

# Auditoinnit osana suljettujen tilojen työturvallisuuden kehittämistä



Salo, Marko

Laurea-ammattikorkeakoulu  
Laurea Leppävaara

## Auditoinnit osana suljettujen tilojen työturvallisuuden kehittämistä

Marko Salo  
Turvallisuusosaamisen  
koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Helmikuu 2011

Marko Salo

### Auditoinnit osana suljettujen tilojen työturvallisuuden kehittämistä

Vuosi 2011 Sivumäärä 66

---

Suljetuissa tiloissa tapahtuvan työskentelyn voidaan katsoa olevan työturvallisuuslaissa määritettyä erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä, johon voi työkohteesta ja suoritettavasta työstä riippuen liittyä merkittäviä ihmisiin kohdistuvia riskitekijöitä. Suljettuja tiloja ovat esimerkiksi erilaiset säiliöt, siilot ja reaktorit.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kirjallisuuslähteiden avulla suljettuihin tiloihin liittyviä riskejä ja riskienhallintatoimenpiteitä. Lisäksi perehdyttiin auditointien merkitykseen työturvallisuuden kehittämisen välineenä. Opinnäytetyössä tutkittiin Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneiden onnettomuuksien taustalla vaikuttaneita tekijöitä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta. Tutkimusaineistona käytettiin suljetuissa tiloissa tapahtuneisiin onnettomuuksiin liittyviä onnettomuustutkintaraportteja. Onnettomuuksiin vaikuttaneita tekijöitä arvioitiin toimintovirheanalyysin avulla.

Opinnäytetyössä analysoiduista onnettomuustutkintaraporteista voidaan todeta, että työhön liittyviä riskejä ei aina osata riittävän hyvin tunnistaa. Onnettomuuksiin vaikuttavina tekijöinä on usein ollut tiedonkulun puutteellisuus ja epäselvyys työhön liittyvissä ohjeissa.

Työturvallisuuden kehittämisessä voidaan hyödyntää sisäisistä turvallisuusauditoinneista saatavaa tietoa. Turvallisuusauditointien suunnittelun ja toteutuksen tulisi lähteä organisaation sisältä ja organisaation halusta kiinnittää huomiota työturvallisuuden omaehtoiseen kehittämiseen. Auditointien toteuttamisessa on tärkeää niiden suunnitelmallisuus sekä auditointia suorittavan henkilöstön ammattitaito. Opinnäytetyön lopussa on esitettyä auditointisuunnitelmaa suljettujen tilojen työturvallisuuden ja työskentelyolosuhteiden arviointia varten. Auditointisuunnitelma on laadittu Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamon toimintaympäristöä ajatellen.

Asiasanat: Suljetut tilat, riskinarviointi, onnettomuustutkinta, auditointi, auditointisuunnitelma

Marko Salo

**Auditing as a tool for improving the occupational safety of confined spaces**

Year 2011 Pages 66

---

Work in confined spaces can be considered highly dangerous in the light of occupational safety legislation and can involve significant risks for the people involved, depending on the site and the nature of the work concerned. Confined spaces include storage tanks, silos, and reactors.

This diploma study reviews the risks and risk management measures associated with confined spaces on the basis of the literature on the subject. The role of auditing as a tool for improving occupational safety in these spaces was also investigated, and the factors involved in the accidents that have taken place in these spaces in Finland studied. A qualitative approach has been used for the research material, which is based on the accident investigation reports filed for these accidents. The factors contributing to the accidents were assessed using operations error analysis.

Based on the accident investigation reports analysed, it seems clear that the risks associated with this type of work have not always been sufficiently well-identified. Shortcomings in how information was communicated and a lack of clarity in work-related instructions have often contributed to accidents.

The information generated by internal safety audits can be useful for improving occupational safety. The planning and implementation of audits should be driven by the relevant organisation and its desire to focus attention on enhancing safety standards. Good planning and using expert staff to carry out audits are important to making the most of audits. The final section of the study presents an audit plan for assessing the occupational safety and working conditions of confined spaces, drawn up with the operating environment of Neste Oil Corporation's Porvoo refinery in mind.

Key words: Confined spaces, risk assessment, accident investigation, auditing, audit plan

## Sisällys

1	Johdanto.....	7
1.1	Tavoite ja menetelmät.....	7
1.2	Opinnäytetyön rakenne .....	8
1.3	Lähdeaineistosta .....	9
2	Opinnäytetyön keskeiset käsitteet .....	9
2.1	Suljetut tilat .....	9
2.2	Auditointi .....	10
3	Suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyvää lainsäädäntöä.....	10
3.1	Työturvallisuuslaki .....	10
3.2	Pelastuslaki.....	12
3.3	Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta .....	12
3.4	Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä .....	13
3.5	Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä .....	14
4	Suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyviä riskejä .....	14
4.1	Alentunut happipitoisuus.....	15
4.1.1	Typen käyttöön liittyvät vaaratekijät .....	16
4.1.2	Hiilimonoksidin aiheuttamat vaarat .....	16
4.2	Kohonneeseen happipitoisuuteen liittyvät riskit .....	17
4.3	Hengitysilman epäpuhtaudet ja altistuminen ihon kautta.....	17
4.4	Palo- ja räjähdysvaara.....	19
4.4.1	Leimahduslämpötila.....	20
4.4.2	Kaasuilmaseosten ja aerosolien syttymisvaara .....	20
4.4.3	Pölyräjähdykset.....	21
4.5	Tulityöt suljetuissa tiloissa .....	23
4.5.1	Tulityöturvallisuuden varmistaminen .....	24
4.5.2	Hitsauskaasujen aiheuttamat vaaratekijät .....	25
4.5.3	Sähkön aiheuttamat vaarat hitsauksessa .....	26
4.6	Putoamisvaara .....	28
5	ATEX-määräykset ja niiden huomioiminen suljetuissa tiloissa työskenneltäessä .....	30
5.1	Määritelmät .....	30
5.2	EX-tilat ja tilaluokat .....	30
5.3	Laitteistoille asetetut vaatimukset EX-tiloissa .....	32
6	Työturvallisuuden varmistaminen suljetuissa tiloissa työskenneltäessä .....	33
6.1	Riskienhallinta osana säiliötöiden työturvallisuutta .....	34
6.2	Riskienarviointi .....	34
6.3	Työlupa .....	35
6.4	Säiliötyölupa .....	36
6.5	Pelastusvalmius työkohteessa .....	37

6.6	Työkohteen pelastussuunnitelma .....	38
6.7	Varmistushenkilö .....	39
7	Taustaa onnettomuuksien synnylle .....	40
8	Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneita onnettomuuksia .....	41
8.1	Altistuminen lietekaivon sisällä olleelle rikkivedylle .....	42
8.2	Tukehtuminen selluloosan keittokattilan tarkastuksessa .....	42
8.3	Tukehtuminen säiliökontissa .....	43
8.4	Tukehtuminen tyhjässä rikkihapposäiliössä .....	43
8.5	Tukehtuminen rumpu-uunissa .....	44
8.6	Jakeluaseman bensiinisäiliön räjähdys.....	44
8.7	Menehtyminen pellettisiilossa.....	44
8.8	Menehtyminen pellettisiilossa ja auttajan tapaturma.....	45
9	Onnettomuustutkintaraporttien kvalitatiivinen analysointi.....	45
9.1	Toimintovirheanalyysi .....	46
9.2	Toimintovirheanalyysin tulokset .....	48
10	Auditoinnit osana turvallisuuden arviointia.....	49
10.1	Turvallisuuden mittaaminen.....	49
10.2	Auditointiprosessin kuvaus.....	50
11	Taustaa Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamon auditointisuunnitelmalle.....	52
12	Auditointisuunnitelma Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamolle.....	52
12.1	Auditoidavien kohteiden määrittely .....	53
12.2	Auditoinnin tarkoitus ja tavoitteet .....	53
12.3	Auditointikriteeristö .....	53
12.4	Auditointiryhmä .....	54
12.5	Aikataulu.....	55
12.6	Lopputulosten hyödyntäminen .....	55
12.7	Auditointikysymyksiä auditointikriteeristön tueksi .....	55
12.7.1	Riskinarviointi.....	55
12.7.2	Työlupaprosessi.....	56
12.7.3	Työskentelyolosuhteet .....	56
12.7.4	Pelastusvalmius työkohteessa .....	57
12.7.5	Yleinen turvallisuustietoisuus .....	58
13	Yhteenveto.....	59
	Lähteet .....	61
	Kuvat.....	64
	Kuviot.....	65
	Taulukot .....	66

## 1 Johdanto

Suljetuissa tiloissa työskentely on työturvallisuuslaissa määriteltyä erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä, johon voi työkohteesta ja suoritettavasta työstä riippuen liittyä merkittäviä ihmisiin kohdistuvia riskitekijöitä. Näitä voivat olla esimerkiksi työkohteen alentunut happipitoisuus, palo- ja räjähdysvaara sekä putoamisvaara.

Työvaiheisiin liittyvien riskien tunnistaminen ja niiden hallinta ovat olennainen osa työturvallisuuden varmistamista. Turvallisessa työskentelyssä korostuvat selkeät työohjeet ja työluopakäytännöt sekä tiedonkulun varmistaminen eri osapuolten välillä. Riittävällä perehdytyksellä voidaan osaltaan vaikuttaa turvallisten työtapojen sisäistämiseen organisaatiossa.

Suljetuissa tiloissa tapahtuvan työskentelyn turvallisuustasoa voidaan arvioida organisaatiossa suoritettavilla sisäisillä turvallisuusauditoinneilla. Auditointien avulla voidaan tunnistaa esimerkiksi työluopakäytäntöön sekä työskentelyolosuhteisiin liittyviä vahvuuksia ja mahdollisia kehitystarpeita. Auditointien suorittamisessa korostuvat suunnitelmallisuus ja auditointiryhmän asiantuntemus.

Sisäisistä turvallisuusauditoinneista saatuja tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi työskentelyyn liittyvien turvallisuuskoulutuksien suunnittelussa tai esimerkiksi riskienarviointiprosessin kehittämisessä. Olennaista on, että auditoinneista saatuja tuloksia pyritään aktiivisesti tuomaan mukaan käytännön työhön.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään yleisellä tasolla suljettuihin tiloihin liittyviä riskitekijöitä ja niiden vaikutuksia työturvallisuuteen. Samalla pohditaan, miten näihin riskeihin voitaisiin mahdollisesti etukäteen varautua. Opinnäytetyön lopussa esitetään auditointisuunnitelma suljettujen tilojen työturvallisuuden ja työskentelyolosuhteiden arviointia varten. Auditointisuunnitelma on laadittu Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamon toimintaympäristöä ajatellen.

### 1.1 Tavoite ja menetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata, miten auditoinneilla voidaan vaikuttaa suljetuissa tiloissa työskentelyn riskienhallintaan ja työturvallisuuden kehittämiseen. Opinnäytetyön lopussa on auditointisuunnitelma, jossa esitellään malli sisäisen turvallisuusauditoinnin mahdollisesta toteutustavasta. Lisäksi esitellään auditointikriteeristön tueksi laadittuja kysymyksiä.

Opinnäytetyössä tarkastellaan kirjallisuuslähteiden avulla suljettuihin tiloihin liittyviä riskejä ja riskienhallintatoimenpiteitä. Lisäksi kirjallisuuslähteiden avulla on perehdytty auditointien merkitykseen työturvallisuuden kehittämisen välineenä. Teoreettisen viitekehysten tarkoituksena on tukea opinnäytetyön lopussa esitettävän auditointisuunnitelman sisältöä ja suunnitelman laatimisessa hyödynnettäviä tietoja.

Opinnäytetyössä havainnollistetaan suljettuihin tiloihin liittyviä riskejä onnettomuusesimerkien avulla. Onnettomuusesimerkit tukevat osaltaan teoreettista viitekehystä ja tuovat tärkeän näkökulman siihen, millaisia onnettomuuksia suljetuissa tiloissa voi tapahtua.

Opinnäytetyössä käytetään tutkimusmenetelmänä kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta. Tutkimusaineistona käytetään suljetuissa tiloissa tapahtuneisiin onnettomuuksiin liittyviä onnettomuustutkintaraportteja. Tutkimusaineistoon ei ole otettu mukaan niitä onnettomuustutkintaraportteja, jotka koskevat kaivantoja. Onnettomuuksien taustalla vaikuttavia tekijöitä arvioidaan toimintovirheanalyysin avulla. Tutkimus on toistettavissa käyttämällä samaa tutkimusmenetelmää onnettomuuksiin liittyviä tutkintaraportteja analysoitaessa.

## 1.2 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö muodostuu 13 eri luvusta. Niiden järjestys on pyritty laatimaan siten, että ne muodostaisivat loogisen, selkeästi etenevän kokonaisuuden. Samalla opinnäytetyössä on pyritty tuomaan esiin mahdollisimman monipuolisesti suljettuihin tiloihin ja niiden työturvallisuuden vaikuttavia asioita. Teoreettinen viitekehys muodostaa myös osaltaan pohjan opinnäytetyön lopussa esitetylle auditointisuunnitelmalle.

Ensimmäisen ja toisen luvun muodostavat opinnäytetyön johdanto-osuus ja työhön liittyvien keskeisten käsitteiden määrittely. Johdanto-osuudessa käsitellään yleisesti opinnäytetyön sisältöä, opinnäytetyölle asetettuja tavoitteita sekä käytettyjä menetelmiä. Lisäksi pohditaan opinnäytetyön rakennetta ja työssä käytetyn lähdeaineiston merkitystä opinnäytetyön kokonaisuutta ajatellen.

Kolmannessa luvussa tarkastellaan suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyvää lainsäädäntöä. Tässä luvussa on pyritty tuomaan esille niitä vastuita ja veloituksia, joita lainsäädännössä asetetaan työnantajalle ja työntekijälle. Tarkoituksena on luoda yleiskuva siitä, kuinka monta erillistä lakia voi koskea esimerkiksi suljetuissa tiloissa suoritettavaa yksittäistä työtehtävää.

Neljäs ja viides luku käsittelevät suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyviä riskejä ja ATEX-määräyksiä. Näiden lukujen tarkoituksena on luoda pohjaa opinnäytetyön kuudennessa luvus-

sa käsiteltäville riskienhallintatoimenpiteille. Kuudennessa luvussa käsitellään myös pelastustoimenpiteisiin liittyviä asioita.

Luvussa seitsemän onnettomuuksien syntyyn vaikuttavia tekijöitä lähestytään teoreettisesta näkökulmasta. Luku kahdeksan sisältää kuvauksia Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneista onnettomuuksista. Onnettomuuskuvaukset ovat tiivistelmiä onnettomuustutkintaraporteista. Onnettomuustutkintaraporttien kvalitatiivinen analysointi ja toimintovirheanalyysin tulokset on esitetty luvussa yhdeksän.

Luvut 10 - 11 käsittelevät auditointeja osana työturvallisuuden arviointia ja kehittämistä. Aihetta lähestytään sisäisten turvallisuusauditointien näkökulmasta. Luvussa 12 esitellään auditointisuunnitelma Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamolle ja luvussa 13 on opinnäytetyön yhteenveto. Yhteenvedossa pohditaan muun muassa opinnäytetyön tutkimuksellista näkökulmaa sekä arvioidaan opinnäytetyöprosessin etenemistä.

### 1.3 Lähdeaineistosta

Opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä käytetään lähdeaineistona muun muassa lainsäädäntöä, OHSAS 18001-standardia sekä onnettomuustutkintaraportteja. Lähdeaineiston käytettävyyden osalta haasteena on suljettuihin tiloihin suoraan liittyvän kirjallisuuden hyvin rajallinen määrä.

Onnettomuustutkintaraporttien osalta voidaan todeta, että niiden sisältöä voidaan pitää luotettavana lähdeaineistona ja siten soveltuvana käytettäväksi myös opinnäytetyön kvalitatiivisen tutkimuksen tutkimusaineistona. Onnettomuustutkintaraporteissa kuvatut asiat tukevat myös muita opinnäytetyössä käsiteltäviä aihealueita.

## 2 Opinnäytetyön keskeiset käsitteet

### 2.1 Suljetut tilat

Suljettuja tiloja ovat sellaiset työskentelytilat, joihin sekä sisäänkäynti että ulospääsy ovat rajoitettuja. Lisäksi näissä tiloissa voi ilmetä vaarallisia ilmanlaadun muutoksia tai mahdollisia fyysisiä muutoksia. Tiloissa ei välttämättä ole jatkuvaa ilmanvaihtoa eikä tiloja ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun. (Työturvallisuuskeskus 2010, 1.)

Suljettuja tiloja ovat esimerkiksi erilaiset säiliöt, siilot, kaivot ja putket. Lisäksi suljettuja tiloja ovat tyypillisesti mm. prosessiteollisuudessa reaktorit sekä erilaiset uunit ja säiliöiden jalustatilat. Näihin kaikkiin saatetaan joutua menemään sisälle joko osittain tai kokonaan

esimerkiksi huoltotöiden yhteydessä. Suljetuiksi tiloiksi luokitellaan myös kaivannot, jotka ovat yli 1,2 metriä syviä. (Suna 2009, 3.)

Suljetuille tiloille on tyypillistä vaativat työskentelyolosuhteet, kuten ahtaus ja puutteellinen valaistus. Työskentely saattaa myös edellyttää erityisiä suojavarusteita, kuten paineilmalaitteita ja muuta työkohteen edellyttämää suojavälineistöä, jotka osaltaan aiheuttavat työskentelyyn lisäkuormitusta.

## 2.2 Auditointi

Auditoinnilla tarkoitetaan järjestelmällistä ja riippumatonta tarkastelua, jolla on tarkoitus selvittää, ovatko toiminta ja sen tulokset suunniteltujen järjestelyiden mukaisia sekä onko kyseiset järjestelyt toteutettu tehokkaasti ja ovatko ne sopivia tavoitteiden saavuttamisen kannalta. (Sanastokeskus 2010.)

Auditoinneissa on olennaista huomioida vastuut, pätevyudet ja auditointien suunnitteluun ja suorittamiseen liittyvät vaatimukset sekä tulosten raportointi. Lisäksi auditointien kriteereihin, laajuuksiin ja suoritustaajuuteen sekä suoritusten menetelmiin tulee kiinnittää huomiota. (SFS 2007, 34.)

## 3 Suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyvää lainsäädäntöä

Suljetuissa tiloissa työskentelyn voidaan katsoa olevan työturvallisuuslain tarkoittamaa erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä. Työkohteesta riippuen työntekijään voi kohdistua monia erilaisia vaaratekijöitä, jotka työnantajan on huomioitava ennen töiden aloittamista. Lainsäädännön tarkoituksena on osaltaan velvoittaa työnantajaa riskien arviointiin ja työturvallisuuden varmistamiseen sekä työntekijöihin kohdistuvien vaarojen ennaltaehkäisyyn. Lainsäädännössä löytyy velvollisuuksia myös työntekijälle.

Lainsäädäntö määrittelee sen, miten työsuojeluhallinto toimii ja miten työsuojelun valvonta järjestetään. Lainsäädännön lähtökohtana on työympäristön luominen sellaiseksi, että se on työntekijälle turvallinen ja terveellinen. Työntekijöiden turvallisuuden ja työn laadun varmistamiseksi on työolojen parantamiseen, työturvallisuuteen ja terveellisyyteen kiinnitettävä nykyisin entistä enemmän huomiota. (Työterveyslaitos 2006, 9.)

### 3.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain (738/2002) tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita siten, että työntekijöiden työkyky voidaan turvata ja ylläpitää. Samalla lainsäädännön tarkoi-

tuksena on osaltaan ennaltaehkäistä ja torjua työtaturmia ja ammattitauteja sekä muita työympäristöstä johtuvia työntekijöihin kohdistuvia fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. (Työterveyslaitos 2004, 12.)

Työturvallisuuslaissa on viitattu työnantajan velvollisuuksiin huomioida riittävän järjestelmällisesti työhön liittyvät riskitekijät työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen. Työnantajan on selvitettävä riittävällä tasolla, millaisia vaara- ja haittatekijöitä työympäristössä ja työolosuhteissa voi ilmetä. Lisäksi on arvioitava näiden vaara- ja haittatekijöiden merkitys työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle. Mikäli kaikkia vaaratekijöitä ei voida poistaa, on työnantajan arvioitava jäljelle jääneen haitan tai vaaran merkitys työturvallisuudelle ja terveydelle. (Työterveyslaitos 2004, 25-29.)

Vaarojen selvittämisen ja tunnistamisvelvoite koskee kaikkia työnantajia toimialasta ja työntekijöiden määrästä riippumatta. Mikäli työstä voidaan katsoa aiheutuvan erityistä vaaraa työntekijälle, saa tällaista työtä tehdä vain siihen riittävän pätevyyden ja työkokemuksen omaava henkilö. Ulkopuolisten henkilöiden pääsy työkohteeseen ja sen aiheuttamalle vaara-alueelle on estettävä. (Työterveyslaitos 2004, 25-29.)

Työturvallisuuslaissa on myös huomioitu työntekijän oikeus pidättäytyä työstään. Tämä koskee tilanteita, jossa työstä katsotaan aiheutuvan vakavaa vaaraa työntekijän omalle tai muiden työntekijöiden hengelle tai terveydelle. Vaaran arvioinnissa painottuu työntekijän oma kokemus ja ammattitaito. Työturvallisuuslain 23§ mukaan työntekijä ei ole velvollinen korvaamaan työstä pidättäytymisestä aiheutuvaa vahinkoa. (Työterveyslaitos 2004, 44.)

Työturvallisuuslaissa työnantajan velvollisuuksiin on määrätty riittävän perehdytyksen ja tiedon antaminen työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä. Lisäksi työnantajan on huolehdittava siitä, että työntekijä perehdytetään riittävällä tavalla työhön ja työolosuhteisiin sekä turvallisiin työtapoihin. Opetuksen ja ohjauksen tarve riippuu työn luonteesta ja siihen liittyvistä riskitekijöistä. (Työterveyslaitos 2004, 32.)

Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu hankkia työntekijöiden käyttöön vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet työolosuhteet huomioon ottaen. Suojainten valinnassa tulee huomioida työpaikan vaarojen arvioinnin tulokset. Työntekijä on puolestaan velvollinen käyttämään työnantajan hänelle antamia henkilösuojaimia ja varusteita. (Työterveyslaitos 2004, 34.)

Työntekijän velvollisuutena on noudattaa työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita, sekä toimia työolosuhteet huomioon ottaen turvallisesti ja huolellisesti. Lisäksi työntekijän tulee huolehtia oman turvallisuutensa lisäksi myös toisten työntekijöiden turvallisuudesta. Työnte-

kijä on aina velvollinen ilmoittamaan kaikista havaitsemistaan työturvallisuutta vaarantavista epäkohdista.

### 3.2 Pelastuslaki

Pelastuslaki määrää rakennuksen omistajan ja haltijan sekä muun muassa teollisuus- ja liiketoiminnan harjoittajan ehkäisemään vaaratilanteiden syntymistä ja varautumaan henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa. Lisäksi tulee varautua sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin on omatoimisesti mahdollisuus ryhtyä. (Pelastuslaki 13.6.2003/468.)

Suljetussa tilassa työskentelyssä tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että työnantajan tulee etukäteen miettiä jo riskinarviointivaiheessa, miten vaaratilanteet esimerkiksi sisällä säiliössä työskenneltäessä voidaan estää. Samalla on arvioitava millaisiin pelastustoimenpiteisiin voidaan omatoimisesti tarvittaessa ryhtyä.

Pelastuslaki edellyttää lisäksi, että viranomaisten määräämät tai säädöksissä vaaditut sammuus-, pelastus- ja torjuntakalusto sekä sammutus- ja pelastustyötä helpottavat laitteet ovat toimintakuntoisia sekä huollettu ja tarkastettu asianmukaisesti. Sama vaatimus koskee myös palonilmaisu- ja hälytyslaitteita, muita onnettomuuden vaaraa ilmaisevia laitteita, poistumisreittien opasteita ja turvamerkintöjä sekä väestönsuojien varusteita ja laitteita. (Pelastuslaki 13.6.2003/468.)

Pelastuslain 23 §:ssä painotetaan huolellisuusvaatimusta, kuten jokaisen velvollisuutta valvoa, että oman määräysvaltansa piirissä noudatetaan tulipalon tai muun onnettomuuden ehkäisemiseksi ja henkilöturvallisuuden varmistamiseksi annettuja säännöksiä ja määräyksiä. Olenaisena osana laissa on myös kohta, jossa määrätään riittävästä varotoimista huolehtimisesta ryhdyttäessä sellaiseen korjaus- tai muuhun työhön, jonka johdosta tulipalon tai muun onnettomuuden vaara tuntuvasti lisääntyy. (Pelastuslaki 13.6.2003/468.)

Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä riittävät varotoimet on määriteltävä jokaiseen työkohteeseen erikseen. Varotoimenpiteisiin vaikuttavat riskinarvioinnista saadut tiedot työkohteen turvallisuustasosta. Varotoimenpiteitä ovat esimerkiksi varmistushenkilön nimeäminen työkohteeseen ja mahdollisiin pelastustoimenpiteisiin varautuminen.

### 3.3 Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta painottaa onnettomuuksien ehkäisyyn liittyviä ennakoivia toimenpiteitä. Laki edellyttää toiminnanharjoittajalta

mm. kaikkia sellaisia toimenpiteitä ja toimia, joilla onnettomuudet voidaan ehkäistä ja onnettomuuksien vaikutukset ihmisille ja ympäristölle pitää mahdollisimman pieninä.

Ennaltaehkäisevissä toimenpiteissä lainsäätäjä edellyttää kattavuutta, suunnitelmallisuutta ja järjestelmällisyyttä. Toimenpiteiden tulee perustua erityisesti toiminnasta aiheutuvien vaarojen tunnistamiseen sekä sellaisiin toimenpiteisiin, joissa määritellään vaarojen rajoittamista koskevat päämäärät ja toimintatavat. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390.)

Vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annettua lakia tarkennetaan asetuksella 59/1999. Asetuksen mukaan laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavien toiminnanharjoittajien on tehtävä sisäinen pelastussuunnitelma. Sisäinen pelastussuunnitelma sisältää selvityksen tuotantolaitoksen sisällä suoritettavista onnettomuuden torjuntaa koskevista toimenpiteistä. Sisäistä pelastussuunnitelmaa laadittaessa tulee kuulla tuotantolaitoksessa työskentelevää henkilökuntaa ja ottaa huomioon kunnan pelastustoiminnan järjestelyt. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390.)

#### 3.4 Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä

Valtioneuvoston asetuksen Kemialliset tekijät työssä tarkoituksena on työntekijöiden suojeleminen työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden aiheuttamilta vaaroilta ja haitoilta. Asetuksessa työnantajalta edellytetään riittävää huolellisuutta ja tuntemusta kemikaalien ominaisuuksien, käytön ja varastoinnin suhteen. Asetuksen tarkoituksena on osaltaan vaikuttaa siihen, että työssä ei tapahdu altistumisia kemikaaleille ja että työntekijöillä on tarvittaessa mahdollisuus saada tietoa käytössä olevista kemikaaleista. Asetusta sovelletaan työssä, jossa esiintyy tai saattaa esiintyä vaarallisia kemiallisia tekijöitä.

Asetus edellyttää, että työnantajalta tulee löytyä riittävästi tietoja kaikista työssä käytettävistä ja esiintyvistä kemiallisista tekijöistä, niiden ominaisuuksista ja vaarallisuudesta. Samalla työnantajan tulee varmistaa, että kemikaalit ovat merkitty asianmukaisesti, kaikista käytettävistä kemikaaleista löytyy käyttöturvallisuustiedotteet ja että tiedotteet ovat asianmukaisesti saatavilla. Käyttöturvallisuustiedotteet ja luettelo tai niiden jäljennökset on toimitettava myös työpaikan työsuojeluvaltuutetulle. (Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 9.8.2001/715.)

Työnantajaan kohdistuu asetuksessa huolellisuusvaatimus käytettävissä oleviin kemikaaleihin liittyen. Hänen on noudatettava vaarallisen kemiallisen tekijän määrä ja ominaisuudet huomioon ottaen riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta. Työnantajan on asetuksen mukaan

poistettava tai vähennettävä vaarallisten kemiallisten tekijöiden aiheuttamat riskit mahdollisimman pieniksi, jotta niistä ei aiheudu vaaraa työntekijöille. Työnantaja ei myöskään saa käyttää sellaista kemikaalia, josta hänellä ei ole käytettävissään varoitusmerkintöjä ja käytöturvallisuustiedotetta tai muuten niitä vastaavia tietoja. (Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 9.8.2001/715.)

### 3.5 Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä

Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä edellyttää, että suojainten hankinta perustuu työpaikalla tehtävään tarvearviointiin. Arvioinnissa huomioidaan työpaikkaan liittyvät olosuhteet sekä työntekijän terveydelle tai turvallisuudelle vaaraa tai haittaa aiheuttavat tekijät. Samalla arvioidaan esimerkiksi ne kemialliset tekijät, joita työpaikalla esiintyy ja joiden poistamiseksi tai rajoittamiseksi henkilösuojaimia katsotaan tarvittavan. (Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 22.12.1993/1407.)

Valtioneuvoston päätöksessä lähtökohtana on se, että jos tapaturman tai sairastumisen vaaraa ei voida välttää tai riittävästi rajoittaa teknisillä työolosuhteisiin kohdistetuilla suojelutoimenpiteillä tai muuten työn organisoinnilla, työnantajan on hankittava työntekijän käyttöön henkilösuojaimet. Hankittavien suojainten tulee olla kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin soveltuvat ja tarkoituksenmukaiset työhön liittyvään vaarojen torjuntaan. Suojainten käyttö ei myöskään saa tarpeettomasti lisätä muuta vaaraa työssä. (Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 22.12.1993/1407.)

Tärkeänä osana valtioneuvoston päätöstä on se, että työnantaja määrittelee ja ohjeistaa henkilösuojainten käytön sekä niiden asianmukaisen huollon ja kunnossapidon. Työntekijän on puolestaan käytettävä hänelle osoitettuja henkilösuojaimia työnantajan ohjeiden mukaisesti ja huolehtia niiden käyttökunnosta. (Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 22.12.1993/1407.)

## 4 Suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyviä riskejä

Suljetuissa tiloissa työskentelyyn voi työkohteesta ja työolosuhteista riippuen liittyä useita merkittäviä riskejä, joihin on kiinnitettävä huomiota jo työn suunnitteluvaiheessa. Olennaisena osana työturvallisuuden varmistamista on, että kaikki työhön osallistuvat henkilöt ovat tietoisia työkohteessa mahdollisesti esiintyvistä vaaratekijöistä. Lisäksi heillä tulee olla riittävä koulutus ja perehtyneisyys suoritettavaan työhön sekä työssä tarvittaviin henkilösuojaimiin ja niiden turvalliseen käyttöön.

#### 4.1 Alentunut happipitoisuus

Happea on normaalisti hengitysilmassa 21%. Kaasumaisena happi on väritöntä, hajutonta ja mautonta. Se on myös ilmaa raskaampaa. Happi ei ole syttyvää, mutta se ylläpitää palamista. (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.)

Alentunut happipitoisuus on huomioitava työn riskinarviointivaiheessa aina ennen suljetuissa tiloissa työskentelyä. Happipitoisuuden alentuminen ja sen mahdollisuus on otettava huomioon myös suoritettavan työn aikana. Lisäksi on huomioitava työskentelyn ja erilaisten laitteiden käytön vaikutukset happipitoisuuteen ja yleisesti hengitysilmaan. Happipitoisuuden mahdollinen aleneminen on otettava huomioon myös henkilösuojaimia valittaessa.

Työkohteen riittävää happipitoisuutta voidaan seurata työn aikana esimerkiksi henkilökohtaisilla, mukana kannettavilla kaasupitoisuusmittareilla (kuva1). Samassa mittarissa voi olla happipitoisuuden lisäksi myös muita antureita mittaamassa eri parametreja, kuten esimerkiksi mahdollisia syttyvien kaasujen pitoisuuksia ja häkää.

Ennen säiliöön tai suljettuun tilaan sisälle menoa on huomioitava, että happipitoisuuden mittausta suoritetaan myös työtilan alaosasta. Mittauksen avulla voidaan varmistua siitä, ettei ilmaa raskaampia kaasuja ole kertynyt esimerkiksi säiliön pohjalle aiheuttamaan tukehtumisvaaraa. Useimmiten hapen puutteeseen vaikuttaa se, että muut raskaammat kaasut ovat päässeet syrjäyttämään hapen tilan ala-osasta. Tällöin hapen määrä on sitä pienempi mitä lähempänä säiliön pohjaa ollaan. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1981, 14.)



Kuva 1: Monikaasumittari (Neste Oil Oyj 2010.)

Käytettävien mittareiden osalta on huomioitava niiden säännöllinen huolto ja kalibrointi valmistajan ohjeiden mukaan, jotta mittarit toimivat luotettavasti. Mittauksen suorittajalla on lisäksi oltava riittävä perehtyneisyys mittarin käyttöön ja mittauksesta saatujen tulosten arviointiin.

#### 4.1.1 Typen käyttöön liittyvät vaaratekijät

Typpi on ilmaa kevyempi inertti kaasu, jonka ominaisuuksiin kuuluu hajuttomuus, värittömyys ja mauttomuus. Typen pitoisuus ilmassa on normaalisti 78 %. Nestemäisenä typpi on hajuton, väritöntä ja erittäin kylmää. Suora kosketus nestemäiseen tyypeen tai altistuminen sen kylmille höyryille aiheuttaa paleltumavamman iholla ja silmissä. Yhdestä litrasta nestemäistä tyyppiä voidaan saada noin 700 litraa kaasumaista tyyppiä. (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.)

Tyyppiä käytetään esimerkiksi kemianteollisuudessa prosessin eri osiin liittyvien huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Tarkoituksena on tällöin ehkäistä prosessin sisällä olevien aineiden, kuten esimerkiksi katalyyttien joutuminen kosketuksiin hapen kanssa.

Nestemäistä tyyppiä käytetään teollisuudessa mm. elintarvikkeiden jäädytykseen ja pakastukseen sekä prosessijäädytykseen. Inertin ominaisuutensa vuoksi typpikaasua käytetään esimerkiksi hapettumissuojana, elintarvikkeiden suojakaasupakkaamisessa, palojen ja räjähdysten ehkäisyssä ja rasvojen suojaamisessa eltaantumiselta. (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.)

Typpipitoisuuden noustessa normaalia pitoisuutta korkeammaksi typpi syrjäyttää happea ja voi aiheuttaa hapenpuutteesta johtuvan tukehtumisen suljetussa tilassa. Juuri typen ominaisuudet lisäävät entisestään typen vaarallisuutta, koska sen aistiminen on suurissakin pitoisuuksissa vaikeaa. Hapenpuutteen oireita alkaa ilmetä, kun happipitoisuus laskee alle 18%:n. Puhtaan typen hengittäminen aiheuttaa hapenpuutteesta johtuvan välittömän tajuttomuuden ja lähes välittömän kuoleman. Nestemäisen typen kylmien höyryjen hengittäminen voi myös aiheuttaa paleltumia hengitysteissä. (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.)

#### 4.1.2 Hiilimonoksidin aiheuttamat vaarat

Hiilimonoksidi eli häkä on hajuton, mauton ja väritön ilmaa hieman kevyempi myrkyllinen kaasu. Hiilimonoksidiin liittyy myös syttymisvaara. Sen syttymisrajat ovat laajat (12,5 - 74 %) ja se muodostaa ilman kanssa helposti syttyvän kaasuseoksen. Hiilimonoksidin aiheuttamia välittömiä oireita pitoisuudesta riippuen ovat päänsärky, huimaus ja pahoinvointi sekä hen-

gästyneisyys. Altistumisen jatkuessa 10 - 45 minuutin ajan voi hiilimonoksidi aiheuttaa esiintymispitoisuudesta riippuen kuoleman. (Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.) Hiilimonoksidi sitoutuu hemoglobiiniin noin 250 kertaa paremmin kuin happi. Siten melko pienikin hengitysilman hiilimonoksidipitoisuus voi olla hengenvaarallinen. Hiilimonoksidimolekyylit valtaavat altistuttaessa vähitellen suuren osan verenpunnasta. Herkimmin hapen puutteesta kärsiviä kudoksia ovat aivot ja sydän. Hiilimonoksidin aiheuttama aivojen palautumaton vaurioituminen on myös mahdollinen. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1993, 284.)

Hiilimonoksidin aiheuttamia vakavia tapaturmia on sattunut useita suljetuissa tiloissa. Tiloissa, joissa tuuletus on heikentynyt, kuten siilot ja säiliöt, voi häkäpitoisuus nousta varsin nopeasti vaaralliselle tasolle. Esimerkiksi pellettien kuljetuksen ja varastoinnin yhteydessä on tapahtunut muutaman vuoden aikana kuolemantapauksia myös Suomessa. Puupelleteistä voi vapautua sopivissa olosuhteissa muun muassa hiilimonoksidia, aldehydejä ja etikkahappoa. Pellettien varastointiin liittyvään hiilimonoksidivaaraan vaikuttavat esimerkiksi varastointiaika ja varastointilämpötila. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008.)

#### 4.2 Kohonneeseen happipitoisuuteen liittyvät riskit

Kohonneeseen happipitoisuuteen, eli niin sanottuun happirikastumiseen liittyy huomattavan paljon riskejä. Kohonneessa happipitoisuudessa materiaalit syttyvät helpommin ja palavat voimakkaammin. Esimerkiksi ilman happipitoisuuden noustessa normaalista 21%:n pitoisuudesta 24%:iin, palamisnopeus kaksinkertaistuu. Palamisnopeus on jo kymmenkertainen, kun happea on ilmassa 40%. (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK 2007.)

Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä tulee riskiarvioinnissa huomioida kohonneen happipitoisuuden esiintymismahdollisuus. Happipitoisuuden kohoamisen syynä voi olla esimerkiksi happiletkun tai liittimen vuoto tai muu huolimattomuus hapen käytössä. Ahtaissa suljetuissa tiloissa happipitoisuuden kohoaminen voi tällöin tapahtua nopeasti.

Happirikasteinen ilma aiheuttaa myös vaaraa vaatteisiin sitoutumisen ja siitä aiheutuvan syttymisvaaran vuoksi. Happi myös reagoi esimerkiksi työkaluissa ja vaatteissa olevan rasvan kanssa. (Löfström 2006, 13-14.)

#### 4.3 Hengitysilman epäpuhtaudet ja altistuminen ihon kautta

Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä on olemassa mahdollisuus altistua ilmassa esiintyville epäpuhtauksille. Epäpuhtaudet voivat syntyä esimerkiksi työkohteessa esiintyvistä tai käytävistä kemikaaleista. Epäpuhtauksien määrää voidaan arvioida haitalliseksi tunnetuilla pitoi-

suuksilla eli HTP-arvoilla. HTP-arvoilla tarkoitetaan sosiaali- ja terveysministeriön tekemiä arvioita työntekijöiden hengitysilmassa esiintyvistä epäpuhtauksien pienimmistä pitoisuuksista, jotka saattavat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 13.)

Aineiden imeytyminen elimistöön tapahtuu yleensä hengittämällä. On kuitenkin huomioitava, että jotkut aineet kuten fenoli, aniliini ja useat torjunta-aineet voivat helposti imeytyä elimistöön myös ehjän ihon läpi. Ihon läpi imeytyviä aineita ja niistä elimistöön joutuvia määriä tai aineesta aiheutuvaa vaaraa ei voida arvioida pelkästään ilmapitoisuuksien avulla. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 13.)

Raskasta työtä tehtäessä voi hengityksen voimakkuuden seurauksena imeytyä elimistöön poikkeuksellisen suuria määriä ilman epäpuhtauksia. Työ voi tämän vuoksi aiheuttaa haitallista vaikutusta, vaikka epäpuhtauden pitoisuus työntekijän hengitysilmassa ylittääkään HTP-arvoa. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 13.)

Hengitysteiden ja ihon kautta tapahtuvan altistuksen välttämiseksi on käytettävä asianmukaisia, työhön soveltuvia henkilönsuojaimia. Suojaimien valinnassa tulee huomioida niiden soveltuvuus työssä käsiteltäville tai altistusvaaraa aiheuttaville aineille. Henkilönsuojaimien valinnassa on lisäksi huomioitava mahdollisen happipitoisuuden alenemisen aiheuttamat lisävaatimukset.



Kuva 2: Kokonaamari ja paineilmalaitte (Neste Oil Oyj 2010.)

Tärkeänä osana työturvallisuuden varmistamista ovat työskentelyyn soveltuvien suojainten oikea käyttö. Suodatinsuojaimet eivät sovellu käytettäväksi, jos ympäristön olosuhteet ovat tuntemattomat tai epäpuhtauksien laatu ja ominaisuudet voivat suojaimen käytön aikana muuttua. Suodatinsuojaimet eivät myöskään sovellu käytettäväksi ahtaissa tiloissa, joissa voi esiintyä happivajausta tai happea syrjäyttäviä aineita. Tällöin on käytettävä eristävää hengityksensuojainta, jossa kasvo-osa on kokonaamari ja hengitysilma saadaan paineilmalaitteesta (kuva 2). (Scott Health and Safety 2008, 1.)

#### 4.4 Palo- ja räjähdysvaara

Paloturvallisuus on huomioitava suljetuissa tiloissa työskentelyssä esimerkiksi silloin kun työskentelyn kohteena olevassa tilassa on varastoitu sellaisia kemikaaleja, joihin liittyy syttymis- ja räjähdysvaara. Onnettomuusriski voi olla olemassa jo ennen työn aloittamista tai olosuhteet voivat muuttua työn kuluessa vaarallisiksi. Valitettavan usein suljetuissa tiloissa tapahtuneet onnettomuudet liittyvätkin juuri erilaisiin kemiallisten aineiden aiheuttamiin kaas- ja pölyräjähdyksiin.

Toiminnanharjoittajan ja työnantajan velvollisuutena on räjähdysvaaran ehkäiseminen ja työntekijöiden suojelu. Vaadittavia toimenpiteitä ovat mm. räjähdysvaaran olemassaolon selvittäminen, räjähdysten estäminen ja räjähdyksiltä suojautuminen. Lisäksi olennaisena osana ovat oikean laitteen valinta oikeaan työskentelytilaan sekä työntekijöiden riittävä perehdyttäminen. Räjähdysvaarallisista tiloista on lisäksi laadittava räjähdysuojausasiakirja. (Turvatekniikakeskus 2003, 8.)

Räjähdysvaaran selvittämisessä korostuu työ- ja tuotantoprosessin kokonaisvaltainen arviointi. Arvioitavia asioita ovat muun muassa käytössä olevat työvälineet, rakenteet ja rakennukset sekä käytettävät aineet. Lisäksi tulee arvioida työskentely- ja prosessiolosuhteet sekä näiden mahdolliset keskinäiset ja työympäristöstä johtuvat yhteisvaikutukset. Olennaista räjähdysvaaran arvioinnissa on, että se tehdään jokaisen työ- ja toimintaprosessin sekä laitteiston jokaisen käyttövaihtoehdon osalta erikseen. (Turvatekniikakeskus 2003, 8.)

Räjähdysvaaraa arvioitaessa tulee kiinnittää huomiota työ- ja tuotantoprosessin lisäksi palavien aineiden pitoisuuksiin ja niihin liittyviin syttymisominaisuuksiin. Palavien nesteiden ja kaasujen kohdalla voidaan arvioinnissa käyttää alemman ja ylemmän syttymisrajan, leimahduspisteen sekä syttymisenergian perusteella saatuja ainekohtaisia luokitteluja. (Turvatekniikakeskus 2003, 8.)

#### 4.4.1 Leimahduslämpötila

Erilasten polttonesteiden palovaarallisuutta voidaan arvioida niiden leimahduslämpötilan perusteella. Leimahduslämpötilalla tarkoitetaan alinta lämpötilaa, jossa nesteestä erottuu niin paljon kaasua, että se muodostaa pinnan lähelle ilman kanssa seoksen, joka syttyy ulkoisen syttymislähteen vaikutuksesta. (Hyttinen, Tolonen & Väisänen 2008, 39.)

Seuraavassa on esitettyä muutamien syttyvien nesteiden osalta niiden leimahduslämpötiloja:

- asetoni                      -18 °C
- bensiini                     alle -40 °C
- dieselöljy                  yli 55 °C
- etanoli                      13 °C
- metanoli                    11 °C
- tärpätti                    35 °C

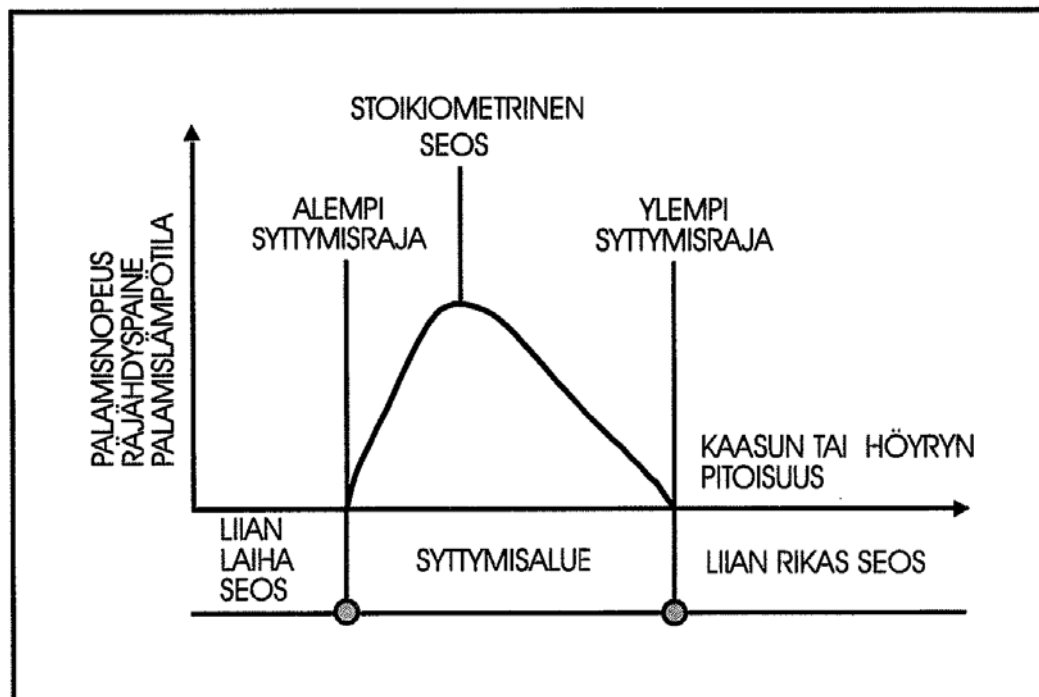
(Hyttinen ym. 2008, 25.)

#### 4.4.2 Kaasuilmaseosten ja aerosolien syttymisvaara

Kaasuilmaseosten ja aerosolien osalta syttymisherkkyyttä voidaan arvioida syttymisalueen perusteella. Syttymisalueen avulla voidaan arvioida myös pölyjen herkkyyttä räjähdyksille. Syttymisalueella tarkoitetaan sitä pitoisuusaluetta, jonka rajoissa aerosolit ja kaasuilmaseokset syttyvät ja palavat. Pitoisuuden alarajana on niin kutsuttu alempi syttymisraja ja ylärajana puolestaan ns. ylempi syttymisraja. Syttymisrajat ilmoitetaan syttävän aineen määränä ilmassa tilavuusprosentteina tai vaihtoehtoisesti grammoina ilmaukuutiometriä kohti. (Hyttinen ym. 2008, 39.)

Alemman ja ylempään syttymisrajan välillä on ainekohtaisesti pitoisuus, jossa kaikki polttoaine ja happi kuluvat palamisprosessin aikana. Tätä kohtaa kutsutaan stoikiometriseksi seokseksi (kuviot 1). Stoikiometrisessä seoksessa syttymisen tapahtuu optimaalisissa olosuhteissa niin polttoaineen pitoisuuden kuin hapenkin osalta. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tällöin syttyminen on voimakkaimmillaan. (Hyttinen ym. 2008, 39.)

Kaasut ja pölyt ovat räjähdyskelpoisia ilmaan sekoittuneina vain silloin, kun niiden pitoisuudet ovat tiettyjen raja-arvojen välillä. Räjähdysrajojen ulkopuolella on mahdollista pysytellä tietyissä toiminnallisissa ja ympäristöllisissä olosuhteissa. Jos nämä olosuhteet pystytään säilyttämään ja varmistamaan, ei räjähdysvaaraa ole. (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 16.)



Kuvio 1: Aerosolien ja kaasuilmeosten syttyminen ja palaminen (Hyttinen ym. 2008, 39.)

Seuraavassa on esitettyä muutamien nesteiden ja kaasujen osalta niiden syttymisrajoja. Räjähdyksvaara on sitä suurempi mitä laajempi aineelle määritelty syttymisalue on.

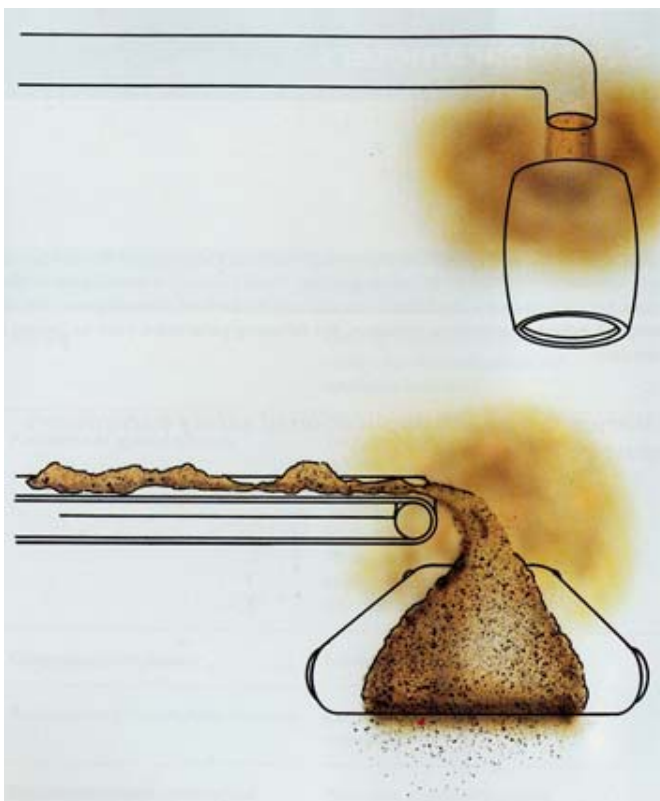
- ammoniakki 16-25%
- asetoni 2,2-13%
- asetyleeni 2,4-83%
- etanoli 3,3-19%
- hiilimonoksidi 12,5-74%
- metanoli 5,5-36,5%
- moottoribensiini 1,4-7,6%
- nestekaasut 2-10%
- vety 4-75,6%

(Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet 2009.)

#### 4.4.3 Pölyräjähdykset

Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä on huomioitava työskentelyolosuhteista riippuen myös pölyräjähdyksen mahdollisuus. Pölyräjähdyksiä voivat aiheuttaa syttyvät pölyt, joiden hiukkaskoko on pienempi kuin 500  $\mu\text{m}$ . Jotta pölyräjähdyks olisi mahdollinen, tulee pölyn olla syttyvää, hiukkaskoon sopivaa ja pölypitoisuuden syttymisalueella. Pölyjen aerosolit syttyvät

syttymisalueella. Alempi syttymisraja on useimmilla pöylajeilla 15-200 g/m<sup>3</sup>.  
(Hyttinen ym. 2008, 41.)



Kuva 3: Pöly- ja ilmaseosten syntyminen täyttö- ja kuljetusvaiheiden aikana (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 12.)

Pölyjen räjähdysrajat eivät ole käytännössä yhtä käyttökelpoisia mittareita kuin kaasujen ja höyryjen yhteydessä. Näin ollen pölypitoisuus voi pölykertymistä muodostuneiden pyörteiden tai lentävän pölyn laskeutumisen vuoksi muuttua käytännössä huomattavasti (kuva 3). Tällaisissa olosuhteissa esimerkiksi pölypyörre saattaa aikaansaada räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntymisen. (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 12.)

Taulukossa 1 on kuvattuna kokeellisesti mitattuja pölyjen palamisominaisuuksia pöylajeittain. Taulukosta voidaan todeta, että alimman räjähdysrajan saavuttamiseen ei pölyä tarvitse olla ilmassa kovinkaan suuria määriä. Esimerkiksi turvepölyn osalta alin räjähdysraja on saavutettu kokeellisesti 60g/m<sup>3</sup> pitoisuudessa. Taulukosta käy myös selkeästi ilmi, että joillakin aineilla, kuten esimerkiksi polypropeenilla, pölyräjähdysten mahdollisuus on olemassa jo huomattavasti alemmilla pitoisuuksilla.

Pölylaji	keski- määräinen hiukkas- koko	alin räjähdys- kykyinen pöly- pitoisuus	maksimi räjähdys- paine	maksimi paineen- nousu- nopeus bar/s ja K <sub>st</sub> -arvo	syttymis- lämpötilä	hehku- misläm- pötilä
	(µm)	(g/m <sup>3</sup> )	(bar)	(bar · m/s)	(°C)	(°C)
selluloosa	33	60	9,7	229	540	350
puu	27	100	9,5	211	500	320
korkki	42	30	9,6	202	470	300
paperi	54	30	8,6	52	540	300
turve, 15 m-% H <sub>2</sub> O	58	60	10,9	157	480	320
vilja	37	125	9,2	131	510	300
maitojauhe	99	125	8,6	130	540	340
soijajauhe	20	200	9,2	110	620	280
sokeri	30	200 <sup>1)</sup>	8,5	138	480	sulaa
kivihiili	24	60	9,2	129	590	245
koksi	13	-	ei syttynyt		795	485
hartsi, epoksi	31	30	7,8	220	510	sulaa
hartsi, melamiini	36	125	9,5	190	470	500
hartsi, fenoli	11	15	9,6	198	530	450
hartsi, polyesteri	162	30	8,4	76	550	sulaa
luonnonkumi	80	15	8,6	145	450	240
polyeteeni, LD	<10	15	8,0	156	420	sulaa
polyesteri	5	100	8,6	195	-	-
polypropeeni	35	15	8,4	123	440	sulaa
polyvinyylikloridi	<10	30	8,4	168	-	-
alumiini	36	60	12,0	750	590	450
rauta	<10	125	6,1	111	310	300
magnesium	28	30	17,5	508	760	450
sinkki	10	125	7,3	176	570	440
rikki	15	30	7,0	174	270	280

Taulukko 1: Kokeellisesti mitattuja pölyjen palamisominaisuuksia (Hyttinen ym.2008, 45.)

#### 4.5 Tulityöt suljetuissa tiloissa

Suljetuissa tiloissa tehdään ajoittain myös tulitöitä. Työhön liittyvässä riskinarvioinnissa tulee tällöin kiinnittää huomiota tulitöiden aiheuttamaan lisävaaraan henkilöille ja ympäristölle. Lisävaaraa voivat aiheuttaa esimerkiksi työkohteessa oleva syttyvä neste, kaasu tai pöly. Itse tulityö voi työtavasta riippuen aiheuttaa lisäksi sähköiskun vaaraa tai alentaa esimerkiksi työkohteen happipitoisuutta. Työmenetelmästä riippuen suljettuun työtilaan voi kerääntyä myös erilaisia terveydelle haitallisia pölyjä tai kaasuja.

Finanssialan keskusliitto (FK) on laatinut tulitöitä koskevan suojeluohjeen, jonka tarkoituksena on torjua tulitöistä sekä katto- ja vedeneristysalan tulitöistä aiheutuvia palovahinkoja. Suojeluohje velvoittaa niin vakuutusnottajaa kuin vakuutettuaakin. Vakuutusnottajan on varmistettava että suojeluohjetta noudatetaan kaikissa vakuutusnottajan tai vakuutusnottajaan rinnastettavan teettämässä tulitöissä. (Finanssialan keskusliitto 2010, 3.)

#### 4.5.1 Tulityöturvallisuuden varmistaminen

Tulitöillä tarkoitetaan sellaisia töitä, joissa syntyy kipinöitä tai joissa käytetään liekkiä tai muuta lämpöä ja jotka aiheuttavat tämän lisäksi palovaaraa. Tällaisiksi töiksi luokitellaan muun muassa sähkö- ja kaasuhitsaustyöt, kaasujuotostyöt, kuumailmapuhallintyöt, polttoleikkaustyöt sekä metallien hionta ja katkaisu laikkaleikkaimella. (Finanssialan keskusliitto FK 2010, 3.)

Tilapäisellä tulityöpaikalla suoritettavissa tulitöissä edellytetään tulityöntekijältä ja tulityöluvan myöntäjältä tulityökorttia. Tulityöluva laaditaan aina kirjallisena ja se on voimassa vain tietyn määräajan. Tulityöluvan edellytyksenä on tulityöpaikalla suoritettu vaarojen selvitys ja arviointi. (Finanssialan keskusliitto 2010, 5-6.)

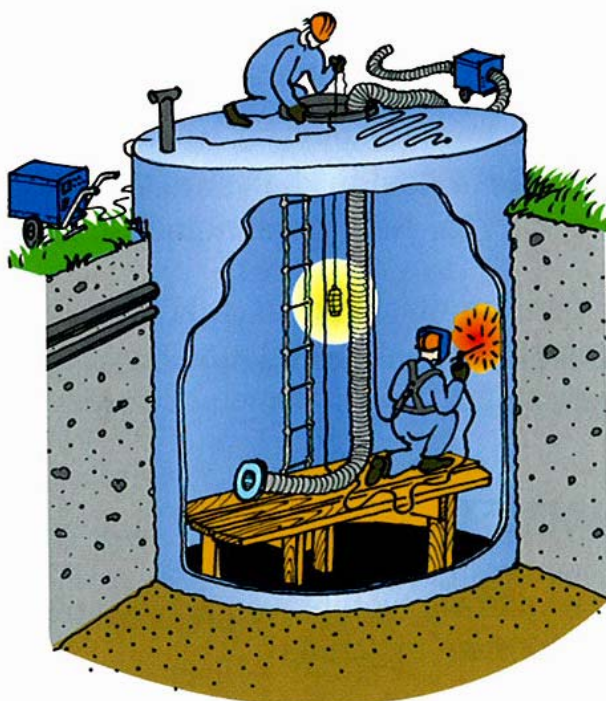
Finanssialan keskusliitto on määritellyt tilapäisellä tulityöpaikalla suoritettavaksi seuraavat vähimmäistoimenpiteet tulityöturvallisuuden varmistamiseksi:

- tulityöpaikka on puhdistettava syttyvistä materiaaleista
- syttyvät materiaalit, joita ei voida poistaa, on suojattava tiiviisti palamattomalla suojapeitteellä
- tulityöpaikalla olevat laitteet ja varusteet kuten kaapelit on suojapeitettävä
- rakenteissa olevat aukot on suojapeitettävä ja raot on tiivistettävä
- rakenteiden syttyvät pinnat on suojapeitettävä
- kipinöiden ja roiskeiden kulkeutuminen ympäristöön sekä lämmön johtuminen rakenteiden sisään on estettävä
- työtilassa on tarvittaessa mitattava kaasupitoisuus ja tila on tarvittaessa tuuletettava
- paloilmoin ja sammutusjärjestelmä, jonka laukaisu perustuu savunilmaisuu, on erheellisten hälytysten estämiseksi tarvittaessa irtikytkettävä alueelta, johon tulityöstä aiheutuvat käryt voivat levitä ja kytkettävä takaisin päälle heti, kun se on mahdollista
- sprinklerilaitteistoa ei kytketä pois päältä, vaan tarvittaessa sprinklerisuuttimet suojataan väliaikaisella suojauksella, joka poistetaan välittömästi tulitöiden jälkeen
- sammutuskaluston varaaminen

(Finanssialan keskusliitto 2010, 7.)

Olellainen osa tulitöihin liittyvää turvallisuutta on, että kaikki työkohteessa olevat henkilöt ovat tietoisia työhön ja työympäristöön liittyvistä riskitekijöistä. Näin ollen myös tulityövärtijan on tiedostettava tulitöistä aiheutuvat vaarat, tiedostettava työkohteen osoitetiedot, osattava tehdä hätäilmoitus ja käyttää työkohteeseen varattua alkusammutuskalustoa. Tulityövärtijan velvollisuutena on vaaran uhatessa keskeyttää tulityö.

Tulityövärtioinnin osalta on huomioitava, että sitä suoritetaan koko työn keston ajan ja myös taukojen aikana (kuva 4). Työn päätyttyä jälkivartiointia suoritetaan vähintään yhden tunnin ajan tai pidempään, mikäli riskinarvioinnissa näin katsotaan tarpeelliseksi. Mainittakoon että tulityöntekijä ei voi toimia työnaikaisena tulityövärtijana. (Finanssialan keskusliitto 2010, 7.)



Kuva 4: Tulityöt säiliössä (Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö 2006, 16.)

#### 4.5.2 Hitsauskaasujen aiheuttamat vaaratekijät

Suljetuissa tiloissa suoritettavissa tulitöissä korostuu työlupakäytännön ja riskinarvioinnin merkitys osana työturvallisuutta. Riskejä voivat lisätä työkohteen olosuhteiden lisäksi käytettävä työmenetelmä ja esimerkiksi hitsauskaasut. Ennen työn aloittamista suoritettavilla turvallisuustoimenpiteillä ja annettujen ohjeiden noudattamisella varmistetaan osaltaan turvallinen työskentely.

Hitsauksessa käytettävät kaasut ovat oikein käytettynä, varastoituina ja kuljetettuina turvallisia. Hitsauskaasujen osalta on kuitenkin huomioitava, että kaikki muut hitsauksessa käytetyt kaasut happea lukuun ottamatta aiheuttavat suurina pitoisuuksina riittämättömästi tuuletuissa tiloissa tukehtumisvaaran. Happipitoisuuden kohoaminen aiheuttaa puolestaan lisääntyvän palovaaran. Käyttäjän tulee olla tietoinen työssä käytettävien kaasujen vaaratekijöistä. (Lukkari 2006, 143.)

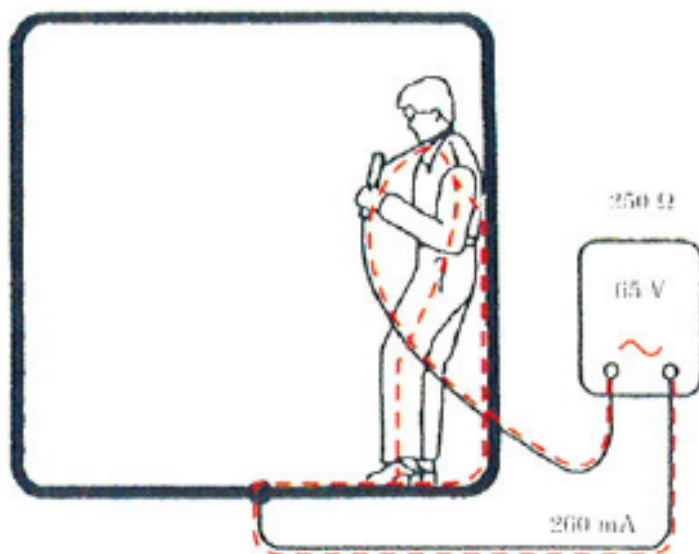
Kaasuhitsauksessa käytettävän asetyleenin vaaratekijät on huomioitava suljetuissa tiloissa työskennellessä. Erityisen laajojen syttymisrajojen vuoksi (2-82%) asetyleenin palo- ja räjähdysvaara on merkittävä esimerkiksi silloin, kun sitä pääsee vuotamaan suljettuun tilaan. Syttymiseen riittää esimerkiksi staattinen tai sähkölaitteen aiheuttama kipinä. (Lukkari 2006, 143.)

Hapelle ja myös paineilmalle on ominaista palamisen räjähdysenomainen kiihdyttäminen. Tämän vuoksi niiden käyttö esimerkiksi työvaatteiden puhdistamiseen on vaarallista. Happi imeytyy kankaiden kuituihin ja lisää tätä kautta syttymisherkkyyttä ja palamisnopeutta. Happea ei saa päästää virtaamaan vapaasti esimerkiksi säiliössä tai muussa umpinaisessa tilassa. Tällöin vapaasti virtaava happi saattaa imeytyä esimerkiksi vaatteisiin. Vaatteiden räjähdysmäiseen syttymiseen riittää staattinen kipinä. (Lukkari 2006, 143.)

Suojakaasut (argon, helium, typpi, hiilidioksidi) voivat myös aiheuttaa vaaraa suljetuissa tiloissa työskennellessä. Vaara liittyy niiden happea syrjäyttävään ominaisuuteen. Suurina pitoisuuksina huonosti tuuletetuissa tiloissa ne voivat aiheuttaa väsymystä, hengitysvaikeuksia ja jopa tukehtumisen. Erityisesti vaaratekijä korostuu vähän ilmaa sisältävissä tiloissa kuten esimerkiksi säiliöissä. Suojakaasujen ominaisuuksista riippuen ne voivat ilmaa raskaampina kerääntyä vuototilanteessa esimerkiksi säiliön pohjalle. Kaasupitoisuuden kohoamista ei voi havaita aistein ja puhtaan kaasun hengittäminen aiheuttaa erittäin nopeasti tajuttomuuden ja lähes välittömän kuoleman. (Lukkari 2006, 144.)

#### 4.5.3 Sähkön aiheuttamat vaarat hitsauksessa

Sähkön aiheuttamaan vaaraan tulee kiinnittää huomiota erityisesti silloin, kun työskennellään ahtaissa, johtavaa materiaalia olevissa työtiloissa. Lisävaaraa aiheuttavat kosteat olosuhteet tai hitsaajan vaatteiden kastuminen esimerkiksi vedestä tai hikoilun seurauksena. Vakavan tapaturman vaara on olemassa ahtaassa tilassa esimerkiksi silloin, kun hitsaaja nojaa märillä vaatteilla seinään ja hitsauspuikko koskettaa esimerkiksi kaulaa (kuva 5). Tällöin virta pääsee kulkemaan kaulan ja selän kautta säiliön seinään. (Lukkari 2006, 57-59.)



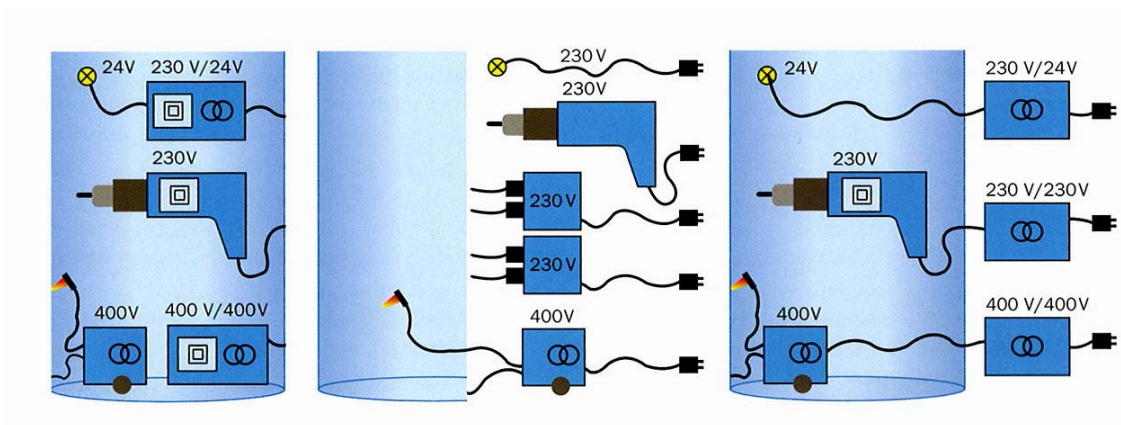
Kuva 5: Sähkötaturman vaara ahtaassa säiliössä työskenneltäessä (Lukkari 2006, 58.)

Sähköiskun vaaraa voidaan vähentää seuraavilla varotoimenpiteillä:

- hitsausvirtalähde sijoitetaan kosketusetäisyyden ulkopuolelle hitsaajasta
- virtalähteessä on oltava S-tunnus, jolla tarkoitetaan sitä että se täyttää erityisvaatimukset ja jännite on enintään 113V:n tasavirtaa tai 48V:n vaihtovirtaa
- käytetään aina kun mahdollista eristäviä levyjä ja mattoja
- käytetään standardin mukaisia puikonpitimiä yms.
- hitsausvirtalähdettä syötetään enintään 30 mA:n vikasuojalla syötetystä pistorasiasta
- S-tunnus virtalähteelle, jota voi käyttää tilassa, jossa on lisääntynyt sähköiskun vaara (Lukkari 2006, 59.)

Ahtaissa tiloissa työskenneltäessä sähkökäyttöisiä käsityökoneita voidaan käyttää vain silloin kun ne ovat suojajännitteisiä, esimerkiksi akkukäyttöisiä, tai kukin työkalu on syötettyä erikseen suojaerotusmuuntajalla, joka on sijoitettu tilan ulkopuolelle. Suojaerotusmuuntajaan saa liittää ainoastaan yhden sähkölaitteen (kuva 6). (Lukkari 2006, 59.)

Sähkölaitteet, jotka on kytketty normaaliin verkkojännitteeseen (230 V tai 400 V), kuten esimerkiksi valaisimet, käsityökalut, pistorasiakeskukset ja hitsauskone, on oltava sijoitettuna säiliön ulkopuolelle (kuva 6). Lisäksi hitsauskaapeleiden ja maadoituskaapeleiden jatkot on eristettävä kunnollisesti ja maadoituskaapeli liitettävä luotettavasti hitsattavaan kappaleeseen. (Lukkari 2006, 59.)



Kuva 6: Verkojännitteisiin laitteisiin ja kaapeleihin liittyvät erityisjärjestelyt (Lukkari 2006, 58.)

#### 4.6 Putoamisvaara

Suljettuihin tiloihin voi työkohteesta riippuen liittyä myös putoamisvaara. Tämä on otettava huomioon myös työhön liittyvässä riskinarviointivaiheessa. Putoamisvaarallinen työ edellyttää asianmukaisten henkilösuojamien käyttöä ja korkealla työskentelyyn liittyvien riskien tunnistamista.

Korkealla työskentelyyn liittyvät riskit voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoihin riskeihin. Sisäisten riskien voidaan katsoa johtuvan organisaation omasta toiminnasta ja ulkoisten puolestaan ympäristön aiheuttamista riskeistä.

Sisäisiä riskejä ovat esimerkiksi:

- huono turvallisuuskulttuuri
- puutteellinen johtaminen
- ohjeiden puuttuminen, riittämättömyys tai noudattamatta jättäminen
- virheelliset asenteet, esimerkiksi tahallinen riskinotto
- puutteellinen koulutus
- riittämätön harjoittelu
- puutteellinen tai virheellinen varustus
- riittämätön fyysinen kunto
- kiinnijuuttuminen suljetussa tilassa
- varusteiden huollon laiminlyönti
- varusteiden tarkastuksen laiminlyönti
- ennalta arvaamattomien vaaratilanteiden esiintyminen

(Sisäasiainministeriö 2005, 4.)

Ulkoisia riskejä ovat esimerkiksi:

- terävien reunojen aiheuttamat köysien katkeamiset
- kuumuus
- savu tai muut haitalliset päästöt
- kiinnityspisteen puute
- kiinnityspisteen epävarmuus
- alustan epävarmuus
- huono näkyvyys
- liukkaus
- sähkö
- sääolosuhteet
- sortumavaara
- muut ennalta arvaamattomat vaaratilanteet

(Sisäasiainministeriö 2005, 4-5.)

Putoamissuojainten tarkoituksena on estää putoaminen korkealta tai pysäyttää putoaminen turvallisesti. Mikäli työssä on putoamisvaara, on tällöin käytettävä putoamissuojaimia. Vaaralliseksi kohteiksi rakennus- ja asennustöissä katsotaan yli 2 metriä korkeat kaiteettomat paikat. (Työterveyslaitos 2010.)

Suojaimien käytössä tulee noudattaa valmistajan käyttöohjeita. Lisäksi suojaimille tulee suorittaa säännöllinen huolto ja tarkastus, jotta voidaan varmistua niiden käytettävyydestä. Putoamissuojaimet tulee tarkastaa perusteellisesti vähintään kerran vuodessa pätevän putoamissuojaintarkastajan toimesta. (Työterveyslaitos 2010.)

Eurooppalaiset standardit määrittelevät henkilösuojainten turvallisuusvaatimukset. Standardien tunnuksena on EN ja standardin numero. Standardin mukainen tuote täyttää lainsäädännölliset vaatimukset. Standardista löytyviä määritelmiä tuotteille ovat muun muassa materiaalit, lämmönkestävyys, staattinen ja dynaaminen lujuus ja korroosionkestävyys. Lisäksi standardeissa määritellään suojaimissa tarvittavat merkinnät ja käyttöohjeiden sisällöt. (Sisäasiainministeriö 2005, 6.)

Putoamissuojaimista tulee löytyä seuraavat merkinnät:

- CE-merkintä
- standardin numero
- valmistajan nimi tai tunnus
- suojaintyyppi

- valmistusvuosi, sarjanumero
  - ilmoitetun laitoksen tunnusnumero (esim. 0403)
- (Työterveyslaitos 2010.)

## 5 ATEX-määräykset ja niiden huomioiminen suljetuissa tiloissa työskenneltäessä

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhdedirektiivi). Ne koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskenteleviä ja tiloissa käytettäviä laitteita. Direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä sekä yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia. Lisäksi direktiivin tarkoituksena on osaltaan taata EX-laitteiden vapaa kauppa. (Turvatekniikakeskus 2003, 4.)

### 5.1 Määritelmät

Räjähdyskelpoisella ilmaseoksella tarkoitetaan seosta jossa toisena osana on normaalipaineinen ilma ja toisena osana on kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodossa olevia palavia aineita ja jossa palaminen leviää syttymisen jälkeen koko palamattomaan seokseen. (Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 2003.)

ATEX-käsitteitä:

- ATEX = atmosphères explosibles
- EX = explosive, räjähtävä
- EX-tila= räjähdysvaarallinen tila
- EX-laite = räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävä laite tai suojausjärjestelmä.

(Turvatekniikakeskus 2003, 4.)

### 5.2 EX-tilat ja tilaluokat

EX-tilalla tarkoitetaan sellaista tilaa, jossa voi esiintyä palavia nesteitä, kaasuja tai räjähdysvaarallisia pölyjä niin paljon, että syttyviä pitoisuuksia on aina tai satunnaisesti läsnä. EX-tiloissa suojaustoimenpiteet määritellään sen mukaan, miten todennäköisesti räjähdysvaarallisia ilmaseoksia esiintyy. (Henri 2008, 9.)

EX-tilat merkitään keltamustalla kolmiolla, jossa ovat keskellä kirjaimet EX. Merkinnällä osoitetaan, että kyseiseen tilaan voi liittyä räjähdysvaara ja että tilassa työskenneltäessä on huomioitava esimerkiksi oikeanlaisten työvälineiden käyttö.



Kuva 7: EX-tilan merkitseminen (Henri 2008, 9.)

Räjähdyksenvaaralliseksi luokitellussa tilassa voi esiintyä räjähdyskelpoisia ilmaseoksia. Tällöin erityiset suojelutoimenpiteet työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojelemiseksi taikka yleisen turvallisuuden ylläpitämiseksi tai henkilö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi ovat tarpeen. (Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 2003.)

Räjähdyksenvaarallisille tiloille on määritelty ns. tilaluokat. Kaasu- ja ilmaseoksilla tilaluokat ovat 0, 1 ja 2. Pöly-ilmaseosten osalta tilaluokat ovat 20, 21, ja 22. (Henri 2008, 9.)

Räjähdyksenvaarallisten tilojen luokittelussa käytävät luokkajaot perustuvat sekä kaasu-ilmaseoksilla että pöly-ilmaseoksillakin seuraaviin määritelmiin:

- Tilaluokka 0: Tila jossa ilman ja kaasun, höyryn tai esimerkiksi sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy tilassa jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein. (Henri 2008, 9.)
- Tilaluokka 1: Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai esimerkiksi sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy tilassa normaalitoiminnassa satunnaisesti. (Henri 2008, 9.)
- Tilaluokka 2: Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai esimerkiksi sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaaliolosuhteissa voidaan katsoa olevan epätodennäköistä ja esiintyminen kestää vain lyhyen ajan. (Henri 2008, 9.)



Kuva 8: Räjähdykselpoisten ilmaseosten syntyminen (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 2.)

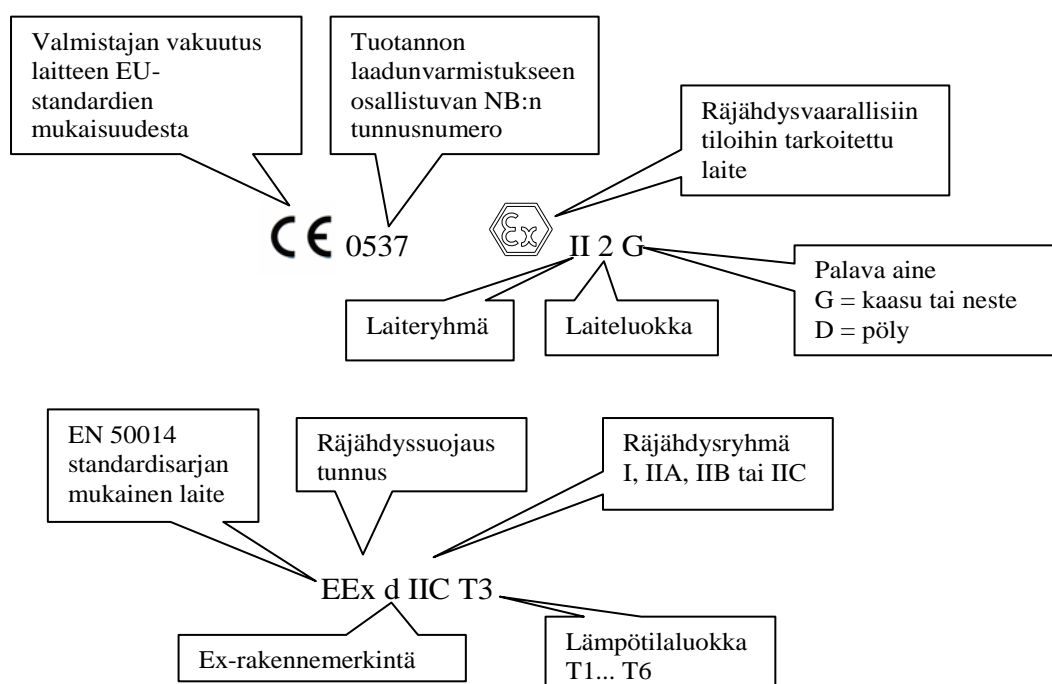
### 5.3 Laitteistoille asetetut vaatimukset EX-tiloissa

ATEX-laitesäädösten vaatimukset koskevat EX-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita, kuten esimerkiksi erilaisia koneita. Vaatimukset koskevat myös laitteista rakennettuja laitekokoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisen toiminnan kannalta tarpeellisia turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä komponentteja. (Turvateknii- kakeskus 2003, 5.)

EX-laitteiden tulee täyttää säädöksissä määritellyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaati- mukset. EX-laitteisiin liittyviä vaatimuksia ovat muun muassa laiteryhmä- ja laiteluokkakoh- taiset olennaiset turvallisuusvaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Lisäksi lait- teilta edellytetään EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus, CE-merkintä ja erityinen EX-merkintä sekä laiteryhmä ja -luokkaa kuvaava merkintä (kuvio 2). (Turvateknii- kakeskus 2003, 5.)

Vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten syntyminen laitteiden ulkopuolella on mahdolli- suuksien mukaan estettävä. Tämä on mahdollista pitämällä laitteet suljettuina. Laitteen osat on sen vuoksi rakennettava tiiviiksi. Laitteet on suunniteltava niin, että ennakoitavissa toi- mintaolosuhteissa ei voi syntyä mainittavia vuotoja. Tämä on varmistettava muun muassa huolehtimalla laitteiden säännöllisestä huollosta. (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 17.)

Mikäli vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten syntymistä ei voida täysin estää, on tällöin toteutettava erilaisia toimenpiteitä aktivoituvien syttymislähteiden torjumiseksi. Aktivoituvat syttymislähteet on torjuttava sitä varmemmilla toimenpiteillä mitä todennäköisempää vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten muodostuminen on. (Euroopan yhteisöjen komissio 2003, 15.)



Kuvio 2: EX-laitteiden merkinnät (Työterveyslaitos 2010.)

Työnantaja tai muu toiminnanharjoittaja vastaa tehtävistä laitevalinnoista. Laitevalintoja tekevät lisäksi myös laitteistojen suunnittelijat ja rakentajat erilaisten lähtötietojen, kuten tilaluokitusten ja räjähdysvaaraa aiheuttavien aineiden ominaisuuksien perusteella. Perusvaatimukset EX-tilojen laitevalinnoille on esitetty asetuksessa 576/2003. (Turvateknikankeskus 2003, 6.)

## 6 Työturvallisuuden varmistaminen suljetuissa tiloissa työskenneltäessä

Suljetuissa tiloissa työskentelyyn voi liittyä työkohteesta tai suoritettavasta työstä riippuen useita erilaisia riskitekijöitä, jotka voivat aiheuttaa vaaraa työn suorittajille. Riskien tunnistaminen ja niiden hallitsemiseksi suoritettavat keinot ovat olennainen osa työturvallisuuden varmistamista suljetuissa tiloissa työskenneltäessä.

Riskinarvioinnin lisäksi tärkeänä osana työturvallisuuden varmistamista on toimiva työlupekäytäntö sekä selkeä työhön liittyvä ohjeistus. Niin työlupekäytännössä kuin ohjeiden tuntemisesakin korostuu tiedonkulun merkitys osana työturvallisuutta. Liikaa ei voi myöskään korostaa riittävän koulutuksen ja perehdytyksen merkitystä työn turvalliselle suorittamiselle.

### 6.1 Riskienhallinta osana säiliötöiden työturvallisuutta

Riskienhallinnalla tarkoitetaan järjestelmällistä työtä toiminnan jatkuvuuden ja henkilöstön turvallisuuden varmistamiseksi. Sen voidaan katsoa olevan organisaation sisällä tehtävää selkeää toimintaa, joilla riskejä saadaan pienennettyä tai poistettua. Riskienhallinta on selkeästi osa turvallisuusjohtamista ja turvallisuusjohtamisen työväline. (Työsuojeluhallinto 2010.)

Haasteita riskienhallinnalle tuo erityisesti se, että suljetuissa tiloissa työskentely ei useinkaan ole päivittäistä toimintaa. Lisäksi työhön saattaa liittyä ulkopuolisia palveluntoimittajia, joiden tiedot työkohteeseen liittyvistä vaaratekijöistä voivat olla puutteellisia. Tämä korostaa entisestään selkeiden toimintaohjeiden merkitystä ja niiden tuntemusta, sekä tiedonkulun varmistamista. Turvallisuuden kannalta on olennaista, että toiminta on kokonaisuudessaan järjestelmällistä ja dokumentoitua. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1995, 3-4.)

Säiliötyöturvallisuuden hallinnassa olennaisia asioita ovat mm.

- kokonaiskäsitys siitä mistä säiliötyöskentelyssä on kyse
  - säiliötöihin liittyvien toimintaperiaatteiden tunteminen (esim. lupajärjestelmä, ohjeet)
  - potentiaalisten vaarojen arviointi
  - säiliöön sisään menon valmistelutoimet
  - tarvittavien laitteiden ja turvallisten toimintatapojen arviointi
  - hätätilanteisiin liittyvien toimintatapojen määrittely
  - henkilöstön koulutus
  - turvallisuuteen liittyvien hallintajärjestelmien ylläpito, arviointi ja kehittäminen
- (Työsuojelurahasto 1995.)

### 6.2 Riskienarviointi

Onnettomuusvaarojen tunnistamisessa tärkeässä osassa ovat erilaiset työkohteisiin tehtävät riskinarvioinnit, joiden tarkoituksena on etukäteen arvioida töihin ja töiden eri vaiheisiin liittyvät riskit. Tavoitteena on poistaa kaikki mahdolliset vaaratekijät tai pienentää niiden toteutumisen todennäköisyyttä mahdollisimman paljon. Ennen riskialttiiden töiden suorittamista tulisi järjestää erityinen riskinarviointitilaisuus. Tilaisuuteen tulisi osallistua kaikkia työhön osallistuvat henkilöt.

Riskinarviointia voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavien vaiheiden kautta:

- 1 Tunnistetaan työhön liittyvät vaaratekijät sekä riskiryhmään kuuluvat henkilöt.
  - 2 Arvioidaan riskien vakavuus ja todennäköisyys sekä suoritetaan niiden priorisointi.
  - 3 Tehdään ennaltaehkäisevät päätökset riskien poistamiseksi tai hallitsemiseksi.
  - 4 Toteutetaan ennaltaehkäiseviä ja suojaavia toimenpiteitä priorisointiin perustuen.
  - 5 Seurataan ja tarkastetaan riskinarvioinnin ajantasaisuutta säännöllisin väliajoin.
- (Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto 2010.)

Tärkeä osa suoritettua riskinarviointia on riskinarviointiprosessin dokumentointi. Dokumentointi tarkoittaa sitä, että työpaikalla suoritettavasta riskinarvioinnista on pidettävä pöytäkirjaa. Riskinarvioinnista pidettävän pöytäkirjan tarkoituksena on välittää tietoa asianosaisille henkilöille, sekä luoda pohja suoritettujen riskienhallintatoimenpiteiden seurannalle. Lisäksi siihen perustuen voidaan tarvittaessa suorittaa erilaisia tarkistuksia. Pöytäkirja toimii myös valvontaviranomaisille tarkoitettuna näyttöaineistona riskinarvioinnin suorittamisesta.

(Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto 2010.)

Riskinarviointia dokumentoitaessa pöytäkirjaan tulisi sisällyttää vähintään seuraavat tiedot:

- tutkinnan suorittaneen tai suorittaneiden henkilöiden nimet ja asema
- riskinarvioinnissa tunnistetut vaaratekijät ja riskit
- ne työntekijäryhmät, joihin on todettu kohdistuvan erityisiä riskejä
- tarvittavat suojatoimet
- tarkat tiedot toimenpiteiden toteuttamisesta, päivämäärä ja vastuuhenkilön nimi
- tarkat tiedot riskinarviointia seuraavista seuranta- ja tarkistusjärjestelyistä, esimerkiksi päivämäärät sekä seurantaan ja tarkistukseen osallistuvat henkilöt
- tarkat tiedot työntekijöiden ja heidän edustajiensa osallistumisesta riskinarviointiprosessiin

(Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto 2010.)

Riskinarviointiin liittyviä pöytäkirjoja laadittaessa on kuultava ja käytettävä työntekijöitä ja heidän edustajiaan. Riskinarvioinnin tulokset on saatettava työntekijöiden tietoon ja samalla tiedotettava minkälaisiin toimenpiteisiin tuloksien perusteella on ryhdytty.

(Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto 2010.)

### 6.3 Työlupa

Kirjallisen työlupajärjestelmän avulla voidaan osaltaan vaikuttaa töiden turvalliseen suorittamiseen. Työlupakäytännössä korostuvat luvan myöntämiseen määritellyt edellytykset sekä

työkohteen edustajien vastuu olosuhteiden saattamisesta sellaiseen tilaan, että työt voidaan aloittaa ja suorittaa turvallisesti. (VTT 2009, 47.)

Työlupajärjestelmän merkitys korostuu erityisesti sellaisissa työkohteissa, joissa ulkopuoliset palveluntoimittajat suorittavat erilaisia työlupaa edellyttäviä töitä. Lupakäytännön tärkeys korostuu entisestään työtehtävissä, joihin liittyy erityisiä vaaratekijöitä. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi suljetuissa tiloissa työskentely. Työluvan myöntämiseen oikeutetut henkilöt ja heiltä edellytettävät pätevyys- ja koulutusvaatimukset määritellään yrityskohtaisesti.

Työlupajärjestelmään kuuluvat niin työnsuorittajien kuin työluvan myöntäjienkin osalta riittävä tietoisuus työhön ja työolosuhteisiin liittyvistä riskitekijöistä sekä riittävä perehtyneisyys vallitseviin työolosuhteisiin. Näissä asioissa myös tiedonkululla on olennainen osa työturvallisuuden varmistamista.

#### 6.4 Säiliötyöluja

Suljetuissa tiloissa työskentely edellyttää niin sanottua säiliötyölupaa. Säiliötyöluvan myöntämisen yhteydessä on myös suoritettava työkohtainen riskien arviointi. Tunnistetut riskit on aina huomioitava työluvan vaatimuksissa.

Säiliötyöluvan myöntämisen edellytyksenä on seuraavien asioiden tarkastaminen:

- laitteistot on pysäytetty ja käynnistykset on estetty
  - venttiilit on suljettu ja tarvittavat sokeoinnit ovat tehtynä
  - asianmukaiset varoituskilvet on asennettu paikoilleen
  - riittävä ilmanvaihto on järjestetty
  - happipitoisuuden ja mahdollisten vaarallisten kaasujen pitoisuuden tarkistaminen mitaamalla on suoritettu
  - hengitysilman laatua seurataan jatkuvasti tai säännöllisin väliajoin
  - valaistus on kunnossa
  - telineet ovat kunnossa
  - säiliön ulkopuolinen varmistushenkilö (luukkumies) ja hänen tehtävänsä on sovittu
  - käytettävät varusteet ja työkalut ovat kunnossa
  - pelastusvalmius on varmistettu
  - tulitöitä tehtäessä on hankittu myös tulityöluja
  - sähkötyökalujen käyttöön liittyviä turvallisuusmääräyksiä noudatetaan
- (VTT 2009, 53.)

## 6.5 Pelastusvalmius työkohteessa

Suljetuissa tiloissa työskenneltäessä on työhön liittyvässä riskienarvioinnissa huomioitava aina riittävä pelastusvalmius. Pelastusvalmiutta suunniteltaessa on tunnistettava kaikki työkohteeseen liittyvät riskitekijät, kuten esimerkiksi työkohteen alentunut happipitoisuus tai puutoamisvaara. Lisäksi on huomioitava, että samat riskitekijät kohdistuvat mahdollisia pelastustoimenpiteitä suoritettaessa myös pelastushenkilöstöön.

Yhteistyö pelastuslaitosten ja paikallisten teollisuuslaitosten edustajien kanssa on tärkeä osa onnettomuuksiin varautumista. Tärkeää on arvioida ennakolta, millaisiin toimenpiteisiin yrityksen henkilöstön on turvallista ryhtyä ennen pelastuslaitoksen saapumista paikalle. Tärkeää on myös kerrata mahdollisen onnettomuustilanteen aikainen toiminta ja tehtäväjako yrityksen pelastusorganisaation ja pelastuslaitoksen välillä. (VTT 2009, 80.)

Pelastustoimenpiteiden suorittamisen kannalta on tärkeää, että pelastushenkilöstöllä on kuva niistä riskikohteista, joita omalla alueella esiintyy. Tärkeää on myös tiedostaa, millaisia riskejä näihin kohteisiin liittyy ja miten esimerkiksi suljetuissa tiloissa tapahtuvaan pelastustoimintaan tulisi niin koulutuksellisesti kuin kalustollisestikin varautua. Säännöllisellä harjoittelulla on pelastustoimenpiteiden suorittamisen kannalta erittäin suuri merkitys (kuva 9).



Kuva 9: Pelastustoimenpiteiden harjoittelu suljetusta tilasta (Neste Oil Oyj 2010.)

## 6.6 Työkohteen pelastussuunnitelma

Työkohteen pelastussuunnitelman tarkoituksena on varautua ennakolta mahdollisiin onnettomuustilanteisiin. Suunnitelmassa huomioidaan omatoiminen pelastustoiminta ja pelastushenkilöstön avulla suoritettava pelastaminen. Tarvittaessa toimintaa harjoitellaan ja kaikkien osallistujien nimet kirjataan. Työturvallisuuden kannalta on olennaista, että kaikki työhön osallistuvat henkilöt ovat tietoisia suunnitelman sisällöstä sekä sen merkityksestä ja että he osaavat toimia tilanteen niin vaatiessa suunnitelman mukaisesti.

Pelastussuunnitelmassa huomioidaan työkohteeseen liittyvät perustiedot, kuten korkeus maanpinnasta, yleiset poistumahdollisuudet sekä tarvittavat henkilösuojaimet ja pelastusvälineistön valmiustarve työkohteessa. Suunnitelmassa määritellään myös etukäteen varmistus-/turvahenkilön tehtäväkuva ja yhteydenpitomahdollisuudet suljetussa tilassa oleviin henkilöihin. Lisäksi on varmistettava, miten onnettomuuden sattuessa voidaan hälyttää apua.

Työkohteen pelastussuunnitelma otsikkotasolla:

- 1 Kohde
- 2 Suoritettava työ
- 3 Korkeus maanpinnalta (työskentelykorkeus)
- 4 Vuorokautinen työaika
- 5 Henkilöstö
- 6 Yhteyshenkilöt
- 7 Valvojan tiedot
- 8 Urakoitsijan tiedot
- 9 Työluvan myöntäjä
- 10 Työnriskinarvioinnin laatija
- 11 Syttymisvaaraan varautuminen
- 12 Hengitysilman varmistus
- 13 Poistumahdollisuudet
- 14 Putoamissuojaus
- 15 Työkohteen oma pelastusvalmius
- 16 Palokunnan laatima suunnitelma pelastustoimenpiteiden käytännön suorittamisesta (Neste Oil Oyj 2008.)

Työhön liittyvässä riskinarviointitilaisuudessa määritellään aina työn riskitaso. Mikäli työ luokitellaan niin sanotuksi korkean riskitason työksi, on siihen laadittava kirjallinen pelastussuunnitelma. Korkean riskitason töitä ovat esimerkiksi työkohteet, joissa happipitoisuus on alentunut. Myös työkohteet, jotka ovat vaikeasti saavutettavissa tai vaikeakulkuisia luokitel-

laan korkean riskitason töiksi. Suljetut tilat ovat lähes poikkeuksetta vähintäänkin vaikeakulkuisia ja niihin saattaa liittyä happipitoisuuden alentumista. Sen vuoksi niihin on aina syytä laatia erillinen työkohteen pelastussuunnitelma.

## 6.7 Varmistushenkilö

Varmistushenkilö eli ns. luukkumies on tärkeä osa työturvallisuutta suljetuissa tiloissa työskenneltäessä. Hänen tulee olla selvillä kaikista sellaisista työkohteeseen liittyvistä riskeistä, joilla voi olla vaikutusta suljetussa tilassa työskentelevien henkilöiden työturvallisuuteen. Näitä ovat esimerkiksi työkohteen alentunut happipitoisuus ja mahdolliset prosessissa käytössä olevat tai olleet kemikaalit tai kaasut. Lisäksi hänellä tulee olla tiedossa työkohteessa tarvittavat suojaimet ja suojavarusteet.

Varmistushenkilön tulee olla jatkuvasti selvillä suljetussa tilassa työskentelevien henkilöiden turvallisuustilanteesta. Hänen tehtävänä on valvoa kulkua tilaan ja sieltä pois, jolloin hän on jatkuvasti selvillä, ketkä säiliössä milloinkin työskentelevät ja missä kunnossa he ovat. Onnettomuustilanteessa varmistushenkilön tulee aina ensimmäisenä hälyttää apua ja sen jälkeen arvioida mihin pelastustoimenpiteisiin hänen on järkevää omaa turvallisuuttaan vaarantamatta ryhtyä. Hänen tulee myös varmistua siitä, että onnettomuuspaikalle on järjestetty opastus. Opastuksen merkitys korostuu erityisesti kohteissa, joissa on useita säiliöitä tai reaktoreita ja työkohteeseen on esimerkiksi maan pinnan yläpuolella vaikeasti havaittavassa paikassa.

Oleellinen osa varmistushenkilön työtä on yhteydenpito suljetussa tilassa oleviin henkilöihin. Yhteydenpito voidaan toteuttaa olosuhteista riippuen joko puheyhteytenä tai mahdollisesti radiopuhelinta käyttäen. Myös köysiyhteys on mahdollinen. Köysiyhteyden ongelmana voidaan katsoa olevan se, ettei köyden avulla voida kommunikoida kovinkaan hyvin muutamia yksinkertaisia merkkejä lukuun ottamatta. Näin ollen puhe ja radioyhteyden voidaan katsoa olevan usein paras vaihtoehto yhteydenpidossa. Lisäksi köysi voi takertua kiinni rakenteisiin tai telineisiin ja vaikeuttaa näin yhteydenpitoa.

Varmistushenkilön yhtenä tärkeänä tehtäväalueena on suljetussa tilassa olevien henkilöiden varoittaminen ulkoisesta vaarasta kuten, esimerkiksi kaasuvuodosta tai tulipalosta. Tämän vuoksi yhteydenpidon varmistaminen varmistushenkilön ja työparin kesken on tärkeä osa työturvallisuutta.

Varmistushenkilön perehdyttämisen ja työkohteeseen tutustumisen tulee olla työolosuhteet ja työhön liittyvät riskit huomioon ottaen riittävää. Tarvittaessa varmistushenkilölle tulee järjestää myös erillistä koulutusta, jossa huomioidaan työpaikan eri riskitekijät ja niiden vaikutus työn suorittamiseen.

Varmistushenkilön koulutuksessa läpikäytäviä asioita ovat esimerkiksi:

- varmistushenkilön tehtäväkuva
- mitä suljetuilla tiloilla tarkoitetaan
- suljettuihin tiloihin liittyvät vaaratekijät
- hapenpuute ja siihen liittyvät vaaratekijät
- palo- ja räjähdysvaara
- henkilösuojainten käyttö
- yhteydenpito
- avun hälyttäminen

(Neste Oil Oyj 2009.)

## 7 Taustaa onnettomuuksien synnylle

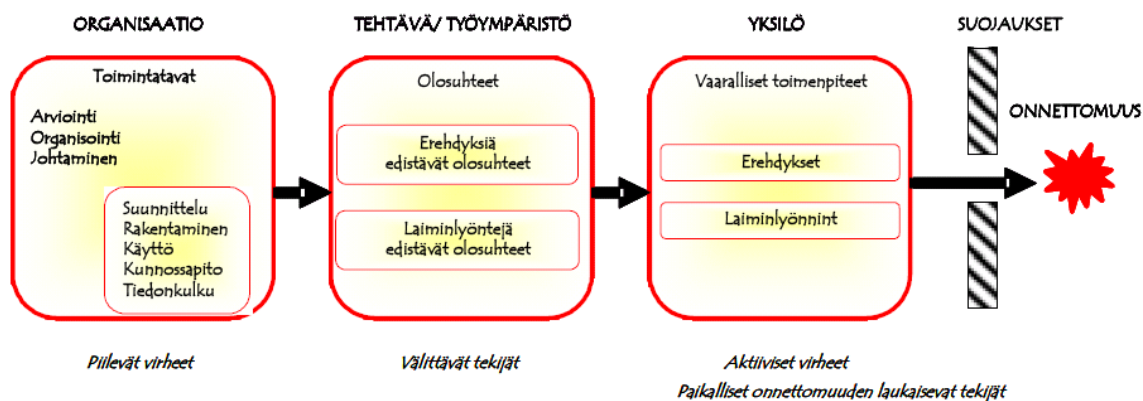
Onnettomuuksien syntyä on pohdittu vuosikymmeniä myös teoreettisesta näkökulmasta. Jo vuonna 1931 Heinrich esitti onnettomuusteorian, joka on osoittautunut nykyisinkin turvallisuuden kehittämisen kannalta merkittäväksi teoreettiseksi malliksi. Tämä niin sanottu domino-teoria perustuu oletukseen siitä, että onnettomuuden syntyminen voidaan kuvata ketjuna tai onnettomuuteen johtavien perättäisten tapahtumien sarjana. Heinrichin mukaan onnettomuuksien ehkäisemisessä oleellisinta on eliminoida ihmisten vaaralliset toimenpiteet tai vaarat työympäristön fyysisissä tai sosiaalisissa olosuhteissa. (Levä 2003, 19.)

Ennen Heinrichin luomaa teoriaa tapaturmien ja onnettomuuksien katsottiin aiheutuvan pelkästään fyysisistä vaaroista tai olosuhteista. Tällöin turvallisuuden parantamisessa painottui usein fyysisten olosuhteiden korjaaminen esimerkiksi konesuojauksilla. Dominoteoriaa on myöhemmin kehitetty eteenpäin ottamalla siihen mukaan myös johtamisen ja johtamisjärjestelmien vaikutuksia onnettomuuksien seurauksiin ja syntymekanismeihin. (Levä 2003, 19.)

Kuvassa 10 on esitettyinä Reasonin näkemys onnettomuuksien toteutumiseen johtaneista tekijöistä. Mallissa onnettomuuksien syntymiseen johtavat tekijät löytyvät neljältä eri tasolta: Suojausjärjestelmistä, yksilön toiminnasta, työympäristöön ja työtehtävään liittyvistä olosuhteista sekä organisaation toimintatapoihin liittyvistä tekijöistä. Onnettomuustutkintaa suoritettaessa myös onnettomuuteen johtaneiden tekijöiden selvittämisen tulisi edetä näiden tasojen kautta.

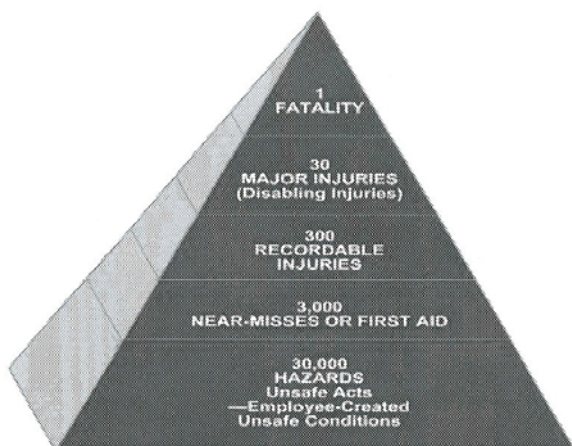
Reasonin mallissa piilevät virheet liittyvät johtamiseen ja töiden yleiseen organisointiin. Ne liittyvät kiinteästi organisaation toimintaan. Piileville virheille on tyypillistä, että niiden vaikutukset ilmenevät viiveellä. Aktiiviset virheet puolestaan liittyvät yksilön toimintatapoihin, kuten esimerkiksi laiminlyönteihin tai erehdyksiin. Aktiivisten virheiden toteutuminen saman-

aikaisesti esimerkiksi suojauksien peittämisen kanssa voi johtaa nopeasti onnettomuuden toteutumiseen. (Levä 2003, 20.)



Kuva 10: Onnettomuuksiin vaikuttavat tekijät (Levä 2003, 20.)

Onnettomuuksiin johtaneita tekijöitä on usein havainnollistettu myös niin sanotulla jäävuori-teorialla tai tapaturmapyramidilla (kuva 11). Teorian avulla tuodaan esiin niin sanotusti pinnan alla vaikuttavia tekijöitä, jotka lopulta johtavat esimerkiksi vakavan tapaturman tai onnettomuuden toteutumiseen. Nämä pinnan alla piilevät tekijät ilmenevät esimerkiksi usein toistuvina lievinä tapaturmina ja läheltä-piti tilanteina. Mitä enemmän pieniä tapaturmia ja vaaratilanteita tapahtuu, sitä todennäköisempää on myös vakavan onnettomuuden toteutuminen.



Kuva 11: Tapaturmapyramidi (DuPont Safety Resources 2002.)

## 8 Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneita onnettomuuksia

Suomessa on tapahtunut lähes vuosittain suljettuihin tiloihin liittyviä onnettomuuksia. Näissä onnettomuuksissa on loukkaantunut monia, eikä kuolemaltakaan ole aina voitu välttyä. Onnettomuustutkimusraporteista saa yleiskuvan siitä, millaisia onnettomuuksia suljetuissa tiloissa

voi tapahtua ja mitä tekijöitä onnettomuuksien taustalla on. Suomessa onnettomuuksia tutkivat muun muassa Turvatekniikan keskus (Tukes) ja Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL). Seuraavassa on kuvattu lyhyesti muutamia suljetuissa tiloissa tapahtuneita onnettomuuksia ja niihin myötävaikuttamassa olleita tekijöitä. Onnettomuustapauksia analysoidaan tarkemmin opinnäytetyön luvussa 9.

### 8.1 Altistuminen lietekaivon sisällä olleelle rikkivedylle

Teurasjätteitä ja kalaa käsittelevän laitoksen lietealtaiden pintaa oli tarkoitus alkaa laskemaan. Tämän vuoksi lietekaivon sisällä piti suorittaa putkiston muutostöitä. Kaivossa työskenteli yksi henkilö ja toinen oli kaivon ulkopuolella. Putken irrotustyön yhteydessä kaivoon kulkeutui lietteen mukana rikkivetyä. Kaivossa työskennellyt hengitti rikkivetykaasua ja menetti nopeasti tajuntansa. Kaivon ulkopuolella ollut havaitsi tapahtuneen ja lähti kaivoon tuupertuneen avuksi. Kaivoon päästyään myös avustamaan lähtenyt menetti tajuntansa. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1986, 1.)

Tehtaan pihalla liikkunut henkilö kiinnitti huomiota kaivosta esiin pistäviin tikkaisiin. Työntekijöitä ei kuitenkaan näkynyt. Tultuaan kaivon luo hän havaitsi molempien työntekijöiden olevan tajuttomina kaivossa. Hän hälyytti välittömästi apua. Molemmat työntekijät olivat kaivosta nostettaessa tajuttomina. Heistä toinen menehtyi matkalla sairaalaan ja toinen myöhemmin sairaalassa. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1986, 1.)

### 8.2 Tukehtuminen selluloosan keittokattilan tarkastuksessa

Selluloosatehtaan keittokattilaan oli tarkoitus suorittaa sisäpuolinen tarkastus. Tarkastusta varten kattilaan oli laskettu haketta siten, että hakepatjan paksuus oli noin neljä metriä. Tarkoituksena oli hyödyntää hakkeen pintaa kävelytasona. Hakepinnan yläpuolella oli tyhjää tilaa noin 10 metriä. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1992, 2.)

Tarkastukseen liittyvät valmistelutoimet olivat vielä osittain kesken, kun tarkastusta suorittamaan tullut henkilö ilmoitti käyvänsä kattilan sisällä. Valmistelutoimien keskeneräisyydestä johtuen keittokattilan suunniteltua tuuletusta ei ollut tässä yhteydessä vielä ehditty toteuttamaan. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1992, 2.)

Tarkastusta suorittamaan tullut henkilö laskettiin kattilan sisälle köyden ja niin sanotun nostoistuimen avulla. Ennen kuin henkilö oli ehtinyt alas hakepinnan tasolle, hän ilmoitti hapen loppumisen tunteesta ja pyysi nostamaan hänet välittömästi takaisin ylös. Hän ehti olla kattilan sisällä noin 3-4 minuuttia. Ylös nostettaessa henkilö todettiin menneen tajuttomaksi. Elvy-

tystoimista huolimatta henkilö menehtyi. Menehtymisen syyksi todettiin myöhemmissä tutkimuksissa tukehtuminen. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1992, 2.)

### 8.3 Tukehtuminen säiliökontissa

Säiliökontissa oli kuljetettu tehtaalle voiteluöljyä. Tuote oli tilaajan toimesta purettu käytämällä typpikaasua. Typen käytöstä säiliön tyhjennyksessä ei ollut merkintää rahtikirjassa, eikä siitä mennyt tietoa konttia hakemaan tulleelle kuljettajalle. Kuljettaja toimitti säiliökontin pestäväksi, koska säiliötä tarvittiin uuden tuotteen kuljetukseen. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1993, 2.)

Pesua säiliön sisälle suorittamaan mennyt henkilö ei tiennyt lastin purkamisessa käytetystä typpikaasusta ja menetti tajuntansa sisälle päästyään. Henkilö löydettiin säiliöstä ja muut työntekijät ryhtyivät pelastustoimenpiteisiin. Säiliöön ensimmäisenä pelastustoimenpiteitä suorittamaan mennyt henkilö menetti myös nopeasti tajuntansa. Samoin kävi myös toiselle pelastustoimiin ryhtyneelle. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1993, 2.)

Tämän jälkeen heräsi epäily säiliön alentuneesta happipitoisuudesta. Kolmas pelastustoimenpiteitä suorittamaan mennyt työntekijä varustautui raitisilmahupulla ja sai muiden avustuksella kolme uhria nostettua pois säiliöstä. Elvytystoimet aloitettiin heti ja kaksi ensimmäiseksi pelastustoimia suorittanutta henkilöä saatiin nopeasti virkoamaan. Ensimmäisenä säiliöön mennyt henkilö kuitenkin menehtyi. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1993, 2.)

### 8.4 Tukehtuminen tyhjässä rikkihapposäiliössä

Kuljettaja oli tuonut täysperävaunullisella säiliöautolla sellutehtaalle väkevää rikkihappoa. Lastin purkamisen ja säiliöiden vesihuuhtelun jälkeen kuljettajan oli nähty menevän työkalujen kanssa toisen säiliön sisälle. Kun kuljettajan ei nähty tulevan ulos säiliöstä, tehtaan työntekijä lähti tarkastamaan tilannetta. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1996, 2.)

Kuljettaja löydettiin makaamassa liikkumattomana säiliön pohjalla. Pelastustoimet käynnistettiin välittömästi ja kuljettaja saatiin nopeasti ulos säiliöstä. Hänet toimitettiin elvytystoimenpiteiden jälkeen sairaalahoitoon. Hän kuitenkin menehtyi tajuihinsa tulematta. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1996, 2.)

Onnettomuustilannetta tutkittaessa arvioitiin, että kuljettajan tarkoituksena oli ollut korjata säiliön pohjaventtiiliä. Venttiilin avaamisen yhteydessä sinne jäänyt väkevä rikkihappo oli syrjäyttänyt paikallisesti hapen ja aiheuttanut kuljettajan työskentelyalueelle säiliön pohjalla hapettoman tilan. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1996, 2.)

### 8.5 Tukehtuminen rumpu-uunissa

Kemiantehtaalla käytettiin rumpu-uunin normaalikäytön aikana inertoinnissa ja vesihöyryn poistossa typpikaasua. Typen tarkoituksena oli muun muassa estää karstan muodostumista uunin sisälle. Nyt tarkoituksena oli suorittaa rumpu-uunin sisäpuolinen tarkastus ja puhdistus. Työtehtävää suorittamaan tilattiin asennusyritys. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1998, 2.)

Ennen työskentelyn aloittamista rumpu-uunin sisällä piti vielä suorittaa happipitoisuuden mittaust. Tästä kerrottiin työtä suorittamaan tulleille henkilöille. Sillä aikaa, kun tehtaalla työntojohtaja ja toinen työtehtävää suorittamaan tulleista henkilöistä menivät hakemaan happimitaria, oli toinen asennusyrityksen henkilöistä mennyt jostakin syystä rumpu-uunin sisään. Hänet löydettiin muutaman minuutin kuluttua uunista tajuttomana. Suoritetuista elvytystoimista huolimatta henkilö menehtyi. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 1998, 2.)

### 8.6 Jakeluaseman bensiinisäiliön räjähdys

Jakeluaseman maanalaiseen bensiinisäiliöön oli tarkoitettu suorittaa sisäpuolinen tarkastus. Ennen tarkastuksen aloittamista bensiinisäiliö imettiin tyhjäksi miesluukun kautta säiliöauton imupumppua apuna käyttäen. Tyhjennyksen jälkeen säiliön pohjalle jäi kuitenkin vielä bensiinin sekaista sakkaa. (Turvatekniikakeskus 2002, 4.)

Säiliöön jääneen sakan poistamiseksi yksi henkilö meni sisälle säiliöön imemään pohjaa puhtaaksi letkun ja itse rakennetun muovisen suuttimen avulla. Toinen henkilö jäi säiliön ulkopuolelle. Bensiinisäiliössä ei suoritettu pitoisuusmittauksia eikä tilaa tuuletettu ennen työskentelyn aloittamista. (Turvatekniikakeskus 2002, 3.)

Säiliön sisällä tapahtui räjähdys sakan imemisen yhteydessä. Räjähdysten arvioitiin onnettomuustutkimuksen yhteydessä johtuneen mahdollisesti staattisesta tai mekaanisesta kipinästä. Syntynyt paineaalto lennätti muun muassa hiekkaa ja rikkoi asfalttia maanalaisen säiliön päältä. Sisällä työskennellyt henkilö pääsi itse ulos säiliöstä pahoja palovammoja saaneena. Ulkopuolella ollut henkilö selvisi vahingoittumattomana. (Turvatekniikakeskus 2002, 4.)

### 8.7 Menehtyminen pellettisiilossa

Kiinteistöhoitaja oli mennyt tarkastamaan hänen valvontansa piiriin kuuluneen asuinkiinteistön pellettikäyttöistä lämmityslaitosta. Tarkastuksen yhteydessä hän oli mennyt miesluukun kautta sisälle pellettisiiloon ja laskeutunut tikkailla siilon pohjalle. Ilmeisesti hänen tarkoituksenaan oli ollut siilon reunoille kerääntyneen pelletin siirtäminen siirtoruuvien päälle. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008, 2-3.)

Kiinteistönhoitaja löydettiin siilosta menehtyneenä noin neljän päivän kuluttua onnettomuuden tapahtumisesta. Onnettomuustutkinnassa todettiin, että menehtymisen oli aiheuttanut häämyrkytys. Pellettien varastointiin liittyvästä häävaarasta ei menehtyneellä ilmeisesti ollut tietoa. Kukaan ei nähnyt tapausta. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008, 4.)

#### 8.8 Menehtyminen pellettsiilossa ja auttajan tapaturma

Asuinrakennuksen pellettikäyttöinen lämpölaitos toimi erillisessä ulkorakennuksessa. Pellettsiilo oli tilavuudeltaan noin 30m<sup>2</sup>. Siilo oli valmistettu teräslevystä ja tiivistetty huolellisesti. Henkilö oli mennyt tuntemattomasta syystä pellettsiilon sisälle ja laskeutunut siilon pohjalle. Muutaman minuutin pellettejä lapioituaan hän oli ilmoittanut siilon ulkopuolella odottaneelle henkilölle voivansa pahoin. Ulkopuolella odottanut henkilö lähti heti hakemaan apua naapurista. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008, 2-3.)

Naapurin saavuttua tapahtumapaikalle ja todettuaan tilanteen, hän laskeutui siilon pohjalle antamaan onnettomuuden uhrille ensiapua. Hetken kuluttua uhria auttanut henkilö alkoi voimaan pahoin eikä päässyt enää pois siilosta. Tämän jälkeen siilon ulkopuolella ollut henkilö lähti hakemaan lisäapua. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008, 4.)

Pelastuslaitoksen saavuttua paikalle ensimmäisenä siiloon menneen henkilön todettiin menehtyneen. Menehtyneen kuolinsyyksi todettiin tutkimuksissa häämyrkytys. Siiloon ensiapua antamaan mennyt henkilö saatiin pelastettua. Hän joutui muutamaksi päiväksi sairaalahoitoon. (Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2008, 4.)

### 9 Onnettomuustutkintaraporttien kvalitatiivinen analysointi

Opinnäytetyössä käytetään tutkimusmenetelmänä kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta. Tutkimusaineistona käytetään vuosina 1986 -2008 Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneisiin onnettomuuksiin liittyviä onnettomuustutkintaraportteja. Raportit ovat laadittu Turvatekniikan keskuksen ja Tapaturmavakuutuslaitosten liiton toimesta. Onnettomuustutkintaraportit voi lukea kokonaisuudessaan taulukossa 2 olevien linkkien kautta.

Tutkimuksessa arvioitavia raportteja on yhteensä kahdeksan. Onnettomuustutkintaraporttien sisältöä tarkasteltaessa on arvioitu jokaisen yksittäisen onnettomuuden taustalla vaikuttaneita tekijöitä. Onnettomuustutkintaraportteista tehtyjen havaintojen perusteella on laadittu toimintovirheanalyysi. Toimintovirheanalyysissä on taulukoitu niitä syy-tekijöitä, jotka ovat onnettomuustutkintaa suorittaneiden henkilöiden näkökulmasta olleet myötävaikuttamassa suljetuissa tiloissa tapahtuneiden onnettomuuksien syntyyn.

## 9.1 Toimintovirheanalyysi

Toimintovirheanalyysi on kvalitatiivinen eli laadullinen riskianalyysimenetelmä. Sen avulla voidaan tunnistaa työtehtävien eri työnosiin ja ihmisen toimintoihin liittyviä virhemahdollisuuksia. Lisäksi menetelmän avulla voidaan arvioida ihmisen toiminnasta seuranneita vaaratilanteita ja niiden mahdollisia vaikutuksia. Analyysin avulla on mahdollista tarkastella myös esimerkiksi laite- ja prosessiturvallisuuksia sekä henkilöturvallisuuksia. (VTT 2011.)

Toimintovirheanalyysistä saatavaa informaatiota voidaan tarkastelukohteesta riippuen soveltaa myös esimerkiksi toiminta- ja työmenetelmien sekä toimintaohjeiden parannuksiin. Lisäksi siitä saatava tieto helpottaa riskeihin liittyvän kokonaiskuvan hahmottamista sekä tukee osaltaan riskienhallintaan liittyvää päätöksentekoa. Analyysistä saatavien tulosten perusteella voidaan tarvittaessa tehdä parannus- tai toimenpide-ehdotuksia. (VTT 2011.)

Toimintovirheanalyysin avulla voidaan tuoda esiin onnettomuuksien taustalla vaikuttaneita asiakokonaisuuksia. Analyysimenetelmän toimivuuteen ja siitä saataviin tuloksiin vaikuttaa aina kvalitatiivisena tutkimusaineistona käytettävän lähdeaineiston laatu. Tässä opinnäytetyössä käytettävien onnettomuustutkimusraporttien osalta luotettavuusongelmaa ei ole, koska raportit ovat laatineet onnettomuuksien tutkijoina toimineet ulkopuoliset henkilöt.

Onnettomuustutkimusraporteista arvioitiin toimintovirheanalyysin avulla seuraavia osa-alueita:

- epäselvyys lupakäytännöissä tai ohjeistuksissa
- vaaralliset työvälineet tai työtavat
- työkohteessa syttyviä tai myrkyllisiä kaasuja
- työkohteessa alentunut happipitoisuus
- pitoisuusmittauksia ei suoritettu
- riskejä ei tunnistettu
- puutteellinen koulutus / opastus
- puutteellinen tiedonkulku

Arvioitavat osa-alueet on kirjattu omiin sarakkeisiinsa työvaihe- ja toimintavirheluetteloon. Jokaisen onnettomuustutkimusraportin osalta on analysoitu, onko onnettomuuksien taustalla ollut vaikuttamassa näitä tekijöitä. Mikäli onnettomuustutkimusraporteissa on todettu syy-yhteyksiä onnettomuuteen, se on merkitty kyseiseen sarakkeeseen tapahtuneen onnettomuuden kohdalle. Kaikki kahdeksan onnettomuustapausta on analysoitu kyseisellä menetelmällä. Analyysimenetelmän avulla saa kuvan niistä onnettomuuksiin johtaneista syistä, jotka yleisimmin ovat olleet vaikuttamassa onnettomuuksien syntyyn. Työvaihe- ja toimintavirheluetteloon kirjatut tulokset on raportoitu kirjallisesti toimintovirheanalyysin tuloksia arvioitaessa.

Esimerkkejä suljetuissa tiloissa tapahtuneista onnettomuuksista vuosilta 1986-2008.  (Tukes ja Tapaturmavakuutuslaitosten liitto TVL).		Epäselvyys lupakäytännössä tai ohjeistuksissa	Vaaralliset työvälineet tai työtavat	Työkohteessa syttyviä tai myrkyllisiä kaasuja	Työkohteessa alentunut happipitoisuus	Pitoisuusmittauksia ei suoritettu	Riskejä ei tunnistettu	Puutteellinen koulutus / opastus	Puutteellinen tiedonkuku
Vuosi	Kuvaus tapahtumasta								
1986	Altistuminen lietekaivon sisällä olleelle rikkivedylle <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=663">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=663</a>	x		x		x	x	x	x
1992	Tukehtuminen selluloosan keittokattilan tarkastuksessa <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=430">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=430</a>	x		x	x	x	x		x
1993	Tukehtuminen säiliökontissa <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=384">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=384</a>	x	x		x	x	x	x	x
1996	Tukehtuminen tyhjässä rikkihapposäiliössä <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=308">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscrip?action=caseReport&amp;unid=308</a>	x			x	x	x		
1998	Tukehtuminen rumpu-uunissa <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=236">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=236</a>	x			x	x	x	x	x
2002	Jakeluaseman bensiinisäiliön räjähdys <a href="http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/raportit/harjavalta_bensasailio_02.pdf">http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/raportit/harjavalta_bensasailio_02.pdf</a>	x	x	x		x	x	x	
2008	Menehtyminen pellettisiilossa <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=803">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=803</a>	x	x		x	x	x		x
2008	Menehtyminen pellettisiilossa ja auttajan tapaturma <a href="http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=807">http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.viaw?action=caseReport&amp;unid=807</a>	x	x		x	x	x		x

Taulukko 2: Työvaihe- ja toimintovirheluettelo.

## 9.2 Toimintovirheanalyysin tulokset

Onnettomuustutkintaraporteista kävi ilmi, että epäselvyys lupakäytännöissä ja ohjeistuksissa oli usein onnettomuuksiin myötävaikuttavana tekijänä. Selkeiden työlupakäytäntöjen ja ohjeiden merkitys työturvallisuuden varmistamiseksi korostui. Osaltaan tapauksissa oli vaikuttavana myös puutteellinen tiedonkulku ja perehdytys. Ohjeisiin ja lupa-asioihin liittyvät epäselvyydet yhdistettynä esimerkiksi puutteelliseen tiedonkulkuun vaarantavat aina työturvallisuuden. Tämä korostuu entisestään erityistä vaaraa aiheuttavissa töissä.

Tiedonkulkuun liittyvät asiat, kuten tuotteeseen liittyvän käyttöturvallisuustiedotteen merkitys, tuli ilmi esimerkiksi pellettien varastointiin liittyvissä onnettomuuksissa. Näissä tapauksissa varastoitavan aineen ominaisuuksista ja sen aiheuttamista vaaroista ei ollut riittävästi tietoa. Osittain tämän vuoksi esimerkiksi pellettisiiloihin oli menty riittämättömällä henkilönsojaimilla ja jopa ilman varmistushenkilön läsnäoloa.

Pellettien varastoinnin yhteydessä esiintyvä häikäpitoisuuden kohoaminen vaikutti tulleen yllätyksenä onnettomuuden uhreille ja heitä auttamaan menneille henkilöille. Onnettomuustapauksissa häikäpitoisuudet olivat olleet korkeat ja vaikutus ihmisen tajuntaan nopeaa. Molemmat onnettomuustapaukset sattuivat melko lyhyellä aikavälillä ja lisäksi saman vuoden aikana.

Riskien tunnistamiseen liittyviin asioihin oli kiinnitetty huomiota kaikissa onnettomuustutkintaraporteissa. Riskien tunnistamisessa olennaisena asiana on myös työhön liittyvä riittävä koulutus ja perehdytys. Lisäksi vieraassa työympäristössä työskenneltäessä on omalla henkilökunnalla merkittävä vastuu siitä, että työskentelyolosuhteet ovat turvalliset ja että vaaratekijöistä kerrotaan riittävän selkeästi ulkopuolisille urakoitsijoille.

Syttyihin kaasuihin ja niiden esiintymiseen liittyi yksi onnettomuusesimerkki. Kyseisessä onnettomuustapauksessa bensiinisäiliössä olleet hiilivetyhöyryt syttyivät räjähdysmäisesti. Onnettomuuteen myötävaikuttavana tekijänä oli, ettei työkohteen räjähdysvaarallisia olosuhteita tunnistettu riittävän hyvin. Syttyvien kaasujen esiintymistä ei myöskään todettu mittamalla eikä tuuletusta suoritettu. Räjähdysvaarallisissa olosuhteissa työskenneltäessä riskienhallintatoimenpiteisiin tulee kuulua myös oikeiden työmenetelmien ja räjähdysvaaralliseen tilaan sopivien laitteiden käyttö. Laitevalinnassa tulee huomioida esimerkiksi EX-tiloihin liittyvät vaatimukset.

Merkittävänä vaikuttimena useissa onnettomuuksissa oli suljetussa tilassa esiintynyt happipitoisuuden lasku. Henkilöihin kohdistunut hapenpuute johtui pääasiallisesti typestä tai hiili-monoksidista. Näihin molempiin kaasuihin liittyy vaaratekijänä niiden vaikea aistittavuus.

Typen osalta tajuttomuus seuraa lähes välittömästi ilman ennakkovaroitusta. Hiilimonoksidi aiheuttaa useimmiten ennakko-oireita, mutta kuten raporteissakin oli huomioituna, voi hiilimonoksidin tajuntaa alentava vaikutus tulla hyvin nopeasti ja yllättäen.

Happipitoisuuden laskuun liittyvissä onnettomuuksissa oli myötävaikuttamassa se, ettei tilan happipitoisuutta tarkastettu mittaamalla. Osaltaan mittauksen suorittamatta jättämiseen oli varmasti vaikuttamassa se, ettei olemassa olevaa riskiä tiedostettu ja ettei esimerkiksi hengitysilmassa ollutta häkää aistittu suljettuun tilaan mentäessä. Sekä alentunut happipitoisuus että kohonnut häkäpitoisuus olisi voitu todeta mittaamalla.

Onnettomuustutkintaraporteista voi todeta, että suljetuissa tiloissa työskenneltäessä on varmistushenkilöllä keskeinen rooli työturvallisuuden varmistamisessa. On tärkeää, että varmistushenkilö on selvillä siitä, mitä riskitekijöitä työympäristöön liittyy ja miten niihin on varauduttava. Joissakin onnettomuustapauksissa vakavilta seurauksilta olisi todennäköisesti voitu välttyä, mikäli varmistushenkilö olisi ollut paikalla. Näissäkin onnettomuusesimerkeissä oli mukana sellaisia tapauksia, joissa onnettomuuden uhrit löydettiin viiveellä. Uhrien pelastusmahdollisuuksien kannalta on olennaista, että onnettomuus tai vaaratilanne havaitaan välittömästi ja tarvittavat pelastustoimenpiteet pystytään aloittamaan mahdollisimman nopeasti.

## 10 Auditoinnit osana turvallisuuden arviointia

Auditoinnilla tarkoitetaan sellaisia menettelyitä ja menetelmiä, joiden avulla toiminnanharjoittaja pystyy arvioimaan turvallisuusjohtamisjärjestelmän tehoa ja asianmukaisuutta. Auditointi voidaan määritellä myös oman toiminnan järjestelmälliseksi havainnoinniksi, jonka perusteella voidaan tunnistaa turvallisuusjohtamisjärjestelmään liittyviä vahvuuksia ja mahdollisia kehittämistarpeita. Auditointien avulla voidaan osaltaan myös arvioida toimintaperiaatteiden toimivuutta ja riittävyttä, sekä niiden vastaavuutta asetuksen vaatimuksiin. Auditoinnit voivat olla joko sisäisiä tai ulkoisia auditointeja. (Turvatekniikakeskus 2010, 13.)

### 10.1 Turvallisuuden mittaaminen

Turvallisuuden mittaamisella ja arvioinnilla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joilla organisaatiossa kerätään, analysoidaan ja käsitellään turvallisuutteen liittyvää tietoa. Olennaisena osana on myös se, miten näin saatua tietoa hyödynnetään turvallisuuspäämäärien ja tavoitteiden saavuttamiseksi. (Turvatekniikakeskus 2001, 6.)

Työterveys- ja turvallisuusjohtamisjärjestelmiä koskevissa vaatimuksissa (OHSAS 18001-standardi) korostetaan ennakkoivien turvallisuusmittareiden käyttöönottoa. Standardi painot-

taa organisaatiossa tapahtuvaa työterveys- ja turvallisuustoiminnan tason säännöllistä mittausta ja arviointia. Arviointia voidaan suorittaa esimerkiksi sisäisten auditointien avulla.

OHSAS 18001-standardin mukaisesti organisaation tulee suunnitella, luoda ja toteuttaa sekä ylläpitää auditointiohjelmia. Auditointiohjelmien tulee perustua organisaation toimintojen riskin arviointiin ja edellisten auditointien tuloksiin. Auditointimenettelyissä tulee huomioida vastuut, pätevyudet ja auditointien suunnitteluun ja suorittamiseen liittyvät vaatimukset sekä tulosten raportointi. Lisäksi auditointien kriteereihin, laajuuksiin ja suoritustaaajuuteen sekä suoritusmenetelmiin tulee kiinnittää huomiota. Standardissa korostetaan auditoinnin suorittajien valintaa siten, että auditointiprosessin objektiivisuus ja tasapuolisuus voidaan osaltaan varmistaa. (SFS 2007, 34.)

Turvallisuusauditoinnit voidaan jakaa esimerkiksi seuraaviin luokkiin:

- 1 Rajattuun teemaan kohdistettavat turvallisuusauditoinnit (esim. inhimilliset tekijät, vaaralliset aineet, ympäristö).
- 2 Laitoksen tekniset auditoinnit (teknisten asiantuntijoiden määrääjoin suorittama).
- 3 Alueen tekniset auditoinnit (erityisasiantuntijoiden ja paikallisen henkilöstön yhdessä tekemä, ennalta suunniteltu ja säännöllinen tietäntyyppisen tehtävän katselmointi).
- 4 Vaatimuksenmukaisuutta tarkastelevat auditoinnit (turvallisuusjohtamisjärjestelmän toimivuus ja menettelytapojen tehokkuus).
- 5 Validointiauditoinnit (auditointien soveltaminen ja suunnittelu, onko valvonta ja suunnittelu tarkoituksenmukaista).
- 6 Johtamisjärjestelmän turvallisuusauditoinnit (toteutetaan vuosittain paikallisen henkilöstön toimesta, mukana mahdollisesti myös auditointien asiantuntijoita).

(Levä 2003, 58.)

## 10.2 Auditointiprosessin kuvaus

Sisäisten turvallisuusauditointien suunnittelun ja toteutuksen tulee lähteä organisaation sisältä ja organisaation halusta kiinnittää huomiota turvallisuuden omaehtoiseen kehittämiseen. Ennen auditointien aloittamista organisaatiosta valitaan ja tarvittaessa koulutetaan ne henkilöt, joiden on tarkoitus suorittaa tarvittavia auditointeja. Auditointiryhmään voidaan tarvittaessa valita organisaation sisältä monen eri ammattialan asiantuntijoita. Tarkoituksena on saada mahdollisimman käytännönläheistä ja turvallisuuden kehitystyössä helposti hyödynnettävää tietoa.

Auditointien voidaan katsoa osaltaan pohjautuvan niihin organisaation sisältä esiin nousseisiin asioihin ja tarpeisiin, jotka ovat alkujaan olleet herättämässä keskusteluja auditointien aloittamiselle. Näitä voivat olla esimerkiksi sattuneet tapaturmat tai muuten halu tarkastella turvallisuuden nykytilaa.

Etukäteen laadittavan auditointikriteeristön avulla voidaan määritellä turvallisuudelle erilaisia lähtö- ja tavoitetasoja. Kriteeristöä voidaan tarvittaessa täydentää etukäteen aiheisiin laadittavilla kysymyssarjoilla, joiden sisällössä huomioidaan auditoinnille asetetut tavoitteet.

Sisäisten turvallisuusauditointien yhteydessä suoritettavilla havainnoilla ja niiden asianmukaisilla kirjaamisilla on merkitystä, kun laaditaan yhteenvetoa eli niin sanottua auditointiraporttia saatujen tulosten pohjalta. Laadukkaan auditointiraportin merkitys korostuu erityisesti siinä vaiheessa, kun halutaan löytää selkeästi kehitystä vaativia turvallisuuden osa-alueita. Raportin hyödynnettävyys on myös suoraan verrannollinen auditointiryhmän ammattitaitoon. Auditointiraportin perusteella laaditaan kehittämissuunnitelma, jossa sovitaan mahdollisista korjaavista toimenpiteistä ja niiden täytäntöönpanosta sekä seurannasta.

Seuraavassa on kuvattu otsikkotasolla sisäisen auditointiprosessin eteneminen:

- 1 Tarve sisäisten turvallisuusauditointien suorittamiselle organisaation sisällä
- 2 Auditointiryhmän kokoaminen ja kouluttaminen
- 3 Auditoinnille asetettujen tavoitteiden ja aikataulujen määrittely
- 4 Auditointikriteeristön ja kysymysten laatiminen
- 5 Auditoitavien kohteiden valinta
- 6 Auditointien toteutus ja auditoinneilla tehtyjen havaintojen kirjaus
- 7 Loppukokous ja tehtyjen havaintojen yhteenveto
- 8 Auditointiraportin laatiminen
- 9 Korjaavista toimenpiteistä sopiminen ja kehittämissuunnitelman laatiminen
- 10 Seuranta

Turvallisuuden kehittämisen kannalta on tärkeää että turvallisuutta mitataan säännöllisesti ennakoivilla mittareilla. Ennakoivia mittareita ovat esimerkiksi riskinarvioinneista ja turvallisuusauditoinneista saadut tulokset. Turvallisuusauditoinneilla nimenomaisesti kerätään tietoa ja arvioidaan sovittujen menettelytapojen noudattamista, sekä niiden käytännön toimivuutta. Turvallisuusauditoinneilla on tarkoitus myös tunnistaa kehittämistä vaativia kohteita.

(Turvatekniikan keskus 2001, 6.)

## 11 Taustaa Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamon auditointisuunnitelmalle

Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamo sijaitsee Kilpilahden teollisuusalueella noin 20 kilometriä Porvoosta Helsinkiin päin. Jalostamo on yksi Euroopan monipuolisimmista ja nykyaikaisimmista öljynjalostamoista kapasiteetin ollessa noin 12 miljoonaa tonnia raakaöljyä vuodessa. Porvoon jalostamo tuottaa öljytuotteita liikenteen, teollisuuden ja energiantuotannon erilaisiin tarpeisiin. Valmistuksessa on noin 150 erilaista tuotetta ja tuotekomponenttia. Jalostamoon kuuluu kaikkiaan lähes 40 prosessiyksikköä sekä laaja säiliöalue, satama sekä teknologiakeskus. Porvoon tuotantolaitoksilla työskentelee noin 2200 työntekijää. (Neste Oil Oyj 2010)

Porvoon jalostamolla suoritetaan säännöllisesti erilaisia lakisääteisiä tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä, joiden tarkoituksena on ylläpitää prosessilaitteistojen käytettävyysolosuhteet turvallisella ja lupaehtojen edellyttämällä tasolla. Huollettavia laitteita ovat esimerkiksi lämmönvaihtimet, säiliöt, reaktorit ja pumput. Huoltotöiden yhteydessä tehdään myös erilaisia koestuksia tärkeille turvajärjestelmille. Huolto- ja korjaustöiden tarkoituksena on turvata laitosten turvallinen käyttö.

Suoritettavien huoltotöiden aikana joudutaan ajoittain työskentelemään myös suljetuissa tiloissa. Suljetuiksi tiloiksi luokitellaan esimerkiksi reaktorit, säiliöt ja uunit. Näissä tiloissa työskenneltäessä on työturvallisuuden varmistamiseksi suoritettava paljon erilaisia ennakoivia ja työnaikaisia toimenpiteitä.

Tämän opinnäytetyön luvussa 10 on esiteltyä auditointisuunnitelma suljettujen tilojen työturvallisuuden arvioimiseksi Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamolla. Auditointisuunnitelma on laadittu huomioiden jalostamon toimintaympäristö ja siihen liittyvät erityispiirteet. Suunnitelmassa on lisäksi kuvattu auditointiprosessin mahdollinen eteneminen.

Auditoinnin yhteydessä arvioitavaksi tarkoitetuissa aihealueissa on pyritty huomioimaan työprosessiin kuuluvia kokonaisuuksia suljetuissa tiloissa työskenneltäessä. Auditointikysymyksiä laadittaessa on huomioitu riskinarviointi, lupaprosessi, työskentelyolosuhteet ja työkohteen pelastusvalmius sekä yleinen turvallisuustietoisuus työkohteessa. Kysymykset ovat hyödynnettävissä myös yleisesti erilaisten työkohteiden turvallisuustason arvioinnissa.

## 12 Auditointisuunnitelma Neste Oil Oyj:n Porvoon öljynjalostamolle

Tässä suunnitelmassa auditoinnin kohteeksi on valittu Porvoon öljynjalostamolla ne huolto- ja kunnossapitotöiden suorittamispaikat, joissa työskennellään suljetuissa tiloissa. Suljetut tilat ja niissä tapahtuva työskentely voidaan katsoa olevan erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä. Auditointien tarkoituksena on osaltaan tukea työturvallisuuden kehittymistä näissä työkohteissa.

## 12.1 Auditoitavien kohteiden määrittely

Auditoitavat kohteet tulevat sijaitsemaan eri puolilla Porvoon öljynjalostamon prosessialuetta. Yhteistä näille kohteille on, että niissä työskennellään suljetussa tilassa. Auditointipaikana voi olla esimerkiksi korjauksen kohteena oleva säiliö tai reaktori. Auditoitavat työkohteet valitaan vallitsevan huolto- ja korjaustilanteen mukaan.

## 12.2 Auditoinnin tarkoitus ja tavoitteet

Auditoinnin tarkoituksena on arvioida suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyvien asioiden, kuten esimerkiksi työlupaprosessin ja ennakoivien turvallisuustoimenpiteiden toimivuus käytännössä. Tärkeässä osassa ovat myös työskentelyolosuhteet ja riskien tunnistaminen, sekä tiedonkulku.

Auditoinnin tavoitteena on kehittää suljettujen tilojen työturvallisuutta kokonaisvaltaisesti. Lisäksi tavoitteena on tunnistaa niitä työkokonaisuuteen liittyviä osa-alueita, joiden työturvallisuuskäytäntöjä voidaan entisestään parantaa. Suoritettavien auditointien kautta myös auditointeja suorittavat henkilöt kehittyvät työssään ja samalla auditointien laatu ja hyödynnettävyys paranevat. Parantunut laatu näkyy myöhemmin edelleen työturvallisuuden kehittymisenä.

## 12.3 Auditointikriteeristö

Auditointikriteeristö muodostetaan tarkastelemalla suljetuissa tiloissa tapahtuvaan työskentelyyn liittyvää toimintaketjua kokonaisvaltaisesti. Kriteeristön laatimisessa huomioidaan kaikki työkokonaisuuden osa-alueet riskienarvioinnista ja työlupaprosessista aina kentällä tapahtuvaan käytännön työskentelyyn ja työskentelyolosuhteiden arviointiin saakka.

Auditointikriteeristössä käsiteltäviä osa-alueita voivat olla esimerkiksi:

- riskinarviointi
- työlupaprosessi
- työskentelyolosuhteet
- pelastusvalmius työkohteessa
- yleinen turvallisuustietoisuus

Auditointi suoritetaan auditointikriteeristön mukaisesti siten, että auditoinneissa tarkastellaan kaikkia työkokonaisuuden osa-alueita. Tarkasteltaviksi osa-alueiksi voidaan valita myös yksittäisiä teemoja sen mukaan, mihin asioihin painopistettä katsotaan työturvallisuuden osal-

ta tarpeelliseksi suunnata. Arvioitavana yksittäisenä osa-alueena voivat olla esimerkiksi työskentelyolosuhteet tai työkohteen pelastusvalmius.

Auditointikriteeristön laatimisessa ja sen hyödynnettävyydessä on auditointiryhmällä tärkeä rooli. Auditointikriteeristön laatimisessa tulee huomioida lainsäädännön asettamat vaatimukset sekä organisaation ohjeet ja käytännöt. Kriteeristön avulla voidaan arvioida, täyttääkö toiminta kaikilta osin sille asetetut vaatimukset työturvallisuuden näkökulmasta.

#### 12.4 Auditointiryhmä

Ennen sisäisten turvallisuusauditointien aloittamista on koottava auditointiryhmä, joka valmistautuu auditointeihin muun muassa perehtymällä kukin omiin osaamisalueisiin ja laatimalla auditointikriteeristön ja siihen liittyvät auditointikysymykset. Henkilöitä ryhmään valittaessa olisi huomioitava, että ryhmän jäsenillä on riittävä kokemus myös työturvallisuusasioista.

Auditointiryhmän jäseniltä koko toimintaketjun auditointi edellyttää varsin laajaa perehtyneisyyttä työluopaohjeistuksesta, riskinhallinnasta ja työskentelyolosuhteiden käytännön arvioinnista aina pelastusvalmiuden arviointiin. Tämän vuoksi auditointiryhmään tulisi valita edustajia eri ammattiryhmistä, jotta tarvittava asiantuntijuus palvelisi auditoinneille asetettuja tavoitteita.

Suljetuissa tiloissa tapahtuvaan työskentelyyn liittyvien työkokonaisuuksien arvioiminen edellyttää auditointiryhmältä perehtyneisyyden lisäksi myös pysyvyyttä. Pysyvyydellä tarkoitetaan sitä, että auditointiryhmän peruskokoonpanoa ei muuteta jokaisen suoritettujen auditointien jälkeen. Auditointiryhmän on tärkeää saada aluksi riittävästi kokemusta auditointien suorittamisesta, jotta jatkuvuudesta ja auditointien laadusta voidaan varmistua. Tarvittaessa auditointeihin voidaan ottaa mukaan asiantuntijoita auditointiryhmän peruskokoonpanoa täydentämään. Auditointiryhmästä yksi henkilö nimetään pääauditoidjaksi, joka koordinoi auditointien suunnittelua ja toteuttamista.

Auditointiryhmän mahdollinen peruskokoonpano:

- työsuojelupäällikkö
- työsuojeluvaltuutettu
- turvallisuusasiantuntija
- turvallisuusinsinööri
- tehdaspalokunnan edustaja
- sähköjärjestelmäasiantuntija
- työhygieniasiantuntija

## 12.5 Aikataulu

Auditoinnit ajoitetaan aikataulullisesti huolto- ja kunnossapitotöiden yhteyteen. Tulevista työkohteista saadaan tietoa prosessialueen kunnossapidosta vastaavilta henkilöiltä. Aikataulullisesti auditoinnit voitaisiin aloittaa esimerkiksi syksyllä 2011. Auditointeja tulisi tämän jälkeen suorittaa säännöllisesti, jotta auditointien laatua voidaan ylläpitää ja parantaa. Säännöllisillä auditoinneilla vaikutetaan myös positiivisesti työturvallisuuden kehittämiseen.

## 12.6 Lopputulosten hyödyntäminen

Auditoinneista saatujen tulosten perusteella laaditaan kehityssuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena on luoda pohjaa työturvallisuuteen liittyvien osa-alueiden nykytilan säilyttämiselle ja mahdollisesti tarvittavalle kehitystyölle. Kehityssuunnitelma voi sisältää myös esimerkiksi ohjeistuksen uudelleenarviointia tai koulutussuunnitelman laatimista.

Kehityssuunnitelmassa on tärkeää huomioida, että mahdollisista korjaavista toimenpiteistä sovitaan konkreettisesti ja että vastuuhenkilöt toimenpiteiden toteuttamiseksi määritellään riittävän tarkasti. Olennaisena osana kehityssuunnitelmaa on sen etenemisen säännöllinen seuranta. Siihen voi kuulua esimerkiksi suunnitelmassa esitettyjen koulutuksien tai ohjeisiin liittyvien päivitysten toteutumisasastetta.

## 12.7 Auditointikysymyksiä auditointikriteeristön tueksi

Seuraavassa esitellään teemoittain suljettujen tilojen työturvallisuuden arviointiin laadittuja auditointikysymyksiä. Kysymyksissä on pyritty huomioimaan työprosessiin liittyviä kokonaisuuksia. Auditointiryhmän laatimissa mahdollisissa lisäkysymyksissä voidaan huomioida tarkemmin vallitsevat työskentelyolosuhteet ja yrityksen sisäinen ohjeistus työskentelyn turvallisuuden takaamiseksi. Kysymyksiä voidaan myös täydentää auditoinneista saatujen käytännön kokemusten pohjalta.

### 12.7.1 Riskinarviointi

Riskinarvioinnin osalta voidaan kiinnittää huomiota esimerkiksi siihen, miten järjestelmällisesti työn eri vaiheet on suunniteltu ja onko kaikki riskit näissä työvaiheissa tunnistettu ja huomioitu riittävällä tavalla. Lisäksi voidaan arvioida, onko riskin pienentämiseksi tai poistamiseksi tehty riittävästi toimenpiteitä. Riskinarvioinnin tarkastelu edellyttää muun muassa riskinarvioinnin dokumentaatioon tutustumista.

Riskinarviointiin liittyvien asioiden arvioiminen:

- onko työriskinarviointitilaisuus pidetty
- onko työ vaiheistettu riittävän tarkasti
- onko mahdolliset riskit tunnistettu työn eri vaiheissa
- onko riskin pienentämiseksi suoritettu riittävästi toimenpiteitä
- ovatko työhön osallistuvat henkilöt olleet mukana riskinarviointitilaisuudessa
- ovatko työntekijät tutustuneet riskinarvioinnin tuloksiin ja todentaneet tämän allekirjoituksellaan
- onko työkohteeseen laadittu riskinarviointitilaisuudessa yhteydessä työkohteen pelastussuunnitelma
- ovatko riskinarviointidokumentit ja työkohteen pelastussuunnitelma toimitettu työkohteeseen

#### 12.7.2 Työlupaprosessi

Lupaprosessin auditoinnin yhteydessä selvitetään esimerkiksi vallitsevan ohjeistuksen ja käytännön työn välistä yhteyttä. Arvioitavia kohtia lupaprosessin yhteydessä voivat olla mm. työhön liittyvät ohjeet sekä tiedonkulku.

- onko kyseiselle työlle laadittu työlupa
- onko työn aloituslupaa edeltänyt työkohteen turvatarkastus
- onko aloitusluvassa määritellyt toimenpiteet suoritettu
- onko työkohteessa säiliötyölupa
- onko säiliötyöluvan ehdot toteutettu
- onko sokeointisuunnitelma laadittu
- onko prosessiin liittyvien laitteiden tarvittavat erotustoimenpiteet tehty
- onko kaikki asiakirjat kuitattu allekirjoituksella asianmukaisesti

#### 12.7.3 Työskentelyolosuhteet

Työskentelyolosuhteita arvioitaessa kiinnitetään huomiota muun muassa työturvallisuuteen. Siinä huomioidaan esimerkiksi tarvittavien suojavälineiden käyttötarve ja käytettävyys. Kaiken kaikkiaan kiinnitetään huomiota siihen, että olosuhteet työn turvalliseen toteuttamiseen ovat kunnossa.

- ovatko kaikki työkohteessa työskentelevät henkilöt tietoisia työskentelyolosuhteista ja työhön mahdollisesti liittyvistä vaaratekijöistä

- valvotaanko työskentelyolosuhteita suunnitelmallisesti esimerkiksi jatkuvatoimisilla mittauksilla (räjähdysvaara, alentunut happipitoisuus)
- onko ilmanvaihto työkohteessa riittävää
- onko työkohteeseen varattu työhön soveltuvat henkilösuojaimet (esimerkiksi valjaat, hengityssuojaimet, paineilmalaitteet)
- käytetäänkö työkohteessa vaadittuja suojavälineitä (työhön soveltuva suoja-asu, kypärä, suojalasit, turvakengät jne.)
- onko työkohteessa kiinnijuuttumis- tai kiilautumisriskiä
- onko työkohteessa putoamisvaaraa
- onko köysikalusto asianmukaisesti kiinnitettyä
- ovatko työkohteen valaistusolosuhteet riittävät
- soveltuvatko käytettävät sähkölaitteet EX-alueelle
- soveltuvatko käytettävät sähkölaitteet käytettäväksi suljetussa tilassa
- onko työkohteessa varmistus-/turvahenkilö (luukkumies)
- onko varmistushenkilö saanut riittävän perehdytyksen työhönsä
- tunnistaako varmistushenkilö työhön ja työkohteeseen liittyvät riskit
- onko varmistushenkilöllä käytössään tai varattuna samat henkilösuojaimet kuin suljetussa tilassa työskentelevillä
- miten yhteydenpito suljetussa tilassa työskentelijöiden ja ulkopuolella olevien henkilöiden kanssa on järjestetty (esimerkiksi radio- tai puheyhteys)
- miten varmistushenkilö pitää yhteyttä suljettuun tilaan
- miten varmistushenkilö voi hälyttää apua (puhelin, radio)
- ovatko varoitusmerkinnät esimerkiksi tyypin käytöstä asianmukaisesti paikoillaan
- onko pääsy vaaralliselle alueelle estetty
- onko nostotyöhön tarkoitettu alue rajattu
- onko säteilylähteet huomioitu
- onko työkohteesta mahdollisuus poistua helposti onnettomuuden sattuessa tai vaaran uhatessa

#### 12.7.4 Pelastusvalmius työkohteessa

Pelastusvalmiutta arvioitaessa kiinnitetään huomiota esimerkiksi siihen, onko mahdollisiin onnettomuus- ja hätätilanteisiin varauduttu riittävällä tavalla. Tärkeää on kiinnittää huomiota myös siihen, miten suljetussa tilassa olevat henkilöt saadaan pelastettua mahdollisimman nopeasti turvalliseen ympäristöön. Auditoinnin yhteydessä on tärkeää selvittää myös se, onko pelastusvälineistö riittävää ja asianmukaista ja onko pelastus- ja ensiapuvalmius olemassa.

- onko työkohteen pelastussuunnitelma ajan tasalla
- löytyykö pelastussuunnitelma tarvittaessa myös työkohteen luota

- onko pelastussuunnitelmassa määritellyt toimenpiteet suoritettu tarvittavien turvavälineiden osalta
- onko pelastushenkilöstön pääsy työkohteeseen turvattu
- pääseekö nostolava- tai puomitikaskalustolla riittävän lähelle työkohdetta
- onko pelastushenkilöstö tutustunut työkohteeseen etukäteen
- onko köysipelastusvälineistön kiinnityspisteet huomioitu ja suunniteltu ennakolta
- millainen ensiapuvalmius työkohteessa on

#### 12.7.5 Yleinen turvallisuustietoisuus

Yleistä turvallisuustietoisuutta arvioitaessa kiinnitetään huomiota esimerkiksi siihen, miten hyvin työtä suorittava henkilöstö on perehtynyt alueen vaaratilanneohjeisiin. Arvioitavat asiat sisältyvät osittain myös kulkulupakoulutukseen.

- onko yrityksen sisäinen hätänumero kaikkien työntekijöiden tiedossa
- tietävätkö kaikki työntekijät työkohteen osoitteen hätätilanteessa
- onko alkusammutuskalusto käytettävissä
- onko vaaratilanteita koskeva toimintaohjeistus käyty läpi kaikkien työhön osallistuvien henkilöiden kanssa
- tiedostetaanko alueella olevien kuulutus- ja sireenihälytysjärjestelmien merkitys
- onko ulkokokoontumispaikka ja mahdollinen sisäsuojautumispaikka kaikkien tiedossa
- onko hätäsuihkujen ja silmähuuhtelupullojen sijoituspaikat tiedossa

### 13 Yhteenveto

Suljetuissa tiloissa tapahtuvaan työskentelyyn liittyy paljon erilaisia riskitekijöitä. Riskien tunnistaminen erilaisissa työolosuhteissa ja työympäristöissä on haasteellista ja edellyttää työhön osallistuvilta henkilöiltä erityistä perehtyneisyyttä suljetuissa tiloissa työskentelyyn. Haasteelliset työolosuhteet asettavat vaatimuksia myös työturvallisuustason arvioinnille.

Työturvallisuuden tasoa voidaan arvioida esimerkiksi sisäisillä turvallisuusauditoinneilla. Auditointien toteuttamisessa on olennaista suunnitelmallisuus ja niiden johdonmukainen toteuttaminen. Auditointiryhmän ammattitaidosta riippuu, miten paljon auditointien avulla saadaan kerättyä tietoa esimerkiksi kehitystä vaativista työturvallisuuden osa-alueista. Parhaimmillaan sisäiset turvallisuusauditoinnit ovat kiinteä osa yrityksen turvallisuusjohtamisjärjestelmää.

Työpaikan sisäisellä turvallisuuskulttuurilla ja ihmisten asenteilla on suuri vaikutus työturvallisuuteen. Selkeillä työhön liittyvillä ohjeilla, työntekijöiden riittävällä perehdytyksellä ja turvallisilla työtavoilla luodaan osaltaan pohjaa turvalliselle työskentelylle. Turvallisuuskulttuurin kehittyminen edellyttää yrityksessä koko henkilöstön sitoutumista turvallisuustyöhön. Turvallisuus ei ole pysyvä olotila organisaatiossa, vaan se on luotava joka päivä uudelleen.

Opinnäytetyön tavoitteena on ollut kuvata, miten auditoinneilla voidaan vaikuttaa suljetuissa tiloissa työskentelyn riskienhallintaan ja työturvallisuuden kehittämiseen. Opinnäytetyön rakenteessa on pyritty alusta lähtien huomioimaan johdonmukainen eteneminen, jotta lopussa esitettävää auditointisuunnitelmaa varten olisi saatu riittävät perustelut auditointien tarpeellisuudelle ja käytettävyydelle suljettujen tilojen työturvallisuutta kehitettäessä. Opinnäytetyössä on haluttu myös tuoda esiin suljettuihin tiloihin liittyviä riskejä onnettomuustutkintaraporteista tehtyjen havaintojen pohjalta.

Suomessa suljetuissa tiloissa tapahtuneista onnettomuuksista ja niihin liittyvistä onnettomuustutkintaraporteista on tässä opinnäytetyössä ollut arvioitavana vain murto-osa. Silti jo näistäkin raporteista voi päätellä, että suljetuissa tiloissa työskentelyyn liittyviä riskejä ei aina osata riittävän hyvin tunnistaa. Mahdollisia onnettomuustilanteita varten laadittavilla työkohteen pelastussuunnitelmilla on tärkeä osa onnettomuuksiin varautumisessa. Pelastustoimenpiteiden etukäteissuunnittelulla nopeutetaan pelastustoimenpiteiden suorittamista ja parannetaan samalla onnettomuuden uhrien selviytymismahdollisuuksia.

Opinnäytetyötä tehtäessä on noussut esiin ajatus siitä, olisiko suljetuissa tiloissa tapahtuvaa työskentelyä varten järjestettävä valtakunnan tasolla enemmän järjestelmällistä koulutusta. Onnettomuustapauksista päätellen näin ainakin voisi todeta. Koulutus voisi olla vastaavanlainen, päivän mittainen koulutus, kuin esimerkiksi työturvallisuuskortti- tai tulityökorttikoulu-

tukset nykyään ovat. Koulutus koskisi suljetuissa tiloissa työskenteleviä henkilöitä, työluvan myöntäjiä ja varmistushenkilönä toimivia. Aiheeseen liittyvän koulutussuunnitelman ja koulutusaineiston laatiminen voisi olla laajuudessaan esimerkiksi opinnäytetyön tasoinen projekti turvallisuusalan koulutusohjelmassa.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut mielenkiintoinen prosessi ja se on havainnollistanut, miten paljon erilaisia työturvallisuuteen vaikuttavia asioita suljetuissa tiloissa työskentelyssä on huomioitava. Toivon, että opinnäytetyön osana olevasta auditointisuunnitelmasta on hyötyä sisäisiä turvallisuusauditointeja suunniteltaessa. Auditointisuunnitelman tarkoituksena on osaltaan herättää ajatuksia mahdollisista auditointien toteutustavoista ja sovellettavuudesta esimerkiksi Porvoon öljynjalostamon olosuhteisiin. Suunnitelmaa voidaan käyttää apuna myös auditointikriteeristöä laadittaessa. Toivon, että suunnitelman sisältöä voidaan hyödyntää myös yleisesti työturvallisuuden kehittämistyössä.

## Lähteet

Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto. 2010. Miten riskinarviointi tehdään. Tulostettu 28.11.2010.

[http://osha.europa.eu/fi/topics/riskassessment/index\\_html/carry\\_out](http://osha.europa.eu/fi/topics/riskassessment/index_html/carry_out)

Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto. 2010. Riskinarvioinnin dokumentointi. Tulostettu 30.11.2010.

[http://osha.europa.eu/fi/topics/riskassessment/index\\_html/documenting\\_risk](http://osha.europa.eu/fi/topics/riskassessment/index_html/documenting_risk)

Euroopan yhteisöjen komissio. 2003. Komission tiedonanto 25.8.2003. Tulostettu 8.11.2010.

[http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/atex/atex\\_tietoa/Documents/vademecum.pdf](http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/atex/atex_tietoa/Documents/vademecum.pdf)

Finanssialan keskusliitto. 2010. Tulityöt suojeluohje 2010. Tulostettu 29.10.2010.

<http://www.prestopsh.fi/pdf/suojeluohje%202010.pdf>

Henri. 2008. Henkilöturvallisuus räjähdysvaarallisessa työympäristössä. Tulostettu 25.9.2010.

[http://osha.europa.eu/fop/finland/fi/good\\_practice/aineet/henri/henri\\_turvallisuusohjeet](http://osha.europa.eu/fop/finland/fi/good_practice/aineet/henri/henri_turvallisuusohjeet)

Hyttinen, V., Tolonen, P. & Väisänen T. 2008. Palofysiikka. Tampere: Esa Print.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390. Tulostettu 12.9.2010.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050390>

Levä, K. 2003. Turvallisuusjohtamisjärjestelmien toimivuus: Vahvuudet ja kehityshaasteet suuronnettomuusvaarallisissa laitoksissa. Tukes-julkaisu 1/2003. Turvatekniiikan keskus TUKES.

Lukkari, J. 2006. Terveys ja turvallisuus hitsauksessa. Suomen pelastusalan keskusjärjestö SPEK. Kerava: Savion Kirjapaino.

Löfström C. 2006. Teollisuuskaasujen turvallinen käyttö. Kerava: Savion kirjapaino.

Neste Oil Oyj. 2010. Yritysesittely. Tulostettu 1.11.2010.

<http://www.kilpilahti.fi/>

Nienstedt W., Hänninen O., Arstila A. & Björkqvist S-E. 1993. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 9. painos. Porvoo: WSOY.

Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet (OVA-ohjeet). 2009. Tulostettu 10.12.2010

<http://www.ttl.fi/ova/>

Pelastuslaki 13.6.2003/468. Tulostettu 12.9.2010.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030468>

Sanastokeskus. 2010. Tulostettu 2.10.2010.

<http://www.tsk.fi/tepa/>

Scott Health and Safety. 2008. Scott PRO 2000 suodattimet hengityksensuojaimiin. Tulostettu 27.12.2010.

[http://kauppa.suojalaite.fi/WebRoot/Suojalaite/Shops/Suojalaite/Products/052670/Pro2000\\_suodattimet.pdf](http://kauppa.suojalaite.fi/WebRoot/Suojalaite/Shops/Suojalaite/Products/052670/Pro2000_suodattimet.pdf)

SFS. 2007. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmät. OHSAS 18001. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Sisäasiainministeriö. 2005. Korkealla työskentely pelastustoimessa. Tulostettu 5.10.2010.

[http://finlex.fi/data/normit/24719-korkealla\\_tyoskentely.pdf](http://finlex.fi/data/normit/24719-korkealla_tyoskentely.pdf)

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2009. HTP-arvot 2009. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Tulostettu 8.11.2010.

[http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=39503&name=DLFE-9853.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=39503&name=DLFE-9853.pdf)

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK. 2006. Palovaarallisten tulitöiden turvallisuus. Kera-va: Savion Kirjapaino.

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK. 2007. Tulityökurssin kurssijohtajan sähköinen koulutusmateriaali. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö, Suomen Palopäälystöliitto SPPL, Finanssialan Keskusliitto FK.

Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK. 2009. Paloturvalliset ja järjestelyt. Helsinki: Esa Print.

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1981. Työ säiliöissä ja ahtaissa tiloissa. Kuopio: Savon Sanomain Kirjapaino.

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1986. Onnettomuustutkintaraportti 18/86. Tulostettu 4.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscript?action=caseReport&unid=663>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1992. Onnettomuustutkintaraportti 16/92. Tulostettu 4.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscript?action=caseReport&unid=430>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1993. Onnettomuustutkintaraportti 1/93. Tulostettu 4.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscript?action=caseReport&unid=384>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1995. Säiliötöiden turvallisuus sellutehtaissa. Tulostettu 29.11.2010.

[http://www.tvl.fi/www/page/tvl\\_www\\_1371](http://www.tvl.fi/www/page/tvl_www_1371)

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1996. Onnettomuustutkintaraportti 13/96. Tulostettu 5.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.jscript?action=caseReport&unid=308>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 1998. Onnettomuustutkintaraportti 20/98. Tulostettu 5.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.view?action=caseReport&unid=236>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 2008. Onnettomuustutkintaraportti 2/08. Tulostettu 5.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.view?action=caseReport&unid=803>

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. 2008. Onnettomuustutkintaraportti 3/08. Tulostettu 5.12.2010.

<http://213.138.133.27:8080/tottipublic/totcasepublic.view?action=caseReport&unid=807>

Turvatekniikakeskus. 2001. Turvallisuus alkaa johtamisesta. Tulostettu 11.12.2010.

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_oppaat/turv\\_johtaminen\\_esite.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/turv_johtaminen_esite.pdf)

Turvatekniikakeskus. 2002. Onnettomuustutkintaraportti Dnro/3231/06/2002. Tulostettu 5.12.2010.

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/raportit/harjavalta\\_bensasailio\\_02.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/varoasiat/raportit/harjavalta_bensasailio_02.pdf)

Turvatekniikakeskus. 2003. Atex räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus. Turvatekniikakeskus TUKES, Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki: Libris.

- Turvatekniikan keskus. 2010. Turvallisuusselvitys. Tulostettu 10.11.2010.  
<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/TUKES-ohjeet/2Kemikaalit-ja-kaasu/K10-2010-Turvallisuusselvitys/>
- Työsuojeluhallinto. 2010. Turvallisuusjohtaminen. Tulostettu 30.11.2010.  
<http://www.tyosuojelu.fi/fi/turvallisuusjohtaminen>
- Työsuojelurahasto. 1995. Säiliötöiden turvallisuus sellutehtaissa. Tulostettu 29.11.2010.  
<http://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-tutkitaan/hanke?h=93012>
- Työterveyslaitos. 2004. Työturvallisuuslaki, soveltamisopas. Vammala: Vammalan kirjapaino.
- Työterveyslaitos. 2006. Työsuojelun valvonta. Tampere: Tammer-Paino.
- Työterveyslaitos. 2010. Putoamissuojaimet. Tulostettu 28.11.2010  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_riskien\\_hallinta/henkilonsuojaimet/kaytto/putoamissuojaimet/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/henkilonsuojaimet/kaytto/putoamissuojaimet/Sivut/default.aspx)
- Työturvallisuuskeskus. 2010. Suljetut tilat. Työturvallisuuskeskus TTK. Joensuu: Punamusta.
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 9.8.2001/715. Tulostettu 10.11.2010.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010715>
- Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 18.6.2003/576. Tulostettu 8.11.2010.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030576>
- Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 22.12.1993/1407. Tulostettu 10.12.2010.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931407>
- VTT. 2009. Prosessikemikaaleista aiheutuvien vaarojen torjunta seisokkitilanteessa. Tulostettu 4.12.2010.  
<http://seisokki.vtt.fi/opas-v2.pdf>
- VTT. 2010. Keskeisten termien määritelmiä. Tulostettu 1.11.2010.  
[http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_maaritelmia.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_maaritelmia.jsp)
- VTT. 2011. Riskianalyysit. Tulostettu 18.1.2011.  
[http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_toimintovirheanalyysi\\_tva\\_mk.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_toimintovirheanalyysi_tva_mk.jsp)

#### **Julkaisemattomat lähteet**

- Neste Oil Oyj. 2008. Työkohteen pelastussuunnitelma-työpohja. Yhtiön sisäinen ohje.
- Neste Oil Oyj. 2009. Luukkuvahdi-koulutusaineisto. Porvoon jalostamon tehdaspalokunnan koulutusmateriaali.
- Suna T. 2009. Työskentely säiliössä tai suljetussa tilassa. Yhtiön sisäinen ohje. Neste Oil Oyj.

**Kuvat**

Kuva 1: Monikaasumittari .....	15
Kuva 2: Kokonaamari ja paineilmalaitte .....	18
Kuva 3: Pöly- ja ilmaseosten syntyminen täyttö- ja kuljetusvaiheiden aikana.....	22
Kuva 4: Tulityöt säiliössä .....	25
Kuva 5: Sähkötapaturman vaara ahtaassa säiliössä työskenneltäessä .....	27
Kuva 6: Verkojännitteisiin laitteisiin ja kaapeleihin liittyvät erityisjärjestelyt .....	28
Kuva 7: EX-tilan merkitseminen .....	31
Kuva 8: Räjähdykselpoisten ilmaseosten syntyminen .....	32
Kuva 9: Pelastustoimenpiteiden harjoittelu suljetusta tilasta.....	37
Kuva 10: Onnettomuuksiin vaikuttavat tekijät .....	41
Kuva 11: Tapaturmapyramidi .....	41

**Kuviot**

Kuvio 1: Aerosolien ja kaasuilmasoseosten syttyminen ja palaminen.....	21
Kuvio 2: EX-laitteiden merkinnät.....	33

**Taulukot**

Taulukko 1: Kokeellisesti mitattuja pölyjen palamisominaisuuksia.....	23
Taulukko 2: Työvaihe- ja toimintovirheluettelo. ....	47