

## **RÄJÄHTEET TULIPALOISSA, LISÄTIETOA**

### **1. RÄJÄHDYKSEN AIHEUTTAMAT VAARAT**

- 1.1 Paineaalto
- 1.2 Sirpaleet
- 1.3 Heitteet
- 1.4 Lämpö
- 1.5 Myrkylliset kaasut
- 1.6 Tärinä
- 1.7 Melu

### **2. HUOMIOITA ERITYYPPISTEN RÄJÄHTEIDEN KÄYTTÄYTYMISESTÄ**

- 2.1 Siviiliräjähdeet**
- 2.2 Omatekoiset räjähteet
- 2.3 Sotilasräjähteet**
  - 2.3.1 Varsinaiset räjähdysaineet
  - 2.3.2 Ruudit
  - 2.3.3 Pyrotekniset massat
  - 2.3.4 Käsiaseiden patruunat
  - 2.3.5 Tykkien, kranaatinheittimien ja sinkojen ampumatarvikkeet
  - 2.3.6 Sytyttimet, nallit
  - 2.3.7 Epäherkät IM-räjähdeet
  - 2.3.8 Pioneerialan erityisräjähteet
  - 2.3.9 Merivoimien erityistarpeisiin tarkoitetut räjähteet
  - 2.3.10 Ilmavoimien erityistarpeisiin tarkoitetut räjähteet

### **3. VARASTOINTI**

### **4. SAMMUTTAMINEN, PELASTAMINEN JA ENNAKOIVAT TOIMENPITEET**

- 4.1 Sammutus- ja pelastustoiminnan ennakointi ja johtaminen
- 4.2 Sammutus- ja pelastustaktiikka ja -tekniikka räjähdevarastoilla

### **LÄHTEET**

## 1. RÄJÄHDYKSEN AIHEUTTAMAT VAARAT

Räjähdyks on kemiallinen ilmiö, jossa räjähteiden sisältämä kemiallinen energia muuttuu suurella nopeudella pääasiassa mekaaniseksi työksi ja lämmöksi. Mekaaninen työ voi ilmetä paineaaltona, sirpaleina, heitteinä, tärinä ja meluna.

Räjähdyksessä on aina mukana paineaalto. Muiden ilmiöiden syntymiseen vaikuttaa räjähteen rakenne, käytetty räjähdysaine ja sen määrä sekä pakkaus ja muut rakenteet räjähteen ympärillä.

Räjähdyksissä syntyy myrkyllisiä kaasuja.

Räjähdyksipaikoilla on usein myös vaara sortumista ja putoilevista esineistä. Rikottuva lasi on aiheuttanut useita henkilövahinkoja.

### 1.1 Paineaalto

Kun räjähdys tapahtuu maanpinnalla tai sen yläpuolella, äkillinen laajeneminen sysää liikkeelle ilmassa etenevän paineaallon. Paineaalto leviää periaatteessa pallomaisesti, mutta rakenteet suuntaavat sitä. Paineaalto heijastuu seinistä ja esteistä niin, että sen lähtökulma on samansuuruinen kuin tulokulma. Paineen heijastumisen takia saattaa jossain suhteellisen lähellä räjähdyspistettä olevan suojarakenteen takana olla turvallinen paikka, mutta vain vähän kauempana olevan suojarakenteen takana paineen heijastuminen saa aikaan pahaa tuhoa.

Painearvoja ja niiden arvioituja vaikutuksia ihmiseen:

|      |         |  |
|------|---------|--|
| noin | 16 kPa  | hetkellinen kuulon menetys                           |
|      | 23 kPa  | 1 % todennäköisyys tärykalvon repeämälle             |
|      | 68 kPa  | keuhkorepeämä  |
|      | 100 kPa | 50 % todennäköisyys tärykalvon repeämälle            |
|      | 186 kPa | 1 % todennäköisyys kuolemalle                        |
|      | 500 kPa | kuolleisuus 99 % ylipaineen kestoajan ollessa 400 ms |

### 1.2 Sirpaleet

Sirpaleita syntyy erityisesti vaarallisuusluokkaan 1.2 kuuluvien tuotteiden sekä prosessilaitteistojen räjähdyksissä. Syntyvien sirpaleiden koko riippuu kuoren tai laitteen materiaalin laadusta, lujuudesta ja paksuudesta, räjähdysaineen detonationopeudesta (räjähdysnopeudesta) ja räjähdysenergiasta. Sirpaleiden lähtönopeus on noin 1000 m/s.

Sirpaleiden lentosuunta ja lähtökulma (lentonrata) ovat onnettomuuksissa yleensä satunnaisia. Sirpaleiden vaarallisuuteen vaikuttaa niiden koko, tuloisuus ja kulma.

Suomessa on vakiintunut normiksi, että suojauksen riittävyttä tarkasteltaessa pidetään vaarallisena sirpaletta, jonka liike-energia on yli 80 kJ. Ohessa sirpaleiden 80 kJ liike-energiaa vastaavia tyypillisiä etäisyyksiä:

|       |       |
|-------|-------|
| 0,5 g | 13 m  |
| 1 g   | 25 m  |
| 2 g   | 40 m  |
| 4 g   | 70 m  |
| 8 g   | 120 m |

### 1.3 Heitteet

Räjähdyksen paineaalto voi rikkoa ja heittää erilaisia räjähteen ulkopuolella olevia kohteita useiden satojen metrien päähän. Heitteitä voi muodostua pakkauksista, viereisistä räjähteistä, rakennuksista, muista esineistä, koneista ja laitteista.

Heitteiden massajakauma on erittäin laaja, jotkut voivat painaa satoja kiloja. Koon ja vaikutusetäisyyteen vaikuttaa oleellisesti se mistä heitteet ovat muodostuneet ja miten lähellä räjähdyspistettä ne ovat olleet.

Heitteiden lentosuunta ja lähtökulma (lentorata) ovat onnettomuuksissa yleensä satunnaisia. Heitteiden vaarallisuuteen vaikuttaa niiden koko, tulonopeus ja tulo-kulma

Ihmiselle voi myös aiheutua vammoja paineaallon heittäessä hänet päin kiinteää estettä.

Poikkeuksellisen hankalia ovat sellaiset tapaukset, joissa räjähdyspisteen läheisyydessä olevia räjähteitä lentää ympäristöön, joko paineen tai räjähteen oman ajonpanoksen voimasta.

### 1.4 Lämpö

Räjähdyksessä muodostuu kuumia räjähdyskaasuja, jotka muodostavat tulipallon, jonka välitön polttovaikutus kohdistuu ihon paljaisiin osiin. Vaatteet voivat syttyä tuleen polttovaikutuksen seurauksena. Tulipallon polttovaikutus ulottuu 2 – 3 kertaa säteen etäisyydelle. Tulipallon säteelle ja kestoajalle on johdettu kokeisiin perustuvat kaavat.

Tulipallon säde R metreinä voidaan arvioida kaavalla:

$$R = 1,88m^{0,325}, \text{ jossa}$$

[m] on räjähteessä olevan räjähdysaineen massa kilogrammoina.

Vastaavasti tulipallon kesto aika T voidaan arvioida kaavalla:

$$T = 0,258m^{0,349}$$

## 1.5 Myrkylliset kaasut

Sotilasräjähteiden räjähtäessä syntyy hiilidioksidia, typpeä, vetyä ja pieniä määriä hiilimonoksidia, typpioksideja, kiinteitä oksideja ja palamisjätteitä. Kaasuista myrkyllisimpiä ovat typpioksidit ja hiilimonoksidi.

Räjähteiden palaessa syntyy aina erittäin runsaasti myrkyllisiä palokaasuja. Kaasut ovat ilmaa raskaampia ja ne kertyvät mataliin tiloihin, joista ne eivät poistu luonnollisella ilmanvaihdolla. Myrkyllisten kaasujen mahdollisuus tulee ottaa erityisesti huomioon maanalaisissa tiloissa ja maastopainanteissa.

## 1.6 Tärinä

Paineaallon kohdatessa kiinteän rakenteen, jonka lujuus on riittävän suuri kestääkseen kyseisen rasituksen, ilmenevät paineen vaikutukset rakenteessa tärinänä. Tärinä voi välittyä rakenteiden tai maaperän kautta ympäristöön. Voimakas tärinä voi rikkoa luita ja kudoksia.

Jos ihmiskehoon kohdistuva kiihtyvyystrasitus vaikuttaa yli 3 ms ja on yli 80 G ( $800 \text{ m/s}^2$ ), seurauksena voi olla aivovamma. Tärinän vaikutuksesta ihminen voi myös menettää tasapainonsa ja kaatua ja loukata itsensä tällä tavoin.

Koville pinnoille tapahtuvissa törmäyksissä, jotka eivät tapahdu pystysuoraan päädellä ja joissa iskunopeus ylittää 3 m/s, voi seurauksena olla kallonmurtuma. Yli 7 m/s tapahtuvissa törmäyksissä kallovasa on lähes 100 % varma. Terävät kulmat voivat olla hyvin kriittisiä jo alle 3 m/s törmäyksissä.

## 1.7 Melu

Räjähdyksen yhteydessä ilmenee impulssimelu. Räjähdyksen paineaallon huippupaineen alennuttua sellaiselle tasolle, ettei se uhkaa henkeä, jää jäljelle kuitenkin melu, joka voi johtaa pysyvään kuulovammaan 0,2 kPa ylittävillä paineilla. Työlainsäädännössä tämä arvo on asetettu hetkellisen äänenpaineen rajaksi.

Eri painearvoja vastaavia impulssimeluarvoja:

|         |        |
|---------|--------|
| 0,2 kPa | 140 dB |
| 2 kPa   | 160 dB |
| 3 kPa   | 164 dB |
| 14 kPa  | 177 dB |
| 28 kPa  | 183 dB |

## 2. HUOMIOITA ERITYYPPISTEN RÄJÄHTEIDEN KÄYTTÄYTYMISESTÄ

Räjähdysaineet voidaan jakaa siviiliräjähteisiin, sotilasräjähteisiin sekä omatekoisiin räjähteisiin.

### 2.1 Siviiliräjähteet

Siviiliräjähteillä tarkoitetaan yleisimmin louhintatöissä käytettäviä räjähdysaineita. Näitä ovat esim. dynamiitti, emulsioräjähdysaineet, aniitti, anfo, putkipanokset, räjähtävät tulilangat jne.

Räjähdysaineiden olomuoto voi olla rakeista, jauhomaista, muovailtavaa, valettua, puristettuja sekä nestemäisenä. Räjähdysaineita esiintyy kaiken värisinä ja sen lisäksi niitä voidaan värjätä. Esimerkiksi kaikkien tuntemaa dynamiittia valmistetaan ympäri maailmaa erivärisenä eli ei voida sanoa, että jokin tietty aine on aina samanväristä. **Irrallisten ilman pakkausta olevien räjähdysaineiden tunnistaminen voi olla vaikeaa** jopa asiantuntijalle em. seikkojen takia.

Eräiden arvioiden mukaan maailmassa tunnetaan lähes 20000 erilaista räjähdysaineseosta. Monet räjähdysaineista tosin pitävät sisällään seuraavia yleisimmin tunnettuja aineosia kuten ammoniumnitraattia, pentriittiä, nitroglykolia ja trinitrotolueenia (TNT).

TNT on tunnetuimpia räjähdysaineita. Kyseinen aine esiintyy valettuna, jauheena, rouheena tai rakeisena. TNT on maailmalla yleisesti käytetty sotilasräjähde sekä aineosana siviiliräjähteissä.

Ammoniumnitraatti on myös perusaine monessa räjähdysaineessa erityisesti louhintakäytössä olevissa siviiliräjähteissä. Ammoniumnitraatti on myös lannoite joten sitä löytyy runsaasti maataloilta. Ammoniumnitraatin varastoinnista on tehtävä ilmoitus paikalliselle pelastusviranomaiselle. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 59/1999, muutos 2010, kts. TUKES ohjeet)

### 2.2 Omatekoiset räjähteet

Omatekoiset räjähdysaineet ovat yleistyneet maailmalla ja Suomessa internetin myötä. Terroristit ovat tehneet tunnetuksi mm. peroksidipohjaisia räjähdysaineita kuten TATP ja HMTD. Näiden tarveaineet on helppo saada hankittua ja ohjeet löytyvät netistä. Ongelma näiden aineiden sekä monen muun omatekoisen räjähteen käsittelyssä on niiden isku- ja hankausherkeytyys eli ne voivat olla erittäin herkkiä räjähtämään pienestä ulkoisesta ärsykkeestä kuten lämpö, hankaus, isku ym.

Omatekoisia räjähdysaineita on hyvin erilaisia, eri ainesekoituksilla. Osa on hyvin yksinkertaisia valmistaa arkisista aineista ja osa vaatii monimutkaisempaa kemian osaamista ja asiaan kuuluvia välineitä. Omatekoisten aineiden olomuoto ja väri voivat vaihdella hyvin paljon riippuen käytetyistä lähtöaineista ja niiden tunnistaminen voi olla vaikeaa.

Ammoniumnitraatti on myös omatekoisissa räjähdysaineissa yleisesti käytetty lähtöaine, nimenomaan suurissa omatekoisissa pommeissa.

Poliisilla on vastuu siviili- ja omatekoisten räjähteiden sekä omatekoisten pommi-  
en käsittelystä. Ota yhteys paikalliseen poliisiin asiantuntija-avun saamiseksi paikalle.

## **2.3 Sotilasräjähteet**

### **2.3.1 Varsinaiset räjähdysaineet**

Varsinaiset räjähdysaineet kuuluvat pääsääntöisesti vaarallisuusluokkaan 1.1.

Varsinaiset räjähdysaineet detonoivat (räjähtävät) jossain vaiheessa tulipaloa. Detonaatiohetki on riippuvainen räjähdysaineen laadusta ja määrästä.

Varsinaisten räjähdysaineiden humahduspisteet ovat suhteellisen alhaisia (190°C - 290°C) verrattuina tulipalossa syntyviin lämpötiloihin.

#### **Trotyyli (TNT, trinitrotolueeni)**

Pienissä erissä TNT palaa sytytettynä vaikeasti, nopeavalla liekillä. Suurten TNT-määrien palaessa on olemassa räjähdysvaara. Yleensä varastoissa ja kuljetuksissa on niin paljon räjähdysainetta, että tulipalo on kyettävä sammuttamaan heti. TNT:n palaessa syntyy runsasta ja mustaa savua.

Lähtökohtana TNT-palossa on, että koko TNT-määrä räjähtää yhdellä kertaa.

#### **Trotyyliä herkemmit räjähdysaineet**

Pienet heksogeeni- ja heksotolimäärät (<50 kg) palavat vapaassa tilassa detonoimatta. Sulkeumasta riippuen määrän kasvaessa detonaation todennäköisyys kasvaa.

Lähtökohtana on, että trotyyliä herkemmit räjähdysaineet, heksogeeni (RDX), heksotoli, tetryyli ja pentriitti, räjähtävät varmasti niiden sytyttyä palamaan. Tällöin koko räjähdde-erä räjähtää massana.

#### **Muovisidosteiset räjähdysaineet**

Valmistajan muovisidosteisista räjähdysaineista (PBX, FBX) tehtyjä panoksia koskevat samat ohjeet, kuin tavanomaisia räjähteitä, vaikkakin niiden palon kiihtyminen detonaatioksi on epätodennäköisempää kuin tavanomaisilla räjähdysaineilla. Suomessa ei toistaiseksi ole yhtään puolustusvoimien räjähdettä luokiteltu 1.5 tai 1.6 vaarallisuusluokkaan. Tältä osin ohjeet toiminnasta muovisidosteisten räjähdysaineiden pa-loissa eivät poikkea normaalien räjähdysaineiden ohjeista.

### 2.3.2 Ruudit

Ruudit voivat kuulua vaarallisuusluokkaan 1.1 tai 1.3.

Vaarallisuusluokkaan 1.1 kuuluvat ruudit käyttäytyvät varsinaisten räjähdysaineiden tavalla. Vaarallisuusluokkaan 1.3 kuuluvien ruudit palavat tai humahtavat (deflagroivat), mutta suuret määrät voivat myös detonoida.

Ruutien humahduslämpötilat ovat pääsääntöisesti alhaisempia (170°C - 180°C) kuin varsinaisten räjähdysaineiden. Poikkeuksena on musta ruuti, jonka humahduspiste on yli 260°C.

Ruudit syttyvät herkästi ulkopuolisen kuumuuden vaikutuksesta. Savuttomat ruudit palavat vapaassa tilassa sytytettyinä yleensä rauhallisesti. Ruutien palamisnopeus on riippuvainen paineesta, joten suljetussa tilassa palamisnopeus kiihtyy hyvin nopeasti muuttuen helposti räjähdysmäiseksi. Savuttomien ruutien pitkä ja kuuma pistoliekki on hyvin vaarallinen

Ruudin syttyminen johtaa tulipalon nopeaan etenemiseen sekä mahdolliseen massaräjähdykseen, jossa merkittävä osa ruudista räjähtää kerralla.

Ruutivarastopaloissa lentelee melko kauaksikin palavia ruuteja, jotka kuivana vuodenaikana saattavat sytyttää ympäristöön useita uusia palopesäkkeitä.

Savuttomat ruudit saattavat vanhetessaan syttyä itsestään ja räjähtää.

Rakettiruutien palaessa syntyy myrkyllisiä HCl-päästöjä.

### 2.3.3 Pyrotekniset massat

Pyrotekniset massat kuuluvat vaarallisuusluokkaan 1.3, joten ne palavat tai humahtavat. Merkkisavujen humahduspisteet ovat samaa suuruusluokkaa kuin ruutien (185°C - 190°C). Pyrotekniset massat tuottavat palaessaan yleisesti runsaasti myrkyllisiä palokaasuja.

Onnettomuustapauksissa on todettu vaarallisuusluokkaan 1.4 kuuluvien iletulitusrakettien räjähtävän osittain massana vastaten vaarallisuusluokkaa 1.1 räjähteiden käyttäytymistä.

### 2.3.4 Käsiaseiden patruunat

Käsiaseiden patruunat kuuluvat pääsääntöisesti vaarallisuusluokkaan 1.4.

Kuumuudesta syntyneen ruudin palamisesta aiheutuva paine irrottaa luodin hylsystä ja heittää ne vastakkaisiin suuntiin. Näin syntyvien heitteiden liike-energia on kuitenkin suhteellisen pieni.

Syttymis- ja palotapahtuma on melko rauhallinen ja palon etenemisnopeus on pieni. Tämä johtuu pakkausten rakenteesta ja patruunoiden pienestä ruutimäärästä.

Massaräjähdyistä ei tapahdu, vaan palossa räjähtelee epäsäännöllisin väliajoin patruunoita. Tulipalon alkuvaiheessa räjähdyksiä esiintyy vähemmän niiden lukumäärän kasvaessa nopeasti ja vähetessä tulipalon loppuvaiheeseen, jolloin vain silloin tällöin voidaan erottaa patruunan räjähdys.

### **2.3.5 Tykkien, kranaatinheittimien ja sinkojen ampumatarvikkeet**

Tykkien ja kranaatinheittimien ampumatarvikkeet kuuluvat pääsääntöisesti vaarallisuusluokkaan 1.2. Ontelolaukaukset (singon ampumatarvikkeet) on luokiteltu vaarallisuusluokkaan 1.1 ja panokset 1.3.

Panokset kiihdyttävät palonopeutta ja aikaistavat räjähdystä. Valojuovapanokset lisäävät palon leviämistä. Savu- ja valoammusten palo saattaa kiihtyä nopeasti.

Kranaattien varastosuojapalon osalta on vaikutusta sillä miten kranaatit on pakattu ja millainen vaarallisuusluokka niillä on. Jos kranaatit on luokiteltu vaarallisuusluokkaan 1.1, on odotettavissa massaräjähdyks. Massaräjähdyks voi olla myös mahdollinen, vaikka vaarallisuusluokkana olisikin 1.2. Tämä johtuu siitä, että luokituskokeet tehdään pienemmillä materiaalmäärillä kuin mitä normaalisti on varastoituna. Luokituskokeet on lisäksi kehitetty ensisijaisesti räjähteiden kuljetuksia varten, jolloin räjähdemäärät ovat pienempiä kuin varastoitaessa.

Siihen milloin räjähdys on tulipalossa mahdollinen, vaikuttaa pakkausten lisäksi mm. se onko kranaatissa sytytin kiinni vai ei. Sytyttimelliset kranaatit räjähtävät aikaisemmin kuin ilman sytytintä varastoidut.

Jos kranaatti räjähtää varastosuojassa, on tästä seurauksena pakkauksen rikkoutuminen ja pinon hajoaminen. Pinosta kranaatit lentävät n. 50 m - 500 m säteelle, siten että 100 m säteellä on n. 90 % pinon kranaateista.

Kun kranaatti räjähtää, se sirpaloituu. Sirpaleiden määrä ja koko sekä lähtönopeus riippuvat useasta tekijästä. Mitä paksumpi kuori on, sitä suuremmat ovat sirpaleet.

Tulipaloissa voidaan lähtökohtana pitää kranaatin detonaatiota ja tarkastella sirpale- ja painevaikutusta sen perusteella.

Sinkojen ampumatarvikkeiden, pohja- ja kylkimiinojen, routapanosten ja tykistön ontelokranaattien panssarin läpäisykyky perustuu suunnattuun räjähdysvaikutukseen, jossa suuri osa räjähteen voimasta keskittyy yhteen suuntaan.

Suunnatun räjähdysvaikutuksen vaikutus ulottuu sangen etäälle, sillä suihku voi säilyttää melkoisen läpäisykyvyn melko kauas. Suurehkoilla kaliipereilla suihku voi olla tehokas satojen metrien päähän. 1 kg routapanoksen suihku on koossa vielä 150 m päässä ja metallisuppilon jäänteitä voidaan havaita vielä 200 m päässä. Suihkut saattavat suuntautua kaikkiin mahdollisiin suuntiin.

Kranaattiräjähdyksen tulipallon halkaisija on pienempi kuin sirpaleiden tai paineaallon vahingollinen ulottuvuus.



Sirpalekranaattien painevaikutus rajoittuu muutamien metrien päähän räjähdyspisteestä.

Tykistö- ja kranaatinheittimen kranaatin räjähdyksessä vammojen aiheuttajina ovat sirpaleet, sillä 100 kPa raja alittuu jo viiden metrin päässä kranaatin räjähdyspaikasta.

### **2.3.6 Sytyttimet, nallit**

Sytyttimissä ja nalleissa käytetyt aloiteräjähdysaineet räjähtävät herkästi kuumuudesta.

### **2.3.7 Epäherkät IM-räjähteet**

Epäherkät IM-räjähdysaineet kuuluvat vaarallisuusluokkaan 1.5 ja niiden käyttäytyminen tulipalossa on vastaavaa kuin vaarallisuusluokkaan 1.1 kuuluvien räjähteiden.

Epäherkistä IM-räjähdysaineista valmistetut tuotteet kuuluvat vaarallisuusluokkaan 1.6 ja ne käyttäytyvät tulipalossa pääsääntöisesti kuin vaarallisuusluokkaan 1.2 kuuluvat räjähteet.

### **2.3.8 Pioneerialan erityisräjähteet**

Pioneerialan päätuotteet, miinat ja panokset, ovat yllämainituilla aineilla täytettyjä metalli- tai muovikuorisia välineitä. Ne ovat pääsääntöisesti massaräjähdysvaarallisia tuotteita vaarallisuusluokassa 1.1. Kuitenkaan pienten määrien tulipalossa detonaatiota ei tapahdu. Pohjamiina, jossa on muovia, elektroniikkaa, nalli, ruutipanokset ja heksotolia valettuna, paloi kahden miinan kuljetuspakkauksessa loppuun räjähtämättä. Normaalissa varastointi- tai kuljetustilanteessa määrät ovat kuitenkin niin suuria, että palo voi kiihtyä detonaatioksi. Tällöin nopeilla sammutustoimilla on suuri merkitys.

### **2.3.9 Merivoimien erityistarpeisiin tarkoitettut räjähteet**

Merivoimien erityistarpeisiin tarkoitettuja räjähteitä ovat:

- merimiinat
- syvyyspommit
- syvyysraketit
- meri- ja ilmatorjuntaohjukset

Lisäksi merivoimilla on laivatykkien ampumatarvikkeita, jotka eivät palo- ja onnettomuustapauksissa poikkea maavoimien ampumatarvikkeista.

Metallikuoriset kosketusmiinat ja syvyyspommit sisältävät satoja kiloja tavanomaisia räjähdysaineita (TNT, heksotoli, heksotonaali).

Tulipaloissa tapahtuu räjähdys, koska lämmön aiheuttama paine ei pääse purkautumaan eikä räjähdysaine palamaan rauhallisesti. Räjähävä miina aiheuttaa paineen ja vaarallisia sirpaleita, jotka välittävät räjähdyskuuden muihin. Mahdollisesti kaikki varastossa olevat miinat eivät räjähdä samanaikaisesti, vaan eri aikoina, mutta useita miinoja voi räjähtää samanaikaisesti. Sirpalevaaran vuoksi on onnettomuuden leviämistä vaikeaa estää muihin muutaman sadan metrin sisällä oleviin räjähteisiin ja onnettomuuden alettua sitä on vaikea tai mahdoton rajata.

PBX:ää sisältävät miinat palavat yksittäisinä räjähtämättä, mutta jos miinoja on iso määrä yhtä aikaa palossa, ei käyttäytymistä tiedetä. Niihin on onnettomuustapauksessa suhtauduttava, kuten tavanomaisia räjähdysaineita sisältäviin miinoihin.

Syvyysraketit ja ohjukset saattavat lentää tulipaloissa satunnaisesti suuntiin ja voivat aiheuttaa vahinkoa hyvinkin kaukana.

### **2.3.10 Ilmavoimien erityistarpeisiin tarkoitettut räjähteet**

Ilmavoimien erityistarpeisiin tarkoitettuja räjähteitä ovat:

- ohjukset ja niiden osat
- lentokonetykin patruunat
- omasuojaheitteet ja niiden heittopatuunat
- ulkoisen kuorman pudotuspatruunat
- pelastautumisjärjestelmän räjähteet

Näiden lisäksi ilmavoimilla on tavanomaisia maavoimien ampumatarvikkeita, valo- ja savu- ym. patruunoita ja miinoja.

Pelastautumisjärjestelmän räjähteet sisältävät monenlaisia räjähteitä, mm. nalleja, tulilankaa, rakettimoottoreita ja ne ovat yleensä luokkaa 1.3 tai 1.4.

Ohjukset (luokka 1.1 tai 1.2) ja niiden osat on suunniteltu ja valmistettu siten, että ne eivät käynnisty, syty eivätkä räjähdä itsestään normaalin varastoinnin ja kuljetuksen aikana, eivät myöskään kuljetuksessa ja käsittelyssä mahdollisten vahinkojen, kuten putoamisen, seurauksena. Käytännössä suurin vaara on kuljetusonnettomuudessa tai varastossa muusta syystä syttynyt tulipalo. Erillinen ohjus saattaa voimakkaassa tulipalossa räjähtää jopa runsaan 40 sekunnin kuluttua. Metallisessa kuljetuslaatikossa olevan ohjuksen syttyminen voi sen sijaan kestää kymmeniä minutteja. Syttymistä seuraava reaktio voi vaihdella voimakkaasta palosta jopa detonaatioon. Räjähdepalossa muodostuu myrkyllisiä kaasuja sekä räjähteistä että niiden pakkauksista, mm. suolahappoa ja typen oksideja.

### 3. VARASTOINTI

Räjähteitä varastoidaan erilaisissa paikoissa, luolissa, varastosuojissa, terminaaleissa ja lyhytaikaisesti myös ajoneuvoissa. Luolat ja kiinteät varastopaikat ovat yleensä varastosuojia, joissa räjähteet ovat pakkauksissaan, usein pitkiä aikoja ilman käsittelyä tai kuljettamista ja niiden määrä ja laatu eivät päivittäin muutu. Räjähdemäärät ovat usein suuria. Lataamojen (vast) prosessi- ja käyttövarastojen, jakeluvarastojen, yön yli-säilytystilojen ja terminaalien räjähdemäärät ja -laadut sen sijaan vaihtelevat päivittäin riippuen toiminnoista. Terminaali, kenttävarasto, aluksissa, lentokoneissa ja muiden joukkojen varustuksessa oleva räjähdevarastot ovat tilanteen mukaan muuttuvia ja räjähteitä käsitellään, jolloin onnettomuusriski kasvaa. Räjähdemäärät ovat yleensä kuitenkin melko pieniä

Varastointipaikoista vain varastoluola on rakennettu niin, että sen rakenne estää heitteiden muodostumisen ja räjähdysten leviämisen ympäristöön. Paine ja puhallus purkautuvat aukkojen suunnassa. Vaikka tulipalo uhkasi räjähdevarastoluolaa, voidaan olla melko vakuuttuneita varaston turvallisuudesta.

Maanpäällisten varastosuojien ja lyhytaikaisten säilytyspaikkojen kuten kuljetusvälineiden kestävyys räjähdysvaikutuksia vastaan on lähes olematon. Ne eivät myöskään anna merkittävää suojaa ulkopuolista paloa vastaan.

### 4. SAMMUTTAMINEN, PELASTAMINEN JA ENNAKOIVAT TOIMENPITEET

#### 4.1 Sammutus- ja pelastustoiminnan ennakointi ja johtaminen

Kunnat vastaavat pelastustoimesta yhteistoiminnassa valtioneuvoston määräämällä alueella (alueen pelastustoimi). Eri viranomaisilla, myös puolustusvoimilla, on velvollisuus osallistua pelastustoimintaan (PelL 6 §, L-puolustusvoimista 2 § 6a). Velvoite koskee myös puolustusvoimien ulkopuolella tapahtuvaa pelastustoimintaa. Puolustusvoimien pelastustoimintaan osallistumisesta ja virka-aputoiminnasta on annettu omat määräyksensä.

Sammutus- ja pelastushenkilöstön on oltava selvillä palavassa varastossa mahdollisesti tapahtuvan räjähdysten vaikutuksista ja seurauksista sekä suojaetäisyyksistä ja suojautumisesta.

#### 4.2 Sammutus- ja pelastustaktiikka ja -tekniikka räjähdevarastoilla

Sammutus- ja pelastustaktiikka määräytyy palavan tai uhatun räjähteen laadun (vaarallisuusluokan) ja määrän mukaan. Taktiikkaan vaikuttavat myös varastointitapa ja varastotyyppi, sekä erityisesti massaräjähdysvaaran mahdollisuus. Taktiikkaan voivat vaikuttaa myös uhattuna olevat ihmishenget, suuret omaisuusarvot ja ympäristöriskit. Pelastustoimien aikana taktiikasta päättää tilannetta johtava pelastusviranomainen (kuultuaan räjähde-alan asiantuntijaa tai yhteistyössä hänen kanssaan).

Kohdekohtainen pelastustaktiikka voidaan laatia yhteistyössä pelastusviranomaisen kanssa esim. ohjekorttina kohdekorttien lisäksi.

Pelastustaktiikassa kohteessa, jossa on mukana räjähteitä, tulee erityisesti ottaa huomioon seuraavia seikkoja:

Kohteen esitiedot ja asiantuntijat ovat tärkeämpiä, kuin tavanomaisessa onnettomuudessa, jotta tilannekuva saadaan muodostettua nopeasti ja vaarantamatta pelastushenkilöstöä.

Tilanne on tunnistettava suuronnettomuudeksi tai sellaisen uhkaksi ennakoivasti. Torjuntahenkilöstöä ja -materiaalia on hälytettävä etupainotteisesti ja varauduttava onnettomuuden nopeaan laajenemiseen. Myös johtamistoiminnan laajenemiseen on varauduttava. Tilanteen osoittautuessa pitkittyväksi on myös etupainotteisesti varauduttava huoltotoimenpiteisiin ja henkilöstöreservien varaamiseen ja kierrättämiseen.

Torjuntatoimenpiteissä on suojattavaa arvoa ja suojaustoimenpiteiden aiheuttamaa vaaraa pelastushenkilöstölle arvioitava tavanomaista onnettomuutta harkitummin. Pii-levä riski voi toteutua hetkessä ja laajana, esim. massaräjähdyksenä. Suojaetäisyyksien alituksessa on oltava perusteena esim. ihmishengen pelastus tai vastaava arvo ja tehtävä on suoritettava nopeasti ja vain välttämättömin henkilövoimin sekä soveltuvaa tekniikkaa apuna käyttäen.

Kohdetiedustelussa ja myös tilannekuvan ylläpidossa on hyvä käyttää lentotiedustelua, jos se on mahdollista. Lentokaluston käyttö tulee selvittää ja suunnitella etukäteen. Myös kohteen kamera- ja muun alue- ja tilavalvonnan tietoja tulee hyödyntää tiedustelussa ja tilannekuvan ylläpidossa.

Toiminta-alueen alijohtajilla on myös oltava tiedossa varo-ohjeet ja vaara-alueet. Näistä on mainittava pelastustoiminnan johtajan toimintakäskyissä alijohtajille sekä alueella liikkuville säiliö-, tikas- ja muille yksiköille.

Kohteessa, jossa on suuronnettomuusvaara, on varauduttava lähiympäristön suojaamiseen ja suuronnettomuusvaaraa koskevan suunnitelman edellyttämiin toimenpiteisiin. Tilanteen laajeneminen ja muuttuminen pahemmaksi voi tapahtua äkillisesti, esim. (massaräjähdyks, välittyminen, myrkyllisten kaasujen päästö) Tilannekuvaa on pidettävä yllä laajemmalti, kuin onnettomuuskohteesta ja ennakointia on suoritettava asiantuntijoiden avulla tavanomaista onnettomuustilannetta enemmän.

Tiedottamisessa korostuu puolustusvoimien rooli. Tiedotuksessa voi käyttää Pääesikunnan tiedotusosaston alaista tiedotusjärjestelmää onnettomuuden kokonaisvaltaisessa tiedottamisessa vaikka vastuu onnettomuustiedottamisesta on tilannetta johtavalla viranomaisella.

## **LÄHTEET:**

Pääesikunta, Operatiivinen osasto. Räjähdeet tulipaloissa. Muistio 2007.  
Heiskanen, Markus, Helsingin poliisilaitos 2012. Sivili- ja omatekoiset räjähteet.