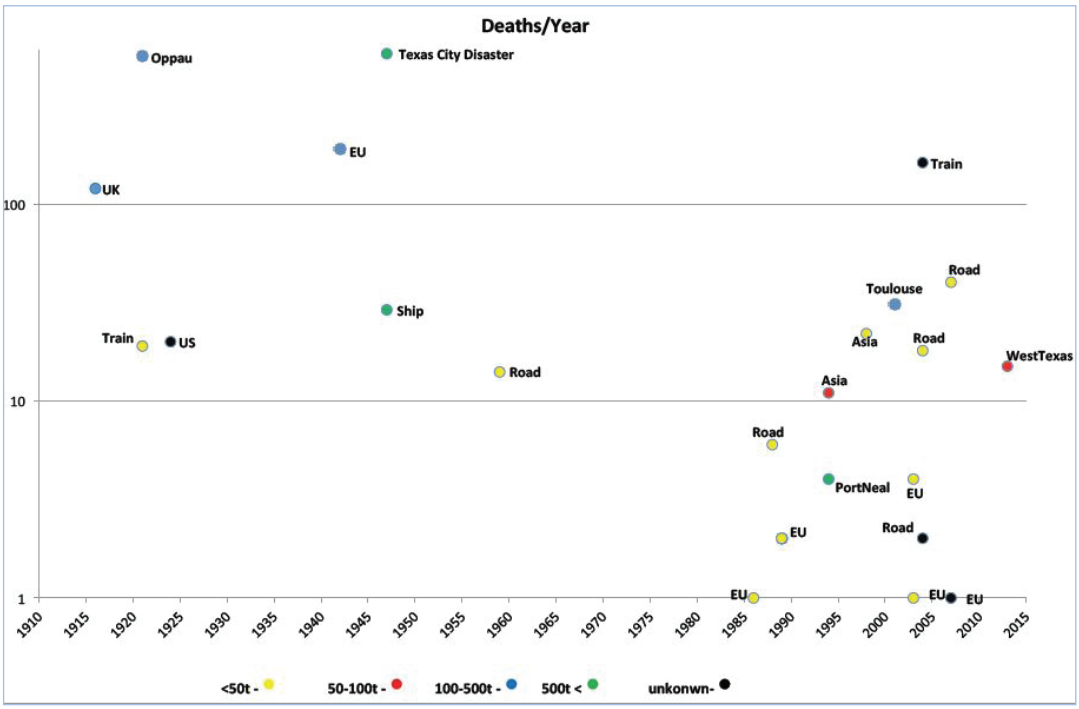
إنتاج الأسمدة وتخزينها

نترات الأمونيوم هي مادة لها تاريخ طويل. (فقد تم إنتاجها لأول مرة في عام 1659). وهي مادة ذات "استخدام مزدوج" حيث قد تُستخدم في إنتاج الأسمدة أو المتفجرات. ويتم إنتاجها على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم (أكثر من 20 مليون طن في عام 1998) تركز أكثر من ثلث هذا الإنتاج في أوروبا (أكثر من 7 مليون طن في عام 1998). وتمثل بلا شك أهمية للمجتمع الغربي. فهي سهلة الامتصاص وتمثل مصدرًا فعالاً للنيتروجين اللازم للنباتات ومناسبة بشكل خاص لظروف النمو في المناخ الأوروبي. وتعني كفاءة معدل امتصاصها أنها صديقة للبيئة نسبيًا مقارنةً بالأسمدة المصنعة الأخرى؛ وعادةً ما تكون كمية النيتروجين المفقودة في الغلاف الجوي منخفضة.

تاريخ الحوادث المرتبطة بنترات الأمونيوم

تسببت نترات الأمونيوم في بعض من أكثر الأحداث مأساوية في القرن العشرين في أوقات السلم. وقع الحادثان الأكثر شهرة وكارثية في العالم الغربي في أوباو، بألمانيا؛ حادث انفجار 450 طنًا من أسمدة نترات الأمونيوم ثنائي الكبريت في أحد المخازن، ما أدى إلى مقتل 561 شخصًا. في عام 1947، في مدينة تكساس، تكساس (الولايات المتحدة الأمريكية) انفجرت سفينة تحمل 2600 طن من نترات الأمونيوم واندلع حريق في سفينة مجاورة لها تحمل 960 طنًا من نترات الأمونيوم. وصل إجمالي عدد القتلى إلى 581 شخصًا. يمكن العثور على الوصف التفصيلي والدروس المستفادة من هذه الحوادث من عدة مصادر. وصدرت العديد من الكتب التي تغطي هذه الكوارث، وتتوفر أيضًا معلومات أساسية حول هذه الحوادث وغيرها من حوادث نترات الأمونيوم في مصادر مفتوحة عبر الإنترنت.

ومنذ ذلك الحين، ترتبط نترات الأمونيوم بعدد كبير من الحوادث التي تسبب انفجارات، وحرائق، وانبعاث أبخرة سامة. ومن المعروف في كثير من الدول أن حتى المخازن الصغيرة لأسمدة نترات الأمونيوم، التي يتم تحديدها في بعض التشريعات بـ 10 أطنان، قد تعرض السكان إلى مخاطر كبيرة إذا لم يتم اتخاذ تدابير وإجراءات أمان مناسبة بالكامل (http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/fileadmin/repository/sta/mahb/docs/SpecialRegulatoryTopics/Ammonium_nitrate_safety.pdf). يوضح المخطط أدناه الضحايا والحمولة بالأطنان المرتبطة بحوادث نترات الأمونيوم والتي حددتها هذه الدراسة من عام 1916 حتى الآن.



الشكل 2 الضحايا والحمولة بالأطنان المرتبطة بحوادث نترات الأمونيوم
(المصدر: eMARS و http://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium_nitrate_disasters).
إذا كنت تريد الحصول على قائمة بالحوادث الواردة في هذا الجدول والمراجع المستخدمة لها، الرجاء إرسال بريد إلكتروني يتضمن الطلب على emars@jrc.ec.europa.eu.

الحوادث الكبرى المرتبطة بالأسمدة

الحادث 2
مصنع مواد كيميائية عامة

تسلسل الأحداث

أدى التحلل الذاتي لأسمدة نترات الأمونيوم إلى اشتعال حريق في صومعة تخزين وانطلاق مواد سامة، مكونها الرئيسي أكاسيد النيتروجين. تضمنت الصومعة 15000 طن من المنتج تقريبا، لكن تم اكتشاف الحريق مبكرًا بما يكفي (ربما من الأبخرة وليس من الكشف التلقائي) مما أدى إلى تجنب وقوع عواقب وخيمة. تم علاج خمسة من رجال الإطفاء من جروح بسيطة في المستشفى وعانى بعض الأفراد في الموقع من تهيج وحرقان في العينين والحلق. تم إجلاء بعض المؤسسات والمنازل المجاورة وتم إخبار بعض ساكني المناطق الأخرى بالبقاء داخل أماكن تواجدهم لبعض الوقت (لم يتم تحديد المدة)، في النهاية، لم يتم الإبلاغ عن إصابات خارج الموقع. تمت السيطرة على الحريق بعد إزالة معظم المادة باستخدام وسائل ميكانيكية.

الأسباب

يُعتقد أن التعرض للرطوبة قد أدى إلى تكتل جزء من المنتج. بالإضافة إلى ذلك، ربما يكون المنتج قد اتصل بمادة عضوية، وهي تحديدًا براز الحمام، نظرًا لوجود عدد كبير من طيور الحمام في الصوامع. على مدار شهرين، تعرضت بعض المنتجات المتسببة في الحادث إلى الظروف البيئية المحيطة خلال فترة تعرض المنطقة لأمطار غزيرة. من المرجح أنه تم تسريع التحلل المستديم ذاتيًا الناتج عن وجود ملوث بسبب وجود تركيبات بلورية شاذة (التكتل) في المنتج.

نتائج مهمة

- لقد تعرض جزء من المنتج إلى درجات الحرارة المحيطة في الفترة التي شهدت خلالها المنطقة أمطارًا غزيرة. وأدت الشقوق الموجودة في سقف الصومعة إلى تساقط المياه على الأجزاء المكشوفة، مما حفز إمكانية إعادة تبلور الأسمدة أو تكتلها.
- لم تتوفر وثائق في المنشأة تشير إلى مدى احتمالية وقوع مثل هذه الحوادث.
- تم تخزين كمية كبيرة من أسمدة NPK في نفس الموقع دون فصل مناسب. يعارض هذا الإجراء في الواقع ممارسات الشركة المتعلقة بظروف التخزين.

الدروس المستفادة

- ينبغي أن تسعى مرافق التخزين إلى التخلص من احتمالية إدخال هذه الشوائب في نترات الأمونيوم. ينبغي اتخاذ تدابير وقائية لمنع الطيور والحيوانات من الاتصال بالمنتج أو، إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فلا ينبغي تخزين نترات الأمونيوم في هذا المرفق.
- عند تخزين مركبات نترات الأمونيوم، ينبغي تجنب التعرض للماء لمنع تكتل المركبات. فقد يزيد عدم انسجام تركيب الأسمدة، مثل التكتل، من سرعة التأكسد. وينبغي بناء المرافق بشكل مناسب مع صيانتها لتجنب التسريبات، أو الفيضانات، أو تكون جيوب من الرطوبة في المناطق التي يوجد بها نترات الأمونيوم.
- ينبغي تدريب الموظفين واختبارهم بانتظام بخصوص إجراءات السلامة المهمة وينبغي إجراء مراقبة دورية للتأكد من اتباع الإجراءات.
- أوصت تحقيقات المتابعة أيضًا بضرورة تركيب أدوات لمراقبة درجة الحرارة في كل صوامع التخزين.

[حادث النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) رقم 263]

الحادث 3
إنتاج الأسمدة وتخزينها

تسلسل الأحداث

حدث انفجار في مخزن احتياطي لأسمدة NP في عملية تحييد نشاط الإنتاج. توقف الإنتاج في مصنع الأسمدة نتيجة أعمال الصيانة في منطقة تخزين الأمونيا، ونتيجة لذلك، لم تعد تتوفر إمدادات أمونيا للمصنع. قبل وقوع الانفجار بقليل، انفجر جهاز اكتشاف حرائق تلقائي متصل بغرفة التحكم في وحدة الاستعداد للطوارئ المحلية والمصنع. بالإضافة إلى ذلك، لاحظ المشغلون تصاعد للغاز في المصنع فتم إخلاء المبنى من الموظفين وتوجيههم إلى نقاط تجمع معينة. وبعد الإخلاء بفترة وجيزة، حدث الانفجار. أدى الضغط الناتج عن الانفجار إلى كسر النوافذ في منطقة الاجتماعات وتعرض 5 مشغلين للإصابة بسبب شظايا الزجاج. وأدى الانفجار إلى اندلاع حريق في الطابق الثالث من المبنى. تم إخماد الحريق بعد أكثر قليلاً من ساعة.

الأسباب

تم تحديد سبب الحادث على أنه تحلل لنترات الأمونيوم في خزان أسمدة NP الاحتياطي نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرقم الهيدروجيني في الصهريج. أدت هذه الظروف إلى تكون كمية كبير من الغاز مما أدى إلى انفجار الخزان من الضغط الزائد. وكان ارتفاع درجة الحرارة ناتجًا عن تسريب صمام البخار عند وصول توريدات البخار ذات ضغط 20 بار إلى الصهريج. كان خزان أسمدة NP الاحتياطي هو آخر وحده قبل ضخ السائل إلى قسم التبخير والتحبيب لصناعة حبيبات المنتج النهائي. يتصل الغاز المتصاعد من الصهريج بنظام الاسترداد الخاص بالأمونيا. في هذه العملية، أدت إضافة الأمونيا إلى تحييد السائل الحمضي من العملية السابقة مباشرةً. تم التحكم في تدفق الأمونيا بواسطة مقياس تلقائي للرقم الهيدروجيني عبر الإنترنت، يوجد عند المستوى 25% من الصهريج. بالإضافة إلى ذلك، تمت إضافة نترات الأمونيوم للحصول على النسبة الصحيحة من النيتروجين والفوسفات في المنتج النهائي.

نتائج مهمة

- صهريج أسمدة NP الاحتياطي غير مجهز بأدوات وظائف أمان، لكن تم تركيب جهاز إنذار لدرجة الحرارة العالية التي تصل إلى 145 درجة مئوية به. يوجد أيضًا جهاز إنذار لارتفاع وانخفاض قياس الرقم الهيدروجيني التلقائي وجهاز إنذار للمستوى المرتفع في محلل الكلور عبر الإنترنت.
- لم يتم اكتشاف مخاطر مرتبطة بصهريج أسمدة NP الاحتياطي في دراسة المخاطر ولا في تحليل المخاطر.
- قبل ليلتين من الحادث، انفجر جهاز الإنذار الخاص بارتفاع درجة الحرارة. تم تقبل الموضوع والتخلص من الجهاز دون إجراء تحقيق.
- في مساء اليوم السابق لوقوع الحادث، استمرت درجات الحرارة في تسجيل ارتفاع، لكن نظرًا لارتفاع الرقم الهيدروجيني وغلق صمامات البخار، تم افتراض أن قياسات درجة الحرارة خاطئة.

الدروس المستفادة

- كان ينبغي أن يثير اكتشاف المخاطر الانتباه إلى المخاطر المتزايدة المرتبطة بوجود نترات الأمونيوم في الصهريج الخاص بالعمليات أثناء توقف العمليات. يتم عادةً تصميم إجراءات السلامة وضوابط التحكم في معدات العمليات لإدارة المخاطر عند بدء العمليات ولا يمكن افتراض قدرتها على التحكم تلقائيًا في المواد بأمان في المواقف غير الطبيعية.

(تابع في الجزء الخلفي من الصفحة...)

(تابع الحادث 3)
إنتاج الأسمدة وتخزينها

- ينبغي خلال تحديد المخاطر توجيه اهتمام خاص لحساسية نترات الأمونيوم للتغييرات في ظروف التشغيل. وعلى هذا النحو ينبغي الأخذ في الاعتبار أيضًا دورة عمل المصنع والأحداث غير المقصودة التي قد تؤثر سلبًا على هذه الظروف لإنشاء ضوابط وإجراءات سلامة مناسبة خاصة بهذه المواقف.
- يُعد تركيب أدوات وظائف أمان مناسبة أحد إجراءات تدابير الرقابة النموذجية التي قد تساعد المشغل في الحد من عواقب تفاعلات نترات الأمونيوم غير المتوقعة في ظل مجموعة كبيرة من الظروف.
- تمثل إدارة أجهزة الإنذار تحديًا عامًا في كثير من مصانع المعالجة حيث توجد العديد من العمليات التي تتضمن الكثير من أجهزة الإنذار التي يغطي الواحد منها مجموعة كبيرة من المهام. يُشير فشل الاستجابة إلى جهاز إنذار درجة الحرارة العالية إلى أن الشركة لا تتضمن نظامًا ملائمًا لتحديد أولويات أجهزة الإنذار لضمان توفير استجابة مناسبة لحالات الطوارئ في الوقت المناسب. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي زيادة الوعي لدى الموظف المتدرب حتى يتمكن موظفو العمليات من التعامل مع حالات الخلل، والمؤشرات السلبية، والتحذيرات السابقة للطوارئ خلال فترة الإغلاق.

[حادث النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) رقم 694]

الحادث 4
مصنع مواد كيميائية عامة

تسلسل الأحداث

في الساعة 10.17 صباحًا من يوم 21 سبتمبر عام 2001 وقع انفجار شديد في السقيفة 221، وهي أحد المخازن المؤقتة لنترات الأمونيوم منخفضة الدرجة في موقع AZF الصناعي بتولوز، فرنسا. مائل الانفجار، الذي شعر به الناس على بعد عدة كيلومترات من موقع الحادث، قوة 3.4 درجة على مقياس ريختر. تمت ملاحظة دقائق غبارية هائلة من المنشآت وفوهة يبلغ عمقها 7 م واتساعها (65 × 45 م) خارج المصنع. جنحت سحابة هائلة من الغبار ناتجة عن الانفجار ودخان أحمر باتجاه الشمال الغربي. ارتبط مظهر الدخان بالإغلاق الطارئ لمنشأة تصنيع حمض النتريك. قبل تلاشي السحب سريعًا، تسببت في إصابة من شاهدوها بتهيج في عيونهم وحلقهم لاحتوائها على أكاسيد الأمونيا والنيتروجين. أدت الملوثات التي انطلقت في الغلاف الجوي بعد الانفجار إلى تكون حمض النتريك (HNO_3)، والأمونيا (NH_3)، وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) وأكسيد النيتروز (N_2O) من نترات الأمونيوم. كإجراء وقائي، طلبت السلطة الحكومية المحلية ("Préfecture") من سكان تولوز البقاء في المنازل، حتى وإن كانت النوافذ مكسورة. خلف الحادث 31 ضحية (22 في موقع الحادث و9 خارج الموقع)، وأصيب 30 شخصًا بإصابات بالغة وتم نقل 300 شخص إلى المستشفى. بالإضافة إلى ذلك، تلقى 2500 شخص العلاج في المستشفى.

الأسباب

لا تزال هناك شكوك حول الأسباب المباشرة والسيناريوهات المحتملة التي تتعلق بهذا الانفجار. خلُص تقرير الخبير القانوني النهائي إلى أنه كان حادثًا كيميائيًا، ناتجًا عن المزج غير المتعمد بين ثنائي كلوروأيزوسيانورات الصوديوم (SDIC وهو منتج يستخدم في معالجة المياه) ونترات الأمونيوم منخفضة الدرجة، مما تسبب في حدوث الانفجار. ينكر المشغل هذه النظرية دائمًا. في المرحلة المبكرة من التحقيق تمت صياغة بعض النظريات بخصوص الأسباب، مثل هجوم إرهابي أو أسباب خارجية غير مقصودة لكن لم يتم إثبات أي من هذه النظريات في الوقت المناسب.

نتائج مهمة

- لم يأخذ تقرير سلامة مصنع AZF بعين الاعتبار تخزين نترات الأمونيوم منخفضة الدرجة حيث تم اعتبارها منخفضة الخطورة (نظرًا لقلة الكمية المخزنة). لم يذكر تقرير السلامة كل سيناريوهات الحادث المحتملة.
- انتشر التمدد الحضري بشكل كبير بالقرب من الموقع منذ بدء الأنشطة الكيميائية. في وقت الحادث، كان الموقع الكيميائي محاطًا بمجمعات تجارية، ومستشفيات، ومنازل

(C. Lenoble, C. Durand et al. / Journal of Loss Prevention in the Process Industries 24, 3 (2011) 227-236).

- في الموقع، تعمل 25 شركة متعاقدة بشكل مستمر (100 متعاقد كل يوم مقابل 250 موظفًا ليصل إجمالي عدد الموظفين إلى 469 شخصًا). تعمل ثلاث شركات متعاقدة مختلفة في المستودع (تقوم هذه الشركات بجمع نترات الأمونيوم منخفضة الدرجة، وإفراغ الحمولة وإزالتها) وتقوم شركة متعاقدة أخرى بتنفيذ أعمال الصيانة لهذا المستودع

(N. Dechy et al. / Journal of Hazardous Materials 111 (2004) 131–138).

الحوادث الكبرى المرتبطة بالأسمدة

(تابع الحادث 4)
صناعة المواد الكيميائية العامة

- لا يحتوي مبنى المستودع الذي وقع فيه الحادث على أجهزة كشف أكسيد النيتروجين على الرغم من تجهيز المرافق الأخرى بأجهزة الكشف هذه في جميع أنحائها.

الدروس المستفادة

- وبالنظر إلى تنوع الطرق التي تتسبب نترات الأمونيوم من خلالها في وقوع حوادث وكثرة الطرق التي قد تزداد بها هذه الحوادث سوءًا بها بسبب الظروف، توجد العديد من سيناريوهات الحوادث التي يجب أن يضعها المشغلون في الاعتبار. ينبغي أن يتضمن تقييم مخاطر الموقع جميع سيناريوهات الحوادث الكبرى المحتملة، ويجب تنفيذ إجراءات منع سلاسل التفاعلات المرتبطة بالمواد الخطرة المخزنة أو التي يتم إنتاجها في الموقع
- ينبغي أن يكون لدي المشغلين معرفة كاملة بالمخاطر الكامنة المرتبطة بالتعامل مع أسمدة نترات الأمونيوم وتخزينها مع إجراء مراجعة دورية لإجراءات التشغيل للتأكد من اتباعها.
- لا تدير شركة AZF مرافق تخزين نترات الأمونيوم بشكل مباشر ولكن بواسطة متعاقدين قد تكون معرفتهم بالمنتج والموقع غير كاملة أحيانًا. عند التعاقد على عملية فنية مع جهة خارجية ينبغي أن يتأكد المشغل من أنه قد تم تحديد جميع المخاطر في المنطقة والمخاطر المرتبطة بعمل الشركة المتعاقدة والتحكم فيها. وإذا كان العمل في المنطقة يرتبط بوجود نترات الأمونيوم، يجب على موظفي الشركة المتعاقدة تلقي تدريبات وتوعية كافية للعمل بالقرب من هذه المادة وخاصةً فيما يتعلق بمخاطر الاشتعال.
(MAHB Lessons Learned Bulletin No. 2 on major accidents involving contractors – JRC77996).
- للحد من تأثير التلوث قدر الإمكان على السكان، ينبغي تطبيق حدود منطقة التحكم في تخطيط استخدام الأراضي أو تطوير المناطق الحضرية، حتى ولو بأثر رجعي.

مزيد من المعلومات:

http://en.azf.fr/the-disaster/september-21-2001-800283.html

[حادث النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) رقم 403.]

الشكل 3: المنطقة المتضررة بالانفجار (المصدر: ©Archives Grande Paroisse)

الحادث 5
مرفق التخزين والتوزيع

تسلسل الأحداث

في مساء يوم 17 أبريل، اندلع حريق غير معروف المصدر في مخزن ومرفق توزيع شركة ويست فيرتيلايزر في مدينة ويست، تكساس (الولايات المتحدة الأمريكية). كان المرفق مغلقًا بالفعل هذا اليوم ولم يحضر فيه أحد. وجد رجال الإطفاء ألسنة اللهب تتصاعد من مبنى المستودع وبدؤوا عملية مد الخراطيم لمكافحة الحريق، وبدؤوا برش المياه على اللهب. على الرغم من أن رجال الإطفاء على دراية بالخطر الذي تشكله خزانات الأمونيا اللامائية نتيجة للتسربات السابقة، لم يتم إبلاغهم بالخطر المحتمل نتيجة انفجار 60 طنًا تقريبًا من نترات الأمونيوم المستخدمة في الأسمدة داخل المستودع. وأثناء تمركز رجال الإطفاء بالقرب من المستودع، انفجرت نترات الأمونيوم بشكل مفاجئ. وتسبب ذلك في موجة صادمة تتحرك بسرعة تتجاوز سرعة الصوت، أدت إلى سحق المباني، وتسوية الجدران بالأرض، وتحطيم النوافذ. تناثرت قذائف لا تعد ولا تحصى من الصلب، والخشب، والخرسانة - يزن بعضها مئات الأرطال - في الأحياء المجاورة. قُتل اثنا عشر رجل إطفاء وفرد من فرق الطوارئ مع اثنين من العامة على الأقل. تعرض أكثر من 200 شخص للإصابة وتضرر أكثر من 150 مبنى أو تدمر. إذا كان هذا الحادث قد وقع في وقت سابق من ذلك اليوم، فربما كان قد تعرض عدد أكبر من الناس للقتل أو الإصابة.

الأسباب

أكد المحققون أن نترات الأمونيوم كانت هي المادة المتفجرة، لكن لا يزال سبب بدء الحريق غير معروف. ومع ذلك، تشير النتائج الأولية إلى أن عدم كفاية تدابير الوقاية وتخفيف الأثر الملائمة في مرفق التخزين قد تكون أدت بشكل كبير إلى زيادة خطر وقوع الكارثة. على وجه الخصوص، وجود مواد قابلة للاشتعال وعدم وجود نظام حماية من الحرائق.

نتائج مهمة

- كان المستودع الذي تم تخزين نترات الأمونيوم به مصنوعًا من الخشب وكانت نترات الأمونيوم موزعة في صناديق خشبية. وكان المبنى يحتوي أيضًا على كميات هائلة من البذور القابلة للاحتراق والتي قد تكون ساهمت في زيادة شدة الحريق.
- كانت المعايير المهنية الموجودة للوقاية من حوادث نترات الأمونيوم مربكة ومتناقضة وغير مواكبة للممارسات الحالية المتبعة في الدول الأخرى، على سبيل المثال، لا تمنع تخزين نترات الأمونيوم في مباني خشبية أو صناديق خشبية،
- لا توجد أجهزة رقابة، ولا أجهزة إنذار ولا تدابير حماية تلقائية من الحرائق للمساعدة في إعاقة سلسلة الأحداث الكارثية التي ترتّبت على اشتعال نترات الأمونيوم. ووفقًا للمعايير المهنية، لا يتم فرض استخدام أنظمة الرشاشات التلقائية ما لم يتم تخزين أكثر من 2500 طن من نترات الأمونيوم. وتشير التقديرات إلى أن 30 طنًا فقط قد تكون كافية لتدمير أكثر من مدينة غربية
- لم يكن رجال الإطفاء على دراية بوجود خطر انفجار ونتيجة لذلك قاموا بإجراء جهود الاستجابة على مسافة غير آمنة من مصدر الانفجار.

الوقاية من الحوادث الكيميائية والاستعداد لها

(تابع الحادث 5)
مرفق التخزين والتوزيع

- كان آخر فحص أجرته هيئة السلامة للمصنع في عام 1985. لم يمثل المصنع أولوية لعمليات الفحص لأنه ليس شركة مصنعة ولا يوجد له سجل سابق بوقوع حوادث كبرى. لم تكن نترات الأمونيوم ضمن نطاق اللوائح البيئية الخاصة بمنع وقوع الحوادث التي تتجاوز آثارها الموقع.
- لا توجد معايير تحد من وجود أنواع معينة من الإنشاءات، مثل المدارس، ودور الرعاية، والمستشفيات، حول مرافق تخزين نترات الأمونيوم.

الشكل 4: المشهد بعد وقوع الحادث (المصدر - لوحة السلامة الكيميائية الأمريكية)

الدروس المستفادة

- السيناريو الوحيد الذي يعتبر خطرًا في مرافق التخزين كان انطلاق الأمونيا اللامائية بشكل غير مقصود. يعد إجراء تحديدات شاملة للمخاطر، وتحليل الأخطار وتقييمها في الأماكن التي يتم فيها تخزين المواد الخطرة أو التعامل معها شرطًا أساسيًا عند تشغيل المؤسسات الخطرة.
- يُنصح بفصل المواد القابلة للاشتعال عن المواد العضوية للحد من احتمالية نشوب حريق هائل وحدوث انفجار بمجرد بدء اشتعال نترات الأمونيوم.
- لا ينبغي قبول تخزين نترات الأمونيوم بكميات كبيرة تحت أي ظروف من الظروف في أحد المواقع والسماح بالعمل داخله بدون توفر تدابير وقاية وحماية مناسبة للحد من آثار الحرائق.
- ينبغي تقييد أعمال التنمية حول المواقع التي يتم فيها التعامل مع نترات الأمونيوم أو تخزينها أو في حالة التنمية القائمة بالقرب من الموقع، وينبغي اتخاذ تدابير وقاية وحماية مناسبة للحد من المخاطر قدر الإمكان.
- ينبغي على السلطات المحلية إدراك الخطر المرتبط بمخاطر نترات الأمونيوم والإشراف على المواقع الموجودة ضمن سلطاتها حسب مقتضيات مستوى المخاطر. حتى المواقع التي تستوعب كميات صغيرة نسبيًا قد تشكل مخاطر كبيرة إذا كانت قريبة من عمليات التنمية البشرية (انظر الشكل 1).
- ينبغي أيضًا أن يكون المستجيبون المحليون على علم بجميع مواقع تخزين نترات الأمونيوم في المنطقة والحد الأقصى للكميات التي قد تكون موجودة بتلك المواقع، وينبغي تدريبهم على كيفية مكافحة حرائق نترات الأمونيوم وفقًا لأفضل الممارسات الراهنة.
- لم يتعلم المشغلون في المرفق دروسًا من الحوادث السابقة بما في ذلك كارثة مدينة تكساس، التي وقعت في تكساس (الولايات المتحدة الأمريكية) عام 1947 أو الحادث الأكثر حداثة في مدينة تولوز، بفرنسا عام 2001 وكثير من الحوادث الأخرى التي تم نشرها. (http://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium_nitrate_disasters) ينبغي على العاملين بمواقع نترات الأمونيوم مراجعة الدروس المستفادة من الحوادث السابقة وتحديث معرفتهم بمتطلبات السلامة وإدارة المخاطر بانتظام.

مزيد من المعلومات: http://www.csb.gov

راجع أيضًا: حادث النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) رقم 263 و El Dorado Chemical Co. Athens, Texas 29 مايو 2014 على

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

مبادئ السلامة

- إزالة/الحد من وجود المواد القابلة للاشتعال والمواد غير المتوافقة (مثل المواد المتفجرة) بالقرب من نترات الأمونيوم.
- تجنب قدر الإمكان التخزين المشترك للمواد القابلة للاشتعال في نفس المكان.
- تجنب إغلاق منطقة التخزين بشكل تام؛ تقلل التهوية المناسبة من احتمالية حدوث التحلل.
- احرص على منع امتصاص الرطوبة لتجنب حدوث التكتل.
- تعرف على احتياطات السلامة المناسبة المرتبطة بتخزين سماد نترات الأمونيوم واتبعها، بما في ذلك التعبئة، ودرجة الحرارة والعناصر الأخرى.
- قد تزيد نترات الأمونيوم من مخاطر الاحتراق. اتبع المعايير المعمول بها للحد من الحرائق، مثل وجود نظام لرش الماء للحد من مخاطر انتشار الحرائق.
- تحكم في مصادر الاشتعال (على سبيل المثال، الأعمال المنطوية على خطر الاشتعال، أو التدخين، أو السيارات) مع التحكم في نظام الكهرباء الموجود في المخزن.
- قد تزيد الملوثات، مثل المواد العضوية (الزيوت أو الشموع) من مخاطر انفجار نترات الأمونيوم. تعامل مع الأسمدة غير المطابقة للمواصفات، أو ذات الدرجة المنخفضة أو ذات الدرجة الفنية الملوثة بمواد عضوية بشكل آمن واعزلها عن المنتجات الأخرى.
- حتى عند تخزين الأسمدة لفترات قصيرة، يوصى بتقييم المخاطر.

يمكن العثور على مزيد من المعلومات المتعلقة بإجراءات السلامة للتعامل مع نترات الأمونيوم على الروابط التالية:

- 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

الحوادث الكبرى المرتبطة بالأسمدة

تحديات السلامة المرتبطة بمخاطر أسمدة نترات الأمونيوم بصورة شائعة

تُعتبر تحديات السلامة الفريدة المرتبطة بنترات الأمونيوم مع الافتقار إلى ثقافة إدارة السلامة إلى حد بعيد أهم العوامل التي تسهم في الحوادث قيد الدراسة. وعلى وجه الخصوص، تتضمن بعض العوامل الأكثر شيوعًا المرتبطة بالمخاطر المتزايدة على السكان وأوائل المستجيبين:

- عدم كفاية تدابير الوقاية، والحماية وأنظمة التحكم في الحريق المستخدمة في الموقع.
- نقص المعرفة بالمخاطر الكامنة المرتبطة بالتعامل مع أسمدة نترات الأمونيوم وتخزينها، وفي كثير من الحالات، لا يوضع في الاعتبار التحلل المحتمل لهذه الأسمدة على وجه الخصوص.
- عدم التزام المشغل بشروط السلامة الأساسية عند التعامل مع نترات الأمونيوم والمواد الخطرة بشكل عام.
- لم تراعي اللوائح القائمة على نحو ملائم المخاطر التي تحيط بمواقع تخزين كميات كبيرة من نترات الأمونيوم والتعامل معها، ولهذا، كانت الرقابة غير كافية أو منعدمة بالكامل.
- وبالمثل، فشلت السلطات في معرفة استخدامات الأراضي التي يحتمل وقوع الكارثة بها والموجودة حول منشآت نترات الأمونيوم، ويشكل هذا الأمر خطرًا قد يزيد إلى حد كبير إذا لم يتم اتخاذ تدابير وقائية مناسبة للحد من هذا الخطر والتخفيف منه. إذا لم يتم اتخاذ هذه التدابير، فقد تتسبب حتى الكميات المنخفضة نسبيًا من نترات الأمونيوم في حوادث تؤدي لعواقب وخيمة خارج الموقع.
- بدا أن المشغلين ليسوا على دراية بالكثير من الحوادث التي كانت نترات الأمونيوم سببًا فيها، والتي وقعت داخل دولهم وفي كثير من دول العالم، على الرغم من نشر هذه الحوادث على نطاق واسع في مصادر مفتوحة. وبالتالي، لم يتعلموا من الدروس المستفادة.
- وضع إجراءات سلامة كافية فيما يتعلق بالتدريب والتوعية بالمخاطر على وجه التحديد.

دراسات الحالة المتوفرة في هذه النشرة ما هي إلا نموذج صغير من التقارير المتوفرة في قاعدة بيانات النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) بخصوص الأسمدة. ومع ذلك، تم تحديد الحالات على أساس أنها تمثل نموذجًا مطابقًا للحوادث المرتبطة بالأسمدة.

الخصائص العامة للأسمدة

يمكن تصنيف المنتجات التجارية المصنعة من نترات الأمونيوم، كمادة خام، إلى فئتين رئيسيتين، تشتملان على عمليات واستخدامات محددة للغاية، تتضمن إحداها حبيبات عالية الكثافة تُستخدم كأسمدة والأخرى تتضمن حبيبات مسامية منخفضة الكثافة (تعرف باسم "نترات الأمونيوم الصناعية أو التقنية")، تستخدم بشكل أساسي في إنتاج متفجرات ANFO (نترات الأمونيوم+زيت وقود). عند التحدث بشكل كيميائي، يحتوي كلا منتجي الأسمدة والمتفجرات بشكل أساسي على نترات الأمونيوم لكن تركيبهما الفيزيائي مختلف تمامًا، وينتج تأثيرات مختلفة.

مادة نترات الأمونيوم ذات سلوك معقد ومن المفاجئ أنها لم تخضع لأبحاث شاملة باعتبارها مادة كيميائية. توجد ثلاثة مخاطر رئيسية ترتبط بنترات الأمونيوم: الاحتراق نظرًا لطبيعتها المؤكسدة، والتحلل والانفجار. أهم المعايير التي تؤثر على وجود المخاطر هي حجم الجسيمات (الحبيبات)، وكثافة الجسيم/الكثافة الظاهرية/المسامية، ودرجة النقاء، ومحتوى النيتروجين والاحتجاز، على النحو المُلخص أدناه.

- الطبيعة المؤكسدة لنترات الأمونيوم نفسها لا تسبب الحرائق. ومع ذلك، باعتبار نترات الأمونيوم مادة مؤكسدة، يمكنها دعم الاحتراق وزيادة شدة الحريق حتى في غياب الهواء، لكن يتم ذلك فقط في وجود الوقود أو مادة قابلة للاشتعال.
- التحلل الحراري. قد تتعرض نترات الأمونيوم النقية للتحلل الحراري في حالة وجود ما يكفي من الطاقة. ومع التهوية المناسبة، يتوقف التحلل بمجرد توقف تدفق الطاقة. في بعض الحالات، يتوقف التحلل الذي يبدأ بتحفيز من مصدر حرارة خارجي بمجرد إزالة هذا المصدر. ومع هذا، في ظل وجود بعض مركبات سماد نترات الأمونيوم، يستمر التحلل وينتشر في جزء كبير من المادة حتى بعد إزالة مصدر الحرارة. تتم الإشارة إلى هذه العملية باسم التحلل المستديم ذاتيًا ويتقدم التحلل بشكل بطيء نسبيًا.
- يتم تحفيز التحلل بعدد من المواد مثل الكلوريدات، والتي قد تسرع من معدل التحلل. وكاستثناء، فإن أسمدة NPK المستندة في تركيبها إلى نترات الأمونيوم مستقرة حراريًا ولا تميل إلى إنتاج حرارة ذاتية بشكل خطير في ظل ظروف التخزين والنقل الطبيعية.
- خطر الانفجار. قد تنتج نترات الأمونيوم انفجارًا من خلال آلية من ثلاث: وجود حرارة في مكان مغلق، والتفاعل المتسارع، والتفجير. تشكل الحرارة في مكان مغلق خطرًا عندما تكون التهوية غير كافية. يؤدي التحلل السريع لنترات الأمونيوم إلى تكوين ضغط هائل قد يؤدي في النهاية إلى انفجار. لاحظ أنه، في حين تحتاج نترات الأمونيوم الصلبة غير الملوثة إلى كمية طاقة هائلة لبدء انفجار، من السهل جدًا أن تبدأ نترات الأمونيوم الذائبة (التي يتم إنتاجها في الحريق) الانفجار في درجات الحرارة العالية. قد يحدث أيضًا انفجار في هذه الحالة بواسطة القذائف (صدمة منخفضة المدى).
- من الصعب جدًا انفجار نترات الأمونيوم غير الملوثة. لا يمكن للهب، ولا الشرر ولا الاحتكاك التسبب في انفجار. يحتاج الانفجار الذي يبدأ بموجة صادمة إلى مقدار هائل من الطاقة. تعتمد درجة المقاومة بشكل كبير على وجود فراغات أو فقاعات في المادة، ثم على الكثافة الظاهرة ودرجة التلوث بالمواد العضوية أو الوقود.

يؤثر محتوى نترات الأمونيوم على احتمالية التفجير. أثبتت الأبحاث أن خطر الانفجار ينخفض إذا كان محتوى نترات الأمونيوم أقل من، على سبيل المثال، 90% (31.5%N)، مع مزيد من الانخفاض إذا قلت نترات الأمونيوم عن 80% (28%N). ومع هذا يجب الاعتراف بأن خطر الانفجار المحتمل (على الرغم من انخفاضه إلى حد ما)، لا يزال قائمًا.

الرجاء ملاحظة ما يلي: تتضمن أيضًا الحالات المحددة عددًا من الدروس المستفادة، لم يتم توضيحها جميعًا. تسلط النشرة الضوء على ما تعتبره أكثر أهمية لهذا الموضوع، مع قيود عدم توفر التفاصيل الكاملة للحادث غالبًا واستناد الدروس المستفادة إلى ما يمكن استنتاجه من الوصف المزود. يشكر المؤلفون مندوبي البلدان الذين أمدونا بالنصائح لتحسين شرح الحالات المختارة.

شعار الفصل الدراسي

ماو تسي تونج:
الرضا هو عدو الدراسة

نشرة MAHBULLETIN

الاتصال

لمزيد من المعلومات حول ما تضمنته هذه النشرة من دروس مستفادة من الحوادث الصناعية الكبرى، الرجاء إرسال بريد إلكتروني إلى

zsuzsanna.gyenes@jrc.ec.europa.eu

أو emars@jrc.ec.europa.eu
وحدة تقييم تكنولوجيا السلامة
المفوضية الأوروبية
مركز الأبحاث المشتركة
معهد حماية
وسلامة المواطن
Via E. Fermi, 2749
إيطاليا (VA) Ispra 21027

http://mahb.jrc.ec.europa.eu

إذا كانت مؤسستك لا تتلقى بالفعل نشرة MAHBulletin، فالرجاء مراسلة البريد الإلكتروني emars@jrc.ec.europa.eu. الرجاء تضمين اسم وعنوان البريد الإلكتروني لجهة الاتصال في مؤسستك فيما يخص هذه النشرة.

يمكن العثور على جميع منشورات MAHB في الموقع http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/index.php?id=503

European Commission

الحادث 1
مخزن الجملة والتجزئة والتوزيع

(تابع صفحة الغلاف...)

الأسباب

نظرًا لظروف النقل (في مخازن سفينة كانت مخصصة في السابق لتخزين القمح) وظروف التخزين (على سطح به نشارة خشب لتجفيف أرضية الصندوق)، اختلطت الأسمدة بمواد عضوية. وقد وُجد أيضًا كبلات طاقة معيبة ومعزولة بشكل سيئ بالقرب من كومة السماد. وعلاوة على ذلك، كانت فرشة النشارة الخشبية متصلة بمركبات السماد. اشتعلت النار في هذه المركبات خلال عملية التحلل، وانطلقت حرارة أدت إلى تسريع عملية التحلل.

نتائج مهمة

- تم إفراغ حمولة أسمدة NPK قبل الحادث بيوم وتمت تعبئة حجرة التخزين بالكامل. في ذلك الوقت لم يلاحظ أحد وجود شيء غير طبيعي في المنتج (على سبيل المثال، تكتل)، على الرغم من أنه كان يتعين تحديد درجة الحرارة في ذلك الوقت (40 درجة مئوية) كمدعاة للقلق...
- كانت التجهيزات الكهربائية في الموقع قديمة وكانت إمكانية توفر ظروف غير آمنة أخرى حاضرة، مثل نقص المواد العازلة، وعدم التأريضبشكل كامل، وقواطع الدوائر ذات الحجم الزائد كما تم تحديدها من خلال عملية تحقق خاصة في تقرير عام 1986. (لم يتم إجراء إصلاحات كمتابعة للتقرير.) تقع المنطقة التي بدأ فيها الحريق أسفل الكبلات الكهربائية التي كانت تتدلى أسفل محرك السفينة (http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/5009_en/?lang=en). لم تكن هناك وسيلة فعالة لمكافحة الحريق، مثل قاعدة لضخ المياه وخرطوم حريق ذاتي الاندفاع.

الدروس المستفادة

يوفر ملخص رسمي للحادث تلخيصًا بليغًا للدروس المستفادة على النحو التالي:

- لم يكن ليصل الحادث إلى هذه الدرجة إذا كان قد تم تطبيق وسائل الاستجابة الفعالة بمجرد اكتشاف الحرارة، ومنع تطور الحريق سريعًا.
- يجب وجود معدات إطفاء مناسبة للمنتجات المخزنة تحت تصرف أشخاص مدربين على الاستجابة لحالات الطوارئ، مع العمل على الوقاية من المخاطر، واكتشاف الأمور غير الطبيعية. في هذه الحالة، لم يكن العاملون في المنشأة على دراية بالمخاطر المرتبطة بالأسمدة ولم يكن لديهم سوى طفايات المساحيق غير المناسبة لهذا النوع من الحرائق. لم تتوفر في الموقع معدات إطفاء باستخدام المياه، مثل بكر خراطيم الحريق.
- لا يمكن الاستغناء عن التشخيص السليم للمخاطر، وبوجه خاص فهم الآثار المترتبة على تخزين مواد خطرة، لتنفيذ خطط فعالة للوقاية من الحريق ومكافحته. ومما لاشك فيه فإن فقدان المعلومات المتعلقة بطبيعة المنتجات المتسببة في الحريق لعب دورًا رئيسيًا في تفاقم الحادث. نظرًا لعدم توصيف المنتجات الموجودة وبالتالي عدم تحديد المخاطر المترتبة، وقعت خلافات بين الخبراء مما أدى إلى تأخر استخدام أساليب الاستجابة الفعالة. وعلاوة على ذلك، لم يتم تصنيف المنشأة بمعرفة قسم الحرائق ولم تخضع لأي خطة طوارئ. من الضروري أن يحرص كل مركز طوارئ على إجراء جرد مخاطر محتملة للقطاع التابع له لتمكين الاستجابة الفعالة من لحظة انطلاق الإنذار.
- تتطلب الاستجابة الفعالة أيضًا توفر مصادر مياه ملائمة ومتاحة بشكل دائم بما في ذلك، على سبيل المثال، عند انحسار المد.

[النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) رقم 282، راجع أيضًا: حوادث النظام الأوروبي للإبلاغ عن الحوادث الكبرى (eMARS) أرقام 12 و237 و446 و710]

مزيد من المعلومات:
http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr