

ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI

DNRO 6398/06/2013

Tekijät: Kirsi Levä, Jesse Nurmela ja Mikko Ojala

RAPORTTI

Suuronnettomuuden vaaratilanne Oy Forcit Ab:n Vihtavuoren tehdasalueella

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

tukes

ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI
DNRO 6398/06/2013

Tutkintaryhmä: Kirsi Levä, Jesse Nurmela, Mikko Ojala

Suuronnettomuuden vaaratilanne

Oy Forcit Ab:n Vihtavuoren tehdasalueella

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

Sisällysluettelo

Tutkimusraportin tiivistelmä	3
Määritelmiä	5
1 Johdanto	7
2 Toiminnan yleiskuvaus	8
2.1 Emulsioräjähteen valmistus ja käyttö.....	9
2.2 Jätteiden muodostuminen räjähteiden valmistuksessa.....	11
3 Vaaratilanteen kuvaus	12
3.1 Tapahtumat ennen vaaratilannetta	12
3.2 Vaaratilanne	14
3.3 Vaaratilanteen seuraukset	16
4 Tutkinnan tulokset.....	17
4.1 Höyrynneen IBC-pakkauksen sisältö ja reaktio	17
4.2 Räjähdejätteiden muodostuminen, varastointi ja hävittäminen	21
4.3 Tehdasalueen sisäinen pelastustoiminta	25
4.4 Räjähdysonnettomuuden seurausten arviointi.....	27
4.5 Toiminnanharjoittajien vastuut, roolit ja tehtävät	30
4.5.1 Pyhäsalmen kaivoksella tapahtuva räjähteiden valmistus	30
4.5.2 Oy Forcit Ab Vihtavuoren tehdasalueen organisaatio ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä	31
4.6 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston valvonta	34
5 Yhteenveto	35
6 Toimenpide-ehdotukset	37
Lähteet.....	40

Tutkimusraportin tiivistelmä

Suuronnettomuuden vaaratilanne	Emulsioräjähdejätettä sisältäneessä IBC-pakkauksessa oli käynnistynyt reaktio. Pelastustoimien alkuvaiheessa arvioitiin, että höyrynnyt pakkaus voi syttyä tuleen tai räjähtää. Tilanteen teki vaaralliseksi se, että pakkaus oli noin 200 muun jätepakkauksen pinossa viiden metrin etäisyydellä räjähdetarastosta. Tapahtumahetkellä suurimpana uhkana pidettiin räjähdystä, jonka vakavat painevaikutukset voivat ulottua noin 1300 metrin etäisyydelle kohteesta. pelastustoimi päätti evakuoida alueen asukkaat ennen kuin ryhtyy siirtämään ja jäähdyttämään pakkausta sisältäkäs in. Turvallisuuden varmistamiseksi evakuointi laajennettiin koskemaan koko Vihtavuoren 2000 asukkaan taajamaa. Onnistuneiden pelastustoimien jälkeen evakuointi voitiin purkaa samana iltana.
Tapahtuma-aika	Tiistai 9.7.2013 klo 22:50 - keskiviikko 10.7.2013 klo 20:30
Tapahtumapaikka	Oy Forcit Ab:n räjähdetehdas Laukaan Vihtavuoressa
Yhteenveto onnettomuudesta ja tutkinnan tuloksista	Räjähdetaraston vieressä höyrynneessä jätepakkauksessa herkistetty emulsioräjähdde ja pyriittipitoinen kiviaines reagoivat keskenään. Pakkaus oli peräisin Pyhäsalmen kaivokselta, jossa tasan vuotta aikaisemmin tehty uudella panostusajoneuvolla epäonnistuneita panostuksia ja suuri määrä jätettä oli valunut kaivoskäytävän lattialle. Herkistetyn emulsion ja kiviaineksen jäteseosta ei tunnustettu poikkeamaksi vaan se toimitettiin räjähddejäteohjeen mukaisesti Vihtavuoreen kuten mikä tahansa suuri määrä emulsioräjähddejätettä. Oy Forcit Ab:n emulsioräjähteiden tuotantomäärät ovat viime vuosina moninkertaistuneet kaivosteollisuuden kasvun ja infrarakentamisen seurauksena. Perinteistä louhintaräjähteistä on siirrytty käyttämään emulsioräjähteitä. Emulsioräjähteiden valmistuksessa ja käytössä syntyviä jätteitä ei ole kyetty hävittämään samassa tahdissa kun tuotantomäärät ovat kasvaneet. Jätepakkauksia on varastoitu pääasiassa räjähddehteita ja räjähdetaraston pihassa ilman Tukesin lupaa. Tukes on edellyttänyt Forcilita toimia varastointiongelman ratkaisemiseksi. Forcit on tehnyt useita korjaavia toimia, mutta ne eivät ole riittäviä tuotantomäärien samanaikaisen kasvun vuoksi. Voimassa olevat räjähddeäädökset on laadittu louhintaräjähteiden valmistuksen, käytön ja hävittämisen näkökulmasta. Säädöksissä ei ole huomioitu emulsioräjähteiden valmistuksen, käytön ja hävittämisen erityispiirteitä ja riskejä.
Tutkintaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi	1. Emulsioräjähddejätteiden käsittelyä, varastointia, kuljetusta ja hävittämistä koskevien menettelyjen asianmukaisuudesta tulee varmistua ja niiden noudattamista valvoa. 2. Suuronnettomuusvaarallisissa kohteissa jokainen on vastuussa turvallisuudesta ja ohjeidenmukaisesta toiminnasta. Johdon tulee varmistua, että viranomaisvaatimuksia noudatetaan ja korjaavat toimet ovat riittäviä. 3. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, miten toiminnassa tapahtuvat muutokset vaikuttavat turvallisuuteen. Turvallisuuteen merkittävästi vaikuttavia muutoksia voivat olla tuotannon voimakas ja nopea kasvu, uuden teknologian

	ja uudenlaisten tuotteiden käyttöönotto tai muutokset organisaation rakenteissa tai toimitusketjussa. Muutosten turvallisuusvaikutusten tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi tulee järjestää henkilöstökoulutusta ja kehittää ohjeistusta. 4. Samoin turvallisuuteen vaikuttavien poikkeamien tunnistamiseksi ja käsittelemiseksi tulee henkilöstölle järjestää koulutusta ja kehittää ohjeistusta. 5. Turvallisuusselvityksissä esitetyt skenaariot tulisi järjestelmällisesti välittää sisäisten ja ulkoisten pelastussuunnitelmien laadintaan. Selvityksessä esitettyjä skenaarioita vasten tulisi myös kattavasti harjoitella. 6. Räjähdesäädöstön kokonaisuudistus on tarpeen. Säädöstöä tulisi myös tarkentaa ottaen huomioon emulsioräjähteiden erityispiirteet ja riskit.
Tutkintaperuste	Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, 99 §. Räjähdeasetus 473/1993, 99 - 101 §.
Tutkintaraportin päiväys	1.11.2013
Tutkintaryhmän allekirjoitukset ja nimenselvennykset	Kirsi Levä Jesse Nurmela Mikko Ojala

Määritelmiä

Ammoniumnitraatti	Ammoniumnitraatti on hapettava aine, joka pelkästään tai yhdessä orgaanisen aineen kanssa voi detonoida/ räjähtää riittävän aloitepanoksen ja/tai sulkeuman ja kuumennuksenavulla.
Anfo	Huokoisen ammoniumnitraatin ja öljyn seos.
Bulk-tuote	Säiliökontissa tai IBC-pakkauksessa siirrettävä irtto-(massa)tuote.
Detonaatio	Erittäin nopea räjähteen kemiallinen hajoamis- ja yhtymisreaktio, jossa syntyy kaasumaisia tai kiinteitä reaktiotuotteita. Äkillisesti alkava reaktio- eli detonaatorintama etenee iskuaaltona ylläään nopeudella 1500–9000 m/s.
Emulsio	Kemiallisesti kahden toisiinsa liukenemattoman nesteen seos.
Emulsioräjähdde	Räjähdde, jossa nitraatti- ja polttoaineliuoksen seos on emulgoitu keskenään siten, että nitraattipisaroita ympäröi öljy. Emulsio käyttäytyy öljymäisesti, eikä liukene veteen.
Forprime	Forcitin valmistama heksogeenipohjainen räjäytin, jota käytetään mm. Kemiitti 810:n aloitepanoksena panostettaessa panostuslaitteella. Yksi panos sisältää noin 25 g räjähdettä.
IBC-pakkaus	Vaarallisten aineiden kuljettamiseen hyväksytty pakkaus, joka on oltava tyyppihyväksytty ja tarkastettava määräajoin. Pakkausta voidaan käyttää myös varastointiin. Lyhenne IBC tulee sanoista Intermediate bulk container.
Iskuaalto	Ääntä nopeampi paineaalto, mikä syntyy räjähdyksestä.
Kaasutusliuos	Emulsioräjähteen valmistuksessa käytettävä lisäaine. Kaasutusliuosta lisätään emulsioon ja siihen muodostuu typpikuplia, jolloin emulsiosta tulee räjähdettä.
Kemiitti	Forcitin kaupallinen nimi pumpattavasta emulsioräjähteestä. Kemiitti 510 tuotteessa nitraatti- ja öljyliuos sekoitetaan paikan päällä ja herkistetään panostusvaiheessa. Kemiitti 610:ssä, 810:ssä ja Merikemiitissä nitraatti- ja öljyliuos on valmiiksi sekoitettu matriisiksi. Kemiitti 610 on tarkoitettu avolouhintaan ja 810 maanalaiseen louhintaan. Merikemiittiä käytetään vedenalaisessa louhinnassa. Merikemiitti on valmiiksi herkistetty räjähdettä (vaarallisuusluokka 1.1.).

Kemix	Patruunoita ja putkipanoksia, jotka sisältävät herkistettyä emulsiota.
Matriisi	Emulsioräjähteen raaka-aine, josta saadaan räjähdettä herkistämisen jälkeen. Herkistäminen tapahtuu lisäämällä matriisiin kaasutusliuosta. Sisältää ammoniumnitraattia vesiliuoksena ja öljyseosta, jotka ovat emulgoitu keskenään emulsioksi. Herkistämätön matriisi luokitellaan vaarallisuusluokan 5.1 hapettaviin aineisiin.
Räjäytin	Käytetään räjäyttämään ei-nallierkkiä räjähteitä tai varmistamaan räjähteen detonaation käynnistyminen. Tuotemerkki Forprime on yksi Forcitin valmistamista aloiteräjähteistä.
Räjäytysnalli	Räjäytysketjun ensimmäinen räjähdde, johon sytytysimpulssi johdetaan esimerkiksi sähköjohdolla tai räjähdettä tai kaasua sisältävällä sytytysletkulla.
Panostusajoneuvo	Liikkuva räjähteen valmistusyksikkö, joka on varustettu kiinteällä panostuslaitteistolla.
Panostuslaitteisto	Laitteisto, jolla valmistetaan emulsioräjähdde ja panostetaan porareikiin.
Rikkikiisu	Eli pyriitti eli "katinkulta" (FeS_2 , rautasulfidi). Tavataan usein malmiesiintymissä. Pyriitti on yksi Pyhäsalmen kaivoksen tuote.
Riski	Tapahtuman todennäköisyys ja seurausten vakavuus.
Räjähdde	YK:n kuljetusluokkaan 1 kuuluva tuote tai aine.
Räjähddejäte	Emulsioräjähteiden valmistuksessa ja käytössä syntyvää jätettä.
TNT-ekvivalentti	Käytetään räjähteiden tehon yleisenä mittana. Se ilmoittaa muiden räjähteiden tehon verrattuna yleisimmin käytössä olevan sotilasräjähteen TNT:n tehoon
Turvallisuusjohtamisjärjestelmä	Se osa yleistä toimintajärjestelmää, joka kattaa räjähteiden valmistukseen, vaarallisten kemikaalien teolliseen käsittelyyn ja varastointiin sekä prosessiturvallisuuteen liittyvien (suuronnettomuus)riskien tunnistamisen ja hallinnan.
Turvallisuuskriittinen organisaatio	Organisaatio, jonka toimintaan liittyy sellaisia vaaroja tai uhkia, jotka toteutuessaan voivat aiheuttaa merkittäviä henkilö-, omaisuus- tai ympäristövahinkoja.
Turvallisuusselvitys	Suuronnettomuusvaaran aiheuttavan tuotantolaitoksen selvitys toiminnasta aiheutuvista vaaroista sekä niiden seurauksista ja hallinnasta.

1 Johdanto

Oy Forcit Ab:n Vihtavuoren räjähdetehtas sijaitsee Keski-Suomessa, Laukaan kunnassa. Samalla alueella sijaitsee myös Nammo Lapua Oy ja Eurenco Oy. 9.7.2013 klo 22:50 tehtaan vartija havaitsi Forcitin varastoalueella, että yhdestä muovisesta kuutiometrin kokoisesta IBC-pakkauksesta nousee höyryä. Varastoalueella oli yhteensä noin 210 kappaletta tällaista pakkausta tiiviisti vierekkäin kahdessa kerroksessa. Näissä IBC-pakkauksissa oli yhteensä noin 100 tonnia jätettä. Pakkaukset sijaitsivat noin viiden metrin päässä varistorakennuksesta, jossa oli noin 40 tonnia räjähdettä.

Havainnosta ilmoitettiin hätäkeskukseen. Tilannetta johtaneen pelastuslaitoksen tekemän tilannearvion perusteella tapaus katsottiin suuronnettomuuden vaaratilanteeksi. Räjähdysvaaran vuoksi evakuointi laajennettiin koskemaan koko Vihtavuoren 2000 asukkaan taajamaa aamulla 10.7.2013. Evakuointi kohdistui suoraan noin 450 henkilöön, loput kylän 2000 asukkaasta eivät olleet paikalla tai poistuivat alueelta omatoimisesti. Kuumentunutta ja höyrynnettyä IBC-pakkausta jäähdytettiin, jolloin sen lämpötila saatiin laskemaan turvalliselle tasolle. Asukkaat pääsivät palaamaan kohteihinsa 10.7.2013 illalla. Reagoinut pakkaus avattiin ja sen sisältö tutkittiin 11.7.2013. Höyrynnyt IBC-pakkaus sisälsi veden lisäksi herkistettyä matriisia, kiviainesta ja muuta sinne kuulumatonta tavaraa.

Varistorakennuksen 312 vieressä olleet IBC-pakkaukset oli pääosin toimitettu asiakkaiden räjäytystyömailta ja Forcitin palveluasemilta. Lisäksi varaston takana oli Forcitin Kemix-tehtaan tuotannosta peräisin olevia pakkauksia. Pakkaukset sisälsivät räjähteiden valmistuksen yhteydessä syntyneitä hävitettäväksi tarkoitettuja kemikaaleja ja räjähteitä. Forcit on huolehtinut omassa toiminnassaan räjähdettäisten vastaanottamisesta ja asianmukaisesta hävittämisestä. Tämän lisäksi asiakkailta otetaan sopimusperusteisesti vastaan hävitettäväksi tarkoitettuja jätteitä ja huolehditaan niiden hävittämisestä asiakkaiden puolesta.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) nimitti 11.7.2013 tutkintaryhmän selvittämään suuronnettomuuden vaaratilanteeseen johtaneita syitä ja esittämään toimenpiteitä vastaavien vaaratilanteiden ehkäisemiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi (6398/06/2013). Tutkinta aloitettiin tapahtumapaikalla 12.7.2013 selvittämällä höyryneen IBC-pakkauksen sisältöä sekä reaktioon johtanutta syytä. Tutkinnan aikana tutkintaryhmä haastatteli tapahtumahetkellä paikalla olleita henkilöitä sekä Forcitin vastuuhenkilöitä ja työntekijöitä.

Tutkinnan aikana höyrynnyt IBC-pakkaus osoittautui olevan peräisin Pyhäsalmen kaivokselta, jolloin tutkinta laajennettiin koskemaan myös kaivoksen toimintaa. Tutkinnassa tehtiin yhteistyötä poliisin, pelastusviranomaisten, Onnettomuustutkintakeskuksen sekä Puolustusvoimien Teknillisen Tutkimuslaitoksen kanssa.

Tutkintaryhmä esittää tässä raportissa havaintonsa ja suosituksensa vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Tutkintaraportti on tarkoitettu Tukesille mahdollisia valvonta- ja viestintätoimenpiteitä varten. Lisäksi tutkintaraportin tuloksia ja suosituksia voidaan hyödyntää toimialalla laajemmin turvallisuuden parantamiseksi.

2 Toiminnan yleiskuvaus

Oy Forcit Ab

Oy Forcit Ab on suomalainen kemian sektorilla toimiva yritys, joka kehittää, valmistaa ja myy räjähdettä ja myy räjähdettä sekä harjoittaa räjähdettä liittyvää konsultointi- ja koulutustoimintaa. Yritys tekee yhteistyötä kaivos- ja rakennusalan kanssa. Tuotevalikoimaan kuuluu panostus-, varastointi- ja kuljetuspalveluja sekä teknistä neuvontaa. Forcitilla on Suomessa räjähdetehtaat Hangossa ja Vihtavuorella.

Forcit tarjoaa panostuspalvelujaan työmaiden erilaisiin tarpeisiin. Palvelujen laajuus vaihtelee räjähteiden toimittamisesta aina panostamiseen ja räjäyttämiseen. Työmaalla tapahtuvaan emulsioräjähteiden käyttöön on asiakkaalle räätälöity myös Site Manager -palvelupaketti. Siinä Forcit tarjoaa asiakkaalle räjähteiden valmistuksessa tarvittavien raaka-aineiden lisäksi yhteyshenkilön, joka pystyy toimimaan työmaalla tapahtuvan valmistuksen vastaavana johtajana. Yhteyshenkilön tehtävänä on osallistua asiakkaan panostusprosessin kehitystyöhön sekä varmistaa valmistuslaitteiston toimivuus, prosessiturvallisuus sekä käytönaikainen kemikaalien käyttö- ja varastointiturvallisuus. Forcit myös kouluttaa asiakkaan henkilöstön laitteiston käyttämiseen.

Räjähteiden kuljetus- ja varastointipalveluun kuuluu räjähteiden kuljettamisen ja varastoinnin lisäksi räjähdetarastokonttien vuokraus sekä erillisellä sopimuksella vanhentuneiden räjähteiden hävittäminen. Forcitilla on yhdeksän tuotantoyksikköä eri puolilla Suomea ja useita miehittämättömiä varastoja, jotka palvelevat yksittäisiä asiakkaita ja projekteja.

Vihtavuorella sijaitsevilla tehdasalueella Forcit valmistaa ja varastoi louhintaräjähdettä ja sähkökalleja sekä niiden valmistuksessa tarvittavia väli tuotteita. Tehdasalueella Forcitilla on useita räjähdetarastoja sekä eri tuotantorakennuksia räjähdettä valmistukseen. Kemix-tehtaassa valmistetaan emulsioräjähdettä sisältäviä Kemix-patruunoita ja pumpattavaa emulsioräjähdettä, kauppanimeltään Kemiittiä. Tehdasalueella varastoidaan myös Kemix-tehtaan tuotannossa syntyneitä sekä asiakkailta ja palvelupisteiltä palautettuja räjähdettä IBC-pakkauksissa. Osa jätteistä hävitetään tehdasalueella sijaitsevilla polttopaikoilla, mutta pääosa toimitetaan jätteenkäsittelylaitokselle hävitettäväksi.

Vihtavuoren tehdasalueella toimii Forcitin lisäksi myös kaksi muuta räjähdettä yritystä ja muita tehdaspalveluihin, kuljetuksiin sekä muihin tukitoimintoihin liittyviä yrityksiä. Alueen toiminnanharjoittajien toiminnot ja rakennukset ovat hajanaisesti tehdasalueella. Alue on kokonaisuudessaan aidattu, ja yrityksillä on yhteiset vartiointipalvelut sekä porttitoiminnot. Yritykset tekevät alueella yhteistyötä turvallisuusasioissa.

Tehdasalueen itäreunasta on noin kilometri Vihtavuoren noin 2000 asukkaan taajamaan. Taajaman ja tehdasalueen välissä olevalla haja-asutusalueella on kymmenkunta taloa, lähimmät noin 200 metrin päästä tehdasalueen aidasta. Tehdasalueen länsipuolella Siikajärven rannalla on muutamia kesämökkejä. Räjähteiden valmistuksessa ja varastoinnissa vaadittujen suojaetäisyyksien takia alue on noin 300 hehtaarin laajuinen. Tehdasalueen rakennukset on pyritty sijoittamaan siten, että räjähdysnettomuuden vaikutukset rajoittuvat vain kyseiseen rakennukseen ja sen suoja-alueelle.

Pyhäsalmen kaivos

Pyhäsalmen kaivos on Pyhäjärvellä sijaitseva maanalainen kaivos. Kaivos on 1450 metriä syvä, ja sen päätuotteita ovat kupari, sinkki ja rikki. Kaivos on toiminut vuodesta 1962. Kaivoksen yhteydessä toimii myös murskaamo ja rikastamo.

2.1 Emulsioräjähteen valmistus ja käyttö

Louhintaräjähteet voidaan ryhmitellä plastisiin, jauhemaisiin ja emulsioräjähteisiin. Jauhemaisten ammoniumnitraatti-polttoöljyseosten merkittävin heikkous on sen huono vedenkesto. Ratkaisuksi ongelmaan kehitettiin 1970-luvulla emulsioräjähdde, joka on täysin vedenkestävää sekä toimintavarmempaa kuin jauhemainen räjähdde. Suomessa emulsiopanostusta on käytetty 1980-luvulta lähtien. Viime vuosikymmenen aikana emulsioräjähteiden käyttö on lisääntynyt. Forcitilla valmistettavista räjähteistä noin 75 % on emulsioräjähteitä.

Nitraattiliuoksen ja öljyjen muodostama emulsio eli matriisi on räjähtävä vasta herkistämisen jälkeen, jonka jälkeen se on epäherkkänä räjähteenä sytytettävissä tavanomaisilla menetelmillä eli räjäyttimellä ja räjäytysnallilla. Matriisi herkistetään räjähteeksi muodostamalla siihen tyypikaasukuplia, mikä tapahtuu kemiallisesti lisäämällä siihen kaasutusliuosta. Vasta herkistämisen jälkeen syntyvä tuote luokitellaan vaarallisuusluokan 1.1 räjähteeksi. Pelkkä matriisi luokitellaan hapettaviksi aineeksi ja kaasutusliuos luokitellaan hapettavaksi sekä terveydelle ja ympäristölle vaaralliseksi aineeksi, molemmat luokitellaan siis kuljetusluokan 5.1 tuotteiksi.

Emulsioräjähteet voidaan jakaa patruunoiuihin ja pumpattaviin tuotteisiin. Forcit valmistaa patruunoidut Kemix-nimiset tuotteensa alusta loppuun Kemix-tehtaan valmistuslinjalla, jonka loppupäässä matriisi herkistetään ja sen jälkeen patruunoidaan. Pumpattavien Kemiitti-tuotteiden matriisi valmistetaan samassa tehtaassa, mutta se jätetään kokonaan herkistämättä. Vasta käyttöpaikalla matriisiin lisätään kaasutusliuos panostuslaitteistossa, joka yleensä on panostusajoneuvon yhteydessä. Tätä menetelmää käytetään panostettaessa Forcitin Kemiitti 610- ja Kemiitti 810 -tuotteilla.

Toisessa menettelyssä panostusajoneuvon laitteisto valmistaa panostamisen yhteydessä räjäytystyömaalla myös matriisin nitraatti- ja öljyseoksesta. Nitraatti- ja öljyseoksen valmistamisen jälkeen laitteisto herkistää matriisin kaasutusliuksella. Forcitin Kemiitti 510-tuotetta valmistetaan edellä mainitun tavoin. Molemmissa pumpattavien Kemiitti-tuotteiden valmistustavoissa kaasutusliuoksen lisääminen tapahtuu juuri ennen aineen pumppaamista porareikään, jolloin se herkistyy varsinaiseksi räjähteeksi noin 15 minuutin kuluttua liuoksen lisäämisestä matriisiin.

Panostusajoneuvossa on erikseen säiliöt mukana kulkeville kemikaaleille, kuten matriisille sekä kaasutusliukselle. Kemiitti 510-tuotetta valmistavassa panostusajoneuvossa on matriisisäiliöiden sijaan säiliöt nitraattiliukselle sekä öljylle. Kylmiä olosuhteita varten voidaan valmistuksessa lisätä aineeseen vielä etikkahappoa, jolla saadaan nopeutettua herkistymistä. Prosessilaitteistolla saadaan säädettyä lopputuotteen ominaisuuksia tilanteeseen sopivaksi, johon vaikuttavat esimerkiksi panostussuunta, lämpötila, kosteus ja louhittavan kiven ominaisuudet. Ajoneuvo on varustettu myös letku- ja puomikalustolla, jolla lopputuote laitetan porareikään.



Kuva 1: Alakätisten panostustyö käynnissä Pyhäsalmen kaivoksessa¹. Kuvassa näkyy ajoneuvon puomi.

Räjähteiden valmistus ja varastointi ovat luvanvaraista toimintaa. Tämä koskee myös matriisia ja kaasutusliuosta. Työmaalle perustettavalle räjähdevarastolle on haettava lupaa Tukesilta. Yleensä matriisi toimitetaan työmaalle säiliöautolla ja pumpataan työmaan kemikaalisäiliöön, josta se edelleen tankataan panostusajoneuvon säiliöön. Kaasutusliuos kuljetetaan ja varastoidaan IBC-pakkauksissa. Kaasutusliuoksen osuus lopputuotteesta on muutaman painoprosentin verran, joten sitä kuluu verrattain vähän.

Louhintatyö aloitetaan reikien poraamisella kallioon tietyn etäisyyden välein räjäytyssuunnitelman mukaisesti. Reikiin asetetaan aloitepanokset, jotka varustetaan nalleilla. Tämän jälkeen reikiin pumpataan panostuslaitteistosta kaasutusliuoksella herkistetty matriisi. Panostaja syöttää letkulla reikiin halutun määrän herkistettyä räjähdettä, ja lopuksi reiät peitetään. Räjäytyksessä sytytetään nallit, jotka räjäyttävät rei'issä olevat aloitepanokset. Räjäyttimenä toimiva aloitepanos saa varsinaisena räjähteenä toimivan emulsioräjähteen räjähtämään, jolloin saadaan mahdollisimman tehokkaasti iskuenergiaa louhittavaan kiveen.

Panostusajoneuvoa käytettäessä panostustyötä tehdään yleensä kahden henkilön voimin. Panostustyötä saavat tehdä riittävän pätevyyden omaavat henkilöt, ja panostuslaitteiston käyttöön vaaditaan valmistajan

¹ Tutkinta-ajankohtana Pyhäsalmen kaivoksella ei ollut meneillään yläkätisten porauksia.

laitekohtainen koulutus. Räjätystyön johtajan kuuluu huolehtia turvallisuuden varmistamisesta räjäytystyön eri vaiheissa. Lainsäädäntö vaatii myös riittävän pätevyyden omaavien vastuuhenkilöiden nimittämisen räjähteiden varastoinnille sekä myös räjähteiden valmistamiselle. Lisäksi uutena vaatimuksena viimeistään 1.7.2013 mennessä kaivoksissa tuli nimittää kaivosturvallisuuden vastuuhenkilö, joka vastaa kaivoslain mukaisista turvallisuusvaatimuksista.



Kuva 2: Alakätisten reikien panostus käynnissä Pyhäsalmen kaivoksessa¹

2.2 Jätteen muodostuminen räjähteiden valmistuksessa

Emulsioräjähdettä ja sen raaka-aineita valmistettaessa ja varastoitaessa muodostuu jätettä pääosin tehtaan tuotantolaitteiston säätämisestä sekä työmaalla varastosäiliöiden pesemisestä ja panostuslaitteiston testaamisesta. Lisäksi jätettä muodostuu rikkoutuneita putkipanoksista, pakkausmateriaaleista ja suojavaatteista. Jätteen vaarallisuusluokitukset ovat tapauskohtaisia. Jäte on varsinaisesti räjähdejätettä, kun se sisältää vaarallisuusluokan 1.1 räjähdettä tai se on herkistettyä lopputuotetta (kuuluu vaarallisuusluokkaan 1.1). Muissa tilanteissa kyseessä on räjähdejätteen sijaan vaarallisten aineiden jäte (5.1).

Forcitin Kemix-tehtaassa jätettä syntyy pääasiassa puhdistettaessa valmistuslaitteiston sekoituslaitteita ja putkistoja herkistetyistä ja herkistämättömästä matriisista sekä matriisin eri raaka-aineista. Puhdistustointi johtuu enimmäkseen tehtaan tuotannon lajinvaihdosta, jolloin jätettä syntyy puhdistuksessa valmistuslaitteisto vanhasta tuotteesta ja säädettäessä sitä uudelle tuotteelle sopivaksi tuotteen laadun varmistamiseksi. Räjähdejätteeksi lasketaan myös vajaaksi jääneet emulsiopatruunat. Lisäksi tehdasalueella muodostuu jätettä kuljetussäiliöiden pesuista ja panostuslaitteistojen testiajoista.

Räjätystyömailla pestään määräajoin matriisille tarkoitettuja varastosäiliöitä ja panostusajoneuvossa olevia säiliöitä, sillä ajan myötä matriisi kiteytyy säiliön seinämille. Kiteytymät voivat tukkia panostuslaitteiston

putkistoja ja aiheuttaa valmistusongelmia. Kuten tuotantolaitoksessa myös työmaalla säädetään panostuslaitteistoa panostustilanteeseen sopivaksi, jolloin testausvaiheessa laitteistosta muodostuu jätteeksi luokiteltavaa räjähdettä.

Valmistuslaitteistosta ja säiliöiden pesusta hävitettäväksi muodostuva jäte on pääsääntöisesti herkistämätöntä matriisia. Herkistettyäkin matriisijätettä kuitenkin myös syntyy. Pesusta muodostuva jäte on enimmäkseen vettä, vaikka sitä varastoitaessa pyritään erottamaan muusta jätteestä pois tilaa viemästä. Lisäksi työskennellessä syntyy räjähteen tai sen raaka-aineiden tahrimia hanskoja ja rättejä, jotka käsitellään myös räjähddejätteenä.

Forcit hävittää räjähddejätteitä sekä polttamalla sitä Vihtavuoren tehtaiden hävityskentällä että lähettämällä sitä jätteenkäsittelylaitokselle hävitettäväksi. Jätteenkäsittelylaitokselle toimitetaan asiakkailta ja tuotannosta tulevat räjähddejätteet, jotka kerätään IBC-pakkauksiin. Emulsioräjähteiden käytön ja tuotannon kasvussa on viime vuosina samalla myös hävityskapasiteettia kasvatettu. Räjähddejätettä on tuotannon kasvussa kuitenkin muodostunut hävityskapasiteettia nopeammin, mikä on johtanut välivarastossa pidettävien jätemäärien selkeään kasvuun Vihtavuoren tehdasalueella.

3 Vaaratilanteen kuvaus

3.1 Tapahtumat ennen vaaratilannetta

Forcitin Vihtavuoren tehtaat

Viimeisen kymmenen vuoden aikana Forcitin emulsioräjähdetuotteiden kysyntä on selkeästi lisääntynyt johtuen kaivosteollisuuden sekä maanalaisen rakentamisen lisääntymisestä. Kysynnän kasvun kautta ovat tuotantomäärät nousseet, mikä on samalla johtanut tuotannosta syntyvän sekä työmailta vastaanotettavien räjähddejätemäärien kasvuun.

Räjähddejätteitä varastoidaan IBC-pakkauksissa tehdasalueella pääsääntöisesti Kemix-tehtaan ympärillä ja räjähddevaraston 312 pihalla sitä ympäröivän suojavallin sisäpuolella. Syyskuussa vuonna 2012 siirrettiin suurin osa Kemix-tehtaan ympärillä olevista IBC-pakkauksista varaston 312 pihalle, jonka jälkeen kyseisellä varastoalueella sijaitsi noin 210 jätepakkausta. Pakkaukset olivat pääosin asiakkailta hävitettäväksi palautettuja räjähddejätteitä, ja ne oli kerätty tiiviisti vierekkäin kolmeen riviin kahteen kerrokseen siten, että pinon lyhin etäisyys varastorakennukseen oli noin viisi metriä. Rakennuksen sisällä varastoitiin tapahtumahetkellä noin 40 tonnia anfoa sekä 2 tonnia asiakkailta palautuneita tuotteita, kuten räjähtävää tulilankaa. Varaston sisällä saa luvanmukaisesti varastoida 80 tonnia. Pelastustoimia toteutettaessa IBC-pakkausten sisältämien jätteiden ja räjähddevaraston yhteiseksi räjähdemääräksi arvioitiin noin 140 tonnia.



Kuva 3: Räjähdevarasto 312 onnettomuushetkellä. Kuvassa näkyy höyryävä IBC-pakkaus.

Forcitin työntekijöillä ei ollut täyttä varmuutta asiakkailta palautuvien IBC-pakkauksien sisällöistä. Kuorma-auton tuodessa pakkauksia tehdasalueelle trukkipäällikö tarkastaa ne silmämääräisesti ennen niiden viemistä välivarastoon odottamaan kuljetusta hävitettäväksi. Epäselvissä ja arveluttavissa tapauksissa otetaan yhteyttä tuotannosta vastaavaan (räjähteiden valmistuksesta vastaava johtaja), ja aina oltaessa epätietoisia pakkauksen sisällöstä se on luokiteltu 1.1 luokan räjähdysvaaralliseksi aineeksi. Näin on toimittu, koska menettelyn on ajateltu varmistavan turvallisuutta.

Pyhäsalmen kaivos

Räjäytystyö on olennainen osa Pyhäsalmen maanalaisen kaivoksen tuotantoa. Kaivoksessa kaikki louhinta tehdään räjäyttämällä, jolloin malmiperäistä kiveä saadaan mahdollisimman tehokkaasti kaivoksen yhteydessä olevan rikastamon käyttöön. Räjäytystyötä tekee kaivoksen vakituinen henkilökunta panostusajoneuvolla Forcitin Kemiitti 810-emulsioräjähdettä käyttäen.

Forcit toimittaa Pyhäsalmele Kemiitti 810 räjähteen raaka-aineet ja yhteyshenkilön, joka toimii työmaalla tapahtuvan räjähteiden valmistuksen ja valmistuksessa käytettävän matriisin sekä kaasutusliuoksen varastoinnin vastuuhenkilönä. Yhteyshenkilö toimii yhteistyössä kaivoksen henkilökunnan kanssa räjähteiden valmistuksessa käytettävän laitteiston toimivuuden varmistamiseksi. Toimintaan sisältyy myös henkilökunnan koulutus laitteiston käyttämiseen.

Pyhäsalmen kaivokselle hankittiin vuonna 2012 uusi panostusajoneuvo, jonka käyttöön Tukes myönsi luvan 10.4.2012. Kohteessa oli tätä ennenkin ollut samantyyppinen ajoneuvo käytössä, mutta uuden ajoneuvon tekniset ominaisuudet poikkesivat joissain määrin vanhasta laitteesta. Muutos koski ainoastaan ajoneuvoa,

sillä vastuuhenkilöt, käyttäjäkunta sekä Kemiitti 810 räjähteen raaka-aineiden varastointi pysyivät kohteessa entisellään. Henkilökunta koulutettiin uuden laitteen käyttöön.

Käyttöönnotosta lähtien uudella panostusajoneuvolla oli tehty useita kertoja panostuksia, jotka olivat olleet alakätisiä panostuksia ja peräpanostuksia. Näissä matriisi oli pumpattu alasuuntaan tai vaakatasossa porattuihin porareikiin. Ensimmäinen yläkätinen panostus ylöspäin suunnattuihin porareikiin tehtiin uudella panostuslaitteistolla 9.7.2012. Emulsioräjähde ei ollut kuitenkaan pysynyt rei'issä, vaan se tippui maahan. Räjähde kerättiin maasta saaveihin. Keräämisen yhteydessä kaivoskäytävältä mukaan tuli myös hienojakoista pyriittiä, jota oli muodostunut porauksen yhteydessä. Vihtavuoresta tilattiin jätteen kuljetusta varten IBC-pakkaus, jolla jäte toimitettiin 24.8.2012 Vihtavuoren tehdasalueelle. Rahtikirjan mukaan herkistetyn emulsion ja kiviaineksen muodosta räjähdejäte on toimitettu Vihtavuoreen merkittynä kuljetusluokan 5.1 mukaisena matriisijätteenä. Tämä IBC-pakkaus osoittautui suuronnettomuuden vaaratilanteessa höyrynneeksi pakkaukseksi.

Vihtavuorella IBC-pakkaus oli ensin Kemix-tehtaan vieressä ja syyskuussa 2012 Tukesin määräaikaistarkastuksen jälkeen se siirrettiin yhdessä muiden asiakkailta hävitettäväksi palautettujen pakkausten kanssa räjähdevarasto 312 viereen. Syyskuusta 2012 - heinäkuun 2013 IBC-pakkausten varastoinnissa ei havaittu mitään poikkeavaa.

Viimeisin havainto jätepakkausista ennen vaaratilanteen syntymistä tehtiin, kun Forcitin työntekijä ajoi trukilla 9.7.2013 noin klo 19.00 IBC-pakkausrivistön ohi tuodessaan uutta räjähdejätettä sisältävää IBC-pakkausta Kemix-tehtaalta varaston 312 taakse. Jätepakkausrivistön ohitse ajaessaan hän ei ollut huomannut mitään normaalista poikkeavaa.

3.2 Vaaratilanne

Vartija huomasi 9.7.2013 klo 22:50 ajaessaan vartiointikierroksella räjähdevaraston 312 ohi, että yhdestä piha-alueella varastoidusta IBC-pakkauksesta nousi höyryä. Vartija ilmoitti asiasta välittömästi Forcitin päivystäjälle, joka saapui paikalle ja teki hälytysilmoituksen hätäkeskukseen 23:00. Hätäkeskus hälytti tehdasalueelle Keski-Suomen pelastuslaitoksen lähimmät yksiköt vasteella "vaarallisten aineiden onnettomuus: keskisuuri". Tapahtumasta informoitiin välittömästi myös Forcitin toimitusjohtajaa, tuotantojohtajaa ja riskienhallintajohtajaa.

Tehdasalueen sisäisen pelastussuunnitelman mukaisesti vartija meni tehtaan portille opastamaan alueelle saapuvia pelastuslaitoksen yksiköitä. Samalla portin kautta muidenkin alueen toiminnanharjoittajien päivystäjiä tiedotettiin tapahtuneesta. Tapahtumahetkellä alueella oli neljä henkilöä: kaksi Forcitin työntekijää, vartija sekä alueella yöpyvä rekka-auton kuljettaja. Kaikki alueella olleet henkilöt saatiin välittömästi evakuoitua alueelta kokoontumispaikalle. Tapahtumahetkellä ainoastaan Forcitin Kemix-tehtaan tuotanto oli käynnissä, sillä Nammon ja Eurencon toiminta oli kesäseisokissa.

Pelastuslaitoksen päivystävä palomestari saapui tehtaan portille 23:10. Häntä oli vastassa myös paikalle saapunut Forcitin päivystäjä. Päivystäjä kertoi höyryävän IBC-pakkauksen sijainnin sekä sen vieressä sijaitsevista räjähdevarasto 312:sta, jonka räjähteiden varastointimäärä voi olla enimmillään 80 tonnia. IBC-pakkausten varastoinnille ei ole ollut Tukesin lupaa eikä niitä ole huomioitu pelastustoimia varten laaditussa kohdekortissa, joten pelastustoimien alussa Forcitin päivystäjä ei osannut kertoa pakkausten tarkkaa määrää. Pelastustoimien alussa pakkausten määrä oletettiin huomattavasti todellista määrää pienemmäksi. IBC-pakkausten todellinen määrä - noin 210 kappaletta - selvisi, kun varastorakennuksen 312 piha-alue

päästiin kuvaamaan kameralla varustetulla pienoishelikopterilla klo 0:40. Samalla todettiin, että höyryävä pakkaus on noin viiden metrin etäisyydellä räjähdetarastosta.

Tilanteen teki vaaralliseksi epätietoisuus höyryävän IBC-pakkauksen sisällöstä. Tapahtumahetkellä tiedettiin ainoastaan, että kyseinen pakkaus sisältää joko omasta tuotannosta tai asiakkaalta palautunutta räjähdettä. Asiakkaalta palautuvien pakkauksien kohdalla ei voitu olla tarkalleen varmoja siitä, mitä niihin on voinut joutua työmaalla tapahtuvan täytön yhteydessä. IBC-pakkauksissa ei myöskään ollut tunnistetta niiden alkuperistä. Pelastustoimien toteuttamiseen vaikutti myös se, että keväällä 2012 Forcitin omassa tuotannossa oli jätteen keräykseen tarkoitettu IBC-pakkaus syttynyt palamaan ja vuonna 2011 tehtaan omalla polttopaikalla oli tapahtunut sytytään epäselväksi jäänyt patruunoidun tuotteen räjähdys. Aikaisempien tapahtumien nopean räjähdysmahdollisuuden vuoksi Forcitin asiantuntija arvioi, että pelastusviranomaisien ei ole turvallista mennä kohteen lähelle eikä tässä vaiheessa antanut siihen lupaa.

Pelastusviranomaisen mukaan Forcitin edustajilta pyydettiin tilanteen alusta 9.7.2013 klo 23:10 alkaen selvitystä IBC-pakkausten sisällöstä, käyttäytymisestä tulipalossa sekä mahdollisuudesta räjähtää. Pelastuslaitos pyysi 10.7.2013 klo 00:05 paikalla olevilta Forcitin edustajilta selvitystä myös vaara-alueiden suuruudesta. Forcitin paikalla olleet asiantuntijat ovat tavoitelleet heti tapahtuman jälkeen vastuullista johtajaa ja hänen sijaisiaan sekä laskennan teknistä asiantuntijaa ensimmäisen kerran ennen klo 2:00.

Alueen suojelusuunnitelman mukaisesti pelastustoimien johtokeskus perustettiin Eurenco Oy:n tiloihin. Forcitin paikalla olleet asiantuntijat yrittivät tavoittaa yön kuluessa vastaavia johtajia ja räjähdasiantuntijoita. Tuotantojohtaja (Hangon tehtaiden vastaava johtaja) saapui noin kolmen aikaan yöllä Hangon tehtaille ja ryhtyi avustamaan paikan päällä olleita Forcitin asiantuntijoita etäyhteyden välityksellä. Forcitin asiantuntijat poistuivat johtokeskuksesta omiin toimistotiloihin hankkimaan lisätietoja ja keskustelemaan etäyhteyden päässä olleen teknisen johtajan kanssa. Tällöin Forcitin asiantuntijat eivät olleet välittömästi pelastusviranomaisten tukena. Vihtavuoren tehdasalueen vastaavan johtajan sijainen tavoitettiin aamuyöstä ja hän saapui laitospaikalle noin viiden aikaan.

Pelastuslaitoksen tiedustelussa 10.7.2013 klo 2:00 aikoihin mitattiin höyryävän pakkauksen lämpötilaksi noin 65 astetta. Ajan kuluessa höyryn väri alkoi muuttua ruskeaksi, ja vaarana pidettiin pakkauksessa syntyneen tuntemattoman reaktion kiihtymistä ja räjähtämistä.

Forcitin edustajat selvittivät tilannehetkellä omilta asiantuntijoiltaan räjähdysvaaran mahdollisuutta sekä vaara-alueen määrittämiä. Noin klo 7:00 Forciti ilmoitti pelastuslaitokselle, ettei tilanteessa voida täysin sulkea pois räjähdysmahdollisuutta. Räjähdetaraston 312 vallin sisäpuolella olevan räjähdemäärän perusteella laskettiin mahdollisen räjähdysaiheuttama painevaara-alue. Forcitin laskelmassa määriteltiin kuulovauriorajaksi 1300 metriä räjähdetarastosta 312. Kuulovauriorajaa pidemmälle vaikuttava ikkunoiden sirpaloitumisvaara sekä Vihtavuoren tehdasalueella sijaitsevan Eurenco Vihtavuori Oy:n eetteri- ja happosäiliöt vaikuttivat pelastusviranomaisten mukaan siihen, että pelastuslaitos päätti evakuoimisäteen suuruudeksi 1500 metriä ja ulotti evakuoinnin koskemaan koko Vihtavuoren kylän 2000 asukkaan taajamaa. Viranomaiset evakuoivat yhteensä noin 450 ihmistä, muut eivät olleet paikalla tai poistuivat omatoimisesti. Lisäksi evakuointialueen läpi menevä tie- ja raideliikenne suljettiin ja alueelle asetettiin lentokielto.

IBC-pakkauksen höyryämisen seurantaa jatkettiin aamun ajan, ja höyryämisen voimakkuus pysyi samalla tasolla. Puolustusvoimien pomminpurkurobotti lähetettiin IBC-pakkauksen luokse klo 12:00, missä se ampui reiän pakkauksen yläosaan. Pelastuslaitos järjesti räjähdetarastolle jäähdytyksen, jonka jälkeen höyryävää pakkausta saatiin jäähdytettyä ja lämpötila laskemaan.

Pakkauksen lämpötilan laskettua se oli tarkoitus ottaa trukilla pois pinosta ja siirtää kauemmaksi muista pakkauksista ja räjähdevarastosta. Siirtäminen ei kuitenkaan onnistunut välittömästi, sillä varastointijärjestelyistä johtuen piti rivistöstä purkaa noin 30 pakkausta, jotta höyryynyt pakkaus saatiin hallitusti trukilla siirrettyä. Kun pakkaus oli siirretty turvalliseen paikkaan, katsottiin tilanne vakiintuneeksi ja evakuointi voitiin purkaa 10.7.2013 klo 20:30. Jäähdyttämistä jatkettiin torstaiaamuun 11.7.2013 saakka.

Torstaina 11.7.2013 klo 9.00 varsinainen pelastustoiminta päättyi. Höyryyneen IBC-pakkauksen reagoinnin päättymisestä huolimatta sen tilannetta vielä tarkkailtiin. Samana iltapäivänä aloitettiin tapahtuman varsinainen tutkinta purkamalla höyryynyt IBC-pakkaus ja tutkimalla sen sisältö. Torstaina 11.7.2013 tutkintaan osallistuivat Forcit, poliisi ja pelastuslaitos. Perjantaina 12.7.2013 alueelle saapuivat vielä Tukesin ja Onnettomuustutkintakeskuksen edustajat.



Kuva 4: Höyryynyt IBC-pakkaus siirrettiin turvalliseen paikkaan rivistöstä.

3.3 Vaaratilanteen seuraukset

Vaaratilanteen seurauksena Forcitin Kemix-tehtaan tuotanto keskeytyi noin viikoksi.

Tilanteella ei ollut seurauksia muiden samalla tehdasalueella toimivien Nammon ja Eurencon tuotantoon, sillä toiminta molemmilla yrityksillä oli kesätauolla.

Tukes hyväksyi tehdasalueelle uuden tilapäisen varastoalueen, ja muita räjähdevarastoja tyhjennettiin pelkästään jätepakkausten varastointiin. Lisäksi kaikki jätepakkaukset käytiin tarkemmin läpi kiinnittämällä erityishuomioita epäilyttäviin pakkauksiin. Samalla pakkausten vaarallisuusluokitukset korjattiin oikeiksi.

4 Tutkinnan tulokset

4.1 Höyrynneen IBC-pakkauksen sisältö ja reaktio

IBC-pakkauksen sisällön tutkinta

Vaaratilanteen päätyttyä poliisi aloitti teknisen tutkinnan torstaina 11.7.2013 iltapäivällä. Tällöin höyrynnyt IBC-pakkaus avattiin ja sen sisältöä ryhdyttiin tutkimaan yhdessä Forcitin edustajien kanssa. Pakkauksessa ei ollut tunnistetietoja esimerkiksi lähettäjästä. Tutkinnan alkuvaiheessa havaittiin IBC-pakkauksesta purkautuvan rikkidioksidin hajuista kaasua. Ilmassa oleva rikkidioksidipitoisuus todettiin pelastuslaitoksen kaasumittausvälineistöllä. Myös pakkauksesta vuotaneen jäähdytysveden happamuutta mitattiin mittauslius-kalla. Vaikka säiliön läpi kulkenut jäähdytysvesi oli laimennut, oli se edelleen hapanta (Ph 4). Tutkinnan alkuvaiheessa tämä antoi kuvaa siitä, että reaktiossa muodostunut rikkidioksidi olisi reagoinut veden kanssa muodostaen rikkihappoa.

Lämmön vaikutuksesta muovisen IBC- pakkauksen seinämä oli sulanut alhaalta hanan ympäriltä, pohjasta ja kulmista. Kyseisten polyeteenistä valmistettujen muovisäiliöiden sulamislämpötila on valmistajan mukaan noin 100 astetta. Lämpötila voidaan olettaa olleen tätä korkeampi malmirakeiden ja räjähteen rajapinnassa. Myös muista pakkauksen sisällä olleista esineistä on nähtävissä jälkiä korkeammasta lämpötilasta.



Kuva 5: Höyrynneen pakkauksen muovi oli sulanut lämmön vaikutuksesta kulmista ja hanan ympäriltä.

Pakkauksessa oli noin neljännes kiinteää ainetta. Sen pohjalla oli sekoittuneena herkistettyä matriisia ja porauksessa muodostunutta hienojakoista kiviainesta. Seoksessa oli myös mineraalipitoista kiveä sekä useita säkkejä, joissa oli lähinnä matriisia. Säkkejä käytetään pesuveden suodattamiseen matriisista. Osa hanan läheisyydessä olleista kangassäkeistä oli hiiltynyt mustaksi. IBC-pakkauksessa oli myös muuta sinne kuulumatonta tavaraa, kuten kumihanska ja puhdistusliinoja, jotka olivat osittain palaneet reaktion kuumuudesta johtuen. Pakkauksesta löydettiin myös kaksi räjäytintä, joista toinen oli hanan läheisyydessä reaktiokohdan lähellä. Reaktion läheisyydessä sijainnut räjäytin oli hiiltynyt ja osin sulanut. Kummassakaan räjäyttimessä ei ollut nallia.

Räjähteet olivat Forcitin heksogeenipohjaisia Forprime-nimisiä räjähteitä, jotka sisältävät 25 grammaa räjähdettä muovipatruunassa. Kyseiset räjäyttimet ovat nallierkkiä, ja ne voivat muodostaa räjähdysvaaran voimakkaasta iskusta, hankauksesta tai kuumennuksesta erityisesti yli 200 asteessa ja suljetussa tilassa.



Kuva 6: IBC-pakkaus avattiin leikkaamalla. Kuvasta näkyy säiliön täyttöaste.



Kuva 7: Herkistetyn emulsion ja kiviaineksen seassa oli säkkejä, jotka sisälsivät matriisia. Kuvassa näkyy hanan myös läheisyydessä ollut hiiltymäkohta.



Kuva 8: Pakkauksesta löytynyt palanut aloiteräjähdepanos

Pakkauksessa oli arviolta noin 200 kg herkistettyä matriisia ja 200 kg mineraalia. Ulkopuolisen laboratorion saostumanäytteestä löydettiin merkittävä määrä rautaa ja rikkiä, jotka viittaavat IBC-pakkauksen sisältäneen rikkikiisua, eli pyriitti-nimistä sulfidimineraalia (FeS_2).

IBC-pakkauksessa syntynyt reaktio

Syytekijäksi pakkauksessa tapahtuneelle reaktiolle epäiltiin alusta alkaen seassa olevaa mineraalipitoista kiviainesta, sillä pakkauksen läheisyydessä havaittu rikkidioksidin haju viittasi sulfidimineraalin sisältämän rikin reagointiin. Tutkinnassa tarkasteltiin sulfidimineraalin reagoimisen lisäksi matriisin sisältämän ammoniumnitraatin osallisuutta kyseiseen reaktioon. Sisällöstä otettiin näytteet erikseen Forcitin ja viranomaisen tutkittavaksi. Omassa tutkinnassaan Forcit vahvisti myöhemmin kyseisen mineraalipitoisen kiviaineksen lähteeksi Pyhäsalmen kaivoksen, jolloin saatiin vahvistettua IBC-pakkauksen alkuperä.

Pyhäsalmen kaivoksessa esiintyy pääosin erilaisia sulfidimineraaleja, kuten rikki- ja kuparikiisua sekä sinkkivälkettä. Näistä eniten esiintyy IBC-pakkauksessakin ollutta rikkikiisua eli pyriittiä. Altistuessaan ilman hapelle ja kosteudelle rikkikiisu hajoaa sulfaatiksi ja ferriraudaksi, joiden hapettumisreaktiossa syntyy lämpöä. Reaktiossa syntyvä sulfaatti muodostaa veden kanssa rikkihappoa. Tämän lisäksi ferrirauta liukenee happamaan nesteeseen ja samalla värjää sen punertavan ruskeaksi, jonka väristä IBC-pakkauksesta valunut nestekin oli.

Sulfidimineraalin lisäksi pakkauksessa olleen herkistetyn matriisin ammoniumnitraatti oli osallistunut reaktioon. Reaktio oli alkanut rikkikiisun reagoimisesta ilman hapen kanssa, jolloin on muodostunut rikkihappoa ja +II-hapetusluvulle vapautunutta rautaa. Tämä on voinut tapahtua jo ennen kuin mineraali oli päätenyt pakkaukseen. Edelleen matriisin sisältämä ammoniumnitraatti on reagoinut rauta +II-ionien, mineraalin ja rikkihapon kanssa muodostaen typpimonoksidia. Samalla rauta on vapautunut hapetusluvulle III. Molemmat reaktiot ovat eksotermisia eli ne tuottavat lämpöä.

Typpimonoksidi reagoi edelleen sulfidimineraalin kanssa muuttaen raudan takaisin hapetusluvulle II. Samalla muodostuu rikkihappoa ja lämpöä. Nämä reaktiotuotteet kiihdyttävät entisestään ammoniumnitraatin

hajoamista. Kokonaisuudessaan pakkauksessa tapahtuneet eksotermiset reaktiot muodostavat kierteen, jossa ne tehostavat toisiaan ja saavat lämpötilan nousemaan. Reagoivan seoksen lämpötila nousee jatkuvasti, ellei sitä hidasteta tai pysäytetä esimerkiksi jäähdyttämällä vedellä. Äärimmillään lämpötila voi nousta niin korkeaksi, että ammoniumnitraatti tai räjähdde voi syttyä palamaan tai räjähtää. Reaktiokaava on esitetty liitteessä xx.

IBC-pakkauksessa tapahtunutta lämpötilan nousua on oleellisesti hidastanut pakkauksessa ollut vesi, sillä veden lämmittämiseen tarvitaan paljon lämpöenergiaa. Veden lämpötilan noustessa on se siirtänyt lämpöenergiaa reaktiopisteestä pakkauksen seinämille, josta se on siirtänyt lämpöä ulkoilmaan. Samalla vesi laimensi ainakin reaktion alkuaajan pakkauksessa olevaa seosta. Vettä poistui säiliöstä jatkuvasti myös höyrystyksenä. Pakkauksessa ollut vesi alkoi höyrystyä reaktion tuottamasta lämmöstä vasta vaaratilannehetkellä 9.7.2013.

Syynä noin vuoden pituiselle ajalle reaktion kehittymiseen voidaan pitää myös matriisin emulgoinnista johtuvaa rakennetta, jossa nitraattipisaroi ympäröi öljy. Rakenteen ansiosta ammoniumnitraatti ei ole alkuvaiheessa päässyt kosketuksiin muiden pakkauksessa olleiden aineiden kanssa. Aika ja mahdollisesti pakkauksessa olevat muut aineet ovat kuitenkin heikentäneet emulsiota siten, että lopulta matriisin öljy ja ammoniumnitraatti ovat erottuneet toisistaan eri faaseiksi. Tämän jälkeen ammoniumnitraatti on päässyt osallistumaan reaktioon.

IBC-pakkauksessa oletettavasti tapahtunut reaktio on yleisesti ja tieteellisesti tunnettu. Pyhäsalmen kaivoksen aloitteesta Forcit on tutkinut vuonna 2005 työturvallisuuden näkökulmasta, soveltuuko emulsioräjähdde käytettäväksi Pyhäsalmen kaivoksella. Tutkimus tehtiin erilaisilla asetelmilla, kuten herkistämättömällä ja herkistetyllä matriisilla sekä happamalla seoksella. Reaktioiden käyttäytymistä tutkittiin viikon pituisella jaksolla, minä aikana niissä ei havaittu minkäänlaista lämmönmuodostumista. Työturvallisuuden näkökulmasta tarkastelujakso (1 viikko) on riittävän pitkä ja menetelmä käyttö Pyhäsalmen kaivoksella arvioitiin turvalliseksi.

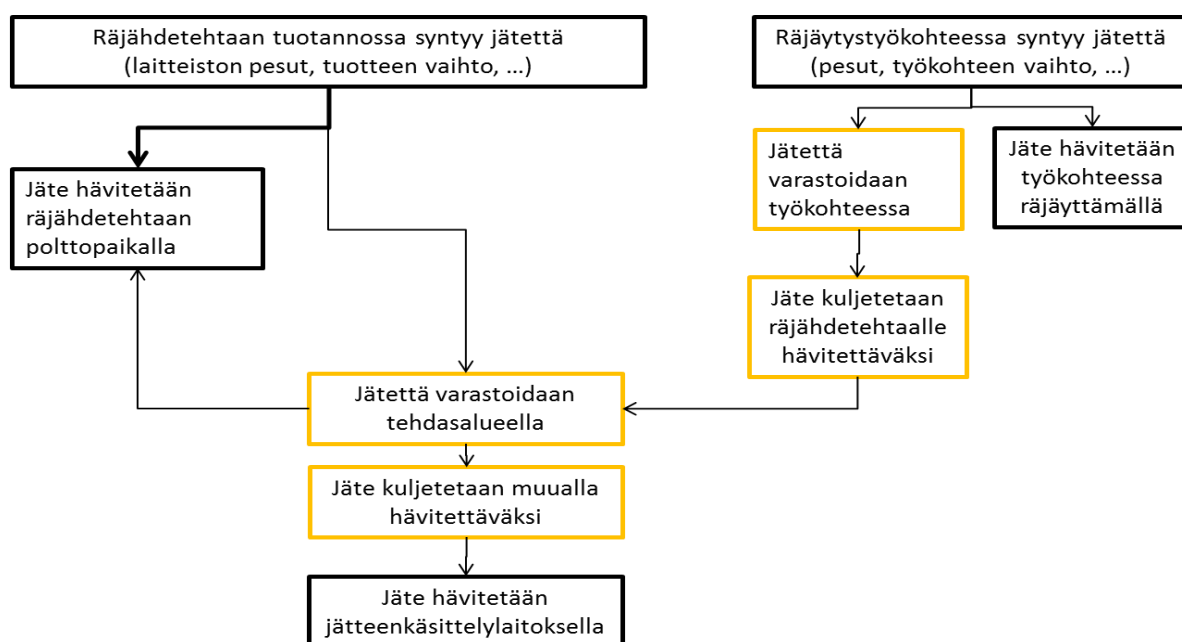
Pakkauksessa olisi voinut tapahtua räjähdys joko matriisin sisältämän ammoniumnitraatin hajoamisesta tai räjäyttimen räjähtämisestä, joista ensimmäistä pidetään todennäköisempänä. Korkeassa yli 200 asteen lämpötilassa ammoniumnitraatti muuttuu epästabiiliksi, joka muodostaa aina räjähdysvaaran. Räjäyttäimiä voidaan pitää lähtökohtaisesti epäherkkinä ja niiden räjähtämisen todennäköisyyttä pienensi myös räjäytysnallien puuttuminen. Nallit olisivat voineet räjähtää kuumuudesta, mikä olisi johtanut aloitepanosten räjähtämiseen. Yleensä Forprimen kaltainen räjäytin syttyy ainoastaan palamaan korkeammassa lämpötilassa eikä räjähdä. Räjäyttimen räjähtämistä reaktion tuottaman lämmön vaikutuksesta ei voida kuitenkaan täysin poissulkea, koska ne sijaitsivat suljetussa tilassa kiviaineksen ja herkistetyn emulsioräjähddeaineen seassa.

Pakkausta jäähdytettiin aluksi kauempaa vesisuihkulla ja myöhemmin pelastustoimien edetessä vettä päästiin juoksuttamaan pakkauksen sisään siihen tehdystä reiästä. Vesi valui ulos pakkaukseen sulaneesta reiästä ja lämpötilaa saatiin kuumista kohdista näin laskemaan, mikä hillitsi reaktion kehittymistä. Pakkauksen höyryäminen päättyi viiden tunnin jäähdytyksen jälkeen. Pakkausta jäähdytettiin vaaratilanteessa yhteensä 15 tuntia.

IBC-pakkauksen mahdollisen räjähdysseurauksia tarkastellaan tapahtumahetkellä tehtyjen laskelmien perusteella kappaleessa 4.4.

4.2 Räjähdejätteiden muodostuminen, varastointi ja hävittäminen

Räjähdejätettä muodostuu Forcitin tehdasalueella emulsioräjähteiden valmistuksessa ja työmailla emulsioräjähteiden käytöstä. Tarkempaa kirjanpitoa jätemääristä on ryhdytty pitämään vuoden 2013 alusta. Kirjanpidon mukaan suurin osa jätteestä on peräisin tehdasalueen ulkopuolelta, asiakkailta ja Forcitin omilta asemilta. Lisäksi jätettä muodostuu tehtaassa omassa tuotannossa. Asiakkaiden räjäytystyökohteissa jätettä syntyy erityisesti matriisisäiliöiden ja panostusajoneuvojen pesuista sekä jonkun verran asiakaspalautuksista. Omassa tuotannossa jätettä syntyy erityisesti tuotteen laadunsäätämistä ja tuotantoon liittyvistä pesuista. Niin omassa tuotannossa kuin asiakaskohteissa tapahtuvassa räjähteiden valmistuksessa ja käytössä vaarana on, että jätettä muodostuu poikkeustapauksissa paljon tai jätteeseen pääsee sinne kuulumatomia aineita tai esineitä.



Kuva 9: Emulsioräjähteiden valmistuksessa ja käytössä syntyvä jäte ja sen hävittäminen

Vihtavuoren Kemix-tehtaassa muodostuva räjähddejäte

Forcitin Kemix-tehtaassa tuotannossa syntyy erilaisia jätteitä, joiden vaarallisuusluokat vaihtelevat palovaarallisista hapettaviin ja räjähdysvaarallisiin aineisiin. Räjähdysvaarallisia jätteitä syntyy Kemix-tuotteiden valmistuksessa tuotantolinjan loppupäässä, kun matriisi herkistetään räjähteeksi. Jätteen luokitellaan myös tuotanto- ja puhdistustoiminnan yhteydessä sotkeutuneet hanskat ja puhdistusrätit. Jätettä syntyy myös tehtaassa yhteydessä olevan IBC-pakkauksien pesupaikan toiminnasta.

Valmistuslinjan eri kohdista ja toiminnoista syntyvät jätteet erotellaan omiin astioihin. Jätteet kerätään IBC-pakkauksiin sekä 200 litran muovitynnireihin. Pakkaamon jätteet kerätään erikseen omaan paikkaan. Pääsääntöisesti tehtaassa syntynyt jäte luokitellaan 1.1 luokan räjähdysvaaralliseksi aineeksi.

Jätteiden lajittelua on edelleen tarkennettu tehtaalla 17.3.2013 sattuneen jätteille tarkoitetun IBC-pakkauksen tulipalon jälkeen. Tulipalon syttymisen syyksi arvioitiin pakkauksen sisällä olevien aineiden keskinäistä reagointia, sillä pakkauksessa oli erilaisia jätteitä, kuten alkoholin kostuttamia liinoja sekä matriisin tai alumiinipölyn tahrimia liinoja. Forcitin mukaan todennäköisin syttymissy on ollut ammoniumnitraatin ja natriumnitriitin välinen reaktio. Reaktiona tämä on erilainen kuin nyt höyrynneessä IBC-pakkauksessa

tapahtunut malmin ja todennäköisesti ammoniumnitraatin välinen reaktio. Maaliskuun tapahtuman seurauksena lajittelua tarkennettiin ja eri jäteastioille laadittiin tämän jälkeen tarkat ohjeistukset siitä, mitä niihin saa laittaa ja mitä ei saa laittaa. Jäteastiat myös siirrettiin tehdasrakennuksen ulkopuolelle. IBC-pakkausten vaarallisuusluokkien merkinnät on kiinnitetty pakkausten vieressä olevaan palkkiin. Tutkinnassa todettiin, että IBC-pakkauksien merkintä voi edelleen olla virheellinen (esim. 5.1 kun pitäisi olla 1.1), koska käytäntönä on merkitä pakkaukset vasta siirrettäessä varastoon.

Kemix-tehtaan tuotannossa muodostuvan jätteen määrä riippuu merkittävästi siitä, miten tuotantolaitteisto saadaan säädettyä tuotteelle sopivaksi. Tuotteen tiheyttä säädettyä jätettä syntyy kymmeniä kiloja ennen kuin lopputuote on vaatimustenmukaista. Lajia vaihdettaessa tuotantolaitteiston putkiston tyhjentäminen tuottaa maksimissaan sata kiloa jätettä. Jäteastian toimiva IBC-pakkaus täyttyy tuotannosta syntyvästä jätteestä noin 2-3 päivässä. Kaikkiaan Forcitin Vihtavuoren tuotannossa syntyvä jätemäärä on noin joitakin satoja tonneja vuodessa. Jätemäärä on suoraan riippuvainen tuotantomäärästä. Noin viiden viimeisen vuoden aikana syntyvä jätteenmäärä on kuitenkin saatu hieman laskemaan suhteessa tuotantomäärään.

Työmailla muodostuva räjähddejäte

Työmaavalmistuksessa syntyy herkistettyä ja herkistämätöntä jätettä. Ohjeistuksen mukaan herkistetty ja herkistämätön matriisijäte pakataan erikseen ja merkitään asianmukaisesti luokkiin. Merkintävastuu on lähettyksen pakkaajalla ja tämän tulee tietää, onko pakkauksessa herkistämätöntä 5.1 jätettä vai räjähtävää 1.1 jätettä. Eniten työmailla emulsiojätettä syntyy matriisiliöiden vesipesuista. Pesuissa syntyvä jäte on määriteltä kuljetusluokkaan 5.1. Lisäksi työmailla on erilliset tynnyrit matriisiin ja kaasutusliuoksen tahrimille jätteille (hanskat, puhdistusliinat, yms.). Matriisiin ja kaasutusliuoksen tahrimat jätteet on tärkeää erotella, sillä sekoituessaan ne voivat reagoida keskenään ja näin johtaa vaaratilanteeseen.

Työmailla räjähddejäte hävitetään ensisijaisesti porareilissa räjäyttämällä. Pienet määrät räjähddejätettä lisätään panostusten yhteydessä porareikiin ja jäte saadaan hävitettyä räjäytysten yhteydessä. Maanpäällisellä louhintatyömaalla jätteen hävittäminen räjäyttämällä on mutkattomampaa kuin maanalaisessa kaivoksessa. Suurempia määriä räjähddejätettä voi muodostua, kun laitteistoa joudutaan säätämään poikkeuksellisen paljon. Suurempia määriä emulsiojätettä voi muodostua, kun matriisin käyttö harvenee ja sitä pääsee kertymään varastosäiliössä. Ongelmana työmailla voi olla tilanteet, joissa räjähddejätettä pääsee kertymään enemmän kuin voidaan räjäytysten yhteydessä hävittää.

Pyhäsalmen kaivoksessa 9.7.2012 tapahtunut epäonnistuminen yläkätisten reikien panostuksessa johti juuri tilanteeseen, jossa räjähddejätettä pääsi syntymään poikkeuksellisen paljon. Kaivoskäytävän lattialle valahdannut emulsioräjähdde oli ympäristölle vaarallisuuden vuoksi tärkeää kerätä talteen. Emulsioräjähdde sekoitui lattialla porauksessa syntyneen hienojakoisen kiviaineksen kanssa. Räjähddejäte kerättiin normaalien toimenpiteiden mukaisesti pois kaivoskäytävältä ja kaivoksen ohjeistuksen mukaan suuremmat määrät emulsiojätettä palautetaan Forcitolle. Ohjeessa emulsiojätteellä tarkoitetaan sekä herkistettyä että herkistämätöntä emulsiojätettä. Herkistetyn emulsion ja kiviaineksen seos laitettiin myöhemmin herkistämättömälle emulsiojätteelle tarkoitettuun IBC-pakkaukseen ja lähetettiin Forcitolle Vihtavuoreen. Herkistetyn emulsiojätteen ja kiviaineksen seosta ei tunnistettu kaivoksen ohjeiston mukaiseksi poikkeamaksi eikä sitä käsitelty poikkeamamenettelyjen mukaisesti.

Työmaalta Vihtavuoren tehtaille palautettavan herkistetyn ja herkistämättömän jätteen määrä riippuu työmaasta. Forcit toimittaa noin kymmenelle eri työmaalle matriisia ja vastaanottaa Vihtavuoreen niistä

sekä palvelupisteiltään palautuvia jätepakkauksia. Pyhäsalmen kaivokselta palautui vuonna 2012 räjähdettä yhteensä yksi 200 litran tynnyri ja kaksi kuution IBC-pakkausta, joista toinen oli vaaratilanteeseen osallinen pakkaus. Lisäksi tyhjiä kaasutusliuosta sisältäneitä IBC-pakkauksia palautettiin kuusi kappaletta. Vertailuna todettakoon, että Pyhäsalmissa käytetään emulsioräjähdettä satoja tonneja vuodessa. Räjähdejätteiden kuljettamisesta huolehtivat Forcitin omat kuljettajat tai alihankkijat.

Räjähdejätteen varastointi ja hävittäminen Vihtavuorella

Vihtavuoren hävitystoimintaan vaikuttaneet tuotantomäärät ovat noin kaksinkertaistuneet vuosina 2010 - 2012. Tuotantomäärien kasvuun ovat vaikuttaneet lähinnä kotimaisten markkinoiden kasvu (kaivosteollisuus, infrarakentaminen) ja lisäksi jonkin verran Ruotsin kaivosteollisuuden markkinat. Tuotantomäärien kasvun seurauksena räjähdzejätteiden määrä lähti kasvamaan yli hävityskapasiteetin.

Kaikki Kemix-tehtaan puhdistustoiminnan yhteydessä syntyvä jäte ja sen lisäksi pakkaamossa vajaaksi jääneet emulsiopatruneet hävitetään räjähdzejätteenä. Tuotannosta syntyvää jätettä joko poltetaan tehdasalueella sijaitsevalla hävityskentällä tai lähetetään jätteenkäsittelylaitokselle hävitettäväksi. Jätettä sisältäviä IBC-pakkauksia ei pureta, vaan ne kuljetetaan tehdasalueella sijaitsevaan välivarastoon ja lähetetään sieltä suoraan jätteenkäsittelylaitokselle.

Vuoden 2011 lopussa tehdasalueella odotti hävitystä 240 IBC-pakkausta. Vuonna 2012 IBC-pakkauksia hävitettiin 338 kpl ja vuoden 2012 lopussa niitä oli edelleen 380 kappaletta. Tapahtumahetkellä tehdasalueella oli yhteensä noin 550 kappaletta työmailta ja palvelupisteiltä vastaanotettuja IBC-pakkauksia. Pääosa vanhoista (noin 210 kpl) IBC-pakkauksista oli varastoitu räjähddevaraston 312 viereen odottamaan toimitusta jätteenkäsittelylaitokselle. Pakkaukset oli siirretty sinne syksyllä 2012 Kemix-tehtaan piha-alueelta. Lisäksi tapahtumahetkellä Kemix-tehtaan piha-alueella oli suuri määrä (noin 200-250) pääosin uudelleen täyttöön tarkoitettuja IBC-pakkauksia. Pelkästään kesäkuun 2013 aikana tehdasalueelle oli palautunut yhteensä noin 160 IBC-pakkausta. Lisäksi IBC-pakkauksia varastoitiin kahdessa vallitilassa.

Forcit on oletanut, että työmaillo noudatetaan lajitteluohjeita ja vaarallisten aineiden kuljetusta koskevia säädöksiä. Näin ollen Vihtavuoreen lähetettyjen räjähdzejätettä sisältävien pakkausten vastaanottotarkastus on tehty silmämääräisesti. Kuljetusyritys on yleensä jättänyt työmaapalautukset Kemix-tehtaan pihaan. Pakkauksista on tarkistettu lähettäjän työmaalla kiinnittämä tuotepalautuslomake. Mikäli silmämääräisessä tarkastuksessa on havaittu jotakin epäilyttävää, vastaanottaja on ilmoittanut asiasta tuotantopäällikölle. Yleensä epäilyttävät pakkaukset on luokiteltu 1.1 luokkaan ja määritelty ensisijaisesti hävitykseen lähetettäväksi. Forcitin mukaan uudelleen luokittelu on perustunut siihen, että sisältöä on pidetty vaarallisempaan kuin alkuperäinen arvio. Menettelyä ei kuitenkaan voida pitää hyväksyttävänä, sillä toiminnanharjoittajan tulee tuntea varastoimansa vaaralliset aineet ja merkitä ne oikein, ei varmuuden vuoksi vaarallisemmaksi. Uudelleen merkitsemisen jälkeen pakkaukset on siirretty räjähddevaraston 312 viereen odottamaan siirtoa hävitykseen.



Kuva 10: Räjähdevarastossa varastoitiin tilannehetkellä noin 40 tonnia räjähteitä.

Varastorakennuksessa 312 saa Tukesin lupaehtojen mukaisesti varastoida yhteensä 80 tonnia vaarallisuusluokkaan 1.1 kuuluvia ei-vaarallisia sirpaleita aiheuttavia räjähdystarvikkeita. Lupa ei koske varastorakennuksen piha-aluetta. Tapahtumahetkellä Forcitin toiminta oli vastoin lupaehtoja, sillä varaston sisällä oli varastoituna noin 40 tonnia varsinaisia räjähteitä ja piha-alueella oli noin 210 kpl jätekontteja. Alue on myös mainittu ensisijaiseksi jätteiden varastointipaikaksi räjähteiden lajitteluohjeessa. Tukes on viimeksi määräaikaistarkastuksellaan 2012 huomauttanut, että IBC-pakkausten säilyttämiselle Kemix-tehtaan tai varastorakennuksen 312 vieressä ei ole lupaa.



Kuva 11: IBC-pakkauksia varastoitiin myös Kemix-tehtaan piha-alueella.

Tutkinnassa todettiin, että osa varastoinnissa käytetyistä IBC-pakkauksista oli rikkoutuneita, tarkastusväliään vanhentuneita tai merkinnöiltään puutteellisia. Osasta oli leikattu kansiosa auki. Lisäksi varastointikäytössä oli kierrettäviä, hinnaltaan edullisempia IBC-pakkauksia, joita ei ollut tarkoitettu, tarkastettu tai hyväksytty käytettäväksi vaarallisten aineiden kuljetukseen tai varastointiin.



Kuvat 11 ja 12: Räjähdevaraston 312 piha-alueella olevia vaurioituneita IBC-räjähdejätepakkauksia.

Forcit välivarastoi työmailta palautuneen ja Kemix-tehtaalla muodostuneen jätteen sisältämiä IBC-pakkauksia siihen asti, kunnes ne saadaan lähetettyä jätteenkäsittelylaitokselle hävitettäväksi. Vihtavuoresa on myös oma räjähdejätteiden polttopaikka, jossa on lupa polttaa jätettä muutama sata kiloa kerralla. IBC-pakkauksen sisällön hävittäminen on polttopaikalla vaivalloista, joten siellä poltetaan enimmäkseen jätetynnyreiden sisältöä ja epäkurantteja Kemix-patruunoita. Tuotannosta syntyvää jätettä hävitetään Vihtavuoren polttopaikalla joitakin kymmeniä tonneja vuodessa.

Vuonna 2010 hankittiin lisäkapasiteettia jätteiden hävittämiseen jätteenkäsittelyyn erikoistuneelta laitokselta. Vuonna 2011 jätteenkäsittelylaitoksella hävitettiin noin 300 tonnia ja vuonna 2013 hävityskapasiteettia oli kasvatettu 400 tonniin. Lisäksi tehtaalla omalla polttopaikalla siirrytään syksyllä 2013 kahteen vuoroon, mikä kasvattaa hävityskapasiteettia 50 tonnista 120 tonniin. Hävityskapasiteetin nostamisen lisäksi on kehitetty tuotannon ja työmaiden prosesseja siten, että syntyneen jätteen määrää saataisiin pienennettyä.

4.3 Tehdasalueen sisäinen pelastustoiminta

Tehdasalueella sijaitsevan kolmen räjähdealan yrityksen sisäinen pelastussuunnitelma on osittain toteutettu yhteisesti. Esimerkiksi vartiointipalvelut ovat yhteisiä ja niihin liittyvät palvelut mukautettu kaikille yrityksille sopiviksi. Alueen vartijan tehtäviin kuuluu kulunvalvonnan ja esimerkiksi kunnossapitojärjestelmän hälytysten vastaanottamisen lisäksi jatkuva alueen tarkkailu omien kierrosten ja kameravalvonnan kautta. Tehdaskierroksilla tarkkaillaan aluetta ja tehdään havaintoja alueesta, rakennuksista, erikseen määritellyistä kohteista tai töistä sekä normaalista poikkeavista asioista.

Forcitin sisäisessä pelastussuunnitelmassa on kuvattu suojeleorganisaatio ja sen tehtävät mahdollisessa onnettomuus- tai vaaratilanteessa. Jokaisella yrityksellä on jatkuvasti puhelimen päässä päivystäjä, joka on hälytettävissä alueelle vastaamaan ensivaiheen toiminnoista.

Tehdasalueen hälytysjärjestelmä toimii siten, että hätäkeskuksen tehdessä hälytyksen kyseiselle alueelle välittää se hälytystiedot pelastuslaitoksen lisäksi Vihtavuoren tehtaan vartijalle ja päivystäjälle. Vartija välittää hälytyksen edelleen tehtaan sisäiseen gsm-puhelinviestintäjärjestelmään, jolloin alueella työskentelevät henkilöt saavat hälytyksestä tiedon puhelimeensa. Tieto hälytyksestä välitetään myös tehtaan vastaavalle johtajalle tai hänen varamiehelle.

Alue saatiin evakuoitua ripeästi, sillä tilannehetkellä siellä oli ainoastaan kaksi Forcitin tuotantotyöntekijää, vartija sekä alueella yöpyvä rekka-auton kuljettaja. Evakuointikäsky saatiin tuotantotyöntekijöiden lisäksi hyvin ulottumaan myös ulkopuoliselle kuljettajalle. Sisäisessä pelastussuunnitelmassa tulee työntekijöiden opastaa pelastuslaitoksen henkilöstöä portilta, minkä toteutti vaaratilanteen havainnut vartija. Lisäksi pelastuslaitokselle toimitettiin välittömästi räjähddevaraston 312 kohdekortti ja tarkemmat tiedot. Ne eivät kuitenkaan sisältäneet tarkempaa tietoa IBC-pakkausten varastoinnista. Forcitin päivystäjä toimi pelastuslaitoksen neuvonantajana ja Forcitin yhteishenkilönä. Pelastuslaitoksen johtokeskuksen toimintaan osallistui myös Eurenco Vihtavuori Oy:n turvallisuuspäällikkö.

Ensivaiheen toiminta vaaratilanteesta tehdasalueen evakuoimiseen ja pelastuslaitoksen toiminnan tukemiseen sujui suunnitelmien mukaisesti. Kymmenen minuutin viive höyrynneen IBC-pakkauksen havainnosta hälytysilmoituksen tekoon voi johtua kyseisen tilanteen epäselvyydestä ja erikoisuudesta. Hälytysilmoituksen tekemisen tulisi kuitenkin olla mahdollisimman nopea varsinkin tilanteissa, jossa onnettomuuden kehittyminen äkillisesti on mahdollista.

Forcitin päivystäjälle annettiin tehtäväksi selvittää kaikki mahdollinen tieto IBC-pakkauksien sisällöistä ja käyttäytymisestä tulipalossa. Lisäksi tuli selvittää oliko tilanteessa olemassa räjähdysvaaraa ja mikä olisi mahdollisen räjähdysvaaran alueen suuruus. Tilanteen alussa Forcitin päivystäjällä ei ollut tarkkaa tietoa varaston 312 vieressä olevien IBC-pakkausten määrästä. Pelastustoimien alussa niitä arveltiin olevan selvästi todellista määrää vähemmän ja vasta myöhemmin helikopterikuvasta voitiin todeta, että IBC-pakkauksia oli noin 210 kappaletta. Pelastustoimien toteuttamista ja Forcitin asiantuntija avun antamista vaikeutti se, että IBC-pakkauksessa käynnistyneen tuntemattoman reaktion kehittymistä oli vaikea arvioida. Aikaisempien tapahtumien perusteella tiedettiin, että pakkauksissa voi olla jotakin sinne kuulumatonta ja että reaktio voi olla nopeakin. Tapahtumien alkuvaiheessa Forcit ei pitänyt kohteen lähestymistä turvallisena, jolloin pelastustoimien toteuttamisessa keskityttiin seuraamaan höyrymuodostusta helikopterikuvan perusteella. Pakkausta ryhdyttiin jäähdyttämään, kun Forcitin asiantuntija antoivat luvan lähestyä kohdetta.

Johtokeskus perustettiin alueen suojelelusuunnitelman mukaisesti Eurencon tiloihin, mistä Forcitin asiantuntijat poistuivat välillä omiin tiloihinsa hankkimaan lisätietoja ja olemaan etäyhteydessä Hangon tehtaille saapuneeseen tekniseen johtajaan. Forcitin asiantuntijat yrittivät myös tavoittaa yönaikana vastuullisia johtajia ja teknisen laskennan asiantuntijaa. Pelastuslaitos koki, että he eivät olleet saaneet Forcitilta riittävästi asiantuntija-apua tapahtumahetkellä. Forcitin näkemyksen mukaan tapahtumien alkuvaiheessa tarkempia tietoja ei voitu antaa, koska IBC-pakkauksessa oli käynnistynyt tuntemattomasta syystä reaktio ja koska IBC-pakkausten varastointia räjähddevaraston 312 vieressä ei oltu huomioitu varsinaisissa painevaara-laskelmissa. Räjähdysvaaran vaikutusten selvittelyä vaikeutti se, että yön aikana vastuullisten johtajien ja tekniseen laskentaan tarvittavien asiantuntijoiden tavoittaminen oli hankalaa. Forcit toimitti painevaara-alueen laskelman pelastuslaitokselle 10.7.2013 noin klo 7:00. Laskelman perusteella räjähdysvaaraa ei voitu

täysin poissulkea, jolloin pelastustoimi päätti evakuointitoimenpiteiden käynnistämisestä ennen kuin höyryvää IBC-pakkausta ryhdytään siirtämään ja jäähdyttämään sisältä käsin.

4.4 Räjähdysonnettomuuden seurausten arviointi

Forcit on Vihtavuoren turvallisuusselvityksessään kuvannut kaikkien räjähdevarastojensa mahdollisten räjähdysten vaikutusetäisyydet ja raja-arvot. Toiminnanharjoittajan riskienhallintatoimenpiteet perustuvat kyseisiin suuronnettomuusskenaarioihin. Vaaratilanteessa kuitenkin tarvittiin erityistä seurausten arviointia johtuen IBC-pakkausten varastoinnista räjähdevaraston 312 yhteydessä, sillä niiden varastointi ei enää vastannut turvallisuusselvityksessä esitettyä tilannetta. Varsinkin epätieto IBC-pakkausten sisällöistä sekä niiden sisältämän räjähteen määrästä vaikeuttivat vaara-alueen arviointia.

Räjähdevarastojen suoja-etäisyydet perustuvat räjähteiden vaarallisuusluokitukseen ja varastoitaviin enimmäisräjähdemääriin. Samoista lähtökohdista laaditaan myös turvallisuusselvityksessä esitetyt räjähdysten vaikutusetäisyydet pahimmissa skenaarioissa. Forcit oli tämä asia huomioiden pyrkinyt lähtökohtaisesti pitämään räjähdevaraston 312 alueella olleen kokonaisräjähtemäärän luvan rajoissa eli enintään 80 tonnissa. Esimerkiksi varaston sisällä olevien räjähteiden varastomäärä pidettiin puolessa maksimista eli noin 40 tonnissa. IBC-pakkausten räjähdemäärä olisi periaatteessa näin ollen saanut olla yhteensä enintään 40 tonnia. Varastointilupa koskee kuitenkin ainoastaan räjähdevaraston sisätiloja, joten räjähteitä ei saisi varastoida sen ulkopuolella. Lisäksi IBC-pakkausten sisältämien räjähdemäärien arvioissa päädyttiin yli 40 tonnin määriin.

Tunnistettut suuronnettomuusvaarat

Räjähdysten seurauksia ja erityisesti niiden vaikutusetäisyyksiä ajatellen on Forcitin nykyisessä vuonna 2011 laaditussa turvallisuusselvityksessä esitettävä yksityiskohtainen kuvaus mahdollisten suuronnettomuuksien kulusta sekä niiden todennäköisyyksistä. Lisäksi selvityksessä tulee olla arvio kuvattujen onnettomuuksien seurausten laajuudesta ja vakavuudesta mukaan lukien kartat, kuvat tai soveltuissa tapauksissa kuvaukset alueista, joihin onnettomuudet saattavat vaikuttaa. Turvallisuusselvityksen tulee sisältää riittävät tiedot pelastuslaitoksen laatimaa ulkoista pelastussuunnitelmaa varten, mikä myös tukee vaatimuksia onnettomuuksien seurausten arvioinneista.

Forcit toteaa turvallisuusselvityksessään merkittävimmäksi riskikseen suuronnettomuuden suhteen räjähteen räjähdysen. Turvallisuusselvityksessä Vihtavuoren tehtaiden räjähdevarastojen kuvauksessa kerrotaan, että jokaiselle varastolle on määritetty varastoitavan räjähteen laatu ja yläraja räjähteen määrälle. Varastoja perustettaessa on turvaetäisyyksiä sekä tehtaan sisäisiin että ulkoisiin kohteisiin huomioitu voimassa olevan lainsäädännön vaatimusten mukaisesti niin, ettei välittymistä rakennusten välillä pääse tapahtumaan. Varastoja on myös erotettu toisistaan vallituksin.

Turvallisuusselvityksessä todetaan räjähdevarastojen kohdalla, että suurimmassa mahdollisessa onnettomuudessa voi räjähtää 80 tonnia räjähdettä. Todennäköisimpänä syynä onnettomuudelle pidetään tulipalon aiheuttamaa räjähdystä. Tällöin katsotaan varaston lähimpien rakennusten tuhoutuvan ja osan tehdasalueen muista rakennuksista saavan pienempiä tai suurempia vaurioita. Lisäksi todetaan, että varastoalueella olevat henkilöt ovat vaarassa menehtyä tai voivat saada vakavia vammoja riippuen etäisyydestä onnettomuuspaikkaan. Mahdolliset henkilövahingot muualla tehdasalueella aiheutuvat lähinnä heitteistä ja sirpaleista. Selvityksessä kuitenkin katsotaan, että tehtaan ulkopuolelle varaston mahdollisesta räjähdyksestä aiheutuvien vahinkojen on arvioitu jäävän vähäisiksi.

Turvallisuusselvityksen liitteissä esitetään taulukko mahdollisista suuronnettomuuksista sekä paine- ja etäisyystarkastelukartta. Varaston 312 sisältävälle 80 tonnin maksimimäärälle on laadittu räjähdysen aiheuttaman paineaallon vaikutusetäisyydet tärykalvovauriolle sekä ylipaineelle, jossa rakennusten ikkunat vielä särkyvät. Taulukon mukaan 0,35 barin ylipaine (tärykalvovaurio) ulottuu 220 metrin etäisyydelle sekä 0,05 barin ylipaine (ikkunat särkyvät) 600 metrin etäisyydelle varastosta mahdollisen räjähdysen sattuessa.

Paine- ja etäisyystarkastelukartassa tarkastellaan vielä erikseen 1,0 barin ylipaineen (välitön hengenvaara) ulottumaa, joka olisi kartan mukaan 140 metriä räjähddevarastosta. Karttaan piirretyistä vaikutusalueista ainoastaan pisimmälle ulottuva 0,05 barin ylipaine ei enää kokonaisuudessaan pysy tehdasalueen sisäpuolella, koska varasto 312 sijaitsee tehdasalueen länsirajan tuntumassa. Räjähdysen vaikutusalue tehtaan ulkopuolella kattaa lähinnä osaa länsipuolella sijaitsevasta Siikajärvestä ja sen ympäristöstä. Kyseisen järven rannalla sijaitsee muutamia kesämökkejä, muuten alue on metsää.

Forcitin laskelma tapahtumahetkellä 10.7.2013

Tapahtumahetkellä Forcitilla ei ollut tarkkaa tietoa räjähddevaraston 312 yhteydessä varastoitavien IBC-pakkausten sisältämän räjähteen määrästä. Suurin osa IBC-pakkauksista oli tuntemattomia, sillä ne sisälsivät työmailta palautettua räjähddejätettä ja ne oli tarkastettu vain silmämääräisesti ennen niiden viemistä varastoitavaksi. Pakkausten sisällöistä ei siis ollut olemassa tietoja, joiden perusteella olisi esimerkiksi voitu eritellä herkistetyn ja herkistämättömän matriisin sekä veden massat erikseen tarkempien vaara-alue-laskelmien tekemiseksi. Epätarkkojen tietojen vuoksi painevaara-laskelmat tehtiin perustuen suurimpaan mahdolliseen arvioon räjähddevaraston 312 ja IBC-pakkausten kokonaisräjähdemäärästä. Laskelma tehtiin ainoastaan räjähdyksestä, johon osallistuu koko räjähdemäärä. Lisäksi siinä ei otettu kantaa mahdollisen räjähdysen todennäköisyydestä.

Koska mistään ei ollut todettavissa jätepakkausten sisältöjä ja niiden määriä, tuli kyseiset asiat erikseen arvioida laskelman lähtöarvoiksi. Forcitin laskelmassa jätepakkausten oletettiin sisältävän yhteensä noin 100 000 kg ammoniumnitraatin, emulgointiaineiden ja öljyjen muodostamaa jätettä, jota syntyy bulk-emulsioiden valmistuksessa. Määrää voidaan pitää riittävänä sillä tällöin jokainen jätepakkaus sisältäisi keskimäärin 500 kg jätettä, kun todellisuudessa monissa pakkauksissa oli runsaasti vettä. Jätepakkausten lisäksi laskennassa käytettiin 39 000 kg anfoa, jota oli rakennuksen 312 sisällä.

Räjähteiden painevaarat laskettiin TNT-ekvivalenttikiloina, mikä tarkoittaa laskettavien räjähdemäärien massojen muuttamista TNT-räjähdemassaa vastaaviksi. Laskelmassa käytetyt NATO-standardien mukaiset kaavat edellyttävät räjähdemassan ilmoittamista TNT-ekvivalenttina. Räjähdjätteen TNT-ekvivalenttikertoimeksi asetettiin ammoniumnitraatin 0,5, koska se on jätteen vaarallisin osa. Räjähddevarastossa 312 varastoidun anfon kerroin on yleisesti 0,82. Näin ollen laskelmassa tarkasteltava räjähdemassa TNT-ekvivalenttikilona oli:

$$100\,000\text{ kg} \cdot 0,5 + 39\,000\text{ kg} \cdot 0,82 \approx \mathbf{82\,000\text{ kg}}$$

Laskelmassa tarkasteltiin räjähdysen aiheuttaman painevaikutuksen seurauksia eri lähteistä, jotka antoivat samanluokkaisia maksimipaineita. NATO-standardeihin pohjautuvien taulukoiden käytössä todettiin, että ne on ensisijaisesti suunniteltu yksittäisten räjähteiden vauriotarkasteluun, eikä kymmenientuhansien kilojen massaräjähdysen aiheuttamien vaurioiden tarkasteluun. Lisäksi NATO-standardin mukainen sirpalevaara-alueen k-arvo 500 katsottiin liian suureksi, sillä räjähddevarastoja ei ole tarkoitettu sirpaloituviksi, toi-

sin kuin sellaisiksi suunnitellut lentopommit ja kranaatit. Suurimman riskin tilanteessa aiheuttivat IBC-pakkausten teräksisistä tukirakenteista muodostuvat sirpaleet, jotka kuitenkin ovat kevyttä metallia.

Räjähdyksen suurimmaksi riskiksi katsottiin siitä muodostuva paineaalto. Tämän vaikutusten laskelmissa käytettiin yleistä kaavaa, jonka etäisyyden laskelmissa käytetään räjähdemassaa TNT-ekvivalenttikiloina ja eri painevaikutuksille etukäteen määritettyjä K-arvoja. Tulokset taulukoitiin eri K-arvoille, jolloin saatiin laskennalliset maksimietäisyydet ja oletetut painearvot eri vaikutuksille koko räjähdemäärän osallistuessa räjähdykseen.

K	kPa	Etäisyys 80tn (m) NATO	Huom
8	103,4	135	50% todennäköisyys tärykalvon repeämä
13	48-55	220	Tiiliseinät 8-12 tuumaa: Rakoa ja halkeilua
15	34,48	250	Tärykalvon repeäminen raja-arvo
25	16	420	Hetkellinen kuulon menetys (www.terveysportti.fi)
45	6,9-13,8	760 /	Aaltopelti tai alumiinipelti: Irtoaminen kiinnikkeistä, liitos vaurioita
75	2-10	1300 *)	Ei rakenteellisia vaurioita, kuulo vaurio epätodennäköinen
300 ***)	0,48	5000	Ns. Varma etäisyys (ei kuulo vaurioita)
500 ***)		8400	Sirpalevaarallinen alue **)

Taulukko 1: Painevaara-alueen laskennan tuloksia.

Vaara-alueet eri skenaarioille ulottuvat ympyrän muotoisille alueille, joiden keskipiste on räjähdevarasto ja säde vaikutusetäisyys. K-arvon 500 antamaa etäisyyttä pidettiin teoreettisena, koska varastoa ei ole suunniteltu sirpaloituvaksi rakenteeksi eikä IBC-pakkauksistakaan synny sirpaleita kuin lähinnä kevyistä metallihikoista. Taulukon K-arvon 300 antama ns. varma etäisyys kattaa 0,48 kPa:n ylipaineella paremminkin ikkunoiden rikkoutumisen kuin kuulovaurion, sillä raja-arvo väliaikaiselle kuulovauriolle on 1,38 kPa. Muuten taulukon antamia tuloksia voidaan pitää perusteltuina ja realistisina.

Laskelmassa kyseistä 1300 metrin turvallista etäisyyttä tarkasteltiin vielä toisella kaavalla, joka antaa kyseiselle räjähdemäärälle tällä etäisyydellä maksimipaineeksi 0,0108 bar eli 1,1 kPa. Kyseinen ylipaine alittaa kuulovauriorajan myös tällä kaavalla. Molemmissa tapauksissa on kuitenkin huomioitava se, että tapauksissa annettiin enimmäisetäisyydet kuulovaurioille sekä rakenteellisille vaurioille. Räjähdyksen paineaalto olisi todennäköisesti vielä pidemmällä etäisyyksillä aiheuttanut vielä laajalti vähäisempiä vaikutuksia kuten ikkunoiden rikkoutumisia. Toisaalta räjähdysvaikutusten arviointia heikentää epätodennäköisyys räjähdyksestä, johon osallistuu koko räjähdemäärä.

Tapahtumahetkellä varastossa olleet räjähteet ja -määrät saatiin heti selvitettyä varastojen vastaavalta hoitajalta. IBC-pakkausten sisältöä ja ainemääriä koskevia tarkkoja tietoja ei ollut käytettävissä, joten mahdollisen räjähdeonnettomuuden seuraukset on oletettu suurimmilla mahdollisilla ainemäärillä. Tapahtumahetkellä tämä on tarkoittanut sitä, että turvallisuutta korostetaan ja pelastustoimet toteutetaan ottaen huomioon suurin mahdollinen vaara.

4.5 Toiminnanharjoittajien vastuut, roolit ja tehtävät

4.5.1 Pyhäsalmen kaivoksella tapahtuva räjähteiden valmistus

Pyhäsalmi Mine Oy on ilmoittanut Tukesille räjähteiden valmistuksesta vastaavan johtajan vaihtumisesta 1.4.2010 (3776/31/2011). Ilmoituksen mukaan valmistuksesta vastaavana johtajana toimii henkilö B Oy Forcit Ab:ltä ja hänen sijaisenaan jatkaa henkilö X Pyhäsalmi Mine Oy:ltä. Valmistuksesta vastaavan johtajan vaihtumista on käsitelty Tukesin määräaikaistarkastuksessa 26.6.2011, jonka jälkeen Tukes on vahvistanut räjähteen valmistuksesta vastaavaksi johtajaksi henkilön B, Oy Forcit Ab:ltä. Kesällä 2012 uudella panostusajoneuvolla epäonnistuneita yläkätisiä porareikiä panostettaessa valmistuksesta vastaava johtaja B oli vuosilomalla. Valmistukseen liittyviä vastuuta ja tehtäviä ei ole tarkemmin kuvattu.

Henkilö B toimii myös Pyhäsalmen kaivoksella Oy Forcit Ab:n ja Pyhäsalmi Mine Oy:n välisen sopimuksen mukaisena Site Managerina. Hän on käynyt kohteessa noin kahden kuukauden välein. Lisäksi Oy Forcit Ab on nimennyt henkilön D henkilön B sijaiseksi Pyhäsalmen kaivokselle. Menettely perustuu organisaatioiden väliseen sopimukseen, jota ei tässä tutkinnassa käsitelty tarkemmin. Merkille pantavaa tässä on, että Pyhäsalmen kaivoksella vastuullisen johtajan (Site Manager) sijainen on eri henkilö kuin Site Managerin sijainen.

Site Manager -palvelu on Forcitin palvelupaketti, joka on aina osana Kemiitti 810 panostusjärjestelmää. Site Manager on teknisesti koulutettu, käytännön kokemusta hankkinut henkilö, joka Forcitin tuote-esitteen mukaan voi toimia myös räjähdeasetuksessa mainittuna vastaavana johtajana. Toiminnanharjoittajan esityksestä Tukes on voinut hyväksyä palvelutarjoajan edustajan räjähteiden valmistuksesta vastaavaksi johtajaksi. Toimintatapa on ollut yleisesti hyväksytty panostusajoneuvojen käytössä ja palveluntarjoajan henkilöstöä on pidetty räjähdeasioissa asiantuntevana. Site Manager -palvelun hyväksyminen on toisaalta mahdollistanut sen, että turvallisuuden kannalta keskeinen tehtävä (räjähteiden valmistuksesta vastaava johtaja) on voitu ulkoistaa luvanhaltijan organisaatiosta ja päivittäisestä työstä. Tukes on pitänyt toimintatapaa hyväksyttävänä siksi, että valmistuksesta vastaavan johtajan tentti on vaativa, ja toisaalta siksi, että räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta ja panostajien pätevyydestä on säädetty erikseen (työturvallisuuslaki 738/2002, Vna räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011 ja panostajalaki 219/2000) ja kohteessa louhinta- ja räjäytystyötä tekemässä on siihen hyväksytyt panostajat.

Käytännössä panostusajoneuvolla tapahtuvassa valmistuksessa valmistuksesta vastaavan johtajan vastuut, tehtävät ja rajapinnat panostustyöhön liittyviin vastuihin ja tehtäviin eivät ole säädöksissä selkeät, koska panostusajoneuvoa käytettäessä räjähde valmistuu vasta panostettaessa porareikään. Selkiytettävää on myös valmistuksesta vastaavan johtajan sijaisen tehtävissä ja vastuissa, erityisesti tällaisissa tilanteissa, missä valmistuksesta vastaavan johtajan nimetty sijainen on eri henkilö kuin sopimusperusteisen Site Managerin sijainen.

Tukes on myöntänyt keväällä 2012 luvan Pyhäsalmi Mine Oy:n panostusajoneuvon korvaamiseksi uudella vastaavaan käyttöön tarkoitetulla panostusajoneuvolla. Lupapäätöksessä todetaan, että toiminnanharjoittaja on yhteistyössä Oy Forcit Ab:n kanssa kuvannut valmistukseen liittyvät vastuut eikä muutoksella ole vaikutusta Pyhäsalmen kaivoksen vastaaviin johtajiin ja turvallisuusorganisaatioon. Turvallisuusorganisaatiota ei ole hakemuksessa tarkemmin kuvattu, vaan organisointia on käsitelty osana Tukesin määräaikaistarkastuksia. Uuden panostusajoneuvon käyttöönottotarkastus tehtiin keväällä 2012 Tukesin määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Tarkastuksen perusteella uusi panostusajoneuvo hyväksyttiin käyttöönotettavaksi. Tarkastuksella todettiin myös, että uuden panostusajoneuvon toimittaja ja Oy Forcit Ab on järjestänyt

panostajille tarvittavaa koulutusta. Koulutusjaksolla ei kuitenkaan ole tehty yläkätisiä panostuksia, koska kaivoksella ei tuona ajankohtana ollut yläkätisiä louhoksia.

Kesällä 2012 (9.7.2012) panostettaessa ensimmäisen kerran uudella panostusajoneuvolla kaivoskuilun kattoon (ns. yläkätisiä) laitteiston säädöissä ilmeni ongelmia ja panostustyö epäonnistui (ks. kohta 3.1). Pyhäsalmen kaivoksella on toimintaohjeet räjäytysaineiden ja niihin liittyvien laitteiden kanssa työskentelyyn (Räjähteiden hallintasuunnitelma, 16.3.2011). Ohjeet koskevat räjähteiden ja niihin liittyvien laitteiden hankintaa, kuljettamista, varastointia ja käyttöä. Ohjetta sovelletaan sekä Pyhäsalmen kaivoksen henkilöstöön että urakoitsijoihin. Ohjeistus on yleisesti ottaen kattava ja selkeä. Alla on poimittu tämän tutkinnan kannalta olennaisia kohtia:

- Ohjeessa mainitaan useita räjähteitä koskevia riskinarviointoja, joista yksi on pilaantuneiden räjähteiden hävittäminen. Tässä tutkinnassa ei tarkemmin selvitetty, onko näissä arvioinneissa tarkasteltu herkistettyä emulsiojätettä räjähdäjätteenä.
- Ohjetta ei oltu vielä päivitetty vastaamaan uutta panostusajoneuvolupaa.
- Räjähtämättömistä panoksista on ilmoitettava vuoro- tai räjäytystyönjohtajalle, joka arvioi ja suunnittelee menettelytavat tapauskohtaisesti. Yleisin käytetty menetelmä on lisätä uudet nallit reiän suulle ja räjäyttää uudelleen seuraavana mahdollisena räjäytysaikana.
- Räjäytysaineita saa hävittää vain räjäyttämällä tai polttamalla, niitä ei saa haudata. Suuremmat määrät matriisia palautetaan valmistajalle. Ohjeessa ei ole ohjeita herkistetyn matriisin (pilaantuneen räjähteen) käsittelyyn tai hävittämiseen.

Pyhäsalmen kaivoksen johto ja työntekijät kertoivat toimineensa ohjeistonsa mukaisesti: herkistetty emulsioräjähdde kerättiin nopeasti talteen ympäristövahinkojen välttämiseksi ja suuri jätemäärä toimitettiin edelleen Oy Forcit Ab:lle hävitettäväksi. Epäonnistuneen panostuksen jälkeen alkupanoksia oli otettu kaivoskäytävälle valahtaneesta massasta pois, mutta epähuomiossa massa oli jäänyt 2 IBC-pakkauksessa ollutta räjäytintä. Tutkinnassa ei selvitetty, missä ja miten herkistettyä emulsioräjähdettä (pilaantunutta räjähdettä) oli varastoitu Pyhäsalmen kaivoksella ennen sen toimittamista Oy Forcit Ab:lle.

Yleensä epäkurantti herkistetty matriisi (pilaantunut räjähdde) laitetaan porareikiin ja räjäytetään muun räjäytystyön yhteydessä. Näin voidaan toimia, kun epäkurantin aineen määrä on vähäinen ja kun panostetaan kaivoskuilun lattiaan (ns. alakätisiä). Tässä tapauksessa näin ei toimittu, koska pilaantunut räjähdettä oli paljon ja koska oltiin panostamassa kaivoskuilun kattoon.

Pyhäsalmen kaivoksen ja Forcitin sopimuksen mukaisesti kaivos ilmoittaa suurista jätemääristä Forcitille, joka voi pyynnöstä toimittaa jätepakkaukset myös valmiiksi merkittyinä (5.1). Kyseisen IBC-pakkauksen sisältö (pilaantunut räjähdde) ei ole ollut oikein merkittyä eikä tieliikennekelpoista, kun se on kuljetettu Vihtavuoreen. Tutkinnan yhteydessä Forcit toi esiin myös, että Vihtavuoren tehdasalueelle on kuljetettu sisältöään tai merkinnöiltään epäselviä IBC-pakkauksia myös muista asiakaskohteista. IBC-jätepakkausten tieliikennekuljetuksiin liittyvien epäselvyyksien tarkempi selvittäminen rajattiin tästä tutkinnasta pois.

4.5.2 Oy Forcit Ab Vihtavuoren tehdasalueen organisaatio ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä

Organisaatio ja vastuut

Oy Forcit Ab on nimennyt Vihtavuoren tehdasalueen räjähdetuotannosta vastaavat johtajat sekä eri osastoille hyväksytyt räjähteiden osastokohtaiset vastaavat johtajat ja vaarallisten kemikaalien teollisen käytön ja varastoinnin valvojat sekä näiden vastuuhenkilöiden varahenkilöt on nimetty (Turvallisuusselvityksen liite

1, 27.6.2011. *Huom. Päivitetty turvallisuusselvitys oli tapahtumahetkellä Tukesin käsittelyssä*). Vihtavuoren räjähdetehtaan ja louhintaräjähteiden valmistuksesta vastaava johtaja on henkilö A ja hänelle on nimetty neljä varamiestä (henkilö B, henkilö C, henkilö D, henkilö E). Louhintaräjähdevarastojen vastaava hoitaja on henkilö F ja hänen varamiehensä henkilö A. Suuronnettomuuden vaaratilanteessa 9.-10.7.2013 vastaava johtaja oli vuosilomalla. Hänen kolmas varamies henkilö D tavoitettiin aamuyöstä ja hän saapui paikalle avustamaan pelastustoimien toteuttamisessa. Räjähteiden valmistuksesta ja varastoinnista vastaavat johtajat sekä heidän varanhenkilönsä on nimetty ja heidän pätevyytensä on arvioitu asianmukaisesti. Varamiesjärjestelyihin on kiinnitetty tavanomaista enemmän huomiota, sillä valmistuksesta vastaavalle johtajalle on nimitetty neljä pätevää sijaista.

Turvallisuusselvityksessä (2011) ei mainita toimintaperiaatteiden noudattamisesta vastaavaa henkilöä. Tutkinnassa todettiin, että tässä roolissa toimii riskienhallintajohtaja. Hän vastaa yrityksen ympäristö-, työterveys ja turvallisuus- sekä toiminnan laatua koskevasta järjestelmästä ja sen kehittamisestä kokonaisuudessaan. Riskienhallintajohtaja on toiminut toimintaperiaatteista vastaavana vuodesta 2011.

Tehtaan omistajan tai haltijan on huolehdittava siitä, että vastaavalla johtajalla on mahdollisuus hoitaa laitosta annettujen säännösten ja määräysten samoin kuin lupapäätöksen ehtojen tarkoittamalla tavalla (räjähdeseetus 473/1993, 19 §). Tehtaan omistajaa tai haltijaa edustavat Oy Forcit Ab:n tekninen johtaja ja toimitusjohtaja.

Tukes on toistuvasti huomauttaanut, että IBC-pakkausten varastointiin ei ole lupaa Kemix-tehtaan pihassa eikä myöskään räjähddevaraston 312 vieressä, ja pyytänyt Forcitilta selvitystä ongelman ratkaisemiseksi. Forcit on tehnyt korjaavia toimenpiteitä, mutta ne eivät ole olleet riittäviä ongelman poistamiseksi. Tuotantomäärien kasvaessa myös syntyvän jätteen määrä on kasvanut. Vuoden 2008 tarkastuksessa vastaava johtaja toi esiin, että IBC-pakkausten varastointitilanne Kemix-tehtaan vieressä on jokseenkin sama kuin vuonna 2006. Vuonna 2012 todettiin, että tarkastuksella vuonna 2008 todetut asiat on hoidettu kuntoon ja Tukesille on toimitettu matriisipakkauksia koskeva selvitys. Tehdaskierroksella tuli esiin, että Kemix-tehtaan vieressä on IBC-pakkauksia ja osa oli siirretty varastorakennuksen 312 viereen. Määräaikaistarkastuksessa 26.9.2012 Tukes huomautti useamman vuoden jatkuneesta IBC-pakkausten luvattomasta varastoinnista Kemix-tehtaan piha-alueella. Tarkastuksella todettiin myös, että IBC-pakkausten säilyttämiselle varastorakennuksen vieressä ei ole myöskään lupaa. Tarkastuskäynnin jälkeen Kemix-tehtaan piha-alueella olleet jätekontit on siirretty varastorakennuksen 312 viereen, mutta tehdasalueelle on ryhdytty keräämään uusia kontteja. Jätekonttien käsittelyssä ja varastoinnissa tehdasalueella on toimitu vastaavan johtajan antamien ohjeiden ja päätösten mukaisesti, sillä muutakaan paikkaa IBC-jätepakkauksille ei ole ollut osoittaa. Korjaavina toimenpiteinä on haettu ratkaisuja syntyvän jätemäärän pienentämiseksi ja samanaikaisesti on lisätty jätteiden hävittämiskapasiteettia. Keväällä 2013 on ryhdytty rakentamaan uutta varastoaluetta jätteiden tilapäiseksi varastoimiseksi tehdasalueella ja tapahtumahetkellä uuden varastointialueen hakemus ja siihen liittyvät lisäselvitykset olivat Tukesissa käsiteltävänä.

Tapahtumahetkellä tehdasalueella oli varastoituna yhteensä noin 550 IBC-pakkausta. Varastorakennuksen 312 viereen oli siirretty pidempään tehdasalueella varastoituja IBC-pakkauksia vajaa 200 kpl ja lisäksi varaston vieressä oli 12 omasta tuotannosta palautunutta IBC-pakkausta. Kemix-tehtaan pihassa oli pääosin kiertoon meneviä pakkauksia 200-250 kpl. Pakkausten pohjalla voi olla merikemiittiä tai Kemiitti 810 -matriisia. Lisäksi vanhoja jätepakkauksia ja kiertoon meneviä pakkauksia oli tehdasalueella kahdessa muussa paikassa varastoituna. Forcitin lisäselvityksen (5.7.2012) mukaan vuonna 2013 ensimmäisen puolen

vuoden aikana tuotannosta on syntynyt jätettä 65 tonnia ja Vihtavuoren ulkopuolelta on palautunut 140 tn. Pelkästään kesäkuussa 2013 Kemix-tehtaan viereen oli palautunut asiakkailta ja Forcitin asemilta yhteensä noin 160 IBC-pakkausta.

Turvallisuusselvityksen liitteenä on tarkastelu suuronnettomuusvaaroja ja niiden vaikutuksia rakennuskohdaisesti. Jätekonttien varastointiin Kemix-tehtaan pihassa tai varaston 312 vieressä ei ole lupaa. Niitä ei ole myöskään huomioitu suuronnettomuusvaarojen arvioinnissa eikä pelastustoimien tukena käytettävissä kohdekorteissa.

Lupaehtojen mukaan varastorakennuksessa 312 saa varastoida 80 000 kg vaarallisuusluokkaan 1.1 kuuluvia ei-vaarallisia sirpaleita aiheuttavia räjähdystarvikkeita. Tapahtumahetkellä 9.-10.7.2013 varastorakennuksessa ja sen välittömässä läheisyydessä oli laskennallisesti noin 140 tn räjähteitä, joista osa oli merkitty kuljetusluokkaan 5.1.

Jätekonttien vastaanotto ja varastointimenettelyt perustuvat suullisiin ohjeisiin. Tutkinnassa todettiin, että varastoitujen jätekonttien sisällössä ja merkinnöissä oli puutteita verrattuna suullisiin ohjeisiin. Kuljetusyrietykset voivat tuoda IBC-pakkauksia myös yöaikaan ja jättää ne vartijan osoittamaan paikkaan. Asiakkailta palautuvissa IBC-pakkauksissa on aikaisemminkin havaittu olevan epäselviä merkintöjä ja sinne kuulumattomia tavaroita (vaatteita, työkenkiä, ...). Vastaavan johtajan antamien ohjeiden mukaisesti epäselvät IBC-pakkaukset on toimitettu varastorakennuksen 312 viereen ja usein uudelleen merkitty "1.1 Merikemiitti" riippumatta siitä, mitä niiden sisällä on.

Räjähteiden lajittelusta ja toimittamisesta Vihtavuoren tehdasalueelle on tehty ohje 10.12.2012. Ohjeessa on käsitelty yleisesti jätteiden lajittelua, lähettämistä, vastaanottamista ja hävittämistä. Ohje antaa riittävät perusteet räjähdettä sisältävien jätteiden lajittelemiseksi ja hävittämiseksi. Ohjeen pohjalta on järjestetty koulutusta työntekijöille ja asiakkaille. Räjähteiden hävittäminen ja lajittelu eivät kuitenkaan ole varsinkaan työmailla vastannut ohjeistusta, ja ohjeiden vastaisia jätepakkauksia on otettu vastaan ja varastoitu Vihtavuorella.

Suunnittelu hätätilanteiden varalta

Vihtavuoren tehdasalueelle on laadittu pelastussuunnitelma, joka perustuu rakennuskohtaisiin kohdekortteihin. Niistä käy ilmi onnettomuustilanteessa oleelliset tiedot pelastuslaitosta varten, kuten rakennuksen erityistiedot, vesilähteet ja varastoitavat ainemäärät. IBC-pakkausten varastointia tehdasalueella ei ollut huomioitu kohdekorteissa.

Varastointimäärien laskennallinen ylitys ja epäselvyydet varastoitujen IBC-pakkausten sisällöstä vaikeuttivat ulkoisten pelastustoimien toteuttamista, koska tosiasiallinen toiminta ei vastannut kohdekorttien tietoja, turvallisuusselvityksessä esitettyjä skenaariota eikä IBC-pakkausten oletettua sisältöä. Pelastuslaitoksen mukaan Forcitilla ei ollut tapahtumayönä riittävän nopeasti asiantuntija-apua käytettävissä, mikä vaikeutti pelastustoimien suunnittelua ja toteuttamista. Tapahtumien alkuvaiheessa päivystäjällä ei ollut oikeaa tietoa varastorakennuksen 312 vieressä varastoitavien IBC-pakkausten määrästä ja myöhemmin tapahtumien kuluessa pelastuslaitos olisi kaivannut tarkempaa tietoa mahdollisesta räjähdyksestä ja sen seurauksista. Tapahtumayönä ryhdyttiin tavoittelemaan Forcitin teknistä laskijaa skenaarioiden laskemiseksi tapahtumahetkellä arvioiduilla 140 tonnoin ainemäärillä. Tilanteeseen ajaututtiin, koska räjähdevaraston vieressä oli ryhdytty varastoimaan jätepakkauksia, joita ei ollut otettu huomioon vaaralaskelmissa ja pelastussuunnitelmissa. Uudet laskelmat saatiin aamulla seitsemän aikoihin ja niiden perusteella räjähdystä ei voitu täysin

poissulkea, jolloin pelastuslaitos päätti evakuointitoimenpiteiden toteuttamisesta. Pelastustoimen päätöksellä evakuointitoimet laajennettiin koskemaan koko Vihtavuoren taajamaa. Pelastustoimia toteutettaessa päätöksiä jouduttiin tekemään puutteellisilla tiedoilla ja poikkeuksellisen paineen alaisena.

Vihtavuoren asukkaille on jaettu Eurenco Vihtavuori Oy:n, Nammo Lapua Oy:n ja Oy Forcit Ab:n yhteinen turvallisuustiedote (2012), missä kerrotaan tehdasalueen suuronnettomuusvaaroista ja annetaan toimintaohjeita vaaratilanteiden varalta. Tiedotteessa todetaan, että prosessissa sattunut räjähdys ei aiheuta hengenvaaraa tai vakavaa loukkaantumisen vaaraa tehdasalueen ulkopuolelle. Sen sijaan räjähdysten aiheuttaman paineaallon kerrotaan rikkovan ikkunoita useiden kilometrien etäisyydellä tehdasalueesta. Räjähdysuonnettomuuden lisäksi tiedotteessa kerrotaan typpi- ja rikkihappovuotojen mahdollisuudesta. Varastoitavat aineet ovat lähtökohtaisesti stabiileja, joten varaston räjähtämistä on pidetty epätodennäköisenä eikä sen mahdollisuutta ole huomioitu tiedotteessa. Ulkoisen pelastussuunnitelman mukaan typpihappovuoto voi johtaa evakuointiin, mutta evakuoinnin mahdollisuutta ei mainita turvallisuustiedotteessa. Turvallisuustiedotteen mukaan yleisellä vaaramerkillä varoitetaan väestöä uhkaavasta välittömästä vaarasta. Suuronnettomuuden vaaratilanteessa 10.7.2013 Vihtavuoren alueen asukkaita ei kuitenkaan varoitettu yleisellä vaaramerkillä. Väestölle jaettu turvallisuustiedote täyttää osittain räjähdysasetuksen 473/1993 (89 § d) vaatimukset. Turvallisuustiedotteiden vaatimustenmukaisuuden valvonta on Tukesin tehtävä ja niiden vaatimustenmukaisuutta valvotaan pistokoemaisesti osana määräaikaistarkastuksia. Määräaikaistarkastuksella 2012 on todettu, että alueen yhteinen turvallisuustiedote on päivitettävänä.

Sisäisten auditointien ja johdon katselmuksien tarkoituksena on varmistua siitä, että turvallisuusjohtamisjärjestelmä on vaarallisiin kemikaaleihin ja räjähteisiin liittyvien suuronnettomuuksien ehkäisyn kannalta toimiva ja asianmukainen. Forcitin auditointi ja katselmuksot perustuvat laatu-, työ-terveys-turvallisuus- ja ympäristöstandardeihin. Sisäisiä auditointeja on tehty vuosittain Forcitin tuotantoon ja tilaus-toimitusketjuun. Niissä ei ole käsitelty tuotannossa tai asiakkailta syntyvien jätteen muodostumista, käsittelyä, varastointia tai hävittämistä.

Forcitin auditoinneissa ja katselmuksissa ei oteta selkeästi kantaa suuronnettomuusriskeihin ja niiden hallinnan riittävyyteen. Katselmuksot painottuvat laatuun ja turvallisuuden kannalta lähinnä työterveyteen ja työsuojeluun liittyviin asioihin. Näin ollen suuronnettomuuksien hallinnan ja prosessiturvallisuuden kannalta merkittävät asiat ja havainnot eivät järjestelmällisesti välity johdolle. Näihin sisältyy myös viranomais-tarkastusten merkittävät havainnot ja vaatimukset sekä viranomaislupien ehtojen täytyminen. Forcitin sisäiset auditoinnit tai johdon katselmuksot eivät tuota kokonaisvaltaisesti tietoa turvallisuusjohtamisjärjestelmän toimivuudesta suuronnettomuusriskien tunnistamisen ja hallinnan kannalta eikä niiden perusteella voi siksikin tehdä päätelmiä johtamisjärjestelmän toimivuudesta ja kehittämistarpeista tästä näkökulmasta.

4.6 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston valvonta

Tukes valvoo laajamittaista vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyä ja varastointia. Säännösten noudattamista valvotaan vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005), räjähdysasetuksen (473/1993) sekä vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun asetuksen (855/2012) perusteella. Lisäksi Tukes valvoo kaivosten turvallisuutta kaivossäädösten (621/2011, 1571/2011) mukaisesti. Kemikaali- ja räjähdelaistosten sekä kaivosten valvonnan tavoitteena on, että laitokset ovat turvallisia, onnettomuuksia ei tapahdu ja laitosta osataan johtaa ja käyttää turvallisesti. Valvonta koostuu käytöstä ja varastointiin liittyvistä luvista ja ilmoituksista, maankäyttölausunnoista, määräaikaistarkastuksista ja vastuuhenkilöiden tutkinnoista.

Laajamittaista toimintaa harjoittavan tuotantolaitoksen tulee hakea toiminnalleen lupaa Tukesilta. Varastoitavien vaarallisten kemikaalien ja niiden määrien perusteella laajamittaiset laitokset luokitellaan suuronnettomuusvaaran perusteella kolmeen luokkaan: turvallisuusselvitysvelvolliset, toimintaperiaateasiakirjavelvolliset ja vain kansallisten säädösten perusteella lupavelvolliset. Tukes tarkastaa turvallisuusselvitysvelvolliset laitokset vuosittain, toimintaperiaateasiakirjavelvolliset kolmen vuoden välein ja lupalaitokset viiden vuoden välein. Tarkastuksia voidaan harventaa tai tihentää tarkastushavaintojen perusteella. Tarkastuksilla kiinnitetään huomiota tuotantolaitoksen tekniseen toteutukseen, toimintaperiaatteisiin ja johtamisjärjestelmään. Tuotantolaitoksen turvallisuuden tasoa arvioidaan Tukesin valvontamallin mukaisesti eri osaluueella sekä sanallisesti että numeerisesti asteikolla 0-5. Forcitin Vihtavuoren tehdas on turvallisuusselvitysvelvollinen ja Pyhäsalmen kaivos lupalaitos.

Viimeisimmät Forciti Vihtavuoren määräaikaistarkastukset on tehty 20.12.2006, 8.4.2008 ja 26.9.2012. Vuoden 2007 tarkastus siirtyi vuodelle 2008, jolloin hyvien tarkastushavaintojen perusteella tarkastusväliä harvennettiin kahteen vuoteen. Vuonna 2010 Tukes ohjasi henkilöresurssiaan alueellistamiseen, minkä vuoksi suunniteltuja määräaikaistarkastuksia jouduttiin siirtämään. Siirto kohdistui myös Forcitin Vihtavuoren tehdasalueeseen. Tänä aikana Vihtavuoreen kuitenkin tehtiin useita muita valvontakäyntejä, kuten panostusajoneuvojen sekä tehdasuudistuksien käyttöönottotarkastuksia.

Viimeisimmällä määräaikaistarkastuksella 26.9.2012 Tukes velvoitti Forcitia toimittamaan selvityksen IBC-pakkausten varastointiongelmien ratkaisemisesta. Selvityksessä tuli esittää, miten ja millä aikataululla ongelma tullaan ratkaisemaan. Selvitykselle annettiin aikaa 14.12.2012 saakka. Forciti vastasi selvitykseen annetussa aikataulussa ja esitti varastointiongelman ratkaisemiseksi useita eri toimenpiteitä, jotta jätteen syntymistä saadaan pienennettyä ja niiden hävittämistä tehostettua. Tukesilla ei ollut huomautettavaa selvitykseen. Selvityksen mukaisesti Forciti haki lupaa uudelle jätteepakkausten varastoalueelle 24.5.2013. Tukes pyysi vielä tarkennuksia uuden varastointipaikan vaaroista ja jätteiden lopullisesta hävittämisäikataulusta. Forciti toimitti pyydetty lisäselvitykset Tukesille 5.7.2013. Uusi varastopaikka sai määräaikaisen luvan vaaratilanteen jälkeen 19.7.2013.

Pyhäsalmen kaivokseen tehdään kaivossäädösten mukainen määräaikaistarkastus kerran vuodessa. Kemiikaali- ja räjähdessäädösten mukaisia määräaikaistarkastuksia tehdään viiden vuoden välein. Viimeisin kemiikaalitarkastus on tehty 26.6.2009 ja kaivostarkastukset 29.4.2011, 22.5.2012 ja 13.5.2013. Kaivostarkastusten yhteydessä on käsitelty muita ajankohtaisia valvonta-asioita, kuten nostolaitoksen määräaikaistarkastus ja uuden panostusajoneuvon käyttöönottotarkastus. Tukes on valvonut Pyhäsalmen kaivosta säädösten ja menettelyohjeidensa mukaisesti.

5 Yhteenveto

Vihtavuoren taajaman evakuointiin johtanut tapahtumaketju sai alkunsa Pyhäsalmen kaivokselta, jossa oli vuotta aiemmin 9.7.2012 panostettu uudella panostusajoneuvolla kaivoskuilun kattoon. Uuden panostusajoneuvon säädöissä ilmeni ongelmia ja herkistetty emulsioräjähdde valui porareistä alas kaivoskäytävän lattialle. Herkistetty emulsioräjähdde lapioitiin kaivoskäytävältä saaveihin ja mukaan tuli myös maassa ollutta kiviainesta, kaksi räjäytintä ja muita epäpuhtauksia.

Herkistetyn emulsion ja kiviaineksen seosta käsiteltiin kuten mitä tahansa suurempaa erää herkistettyä tai herkistämätöntä emulsiojätettä ja se lähetettiin matriisijätteenä 5.1 Forcitille hävitettäväksi. Herkistetyn

emulsion ja kiviaineksen seosta ei tunnustettu poikkeamana eikä käsitelty kaivoksen poikkeamaohjeiden mukaisesti. Pakattu ja kuljetettu jäte ei ole ollut sisällöltään tieliikennekelpoista ja pakkausmerkinnät ovat olleet virheelliset. Vihtavuorella kuljetusyritys jätti IBC-pakkauksen Forcitin Kemix-tehtaan pihaan, mistä se siirrettiin syyskuussa 2012 IBC-pakkausten pinoon räjähdetarastan 312 viereen odottamaan hävittämistä.

IBC-pakkausten pinossa ei havaittu mitään poikkeavaa ennen kuin 9.7.2013 klo 22.50 kierroksella ollut vartija havaitsi yhden pakkauksen höyryävän. IBC-pakkauksessa oli käynnistynyt pyriittipitoisen malmin ja herkistetyn emulsion välinen eksoterminen reaktio. Reaktio eteni aluksi hitaasti ja kehitti lämpöä, kunnes IBC-pakkauksesta alkoi tulla höyryä. Tutkinnassa ei tullut ilmennyt mitään erityistä syytä siihen, että IBC-pakkauksessa tapahtunut reaktio rupesi voimakkaasti kehittymään noin vuoden kuluttua alkuperäisestä tapahtumasta.

Vartija ilmoitti havainnostaan Forcitin päivystäjälle ja tämä hälyytti paikalle pelastuslaitoksen. Tapahtumien alkuvaiheessa Forcitin asiantuntija arvioi, että kohteen läheisyyteen ei ole turvallista mennä. IBC-pakkauksen sisällöstä ei ollut täyttä varmuutta ja aikaisempien tapahtumien perusteella voitiin epäillä myös pakkauksen nopeaa räjähdysmahdollisuutta. IBC-pakkausten varastointi räjähdetarastan 312 vieressä hankaloitti myös pelastustoimien toteuttamista, sillä niitä ei ollut huomioitu suuronnettomuusvaaraan liittyvissä skenaarioissa eikä varastoin 312 räjähdemääriä koskevassa kohdekortissa.

Pakkauksen höyryn muodostusta seurattiin etäkäyttöisellä helikopterikameralla, kunnes Forcitin asiantuntija piti kohteen lähestymistä ja lämpötilan mittaamista riittävän turvallisena. Pakkauksen lämpötilaksi mitattiin ensin 65 °C ja myöhemmin reaktion jatkuessa lämpötila on käynyt selvästi tätä korkeammalla. Pinossa oli yhteensä noin 210 kpl sisällöltään epämääräisiä IBC-pakkauksia ja ne oli sijoitettu 40 tonnia räjähdetäineitä sisältävän taraston viereen. Tapahtumahetkellä räjähdetäineiden yhteismääräksi arvioitiin maksimissaan 140 tonnia ja koko ainemäärän räjähdysmahdollisuutta ei voitu täysin sulkea pois. Suuronnettomuusvaaran vuoksi pelastuslaitos päätti evakuoida Vihtavuoren 2000 asukkaan taajaman ennen kuin ryhtyy siirtämään ja jäähdyttämään höyryävää IBC-pakkausta johtamalla sen sisälle vettä. Evakuointi aloitettiin 10.7. klo 08.00 ja se voitiin purkaa samana iltana, kun reagoivan pakkauksen siirto ja jäähdytystoimenpiteet oli toteutettu onnistuneesti.

Pyriittipitoisen malmin ja emulsion välinen reaktio on tunnustettu jo aiemmin mahdolliseksi. Reaktion mahdollisuutta oli tutkittu työturvallisuuden näkökulmasta vuonna 2005 Pyhäsalmen kaivoksen ja Forcitin yhteistyönä. Tehdyissä kokeissa Pyhäsalmen malmin ja herkistetyn sekä herkistämättömän emulsion välistä reaktiota oli tutkittu erilaisin kokein viikon aikajaksolla. Näissä kokeissa ei havaittu reaktiivisuutta ja työturvallisuuden näkökulmasta emulsionkäyttöä pidettiin soveltuvana myös Pyhäsalmen kaivokselle.

Emulsioräjähteiden käytön nopea kasvu on lisännyt työmailla ja valmistuksessa syntyvän jätteen määrää samalla kun tuotantomäärät ovat kasvaneet. Herkistämätön matriisi ja panostusajoneuvojen pesuvedet on pakattu IBC-pakkauksiin, jotka on kuljetettu Vihtavuoreen hävitettäväksi. Forcitilla jätekonttien vastaanotto- ja varastointimenettelyt ovat perustuneet suullisiin ohjeisiin ja silmämääräisiin tarkastuksiin. Kuljetusyritykset ovat voineet tuoda IBC-pakkauksia myös yöaikaan, jolloin ne on jätetty yleensä Kemix-tehtaan piha-alueelle. Joukossa on voinut olla myös pakkauksia, joiden sisältöä ei ole varmuudella tiedetty. Nämäkin IBC-pakkaukset on otettu vastaan ja tarvittaessa uudelleen merkitty 1.1 vaarallisuusluokkaan varmuuden vuoksi. Tällaiset pakkaukset oli siirretty räjähdetarastan 312 viereiseen pinoon.

Vihtavuoren omaa ja jätteenkäsittelylaitokselta ostettua hävityskapasiteettia ei ole kyetty kasvattamaan samassa suhteessa kuin jätemäärä on kasvanut, jolloin pakkauksia on ryhdytty varastoimaan tehdasalueel-

le. Tukes on huomauttanut määräaikaistarkastuksilla, että IBC-pakkausten varastoinnille ei ole lupaa ja edellyttänyt Forcilita selvityksiä ongelman ratkaisemiseksi. Forcitin korjaavat toimenpiteet eivät kuitenkaan ole olleet riittäviä varastointiongelman ratkaisemiseksi ja Forcit on jatkanut tehdasalueella luvatonta varastointia, pääosin Kemix-tehtaan ja räjähdevaraston 312 vieressä. Vuonna 2013 Forcit oli käynnistänyt korjaavana toimenpiteenä uuden varastointialueen rakentamisen ja tapahtumahetkellä uuden varastointialueen lupahakemus oli Tukesissa käsiteltävänä.

Tapahtumahetkellä osa varastoiduista IBC-pakkauksista oli sisällöltään epäselviä, rikkiäisiä ja tarkastusmerkinnöiltään vanhentuneita tai täysin tarkastamattomia pakkauksia. Tällaiset pakkaukset eivät ole soveltuvia vaarallisten aineiden varastointiin tai kuljettamiseen tieliikenteessä. Joulukuussa 2012 toimittamassa selvityksessään Forcit on ilmoittanut siirtävänsä huonokuntoisten jätepakkausten sisällön ehjiin pakkauksiin ja edelleen hävitykseen.

Pyhäsalmen kaivoksella on nimetty säädösten edellyttämä räjähddeineiden valmistuksesta vastaava johtaja ja hänen sijaisensa. Samoin uudella panostusajoneuvolla on asianmukainen lupa. Samoin Oy Forcit Ab on nimennyt asianmukaisesti valmistuksesta vastaavat johtajat ja varastojen vastaavat hoitajat sekä heidän varahenkilönsä.

Forcitilla emulsioräjähteiden valmistus ja käyttö on lähtenyt kasvamaan vuodesta 2005. Kaivosteollisuuden ja infrarakentamisen seurauksena emulsioräjähteiden tuotantomäärät ovat kaksinkertaistuneet vuodesta 2010. Nykyinen räjähdelaainsäädäntö on laadittu perinteisille louhintaräjähteille ja niiden valmistukselle, joten emulsioräjähteiden valmistusta, käyttöä, jätteiden muodostumista, varastointia ja hävittämistä sekä kuljetusta koskevia erityispiirteitä ja riskejä ei ole säädöksissä huomioitu. Samoin nykyisissä säädöksissä panostuslaitteistojen tai -ajoneuvojen suunnittelua, käyttöönottoa, käyttöä ja kunnossapitoa vaatimuksia ei ole asetettu ottaen huomioon niiden erityispiirteet ja riskit, vaan nykyisten säädösten perusteella panostuslaitteisto tai -ajoneuvo ja sen käyttö rinnastetaan räjähdetehtäaseen.

6 Toimenpide-ehdotukset

Tutkintaryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi:

Suosituksukset alan toiminnanharjoittajille

- Valmistuksesta vastaavan johtajan ja hänen sijaisensa rooli ja tehtävät selkiytetään emulsioräjähteiden paikanpäällä tapahtuvassa valmistuksessa ja suhteessa räjäytystyönjohtajan vastuuseen ja tehtäviin. Erityisesti niissä tilanteissa, joissa panostuslaitteiston viranomaisluvat ovat asiakkaalla ja valmistuksesta vastaava johtaja on ulkoistettu taho tai käy työkohteessa muutoin satunnaisesti.
- Jätteiden lajittelua, pakkausta, merkintää ja vastaanottomenettelyjä koskevien ohjeiden noudattamista valvotaan ja epäselvät pakkaukset selvitetään välittömästi lähettäjän kanssa. Johtamisessa ja valvonnassa uusien ohjeiden koulutuksesta, toimeenpanosta ja noudattamisesta varmistutaan.
- Varastointiin käytettävien IBC-pakkausten pitää olla ehjiä, tarkastettuja ja hyväksytyjä vaarallisten aineiden kuljetukseen ja varastointiin. Vaatimustenvastaiset pakkaukset poistetaan käytöstä.
- Vastuuhenkilöt ja toiminnanharjoittaja huolehtivat siitä, että kohteessa toimitaan lupaehtojen ja viranomaisvaatimusten mukaisesti. Yrityksellä on menettelyt saattaa viranomaistarkastuksilla todettu turvallisuuden kannalta merkittävät asiat myös johdon tietoon ja käsittelyyn. Korjaaviin toimiin ryhdytään viipymättä ja vastuuhenkilöt myös varmistuvat toimenpiteiden riittävydestä.

- Varmistetaan, että vaarallisiin kemikaaleihin ja räjähteisiin liittyvien suuronnettomuus- ja muiden vaarojen hallitsemiseksi rakennettu turvallisuusjohtamisjärjestelmä kattaa kaikki johtamisjärjestelmän osa-alueet (ml. sisäiset auditoinnit ja katselmukset) vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden kannalta.
- Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, miten toiminnassa tapahtuvat merkittävät muutokset vaikuttavat turvallisuuteen. Turvallisuuteen vaikuttavia muutoksia voivat olla tuotannon voimakas ja nopea kasvu, uuden teknologian ja uudenlaisten tuotteiden käyttöönotto tai muutokset organisaation rakenteissa tai toimitusketjussa. Muutosten turvallisuusvaikutusten tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi tulee järjestää henkilöstökoulutusta ja kehittää ohjeistusta.
- Johtamisjärjestelmään sisällytetään menettelyt ja henkilöstölle järjestetään koulutusta turvallisuuden kannalta merkittävien poikkeamien tunnistamiseksi ja käsittelemiseksi.
- Ympäriöille asutukselle tarkoitettu turvallisuustiedote päivitetään vastaamaan kemikaali- ja räjähdessäädösten vaatimuksia.

Suosituksset pelastussuunnitelmien laadintaa ja harjoittelua varten

- Varmistetaan, että turvallisuusselvityksessä esitetyt skenaariot on otettu huomioon sisäisten ja ulkoisten pelastussuunnitelmien laadinnassa
- Varmistetaan, että sisäisten ja ulkoisten pelastussuunnitelmien laadinnassa otetaan huomioon muut tehdasalueella tai sen läheisyydessä toimivat yritykset ja niiden toimintaan mahdollisesti liittyvät suuronnettomuusvaarat ja niiden vaikutukset. Periaatteena on, että yksittäisen kohteen räjähdys tai muu onnettomuus ei välity eteenpäin
- Varmistetaan, että harjoitellaan suunnitelmallisesti ja kattavasti tunnistettuja skenaariota vasten

Suosituksset Tukesin valvonnan ja viestinnän kohdentamiseksi ja kehittämiseksi

- Selvitetään räjähdevalmistajien ja räjäytystyökohteiden toimintatapoja emulsioräjähteiden valmistuksessa ja käytössä syntyvien jätteiden lajittelemiseksi, varastoinnaksi ja hävittämiseksi
- Korostetaan suuronnettomuusvaarallisten laitosten johdon ja henkilöstön omaa vastuuta turvallisuudesta ja säädösten, viranomaisvaatimusten ja yrityksen omien ohjeiden mukaisesta toiminnasta.
- Viestitään ja varmistetaan, että turvallisuusjohtamisjärjestelmä on kokonaisuudessaan toimeenpantu vaarallisten kemikaalien tai räjähteiden aiheuttamien suuronnettomuusvaarojen ja muiden kemikaalivaarojen näkökulmasta.
- Toiminnanharjoittajan selvityksissä esittämille korjaaville toimenpiteille tulee esittää määräaika, mihin mennessä valvonnassa havaitut poikkeamat on korjattu. Turvallisuuden ja lupaehtojen kannalta merkittävien poikkeamien hoitamista hyväksytyssä aikataulussa valvotaan tehostetusti.
- Turvallisuuden kannalta merkittävien tai toistuvien puutteiden korjaamiseksi käytetään tarvittaessa voimakkaampia valvontakeinoja (tarkastusvälin tiheys, uhkasakko, toiminnan keskeytys, luvan peruutus).
- Tarkennetaan sisäisiä menettelyjä siten, että turvallisuuden kannalta merkittävät tai ongelmalliset havainnot tulevat järjestelmällisesti myös Tukesin johdon tietoon ja käsittelyyn.
- Tehdään yhdistettyjä määräaikaistarkastuksia tehdasalueisiin, joissa yhdessä yrityksessä tapahtunut onnettomuus voi lisätä onnettomuusvaaraa muissa yrityksissä (dominolaitokset)

Suosituksset säädösten kehittämiseksi

- Valmistuksesta vastaavan johtajan ja hänen sijaisensa rooli ja tehtävät tulee selkiyttää emulsioräjähteiden paikanpäällä tapahtuvassa valmistuksessa. Erillisen panostuslaitteiston käytönaikaisen vastuuhenkilön nimeämistä on harkittava, jos valmistuksesta vastaava johtaja on ulkoistettu tai muutoin käy työkohteessa satunnaisesti.
- Nykyinen räjähdelainsäädäntö on laadittu perinteisille louhintaräjähteille. Säädöstä suositellaan muutettavaksi siten, että otetaan huomioon emulsioräjähteiden valmistusta, käyttöä, jätteiden muodostumista, varastointia ja hävittämistä sekä kuljetusta koskevat erityispiirteet ja riskit.
- Nykyisten säädösten perusteella panostuslaitteisto rinnastetaan räjähdetehtäseen. Säädöstä suositellaan tarkennettavaksi ottaen huomioon panostuslaitteiston tai panostusajoneuvon erityispiirteet ja riskit. Panostuslaitteistoa tai -ajoneuvoa koskevissa vaatimuksissa tulisi selkeästi esittää suunnittelua, käyttöönottoa, käyttöä ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset ja lupaehdot.
- Räjähdeseituksen kokonaisuudistus on ajankohtainen ottaen huomioon emulsioräjähteiden valmistuksen ja käytön viimeaikainen merkittävä kasvu. Kokonaisuudistuksen tärkeyttä lisää säädöksen osittainen vanhentuneisuus ja yksittäisten säädösuudistusten suuri määrä.

Lähteet

AEISG. Code of Practice - Elevated Temperature and Reactive Ground. Internet-lähde.

[http://www.aeisc.org/images/stories/sept12/aeisc_elevated_temp_reactive_grnd_cod_ed3_june12Final.p, 24.9.2013]

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005.

Lamnevik, S. 1990. Explosiva förlopp - Grunder för konsekvens- och riskanalys.

Poliisin kuvamateriaali onnettomuuspaikalta 11.7.2013.

Räjähdeasetus 473/1993.

Selvitys räjähdevarastojen vaikutuksista, osa 1 räjähdyspaine. Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen selvitys Tukesille 20.6.2013.

Suomen kemian seura, räjähdeyhdistys. 2005. Räjähdekirja. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. ISBN 952-91-8604-5.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston arkisto. Oy Forcit Ab:n ilmoitukset, luvat ja muut valvontaan liittyvät asiakirjat.

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston arkisto. Pyhäsalmen kaivoksen ilmoitukset, luvat ja muut valvontaan liittyvät asiakirjat.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2013. Tuotantolaitosten sijoittaminen - opas. Libris. Helsinki. ISBN 978-952-5649-16-1.

Työturvallisuuskeskus. 2012. Räjätys- ja louhintatyön turvallisuusohje. 3. painos. ISBN 978-951-810-442-4

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta 855/2012.

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 856/2012.

VTT. Riskianalyysit - räjähdysriskit. Internet-lähde. [saatavissa:

http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_rajahdykset.jsp?lang=fi, 24.9.2013]

Suuronnettomuuden vaaratilanteen tutkinta

Tapahtuman vakavuuden ja laajojen evakuoititoimien vuoksi Tukes nimitti tutkintaryhmän 11.7.2013 selvittämään Oy Forcit Ab:n Vihtavuoren tehdasalueella sattuneen suuronnettomuuden vaaratilanteen syitä ja esittämään suosituksia vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi (6398/06/2013). Tutkintaryhmä käynnisti työnsä samana päivänä.

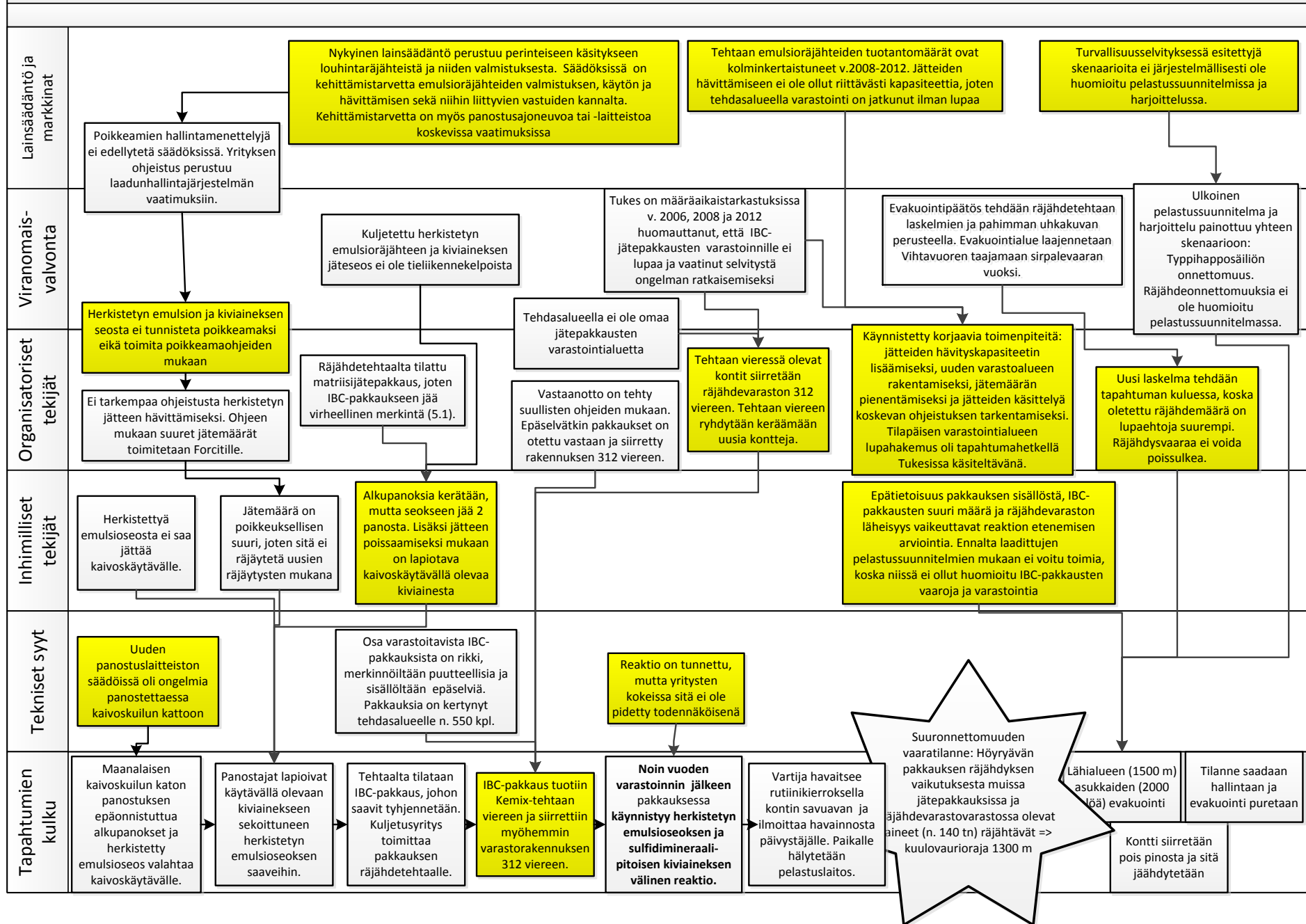
Tutkinta käynnistettiin perehtymällä valvonnan asiakirjoihin (ilmoitukset yrityksen vastuuhenkilöistä, räjähteiden varastointia koskevat luvat, määräaikaistarkastusten pöytäkirjat, yritykseltä vaaditut selvitykset ja lisätiedot). Tutkinnan aikana aineistoa täydennettiin perehtymällä yrityksen turvallisuusselvitykseen sekä sisäiseen ja ulkoiseen pelastussuunnitelmaan. Tutkinta-aineistoa täydennettiin tutkinnan edestessä kohdeyrityksiltä pyydytyillä asiakirjoilla ja lisäselvityksillä.

Tutkintaryhmä teki paikkatutkintaa ja haastatteluja Vihtavuoren tehdasalueella 12.7. ja 16.7.2013 Forcitin Vihtavuoren tehdasalueella. Tukes otti tehdasalueelta runsaasti valokuvia ja lisäksi Tukes sai käyttöönsä poliisin ja pelastusviranomaisten kuvamateriaalia. Paikkatutkinnassa 12.7. keskityttiin höyryneen IBC-pakkauksen sisällön selvittämiseen ja IBC-pakkausten varastointiin tehdasalueella. Tapahtumapaikalla haastateltiin Forcitin vastuuhenkilöitä. Tukesin tutkintaryhmän lisäksi tapahtumapaikalla olevit poliisi, onnettomuustutkintakeskus ja pelastusviranomaiset. Paikkatutkinnassa 16.7. haastateltiin vartioita, tuotannon työntekijöitä ja jätteiden vastoonottoon, varastointiin ja hävittämiseen osallistuneita työntekijöitä sekä Forcitin vastuuhenkilöitä. Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina. Tutkinnan loppuvaiheessa tutkintaryhmä haastatteli toiminnanharjoittajan edustajia yksilöhaastatteluissa 6.10. ja 8.10. Lisäksi 11.10. haastateltiin Eurenco Vihtavuori Oy:n edustajaa. Tutkinnan aikana yhteistyö Forcitin kanssa sujui hyvin ja avoimesti, tutkintaryhmä sai viipymättä kaikki pyytämänsä tiedot.

Tutkinta laajennettiin koskemaan myös Pyhäsalmen kaivosta, kun höyryneen pakkauksen alkuperä selvisi. Tutkintaryhmä teki paikkatutkintaa Pyhäsalmen kaivoksella 23.7.2013 haastatteleamalla yrityksen johtoa ja panostushenkilöstöä sekä perehtymällä kaivoksella meneillään olevaan panostustyöhön. Tutkintaryhmä otti valokuvia panostustyöstä sekä vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden sekä jätteiden varastoinnista kaivoksessa. Tutkintaryhmä totesi, että tapahtuman perusteella Pyhäsalmen kaivos oli jo toteuttanut korjaavia toimenpiteitä vaarallisten aineiden ja jätteiden varastoinnissa. Tukesin tutkintaryhmän lisäksi Pyhäsalmen kaivoksella oli liikkuva poliisi ja onnettomuustutkintakeskus. Pyhäsalmen kaivoksella tehdyt haastattelut toteutettiin ryhmähaastatteluna. Tutkintaryhmän yhteistyö myös Pyhäsalmen kaivoksen kanssa sujui hyvin ja avoimesti, tutkinnan kannalta tarpeelliset asiakirjat ja lisätiedot saatiin viipymättä.

Tutkintaraportin kirjoittaminen aloitettiin 24.7.2013 Tukesin onnettomuustutkintaa koskevien ohjeiden mukaisesti. Heti tutkinnan alussa laadittiin ensimmäinen luonnos tapahtumien kulusta ja niihin vaikuttaneista tekijöistä (Accimap). Accimap-menetelmää käytettiin ohjaa tutkinnan tietojen keruuta ja tulosten keruuta. Accimap-kuvaa päivitettiin tutkinnan edetessä ja viimeisteltiin tutkintaraporttiin. Tutkintaryhmä kuuli raporttiluonnoksesta Forcitin ja Pyhäsalmen kaivoksen johtoa ja vastuuhenkilöitä. Raporttiluonnoksen pohjalta järjestettiin Forcitin kuulemistilaisuus 16.10. ja 21.10. Kuulemistilaisuuden tarkoituksena oli varmistua tutkintaraportissa esitettyjen tietojen oikeellisuudesta ja tarkentaa epäselväksi jääneitä asioita. Tutkinnan loppussa raportti lähetettiin kuultavaksi Forcitille ja Pyhäsalmen kaivokselle. Raporttia koskevat huomautukset ja muutosehdotukset perusteluineen yritykset toimittivat aikataulun mukaisesti 25.10.2013. Tutkintaryhmä viimeisteli lopullisen raportin kuulemiskommenttien perusteella.

Suuronnettomuuden vaaratilanne ja siihen vaikuttaneet tekijät Pyhäsalmen kaivoksella ja Oy Forcit Ab:n Vihtavuoren tehdasalueella (accimap)



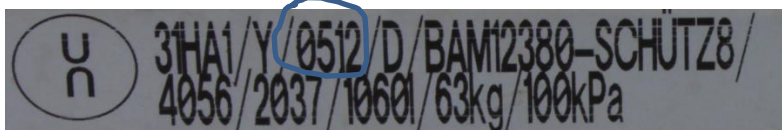
Vaarallisten kemikaalien kuljetukseen ja varastointiin tarkoitettu muovinen IBC-pakkaus

Vaarallisten kemikaalien kuljetukseen tarkoitettu muovinen IBC-pakkaus valmistetaan yleisesti HD-polyeteenistä. Markkinoilla on myös polyamidi 6:sta tehtyjä pakkauksia, mutta tässä tarkastellaan vain HD-polyeteenistä valmistettuja. Materiaalin sulamislämpötila on 110 - 135° C. IBC-pakkauksia on 600 - 1000 l kokoisina. Yleinen koko IBC:llä on 1000 l. Pakkaus täytetään yläkautta ja tyhjennysyhde sijaitsee alhaalla.

Yhdistetyssä IBC-pakkauksessa pakkauksen muovisen sisuksen ympärillä on metallikehikko antamassa tukea pakkaukselle ja pakkaus on asennettu alustalle.



Tällainen pakkaus on päätyypiltään yhdistetty IBC-pakkaus, alatyyppiä 31HA1 (muovinen sisäsäiliö sijoitettuna metallihäkkikehikkoon). Säiliön tyyppikilvessä on ilmoitettu säiliön valmistuskuukausi ja -vuosi. Pakkaus tulee tarkastaa viimeistään 2.5v kuluttua kilpeen merkitystä valmistusajankohdasta ja poistaa käytöstä 5 vuoden päästä. Säiliön tulee pysyä ehjänä ja tiiviinä käyttöikänsä ajan.



2.5 vuoden määräaikaistarkastuksessa tarkastuslaitos merkitsee tyyppihyväksynnän lähelle tiedot tarkastuksesta, kuka suorittanut ja koska.

Kyseisessä pakkauksessa saa kuljettaa ammoniunnitraattiemulsiota (YK-3375), mikäli VAK-tarkastuslaitos on hyväksynyt pakkauksen tähän käyttöön. Tyyppihyväksymistodistuksessa tulee olla tästä hyväksymisestä maininta. Kun matriisi aktivoidaan räjähteeksi, siitä muodostuu YK-numeron 0241 louhintaräjähdde, tyyppi E. Sen kuljettaminen yhdistetyssä IBC-pakkauksessa on sallittu pakkaustapa IBC100 (31HA1 kelpaa) ja erityismääräyksen B 10 perusteella (oleellinen ainesosa on vesi, johonka ammoniumnitraatti tai muut hapettimet ovat liuenneena). Tähän sisältyy kuitenkin ehto, että sisältö on vapaasti virtaava neste. Lähtökohtaisesti YK-numeroiden 3375 ja 0241 nimikkeiden kuljettaminen näissä IBC-pakkauksissa on VAK-määräysten mukaista, mikäli pakkaus on testattu ja hyväksytty myös matriisiemulsion kuljettamiseen.

Edellä olevassa tarkastelussa lähtökohta on se, että aineet ovat puhtaita ilman muita aineita, kuten työmaalta peräisin olevia epäpuhtauksia tai vieraita esineitä. Mikäli joukossa on epäpuhtauksia, kuten rättejä tai hanskoja, tai pakkaukset eivät ole tiiviitä ja ehjiä, on niiden käyttäminen kuljetukseen VAK-määräysten vastaista.

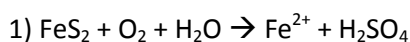
VAK-lain 7§:ssä, **laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 719/1994**, säädetään yleisistä toimijoiden velvollisuuksista kuljetustapahtumassa seuraavasti: ... *Vaarallisten aineiden kuljetuksessa ja siihen liittyvissä muissa toimenpiteissä, kuten pakkaamisessa ja tilapäisessä säilytyksessä, on noudatettava tarvittavaa huolellisuutta ja varovaisuutta ottamalla huomioon kuljetettavan aineen laji, määrä ja kuljetusmuoto. ... Vaarallisten aineiden kuljetuksen ja tilapäisen säilytyksen turvallisuuteen vaikuttavien, kuten pakkaajan, lähettäjän, laivaajan, lastinantajan, kuormaajan, kuljetuksen suorittajan, kuljettajan ja vastaanottajan, on omalta osaltaan huolehdittava siitä, että onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä niistä ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle aiheutuvien vahingollisten seurausten vähentämiseksi tarvittavat toimenpiteet tulevat tehdyiksi.*

Ammoniumnitraatin ja pyriittipitoisen kiviaineksen välinen reaktio

Kaivosteollisuudessa reaktioherkkä kallioperä (reactive ground) tarkoittaa räjähteissä olevan ammoniumnitraatin ja kiviaineksessa olevien sulfidien (erityisesti rauta ja kupari sulfidit) välistä mahdollista reaktiota.

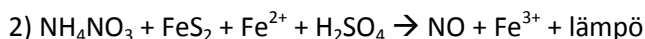
Ammoniumnitraatin ja sulfidien välinen reaktio on autokatalyyttinen prosessi, joka saattaa tietyn kehitymisajan jälkeen johtaa hallitsemattomaan eksotermiseen hajoamiseen, vaikka lähtötilanteessa seoksen lämpötilan olisi ympäristön lämpötilassa 20°C.

Luonnollisessa oksidoivassa ympäristössä ympäröivän ilman happi aikaan saa sulfidien, kuten pyriittien, hajoamista ferroraudaksi Fe^{2+} ja rikkihapoksi. Tätä hajoamista tapahtuu aina, kun sulfidit ovat alttiina ilman hapelle. Tähän reaktioon ei vaadita nitraatteja.

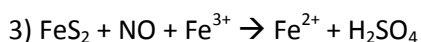


Tämä reaktio on eksoterminen ja tietyissä reaktiivissa tapauksissa voi johtaa porareikien kuumenemiseen. Lämmön nousu voi olla vain 2°C tai useita satoja asteita.

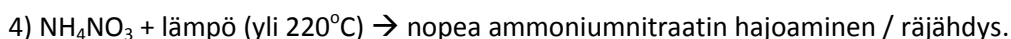
Ammoniumnitraatin, ferroraudan ja rikkihapon ollessa kosketuksissa toisiinsa, voi johtaa nitraatin hajoamiseen. Tämä hajoamisreaktio on autokatalyyttinen ja tuottaa tarvittavat katalyytit edetessään.



Tässä vaiheessa syntyneet typpioksidi ferriittirauta reagoivat pyriitin kanssa tuottaen lisää ferrorautaa ja rikkihappoa.



Nämä edellämainitut reaktiot ovat eksotermisiä, niiden nopeus voi olla niin hidas, ettei lämpötilan nousua tapahdu tai tapahtuu hyvin vähän. Tarvittavan katalyyttien pitoisuuden määrän saavuttamiseen menee tietty aika. Tämän jälkeen reaktionopeus kasvaa jyrkästi ja tuottaa runsaasti lämpöä, joka johtaa lämpötilan rajuun nousuun ja sitä kautta hyvin nopeaan jäljellä olevan ammoniumnitraatin hajoamiseen väistämättä.





HELSINKI PL 66 (Opastinsilta 12 B), 00521 Helsinki

TAMPERE Kalevantie 2, 33100 Tampere

ROVANIEMI Valtakatu 2, 96100 Rovaniemi

VAIHDE 029 5052 000 | www.tukes.fi