

Terhi Hakala

RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LAITTEIDEN SUOJAUSTASON TARKASTELU

UPM Lappeenrannan biojalostamo

Opinnäytetyö
Energia- ja ympäristötekniikka

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Terhi Hakala	Insinööri (AMK)	Marraskuu 2018
Opinnäytetyön nimi		
Räjähdyssvaarallisten tilojen laitteiden suojaustason tarkastelu UPM Lappeenrannan biojalostamo		41 sivua 48 liitesivua
Toimeksiantaja		
Pöyry Finland Oy		
Ohjaaja		
Lehtori Tuomo Pimiä HSE-insinööri Jenni Bäck Pöyry Finland Oy		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella UPM-Kymmene Oyj:n Lappeenrannan biojalostamon CTO-alueen laitteiden räjähdysvaarallisuutta. Räjähdysvaaralliset tilat tulee olla tilaluokiteltu ja räjähdysvaarallisten tilojen laitteet laiteluokiteltu. Osa alueesta on tilaluokittamatonta, jolloin laitteilla ei ole erityisvaatimuksia. Työn tavoitteena oli varmistaa olemassa olevien laitteiden soveltuvuus tilaluokitelluille alueille ja tunnistaa sellaiset laitteet, jotka eivät sovellu räjähdysvaaralliseen tilaan. Vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitteille tulevat Euroopan unionilta, Suomen lainsäädännöstä ja standardeista. Tarkastelun lisäksi työn tavoitteena oli koota usean eri lähteen vaatimukset yhdeksi helppokäyttöiseksi ohjeeksi, joka helpottaa laitevalintaa ja laitteiden tarkastelua.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsitellään biojalostamon toimintaa, lainsäädäntöä, vaarallisia aineita ja niiden käyttöä sekä räjähdysvaarallisia tiloja. Työn käytännön osuudessa tarkasteltiin olemassa olevien laitteiden ominaisuuksia laitostiedonhallintajärjestelmään kirjattujen tietojen, sisäisten dokumenttien ja kenttäkierroksilla tehtyjen havaintojen perusteella. Työssä esitetyn periaatteellisen tarkastelukuvauksen lisäksi tarkastelusta koostettiin erillinen raportti UPM:n käyttöön. Teoriatiedon pohjalta tehtiin myös erillinen ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen laitevalintaan ja laitteiden suojaustason tarkasteluun.</p> <p>Tarkastelun perusteella CTO-alueen tilaluokiteltujen alueiden laitteet täyttävät räjähdysvaarallisuusvaatimukset, mutta tilaluokittamattomilta alueilta tunnistettiin räjähdysvaaralliseen tilaan sopimattomia laitteita. Tämän hetkinen räjähdysvaarallisuus on riittävä, mutta tilaluokitusten laajentuminen voisi muuttaa tilannetta.</p> <p>Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuuteen vaikuttavat monet tekijät. Räjähdys edellyttää palamiskelpoista ilmaseosta ja aktiivista syttymislähdettä. Jos palamiskelpoisten ilmaseosten syntymistä ei voida estää, pitää laitteet valita niin, etteivät ne missään tilanteissa voi toimia syttymislähteenä. Turvallisuuden takaamiseksi ei vielä riitä oikein valitut laitteet, vaan laitteet pitää olla vaatimusten mukaisesti asennettuja ja asianmukaisesti käytettyjä.</p>		
Asiasanat		
ATEX, ex-laite, räjähdysvaarallisuus, räjähdysvaarallinen		

Author (authors)	Degree	Time
Terhi Hakala	Bachelor of Engineering	November 2018
Thesis title Study of explosion protection level of equipment in explosive atmospheres UPM Lappeenranta Biorefinery		41 pages 48 pages of appendices
Commissioned by Pöyry Finland Oy		
Supervisor Tuomo Pimiä, Senior Lecturer Jenni Bäck, HSE-engineer Pöyry Finland Oy		
<p data-bbox="148 801 284 835">Abstract</p> <p data-bbox="148 880 1441 1272">The purpose of the thesis was to study the explosion protection of the equipment in CTO area at UPM-Kymmene PLC Lappeenranta Biorefinery. Part of the area is classified as potentially hazardous because of explosive gases and so there are some requirements for used equipment. Part of the area is still non-classified and there might be devices in use that are not suitable for explosive atmospheres. The objective of the thesis was to make sure that devices in classified area meet the requirements and to identify all those devices that are not suitable for explosive atmospheres. The requirements are set up by European Union, Finnish legislation and standards. The other objective of the thesis was to glean all the fundamental information about equipment and requirements for equipment used in the explosive areas and to create one written instructions for choosing equipment to explosive areas.</p> <p data-bbox="148 1317 1425 1608">The study started by getting acquainted with theoretical sources such as directives, laws and standards. The theoretical part of the work consists of principles of Biorefinery itself, legislation, hazardous substances and explosive atmospheres. In the practical part of the work the documentation of the equipment was studied, documentation was compared to the requirements and all the equipment that could be checked physically was checked. All the results of the studying were reported at general level and also as one distinct report. Instructions were also created. They are meant to ease choosing and studying equipment used in explosive areas.</p> <p data-bbox="148 1653 1441 1865">In this thesis turned out that the explosion protection level at Lappeenranta Biorefinery complies with the requirements. There are still some devices that are not suitable for explosive atmospheres but they are placed in a non-explosive area. If the classification of the areas will change in the future, it is important to be conscious of those devices. Safety in potentially explosive areas is not only about correct equipment, but also about the ways that equipment is installed and used.</p>		
<p data-bbox="148 1977 308 2011">Keywords</p> <p data-bbox="148 2045 930 2078">ATEX, explosive, explosion protection, hazardous area</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PÖYRY FINLAND OY.....	7
3	UPM KYMMENE OYJ LAPPEENRANNAN BIOJALOSTAMO	7
4	VAARALLISET AINEET.....	9
4.1	Kemikaalien käyttö.....	11
4.2	Palavat nesteet ja kaasut.....	12
4.3	Palavat pölyt	13
4.4	Biojalostamolla käytettävät vaaralliset kemikaalit	14
5	VAARALLISTEN TILOJEN TURVALLISUUS	17
5.1	Räjähdyssuojausasiakirja	19
5.2	Räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokittelu.....	19
5.3	Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet.....	21
6	TYÖN TOTEUTUS	28
6.1	Virtual Mill	28
6.2	Virtual Mill -perustyökalut.....	28
6.3	Taustatiedot.....	30
7	TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	31
8	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET.....	38

LIITTEET

Liite 1. Prosessin kuvaus

Liite 2. Ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen laitevalintaan ja laitteiden suo-
jaustason tarkasteluun

Liite 3. Raportti räjähdysuojaustason tarkastelusta

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

ATEX	Atmosphères explosibles, räjähdysvaarallinen tila
EPL	Equipment protection level, laitteen räjähdysuojaustaso
Ex	Explosive, räjähtävä
Ex-laite	Laite, joka soveltuu käytettäväksi räjähdysvaarallisessa tilassa.
Ex-tila	Räjähdysvaarallinen tila
Palava kaasu tai höyry	Kaasu tai höyry, joka voi tietyssä pitoisuudessa ilman kanssa sekoituttuaan muodostaa räjähdysvaarallisen kaasuilmaseoksen.
Palava neste	Neste, joka voi tuottaa palavaa höyryä missä tahansa odotettavissa olevassa käyttötilanteessa.
Räjähdys	Äkillinen hapettumis- tai hajoamisreaktio, josta seuraa lämpötilan, paineen tai näiden molempien samanaikaisen nousu.
Räjähdyskelpoinen ilmaseos	Palavan aineen, kuten kaasun, höyryn tai pölyn ja normaaliolosuhteisen ilman seos, joka syttymisen jälkeen jatkaa palamista itsestään.
Räjähdysvaarallinen	Tila, jossa voi esiintyä räjähdyskelpoista kaasuseosta siinä määrin, että tilassa käytettävien laitteiden rakenteille, asennuksille ja käytölle on asetettu erityisvaatimuksia.
(kaasun suhteen)	
Tilaluokittelu	Räjähdysvaarallisten tilojen jako eri luokkiin räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymistäajuuden ja kestoajan perusteella.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan UPM-Kymmene Oyj:n (UPM) Lappeenrannassa sijaitsevan biojalostamon prosessi- eli CTO-alueen räjähdysvaarallisten alueiden laitteiden suojaustason toteutumista suhteessa alueen tilaluokitusvaatimukseen. Tarkastelu perustuu direktiivien, asetusten, lakien ja standardien vaatimukseen, biojalostamon räjähdysvaarallisuusasiakirjaan ja prosessikuvaukseen, suunnitteluvaiheessa ja käytön aikana laitostiedon hallintajärjestelmä ProElinaan kirjattuihin laitetietoihin, suunnitteludokumentteihin, alueen 3D-malliin, käytettäviin räjähdysvaarallisiin aineisiin sekä kentällä tehtävään havainnointiin. Samalla kartoitetaan tällä hetkellä ei-tilaluokitelluilla alueilla olevien laitteiden räjähdysvaarallisuus ja laitteista ne, jotka eivät sovellu räjähdysvaarallisiin tiloihin. Näihin laitteisiin on hyvä kiinnittää huomiota, jos tilaluokittelu alueella muuttuu esimerkiksi prosessin muutosten takia. Työn toimeksiantaja on Pöyry Finland Oy ja aihe on syntynyt yhteistyössä Pöyryn ja UPM:n kanssa.

Koska räjähdysvaarallisten tilojen laitteita koskevat vaatimukset ovat useammasta eri lähteestä, voivat ne olla työläitä etsiä ja sisäistää. Työn liitteeksi laaditaan vaatimusten pohjalta selkeä ohjeistus helpottamaan räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden valintaa ja jo olemassa olevan laitoksen laitteiden tarkastelua. Ohjeistuksen on tarkoitus toimia myös ilman varsinaista opinnäytetyön raporttia henkilöstön tukena ja osana uusien työntekijöiden perehdytystä.

Räjähdys edellyttää palavaa ainetta, happea ja aktiivista syttymislähdettä. Räjähdysvaaran voivat aiheuttaa syttyvät pölyt, nesteet ja kaasut, joita käytetään muun muassa erilaisissa teollisuusprosesseissa, kuten puunjalostuksessa, kemianteollisuudessa ja energiantuotannossa. Syttymislähteenä voi olla esimerkiksi kuuma pinta, liekki tai kuuma kaasu, mekaanisesti syntynyt kipinä, kemiallinen reaktio, sähkölaite tai staattinen sähkö. Räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnat riippuvat tilaluokituksesta ja käytettyjen aineiden ominaisuuksista. Laitteelta voidaan edellyttää esimerkiksi räjähdyspaineen kestoa tai pintalämpötilan pysymistä alhaisena. Räjähdysvaarallisille tiloille ja niissä käytettäville laitteille on esitetty vaatimuksia direktiiveissä, asetuksissa, laeissa ja useissa standardeissa. (Euroopan komissio 2003.)

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES pitää yllä Vaurio- ja onnettomuusrekisteri VAROa, johon on kirjattu tietoa Suomessa sattuneista onnettomuuksista. Vuonna 2017 rekisteriin kirjatuista onnettomuuksista suurin osa on liittynyt sähköiskuun tai valokaareen. Räjähdysvaarallisessa tilassa vastaava onnettomuus voisi sytyttää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen ja aiheuttaa räjähdysten. Suomessa kuolemaan johtaneet työpaikkaonnettomuudet ja niiden tutkintaraportit listataan puolestaan Tapaturvavakuutuskeskus TVK:n TOTTI-järjestelmässä. Järjestelmään kirjattujen tietojen perusteella osa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista on aiheutunut räjähdyskelpoisen ilmaseoksen räjähdettyä. Tämän työn tarkoituksena on lisätä tietoisuutta ja parantaa täten räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuutta.

2 PÖYRY FINLAND OY

Pöyry Finland Oy on osa kansainvälistä, vuonna 1958 perustettua Pöyry Oyj:tä. Pöyry Finland tarjoaa palveluja liikkeenjohdon konsultointiin, ympäristökonsultointiin ja -tutkimuksiin, suunnitteluun, projekteihin, toimintaan sekä turvallisuuteen liittyen kaikkialla Suomessa. Suomessa toimipisteitä on 19 paikkakunnalla ja henkilöstöä lähes 1 600. Projekteja Pöyryllä on ollut laajasti energiantuotantoon, teollisuuteen ja infrastruktuuriin liittyen. Pöyry on ollut UPM:n pitkäaikainen kumppani ja tehnyt muun muassa Lappeenrannan biojalostamon rakenne- ja laitossuunnittelun. (Pöyry Oyj 2012.)

Pöyry tunnetaan rehellisenä ja luotettavana yhtiönä, joka huomioi laadun, turvallisuuden ja ympäristön. Työskentely lähtee aina asiakkaan tarpeesta ja tavoitteena on palvella asiakasta koko elinkaaren ajan. Joulukuussa 2011 yhtiölle myönnettiin standardeihin ISO9001, ISO4001 ja OHSAS18001 perustuvat laatu-, ympäristö- sekä työterveys- ja työturvallisuussertifikaatit. (Pöyry Oyj s.a.)

3 UPM KYMMENE OYJ LAPPEENRANNAN BIOJALOSTAMO

Vuonna 1996 perustetun UPM Kymmene Oyj:n liiketoimintoihin kuuluvat biokemikaalit, komposiitit, biopolttoaineet, energia, metsäpalvelut, tarrat, paperi, vaneri, sellu ja sahatavara. UPM:llä on tuotantoa 13 maassa ja työntekijöitä

19 100. Tuotannossa hyödynnetään uusiutuvaa puupohjaista biomassaa.
(UPM s.a.)

Lappeenrannan Kaukaan sellu- ja paperitehtaiden läheisyydessä sijaitseva UPM Lappeenrannan biojalostamo on maailman ensimmäinen puupohjaista uusiutuvaa dieseliä ja naftaa valmistava kaupallisen mittakaavan biopoltto-ainejalostamo. Vuonna 2015 tuotannon aloittaneelle jalostamolla valmistetaan uusiutuvaa dieseliä ja naftaa puupohjaisesta mäntyöljystä, jota saadaan kemiallisen sellunvalmistuksen sivutuotteena. Biopolttoaineen vuosittainen tuotantomäärä on 100 000 tonnia ja UPM Biopolttoaineet -liiketoiminto työllistää suoraan noin 100 henkilöä. (UPM s.a.)

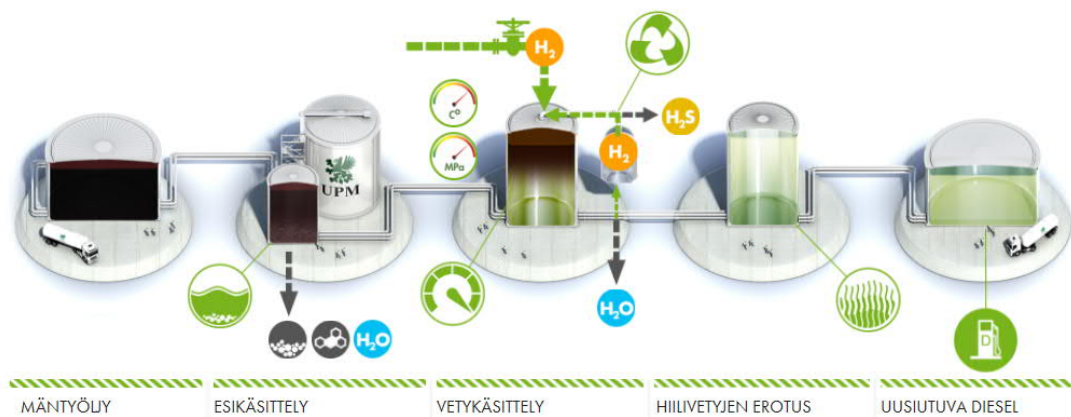
EU:n tavoite vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä 25 prosentilla on lisännyt uusiutuvan energian kysyntää. UPM BioVerno -diesel on kehitetty korvaamaan fossiilisia polttoaineita ja sen hiilidioksidipäästöt ovat 80 % pienemmät kuin fossiilisella dieselillä. UPM BioVerno -diesel sopii sellaisenaan dieselmoottoreihin käytettäväksi eikä sillä ole huonontavaa vaikutusta moottoreiden hyötysuhteeseen tai tehoon. Lisäksi sillä voidaan vähentää pienhiukkas-, hiilivety-, typenoksidi- ja häkäpäästöjä. (UPM s.a.)

Biojalostamolla saadaan lopputuotteena myös UPM BioVerno -naftaa, jota voidaan käyttää biobensiinin osana tai sellaisenaan biomuoveissa fossiilisten raaka-aineiden korvaajana. UPM BioVerno -naftalla on fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna 80 % pienemmät hiilidioksidipäästöt. Sivutuotteena biojalostamolla saadaan tärpättiä ja pikeä, joita voidaan hyödyntää kemianteollisuudessa. Tulevaisuudessa biopolttoaineiden kysynnän arvioidaan kasvavan maailmanlaajuisesti. (UPM s.a.)

Biojalostamon tehdasalueella on tuotantolinjoja noin 9000 m² ja varastoaluetta noin 4000 m². Prosessialueeseen kuuluvat esikäsittely, vetytehdas, vetykäsittelyreaktori ja erotusyksiköt. Ennen varsinaista prosessia raaka-aine voidaan puhdistaa suoloista, epäpuhtauksista, kiinteistä partikkeleista ja vedestä esikäsittelyssä. Prosessissa tarvittava vety valmistetaan maakaasusta prosessialueen läheisyydessä olevalla vetytehtaalla. Näiden jälkeen puhdistettu raaka-aine käsitellään vedytysreaktorissa, jolloin saadaan rikkivetyä ja ammoniakkia

raaka-aineen sisältämistä rikin ja typen yhdisteistä. Erotusyksikössä reaktiotuotteet puhdistetaan rikkivedystä ja lauhtumattomista kaasuista. Jäljelle jäänyt reaktiotuote tislataan, jolloin siitä erottuu uusiutuva diesel. Periaatekuva uusiutuvan dieselin valmistusprosessista on esitetty kuvassa 1. Prosessissa käytetään suolatonta vettä, maakaasua, jäähdytys- ja käyttövettä, typpeä, sähköä, höyryä sekä paineilmaa. Käyttöhyödykkeenä saadaan biodieseliä ja bionaftaa. Prosessin päästöinä syntyy höyryä, hiilidioksidia, haju- ja polttoaasuja, jätevettä sekä primäärilauhdetta. (UPM 2010.)

Tarkempi kuvaus prosessista on esitetty liitteessä 1.



Kuva 1. Biodieselin valmistusprosessi (UPM s.a.)

4 VAARALLISET AINEET

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 509 vaarallisten aineiden luettelosta listaa yleisimmät vaaralliset aineet. Aineet on jaettu ryhmittäin räjähtäviin, happaviin, erittäin helposti syttyviin, helposti syttyviin, syttyviin, myrkyllisiin, haitallisiin, syövyttäviin, ärsyttäviin, herkistäviin, syöpää aiheuttaviin, perimää vaurioittaviin, lisääntymiselle vaarallisiin ja ympäristölle vaarallisiin aineisiin, mutta yhdellä aineella voi olla ominaisuuksia useammasta eri ryhmästä.

Markkinoilla olevat aineet tulee luokitella ja niiden pakkaukset merkitä luokituksen perusteella kuvan 2 mukaisin merkinnöin. (Euroopan komissio: 2011; Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 509.)

FYSIKAALISET VAARAT



Räjähde

Syttyvä

Hapettava

Paineen alainen
kaasuSyövyttävä
kaasu

TERVEYDELLE JA YMPÄRISTÖLLE KOITUVAT VAARAT

Välitön
myrkyllisyys

Syövyttävä

Terveyshaitta

Krooninen
terveyshaitta

Ympäristövaara

Kuva 2. Varoitusmerkit (Euroopan komissio 2011)

Tässä työssä on keskitytty räjähdysvaaran kannalta vaarallisiin aineisiin, eli sellaisiin palaviin kaasuihin, höyryihin, sumuihin ja pölyihin, jotka voivat muodostaa ilmaseoksen kanssa palavan seoksen.

Tukesin (2014) mukaan syttyvä kaasu tarkoittaa kaasua tai kaasuseosta, joka 20 °C:n lämpötilassa ja 101,3 kPa:n vakiopaineessa tietyillä pitoisuuksilla syttyy ilman kanssa. Jos kaasu on kemiallisesti epästabiili, se voi syttyä ja reagoida räjähtäen myös ilmattomassa tai hapettomassa tilassa. Syttyvät kaasut jaetaan kategorioihin 20 °C:n lämpötilassa ja 101,3 kPa:n vakiopaineessa syttymisalueen mukaan:

- **Kategoria 1**
 - a) kaasut, jotka ovat syttyviä enintään 13 tilavuusprosentin seoksena ilman kanssa
 - b) kaasut, joilla on vähintään 12 prosenttiyksikön syttymisalue ilman kanssa riippumatta alemmasta syttymisrajasta
- **Kategoria 2**
Muut kuin kategoriaan 1 kuuluvat kaasut.

Lisäksi kemiallisesti epästabiilit kaasut jaetaan kategorioihin:

- **Kategoria A**, kaasut jotka ovat kemiallisesti epästabiileja 20 °C:n lämpötilassa ja 101,3 kPa:n vakiopaineessa
- **Kategoria B**, kaasut, jotka ovat kemiallisesti epästabiileja yli 20 °C:n lämpötilassa ja/tai yli 101,3 kPa:n paineessa.

Syttyvällä nesteellä tarkoitetaan nestettä, jolla on alhainen leimahduspiste. Jos nesteen leimahduspiste on alle 23 °C ja kiehumisen alkamislämpötila on enintään 35 °C, kuuluu neste kategoriaan 1. Kategoriassa 2 ovat nesteet, joiden leimahduspiste on alle 23 °C ja kiehumisen alkamislämpötila yli 35 °C. Kategoriaan 3 kuuluvien nesteiden leimahduspiste on vähintään 23 °C ja enintään 60 °C. (Tukes 2014.)

4.1 Kemikaalien käyttö

Kemikaalilaki on säädetty suojelemaan terveyttä ja ympäristöä kemikaaleilta. Kemikaalien käyttöön vaikuttaa myös useita muita lakeja, kuten ympäristönsuojelulaki, jätelaki, laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta ja työturvallisuuslaki. Lain toteutumista valvovat useat tahot, kuten sosiaali- ja terveysministeriö, ympäristöministeriö, turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Suomen ympäristökeskus sekä työsuojeluviranomainen. (Kemikaalilaki 9.8.2013/599.)

Vaarallisten aineiden valmistuksen ja käytön riskienhallintatoimenpiteet tulisi olla määritelty ihmisten terveyden ja ympäristön suojelemiseksi. Aineiden valmistajien, maahantuojien ja jatkokäyttäjien tulisi varmistaa, että valmistamis- tai käyttämissään aineissa ei ole haittavaikutuksia ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Jos valmistetun tai maahantuodun aineen määrä on yli tonni vuodessa, tulee aine rekisteröidä kemikaaliviraston kemikaalirekisteriin ja jos vaarallisen kemikaalin käyttö ja varastointi on laajamittaista, tarvitaan siihen Turvallisuus- ja kemikaaliviraston lupa. Vähäiseen vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin riittää ilmoitus pelastusviranomaiselle tai Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006; Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/309.)

Toiminnanharjoittajan tulee valita käyttöön mahdollisista vaihtoehdoista vähiten vaarallinen kemikaali tai menetelmä aina, kun se on kohtuudella mahdollista. Lisäksi käytetyistä vaarallisista kemikaaleista tulee olla tieto fyysisistä ja kemiallisista, palo- ja räjähdysvaarallisista sekä terveydelle ja ympäristölle vaarallisista ominaisuuksista ja luokituksista. Tuotantolaitosten vaarat tulee

tunnistaa ja rajoittaa, ja vaarojen ehkäisemiseksi on tehtävä toimenpiteitä. Jos teollinen käsittely tai varastointi on laajamittaista, tarvitaan tuotantolaitokselle pelastussuunnitelma, ja jos toiminnasta voi aiheutua suuronnettomuus, tarvitaan toimintaperiaateasiakirja tai turvallisuusselvitys. Turvallisuusselvitys ja vaarallisten kemikaalien luettelo ovat julkisia ja esillä pidettäviä. Turvallisuus tuotantolaitoksissa ei saa vaarantua, vaikka niissä tehtäisiin muutoksia. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/309.)

4.2 Palavat nesteet ja kaasut

Syttyvät ja palavat nesteet ja kaasut luokitellaan leimahduspisteiden perusteella erittäin helposti syttyviin palaviin nesteisiin ja kaasuihin, helposti syttyviin palaviin nesteisiin, syttyviin palaviin nesteisiin sekä muihin palaviin nesteisiin. Nesteet itsessään eivät pala, mutta tietyssä lämpötilassa nesteen pinnasta erottuu höyryä, joka ilman kanssa sekoituttuaan voi syttyä. Sellaista alinta lämpötilaa, jossa neste voi höyrystyä ja muodostaa ilman kanssa palavan höyry-ilma-seoksen, kutsutaan leimahduspisteeksi. Joskus syttyminen voi tapahtua myös leimahduspistettä alemmassa lämpötilassa, jos esimerkiksi neste on sumumaista tai se koostuu eri jakeista. Nesteestä voi kehittyä syttyviä kaasuja, jotka jatkavat palamista leimahduksen jälkeen. Alinta lämpötilaa, jossa palaminen voi jatkua, kutsutaan palamispisteeksi. (Tukes 1999; Tukes s.a.)

Tietyssä lämpötilassa aine ei syttyäkseen tarvitse ulkoista lämmönlähdettä, liekkiä tai kipinää, vaan se voi syttyä itsestään palamaan. Tätä lämpötilaa kutsutaan itsesyttymislämpötilaksi. Itsesyttymislämpötilaan vaikuttavat muun muassa kaasun ja ilman seossuhde, syttymistilan muoto ja koko sekä tilan happipitoisuus. Palavan aineen rajahappipitoisuus on aineen, ilman ja inertin kaasun seoksen tietyissä testiolosuhteissa määritetty suurin happipitoisuus, jolla se ei räjähdä. Lisäksi aineilla on alempi ja ylempi syttymisraja. Alempi syttymisraja kertoo vähimmäispitoisuuden, jossa aine voi palaa ja ylempi syttymisraja kertoo sen pitoisuuden, jonka ylityttyä aine ei voi enää palaa. Syttymisrajoihin vaikuttavat paine ja lämpötila. (Tukes 1999; Tukes s.a.)

Palavia nesteitä ja kaasuja luokitellaan myös sen mukaan, kuinka herkästi ne luovuttavat energiaa joko yksin tai veden kanssa sekoituttuaan. Luokan 4 aineet voivat normaalilämpötilassa ja -paineessa yksinäänkin helposti räjähtää tai reagoida räjähdysnomaisesti. Tulipalotilanteessa palavan alueen ympärille muodostetaan suojavajöhyke. Luokan 3 aineet vaativat normaalilämpötilassa ja -paineessa voimakkaan alkusysäyksen, jotta ne räjähtäisivät. Paineistettuna tai kuumennettuina ne voivat räjähtää myös itsekseen. Luokassa 2 ovat aineet, jotka eivät voi yksinään räjähtää, vaikka niissä tapahtuisi kemiallisia muutoksia. Nämä aineet voivat kuitenkin sekoittua veden kanssa voimakkaasti reagoiden ja aiheuttaa vesiseoksena räjähdysvaaran. Luokan 1 aineet ovat yleensä pysyviä, mutta voivat vapauttaa energiaa reagoidessaan veden kanssa. Luokassa 0 olevat aineet eivät yleensä reagoi veden kanssa, vaan ovat pysyviä. (Tukes 1999.)

Palavat nesteet ja kaasut jaetaan itsesyttymislämpötilan mukaan syttymisryhmiin T1, T2, T3, T4, T5 ja T6. Ryhmän mukaan määräytyy sähkölaitteen suurin sallittu pintalämpötila, ks. taulukko 1.

Taulukko 1. Syttymisryhmien jaottelu (Tukes 1999)

Syttymisryhmä	Kaasun (höyryn) itsesyttymislämpötila	Sähkölaitteen suurin sallittu pintalämpötila
	°C	°C
T1	>450	450
T2	300 ... 450	300
T3	200 ... 300	200
T4	135 ... 200	135
T5	100 ... 135	100
T6	85 ... 100	85

4.3 Palavat pölyt

Palavat pölyt muodostavat ilmaan sekoittuessaan räjähdyskelpoisia ilmaseoksia, ja ne voivat kasaantua syttyviksi kerroksiksi, jolloin ne voivat kuumentua syttyä ja toimia sytytyslähteenä räjähdyskelpoiselle ilmaseokselle. Kasaantunut pöly voi myös saada aikaan räjähdyskelpoisen pölypilven. Pölypilvet eivät yleensä ole pitoisuuksiltaan samanlaisia, ja niiden räjähdyskelpoisuus riippuu pitoisuuden lisäksi olosuhteista. Palavat pölyt voivat syttyä monella eri tavalla, kuten laitteen kuumentuneesta pinnasta, valokaaresta, kipi-

nästä, staattisen sähkön purkauksesta tai säteilyenergiasta. Kaikki pölyt eivät kuitenkaan pala ja palavuus voidaan varmistaa standardin ISO/IEC 80079-20-2 mukaisesti tehdyllä laboratoriokokeella. Räjähdyriskiä kartoitettaessa huomioidaan pölyn ominaisuudet, kuten pölypilven syttymislämpötila, pölykerroksen syttymislämpötila, pölypilven minimi syttymisenergia, pölyryhmä, räjähdysrajat, sähkönjohtavuus, kosteuspitoisuus ja hiukkaskoko, pölypäästön tyyppi, pölyävän paikan käyttö, huolto- ja siivouskäytännöt sekä muut laitetiedot. (SFS-EN 60079-10-2:2015; SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016.)

4.4 Biojalostamolla käytettävät vaaralliset kemikaalit

Biojalostamon CTO-alueella käytetään ja syntyy kemikaaleja, jotka voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Vaaralliset kemikaalit ja niiden ominaisuudet ovat:

Ammoniakki

Ammoniakki on väritön ja voimakkaan hajuihin syttyvä kaasu, joka voidaan nesteyttää, ja josta voidaan tehdä vesiliuos. Se reagoi kiivaasti happojen ja hapettimien kanssa ja voi aiheuttaa räjähdysvaaran kullan, hopea ja elohopean, niiden yhdisteiden ja halogeenien kanssa. Ammoniakki ei syty kovin helposti, mutta voi silti räjähtää suljetussa tilassa ilman kanssa sekoituttuaan. Ammoniakin kiehumispiste on -33 °C ja tiheys höyrynä alle ilman tiheyden, jolloin se vuototilanteessa nousee ylöspäin. (Työterveyslaitos 2017a.) Ammoniakkia käytetään biojalostamolla jäähdytykseen, ja sitä muodostuu prosessin aikana. Ammoniakin leimahduspistettä ei ole kokeellisesti määritetty, mutta sen itsesyttymislämpötila on 630 °C ja syttymisrajat 16–28 til-%. Ammoniakin räjähdysryhmä on IIA ja lämpötilaryhmä T1. (Pöyry 2018b.)

Diesel

Lopputuotteena jalostamolla saatava biodiesel UPM BioVerno on kirkas ja väritön syttyvä neste. Sen leimahduspiste on yli 55 °C , itsesyttymislämpötila noin 220 °C (101,3 kPa), lämpötilaryhmä T3 ja arvioidut syttymisrajat noin 1–6 til-%. Korkeassa lämpötilassa palaessa biodieselistä voi vapautua haitallisia yhdisteitä. (Pöyry 2018b; UPM 2017.)

DMDS eli dimeetylidisulfidi

DMDS on erittäin helposti syttyvä neste, joka höyrystyessään muodostaa ilman kanssa helposti syttyvän seoksen. Palaessaan DMDS muodostaa myrkyllisiä ja syövyttäviä huuruja, jotka sisältävät muun muassa rikin oksideja ja hapettimien kanssa reagoidessaan se aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran.

DMDS:n syttymisrajat ilmassa ovat 1,1–16 til-% ja itsesyttymislämpötila >300 °C. DMDS:n höyry-ilmaseoksen tiheys on suurempi kuin ilmalla, jolloin se vuototilanteessa painuu alaspäin. (Työterveyslaitos 2018.) Biojalostamolla DMDS on käytössä vetykäsittelyssä. DMDS:n lämpötilaryhmä on T3. (Pöyry 2018b.)

Metaani

Metaani on ilmaa kevyempi, hajuton ja väritön kaasu. Se syttyy ja palaa erittäin helposti ja voimakkaiden hapettimien kanssa reagoidessaan aiheuttaa räjähdysvaaran. Jos metaani muodostaa ilman kanssa seoksen, voi se syttyä mistä tahansa syttymislähteestä. Metaanin syttymisrajat ovat 4,4–17 % ja itsesyttymislämpötila 595 °C. (Työterveyslaitos 2017b.) Metaania biojalostamolla on muun muassa maakaasussa. Metaanin räjähdysryhmä on IIA ja lämpötilaryhmä T1. (Pöyry 2018b.)

Metanoli

Metanoli on kirkas ja väritön helposti syttyvä neste. Lämpö, kipinät, staattinen sähkö ja liekki voivat sytyttää metanolin helposti, mutta se voi myös aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran reagoidessaan voimakkaiden hapettimien kanssa. Metanolin lämmitessä siitä haihtuu höyryä, joka voi syttyä pitkähkönkin matkan päässä vuotokohdasta. Vuodosta sisätilassa tai viemärissä aiheutuu räjähdysvaara. (Työterveyslaitos 2017c.) Metanolia käytetään biojalostamolla vetylaitoksella. Sen leimahduspiste on 11 °C, itsesyttymislämpötila 385 °C ja syttymisrajat 5,5–36,5 til-%. Metanolin räjähdysryhmä on IIA ja lämpötilaryhmä T2. (Pöyry 2018b.)

Nafta

Toisena lopputuotteena saatava nafta UPM BioVerno on kirkas ja väritön helposti syttyvä neste. Sen leimahduspiste on 10 °C, itsesyttymislämpötila yli

240 °C, arvioidut syttymisrajat 1,4–7,6 til-% ja syttymisryhmä T3. (Pöyry 2018b; UPM 2017.)

Propaani

Propaani on erittäin helposti syttyvä kaasu, joka voi reagoida voimakkaiden hapettimien kanssa. Nestekaasuna käytetyn propaanin haju on heikko, jonka takia kaasu on hajustettu pistävän hajuisella hajusteella. Propaani on ilmaan sekoittuessaan ilmaa raskaampaa ja painuu vuototilanteessa lähelle maan pintaa. Nestemäisenä vuotava propaani paljastuu vesihöyryn takia, mutta kaasumaisena se on näkymätön. Propaanin syttymisrajat ovat 2,2–9,5 % ja itsesyttymislämpötila 470 °C. (Työterveyslaitos 2015a.) Biojalostamolla propaania käytetään soihdun varasytytyksen polttoaineena. Propaanin räjähdysryhmä on IIA ja lämpötilaryhmä T1. (Pöyry 2018b.)

Raakatärpätti

Prosessin sivutuotteena saatava raakatärpätti on nesteenä ja kaasuna erittäin helposti syttyvä. Se reagoi voimakkaasti hapettavien aineiden kanssa, eikä sovi yhteen happojen, alumiinikloridin tai booritrifluoridin kanssa. Nestemäisen tärpätin tiheys on hieman pienempi kuin vedellä, mutta höyrystyttyään sen tiheys nousee yli ilman tiheyden. Tärpätin kiehumispiste on 150–170 °C, puhetaan raakatärpätin itsesyttymislämpötila 255 °C, leimahduspiste 15–34 °C ja itsesyttymisrajat 0,8–6 til-%. Raakatärpätin lämpötilaryhmä on T3. (Pöyry 2018b; Työterveyslaitos 2017e.)

Rikkivety

Rikkivety on erittäin helposti syttyvä, väritön ja voimakkaan hajuinen kaasu. Se voi pelkistimenä reagoida voimakkaasti hapettimien kanssa ja syövyttää metalleja. Rikkivedyn itsesyttymislämpötila on 260 °C ja syttymisrajat 4,3–46 %. Ilman kanssa sekoituttuaan rikkivety voi ulkotiloissa aiheuttaa syttymisvaaran ja sisätiloissa räjähdysvaaran. Mikä tahansa syttymislähde voi sytyttää rikkivedyn ja ilman seoksen. Voimakkaat hapettimet ja metallioksidit saavat rikkivedyn reagoimaan kiivaasti, jolloin rikkivety voi syttyä itsestään. Palaessaan rikkivety muodostaa rikkidioksidia ja rikkiä. (Työterveyslaitos 2015b.) Rikkivetyä syntyy vetykäsittelyssä sivutuotteena ja se johdetaan pol-

tettavaksi kuumaöljykattilaan. Rikkivedyn lämpötilaryhmä on T3 ja räjähdysryhmä IIB. (Pöyry 2013; SFS-käsikirja 59, 112.)

Vety

Vety, joka on kevyin kaasu, on hajuton ja väritön. Se luokitellaan erittäin helposti syttyväksi kaasuksi ja vety-ilmaseoksen syttymisenergiaksi riittää 0,02 mJ. Vedyn syttymisrajat ovat 4–75,6 % ja itsesyttymislämpötila 560 °C. Jos vety on paineistettuna, voi vuototilanteessa syntyä vuodon sytyttävä staattinen varaus. Syttymisen voi aiheuttaa myös muu staattinen varaus, kipinä, kuumat pinnat tai hienojakoinen metalli. Koska vety on kevyttä, nousee se vuototilanteessa ylös. Jos tila on suljettu, muodostuu sen yläosaan syttyvä seos, joka voi aiheuttaa räjähdysvaaran. (Työterveyslaitos 2017d.) Biojalostamolla käytetään vetyä prosessialueen vetykäsittelyssä. Vedyn räjähdysryhmä on IIC ja syttymisryhmä T1. (Pöyry 2018b.)

Muut aineet

Edellä mainittujen aineiden lisäksi erityishuomiota tarvitsevat biodieselin raaka-aineena käytetty raakamäntyöljy, kuumaöljy ja soihutukaasut. Mäntyöljyn leimahduspiste on noin 150 °C, itsesyttymislämpötila 304–311 °C ja syttymisryhmä T2. Kuumaöljyn leimahduspiste on 132 °C, itsesyttymislämpötila 585 °C, syttymisrajat 1–7 til-% ja lämpötilaryhmä T1. Soihutukaasujen leimahduspistettä tai itsesyttymislämpötilaa ei ole kokeellisesti määritetty, mutta niiden koostumuksen mukaan määritetty räjähdysryhmä on IIC ja lämpötilaryhmä T3. (Pöyry 2018b.)

5 VAARALLISTEN TILOJEN TURVALLISUUS

Räjähdysvaaran aiheuttavat yleensä käytetyt aineet tai laitteet, suojausjärjestelmät ja komponentit sekä niiden materiaalit. Käytön aikana laitteista voi vapautua aineita, jotka muodostavat ilman kanssa palavia seoksia. Palamiseen liittyy suuri lämpömäärä ja paineenousu ja se voi mahdollistaa vaarallisia päästöjä. Normaali avotuli vaatii palavaa materiaalia palon jatkumiseksi, mutta räjähdyksessä liekki etenee itsestään räjähdyskelpoisessa ilmaseoksessa. Aktiivinen syttymislähde voi aiheuttaa vaaran räjähdyskelpoisessa ilmaseoksessa. (SFS-EN 1127-1: 2011.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivistä 1999/92/EY käytetään yleisesti nimitystä ATEX-direktiivi. Nimitys ATEX tulee ranskankielistä sanoista "atmosphères explosibles", räjähdysvaarallinen tila. Räjähdysvaarallinen tila lyhennetään yleisesti ex-tilaksi, jossa käytettävät laitteet tai suojausjärjestelmät ovat ex-laitteita. Lisäksi käytetään lyhennettä "ex", joka viittaa räjähtävään. ATEX-direktiivin mukaan työnantajan on ensisijaisesti estettävä räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostuminen, mutta jos tämä ei ole mahdollista toiminnan luonteen vuoksi, on pyrittävä välttämään räjähdyskelpoisen ilma-seoksen syntymistä ja vähennettävä räjähdysten vahingollisia vaikutuksia niin, että työntekijöiden turvallisuus ja terveys on varmistettu. Räjähdysenes-totoimia on tarkistettava säännöllisesti ja aina merkittävien muutosten yhteydessä. Jos työtilassa saattaa esiintyä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden vaarantavia räjähdyskelpoisia ilmaseoksia, on työnantajan tarvittaessa merkittävä tilan sisäänkäynnit kolmionmallisella keltamustalla varoitusmerkillä, ks. kuva 3. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY.)



Kuva 3. Räjähdysvaarallisen tilan varoitusmerkki (Tukes s.a.)

Räjähdysvaarallisia aineita käsitellessä aineiden käsittelytiloihin tulee tehdä riskinarviointi, jossa tunnistetaan räjähdysvaarat, todennäköisyys räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymiselle ja esiintymisen kesto, syttymisvaarat ja todennäköisyys syttymislähteiden esiintymiselle. Lisäksi tulee arvioida räjähdysten vaikutukset ja se, miten hyvin riskin ja suojauksen tavoitetaso on saavutettu sekä huomioida toimenpiteet, joilla riskiä on pienennetty. Arvioinnissa huomioidaan itse laitteiden, suojausjärjestelmien ja komponenttien aiheuttama vaara sekä edellä mainittujen ja käsiteltävien aineiden yhteisvaikutukset, prosessit, joissa laitteita, suojausjärjestelmiä ja komponentteja on, sekä ympäristön ja viereisten prosessien vaikutus. (SFS-EN 1127-1.)

5.1 Räjähdyssuojausasiakirja

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/92/EY mukaan työnantajan tulee laatia räjähdysvaaralliseen tilaan asiakirjakokonaisuus, jolla osoitetaan, että räjähdysvaara on määritetty ja arvioitu, asianmukaiset toimenpiteet direktiivin tavoitteiden saavuttamiseksi ovat toteutettu ja että räjähdysvaaralliset tilat on tilaluokiteltu. Työpaikka, työvälineet ja varolaitteet tulee suunnitella turvallisuus huomioiden ja niiden käytön sekä huollon tulee olla turvallista.

Räjähdyssuojausasiakirja laaditaan räjähdysvaaran selvittämisen ja arvioinnin perusteella ja se tulee pitää ajan tasalla. Asiakirjassa osoitetaan räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu ja se, että laitteiden suojaustaso vastaa tilan vähimmäisvaatimuksia. Räjähdyssvaarallista työtilaa ei saa ottaa käyttöön, ennen kuin sinne on laadittu räjähdysuojausasiakirja ja ennen kuin tila on tarkastettu räjähdysturvallisuuden toteutukseksi. (Valtioneuvoston asetus 576/2003.)

5.2 Räjähdyssvaarallisten tilojen tilaluokittelu

SFS-käsikirja 59 määrittelee tilaluokitustarpeen seuraavasti:

Jos palavaa nestettä tai kaasua esiintyy siten, että tila tai alue on katsottava räjähdysvaaralliseksi tilaksi, on tilaluokitus laadittava, kun:

1. *palavan nesteen leimahduspiste on enintään 30 °C, tai*
2. *nesteen lämpötila tai sen välittömän läheisyyden lämpötila on suurempi kuin T-5 °C, missä*
3. *T on ko. nesteen leimahduspiste, tai*
4. *palavaa nestettä sumutetaan teknillisessä käytössä ilmaan, tai*
5. *varastoidaan ja/tai käsitellään nestekaasuja, tai*
6. *puristettuja palavia kaasuja, kuten esimerkiksi vetyä, metaania, tai hiilimonoksidia, käytetään huomattavia määriä, tai*
7. *muusta syystä katsotaan olevan huomattavaa vaaraa.*

Yleensä tilaluokittelu tehdään räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymistodennäköisyyden perusteella. Ensin selvitetään, mitkä käytetyistä aineista ovat palavia tai voivat muodostaa ilman kanssa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia, missä ja millä laajuudella niitä voi esiintyä ja esiintymisen todennäköisyys. Tämän jälkeen voidaan esimerkiksi asetuksia tai standardeja hyödyntäen määrittää vaadittava tilaluokka. Tilaluokan laajuuteen vaikuttavat muun muassa aineen ominaisuudet, ilmanvaihto, ympäristön lämpötila, aineen kokonais- ja virtausmäärä. Tilaluokitus tulee dokumentoida joko sanallisesti tai kuvin,

jolloin niiden tulisi sisältää taso- ja leikkauspiirustukset. Dokumentoinnissa tulee ilmetä tilaluokat ja niiden laajuus, kaasuryhmä, tilaluokituksen aiheuttavan aineen syttymislämpötila ja lämpötilaryhmä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY; SFS-käsikirja 59.)

Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (2003) luokittelee räjähdysvaaralliset tilat seuraavasti:

Tilaluokka 0

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 1

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 2

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Tilaluokka 20

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

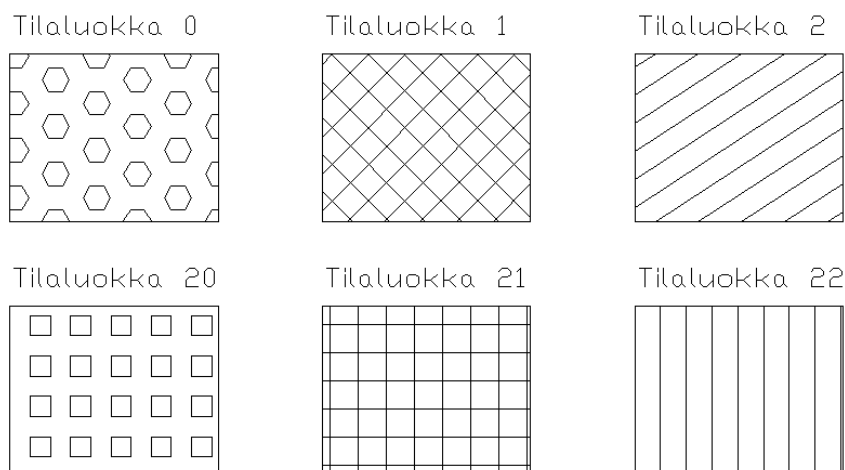
Tilaluokka21

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 22

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Standardeissa SFS-EN 60079-10-1:2015 ja SFS-EN 60079-10-2:2015 on annettu suositus eri tilaluokkien erottamiseksi toisistaan rasterointia käyttämällä, ks. kuva 4.



Kuva 4. Tilaluokitusten suositellut piirrosmerkinnät (SFS-EN 60079-10-1:2015; SFS-EN 60079-10-2:2015)

UPM Lappeenrannan biojalostamon CTO-alue on osittain tilaluokiteltu. Tilaluokassa 0 ovat muutamien yksittäisten laitteiden sisäosat, tilaluokkaan 1 kuuluvat niin ikään muutamien laitteiden sisäosat sekä määritellyn kokoiset alueet mahdollisten päästölähteiden, kuten laippaliitosten ja tyhjennysventtiilien ympärillä ja tilaluokkaa 2 alueella on paikoin tilaluokan 1 ympärillä, joidenkin laitteiden, kuten pumppujen sisällä sekä laitteiden ja mahdollisten vuotokohtien ympärillä. Tilaluokitustarve johtuu muun muassa vedystä, tärpätistä, naftasta ja dieselistä. Pölyräjähdysvaarallisia alueita biojalostamolla ei ole tunnistettu. (Pöyry 2018a; Pöyry 2018b.)

5.3 Räjähdyksivaarallisten tilojen laitteet

Vaarallisia kemikaaleja käytettäessä tuotantolaitos tulee olla suunniteltu, mitoitettu, rakennettu ja sijoitettu niin, ettei normaalitoiminnassa tai ennalta arvioitussa tilanteessa pääse syntymään välittömiä henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja aiheuttavia räjähdyksiä, tulipaloja tai kemikaalipäästöjä. Laitteet ja laitteistot tulee olla huollettavissa ja tarkastettavissa ja niissä tulee olla asianmukaiset varoitus- ja turvamerkit. (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/309.) Laitteiden valinta perustuu Valtioneuvoston asetukseen räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003) ja tarvittaessa sähkölaitevalintojen apuna voi käyttää standardia SFS-EN 60079-14 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen (SFS-käsikirja 59).

Räjähdyksvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden tulee olla CE-merkittyjä ja niillä tulee olla erillinen Ex-merkintä. CE-merkinnän (kuva 5) saa, kun tuote vastaa kaikkia siihen sovellettavia säännöksiä ja sille on tehty asianmukaiset vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettelyt. Ex-merkinnässä tulee olla erityisstandardin mukaista räjähdys-suojaurakennetta kuvaava tunnus "Ex", laiteryhmän tunnus, laiteluokan tunnus, asianomaisen räjähdys-suojaurakenteen tunnus, räjähdysryhmän tunnus, lämpötilaluokan tai maksimi pintalämpötilan ilmaiseva tunnus ja mahdollisesti räjähdys-suojautaso. Esimerkki ex-laitteen merkinnästä on esitetty kuvassa 6. Lisäksi laitteilla tulee olla Euroopan unionin jäsenvaltion nimeämän tai Euroopan komissiolle ilmoitetun, hyväksytyt vaatimustenmukaisuuden arviointilaitoksen myöntämä vaatimustenmukaisuustodistus eli ATEX-sertifikaatti. Todistuksessa ilmoitetaan, että laitteen merkittävät terveys- ja turvallisuusvaatimukset täyttyvät osoitetusti. (Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuudesta 16.12.2016/1139; SFS-EN 60079-0 + A11; SFS-käsikirja 133 2010.)



Kuva 5. CE-merkki (Euroopan komissio 2018)



Kuva 6. Ex-laitteen merkintä (Tukes s.a.)

Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet jaetaan laiteryhmiin sen mukaan, miten ne soveltuvat tiettyihin räjähdysvaarallisiin tiloihin. Ryhmän I laitteet ovat kaivoskäyttöön, jossa räjähdysvaaran aiheuttaa metaani tai pöly ja muissa kuin kaivoksissa käytettävät laitteet kuuluvat laiteryhmään II. Ryhmät on jaettu laiteluokkiin siten, että laiteryhmässä I ovat laiteluokat M1 ja M2, ja laiteryhmässä II ovat laiteluokat 1, 2 ja 3. Laiteluokka kertoo, mikä on laitteelta edellytetty turvallisuustaso. Laiteluokassa M1 ja 1 on erittäin korkea turvallisuustaso, laiteluokassa M2 ja 2 korkea turvallisuustaso ja laiteluokassa 3 normaali turvallisuustaso. Ryhmän II numerotunnuksen perään tulee kirjain "G", jos laite sijaitsee kaasuräjähdyksivaarallisessa tilassa ja kirjain "D", jos laite sijaitsee pölyräjähdysvaarallisessa tilassa. Tilaluokissa 0 ja 20 voidaan käyttää laitteita laiteluokista 1G tai 1D, tilaluokkiin 1 ja 21 sopivat laitteet luokista 2G, 1G, 2D tai 1D ja tilaluokkiin 2 ja 20 sopivat laitteet luokista 3G, 2G, 1G, 3D, 2D tai 1D. (Tukes s.a.)

Sähkölaitteet voidaan lisäksi jakaa räjähdysryhmiin I, II ja III, joista ryhmään I kuuluvat kaivoksissa käytettävät kaivoskaasuille alttiit laitteet, ryhmään II muualla kuin kaivoskaasuille alttiissa kaivoksissa kaasuräjähdyksille alttiit laitteet ja ryhmään III muualla kuin kaivoskaasuille alttiissa kaivoksissa pölyräjähdysille alttiit laitteet. Räjähdysryhmän tunnuksessa käytetään myös kirjainta A, B tai C, joka määräytyy räjähdyspaineen kestävien koteloiden (exd) ja luonnostaan vaarattomien laitteiden (exi) ominaisuuksien mukaan. Myös nesteet, kaasut ja pölyt on jaettu räjähdysryhmiin IIA (esim. propaani, dieselöljy), IIB (esim. eteeni), IIC (esim. vety), IIIA (palavat hahtuvat), IIIB (eristävät pölyt) ja IIIC (johtavat pölyt). Exd-laitteilla kirjain kertoo aineen suurimman kokeellisen turvaraon ja exi-laitteilla aineen pienimmän syttymisvirran. Taulukossa 2 on kuvattu laiteryhmiä ja aineiden räjähdysryhmien yhteensopivuus. (SFS-EN 60079-0 + A11: 2013; Tukes s.a.)

Taulukko 2. Laiteryhmien sopivuus aineiden eri räjähdysryhmille (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016)

Sijoituspaikan kaasun/höyryn tai pölyn räjähdysryhmä	Sallittu laiteryhmä
IIA	II, IIA, IIB tai IIC
IIB	II, IIB tai IIC
IIC	II tai IIC
IIIA	IIIA, IIIB tai IIIC
IIIB	IIIB tai IIIC
IIIC	IIIC

Vaaran aiheuttavan aineen lisäksi sähkölaitteiden käyttöön vaikuttaa ympäristön lämpötila. Jos laite on suunniteltu käytettäväksi -20 °C ...+40 °C lämpötila-alueella, luokitellaan se lämpötilan perusteella normaaliksi laitteeksi, mutta jos käyttölämpötila on suunniteltu edellä mainittujen rajojen ulkopuolella olevaksi, tulee laitteella olla valmistajan määrittelemä lämpötila-alue. (SFS-EN 60079-0 + A11.)

Jos pölyräjähdysvaarallisessa tilassa ryhmään I kuuluvan sähkölaitteen päälle voi kerrostus hiilipölyä, ei laitteen pintalämpötila saa nousta yli 150 °C:een. Jos vaaraa hiilipölyn kerrostumisesta ei ole, on laitteen suurin sallittu pintalämpötila 450 °C. Ryhmän II laitteiden suurimman sallitun pintalämpötilan ja lämpötilaluokan jaottelu menee taulukon 3 mukaisesti. Sähkölaitteen lämpötilaluokan on vastattava tilaluokituksen aiheuttavan aineen syttymis- eli lämpötilaryhmää eikä laitteen pintalämpötila saa ylittää aineen itsesyttymislämpötilaa. Ryhmän III laitteilla laitevalmistaja määrittää laitteen suurimman mahdollisen pintalämpötilan. Pienimmillä ryhmien I ja II komponenteilla voi pintalämpötila lämpötilaluokissa T4 ja T5 olla hieman korkeampi kuin muilla sähkölaitteilla. Laitteen lämpötila voi muuttua laitteen asennosta ja ympäristön lämpötilan vaihtelun vaikutuksesta. (SFS-EN 60079-0 + A11.)

Taulukko 3. Ryhmän II sähkölaitteiden suurimman sallitun pintalämpötilan luokitus (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016)

Tilaluokituksen edellyttämä lämpötilaluokka	Kaasun tai höyryn syttymislämpötila °C	Sähkölaitteiden sallitut lämpötilaluokat
T1	> 450	T1-T6
T2	> 300	T2-T6
T3	> 200	T3-T6
T4	> 135	T4-T6
T5	> 100	T5-T6
T6	> 85	T6

Laitteille on määritetty myös räjähdysuojaustasot (equipment protection level EPL) sen perusteella, miten todennäköisesti ne voivat muodostaa syttymislähteen. Kaivoskaasuille altistuvilla laitteilla tasot ovat Ma ja Mb, kaasuille altistuvilla laitteilla Ga, Gb ja Gc ja pölyille altistuvilla laitteilla Da, Db ja Dc. Tunnuksen kirjain "a" kuvaa erittäin korkeaa turvallisuustasoa, "b" korkeaa turvallisuustasoa ja "c" korotettua turvallisuustasoa. (SFS-EN 60079-0 + A11.)

Pöyryn sisäisen ohjeistuksen (s.a.) mukaan laitteilla on eri EPL-tasoihin soveltuvia räjähdysuojaurakenteita. Rakenteella voidaan joko estää vaarallisen lämpötilan ja kipinöiden synty tai rajata vaarallinen lämpötila ja kipinät niin, ettei räjähdys pääse leviämään laitteen ulkopuolelle. Sähkölaitteilla rakenteet, niiden tunnuksot ja ominaisuudet ovat:

- Räjähdyssuojapaineen kestävä (Exd). Normaalikäytössä voi olla kipinöintiä tai kuumia pintoja. Räjähdyssuojapaineen kestävä kaasuseos voi päästä laitteen sisälle ja räjähtää, mutta räjähdys ei pääse leviämään kotelon ulkopuolelle.
- Varmennettu (Exe). Normaalikäytössä ei esiinny kipinöintiä, valokaaria tai kuumia pintoja. Räjähdyssuojapaineen kestävä kaasuseos voi päästä laitteen sisälle, mutta siinä ei ole syttymislähdettä.
- Luonnostaan vaaraton rakenne (Exi). Laitteen jännite ja teho on rajoitettu alhaiseksi. Rajoitus pitää tehdä erillisellä exi-erottimella tai exi-hyväksytyllä I/O-kortilla. Laitteet voivat myös olla yksinkertaiset, jolloin sähköiset arvot jäävät pieniksi.
- Massavalurakenne (Exm). Massa eristää kipinät tai kuumien pintojen, jolloin räjähdyskelpoinen seos ei voi syttyä.
- Kipinöimätön (Exn). Rajoitetusti hengittävää tai energiarajoitettua.
- Öljytäytteinen (Exo). Laitteen mahdolliset syttymislähteet on upotettuna öljyyn.

- Paineistettu (Exp). Laitteen sisällä on korkea paine, jolloin räjähtävä ilmaseos ei voi päästä laitteen sisälle.
- Hiekka- tai pulveritäytteen (Exq). Laite on täytetty, jolloin kipinät, kuuma pinta tai valokaaret eivät pääse kosketuksiin räjähdyskelpoisen ilmaseoksen kanssa.
- Koteloitu (Ext). Laite on koteloitu, jolloin räjähdyskelpoinen pölyilmaseos ei ole yhteydessä syttymislähteeseen.

Mekaanisten laitteiden räjähdysuojusrakenteet, niiden tunnuksot ja ominaisuudet ovat:

- Rakenteellinen turvallisuus (c). Kuumien pintojen, kipinöiden ja adiabaattisen puristuksen aiheuttama syttyminen on rakenteellisesti esitetty.
- Syttymissuojaus (b). Toisen laitteen avulla voidaan varottaa, jos mahdollisen syttymislähteen aktivoitumisen todennäköisyys on noussut.
- Nesteeseen upotettu (k). Laite on upotettu osin tai kokonaan nesteeseen, jolloin mahdollinen syttymislähde ei voi sytyttää räjähdyskelpoista ilmaseosta. (Pöyry s.a.)

Mekaanisilla laitteilla voidaan käyttää sovellettuina myös räjähdyspaineen kestävää kotelointia, paineistettua kotelointia tai pölyilmaseoksen leviämisen estävää kotelointia.

Sähkölaitteiden eri EPL-ryhmien suojusmenetelmät ja sopivuudet eri tilaluokkiin on esitetty taulukossa 4.

Tässä työssä laadittu ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen laitevalintaan ja laitteiden suojaustason tarkasteluun on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 4. Sähkölaitteiden EPL, suojausrakenne ja sopiva tilaluokka (60079-14:2015 + AC:2016)

Räjähdyssuojaustaso (EPL)	Räjähdyssuojausrakenne	Tunnus	Sopivat tilaluokat
Ga	Luonnostaan vaaraton	"ia"	0, 1, 2
	Massaan valettu	"ma"	
	Kaksi toisistaan riippumatonta suojausrakennetta, jotka täyttävät kumpikin EPL "Gb" vaatimukset		
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is"	
	Erikoisrakenne	"sa"	
Gb	Räjähdyssuorituksen kestävä kotelointi	"d"	1, 2
	Varmennettu rakenne	"e"	
	Luonnostaan vaaraton	"ib"	
	Massaan valettu	"m", "mb"	
	Öljytäytteinen	"o"	
	Paineistettu kotelointi	"p", "px", "py", "pxb" tai "pyb"	
	Hiekkatäytteinen	"q"	
	Luonnostaan vaaraton kenttäväylä (FISCO)		
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh", "op pr"	
Erikoisrakenne	"sb"		
Gc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	2
	Massaan valettu	"mc"	
	Kipinöimätön	"n" tai "nA"	
	Rajoitetusti hengittävä	"nR"	
	Energia-rajotus	"nL"	
	Kipinöivä laite	"nC"	
	Paineistettu kotelointi	"pz" tai "pzc"	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh", "op pr"	
	Erikoisrakenne	"s"	
Da	Luonnostaan vaaraton	"ia" tai "iaD"	20, 21, 22
	Massaan valettu	"ma"	
	Suojaus koteloinnilla	"ta"	
	Erikoisrakenne	"s"	
Db	Luonnostaan vaaraton	"ib" tai "ibD"	21, 22
	Massaan valettu	"mb"	
	Suojaus koteloinnilla	"tb" tai "tD"	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	
	Erikoisrakenne	"s"	
Dc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	22
	Massaan valettu	"mc"	
	Suojaus koteloinnilla	"tc" tai "tD"	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	
	Erikoisrakenne	"s"	

6 TYÖN TOTEUTUS

Teoriapohja ja perusteet laitevalinnoille selvitettiin perehtymällä räjähdysvaarallisia tiloja ja niiden laitteita koskeviin direktiiveihin, asetuksiin, lakeihin ja standardeihin. Tarvittavien laitteita koskevien lähtötietojen hankinnassa käytettiin UPM:n Virtual Milliä ja sen sovelluksia ja muu tarvittava lähtötieto saatiin Pöyryn dokumentaatiosta. Käytännön osuus koostui useista kenttäkierroksista. Kierroksilla tarkastettiin kaikkien niiden laitteiden merkinnät ja silmämääräinen kunto, joiden lähelle oli mahdollista päästä ilman erillisiä telineitä tai työkaluja. Laitteista löytyneitä merkintöjä vertailtiin alueiden vaatimuksiin ja laitostiedonhallintajärjestelmä-ProElinaan kirjattuihin tietoihin.

6.1 Virtual Mill

Virtual Mill on mallipohjainen laitostiedon hallintajärjestelmä, jolla voidaan hallita laitoksen teknisiä tietoja koko laitoksen elinkaaren ajan. Virtual Mill koostuu teknisestä tietokannasta ja dokumenteista, jotka yhdessä 3D-mallin kanssa luovat todellisen laitoksen. Siihen voidaan liittää myös muita järjestelmiä, kuten kunnossapito- tai automaatiojärjestelmät. Virtual Mill toimii verkkopohjaisella käyttöliittymällä, jolloin eri sidosryhmät voivat käyttää järjestelmän tietoja ja tiedot saadaan pidettyä helposti ajan tasalla. (Pöyry 2015.)

Virtual Mill voidaan luoda suunnitteluprojektin aikana tai jo olemassa oleva laitos voidaan muuntaa Virtual Mill -muotoon. Järjestelmä sisältää laitoksen kaikki vaiheet suunnittelusta, rakentamisesta, asennuksesta ja käyttöönotosta toimintaan ja kunnossapitoon. Virtual Mill -palvelin sijaitsee asiakkaan tiloissa ja kaikki järjestelmän työkalut ovat käytettävissä asiakkaan omilta koneilta. Kaikki muut suunnittelu- ja ylläpitotoimet tapahtuvat internet-yhteyden kautta. (Pöyry 2015.)

6.2 Virtual Mill -perustyökalut

ProElina

ProElina on Oracle-pohjainen laitostiedon hallintajärjestelmä, johon tallennetaan laitoksen prosessi-, sähkö- ja automaatiotietoja. Järjestelmää käytetään läpi laitoksen elinkaaren suunnittelusta toteutukseen ja käynnissäpitoon. Pro-

Elinaa käytetään internet-yhteydellä ja se sallii useita samanaikaisia käyttäjiä. Käyttö voidaan aloittaa, kun projektin alkumäärittelyt, tehdas- ja tarvittaessa osastomäärittelyt on tehty ja kun prosessisuunnittelun lähtötiedot on saatu. (Pöyry 2016.)

Alkuvaiheessa ProElinan prosessipuolelle kirjataan pääasiassa mekaaniset laitteet, kuten pumput, venttiilit, säiliöt ja putkilinjat. Laitteille ja linjoille annetaan yksilöivät laitetunnukset, jotka voivat sisältää tiedon fyysisestä sijainnista tai sijainnista prosessin osassa. Tietokantaan kirjataan lisäksi muun muassa valmistaja, malli, tyyppi, tekniset ominaisuudet ja piirustukset, joihin laite tai linja liittyy. Automaatiopuolella kirjaus aloitetaan kirjastojen luonnilla. Kirjastoihin kerätään tietynlaisten komponenttien, komponenttisetien, instrumentointitehtävien ja signaaliryhmien tietoja. Tämän jälkeen luodaan piirit, joille haetaan sopivat instrumentointitehtävät laitteineen ja signaaleineen. Automaatiopuolelle kuuluvat myös kenttäkoteloiden, ristikytkentätelineiden, järjestelmäkaappien, riviliitinryhmien, järjestelmäkaappien ja runkokaapeleiden määrittäminen sekä signaalien kytkentä. Sähköpuolelle kirjattavia laitteita ovat muun muassa sähköiset toimilaitteet, kuten moottorit, sähkökeskukset, sähkösaatot, lämmitin ja valaisimet. Tietojen kirjaus tehdään kuten automaatiopuolella komponenttikirjastoista aloittaen. (Töyrylä 2018.)

Jalina

Jalina on internetpohjainen sisällönhallinta ja julkaisuohjelmisto, jolla voidaan muokata ja julkaista piirikohtaisia toimintakuvauksia. Jalina on yhdistetty Virtual Mill -järjestelmään yksilöivällä piiritunnuksella, jolloin jokainen luotu toimintakuvaus kohdistuu tiettyyn tehdasmallin osaan ja ProElina-tietokannassa luotuu piiriin. Kuvauksen laatiminen edellyttää, että piiri jolle kuvausta tehdään, on ensin tehty tehdasmalliin. Piirikohtaisessa toimintakuvauksessa kerrotaan piirin positionumero, nimi, malliselostetyyppi ja sovelluksen malli, toiminnan sanallinen kuvaus, hälytykset, lukitukset, tiedot muihin piireihin, muutoshistoria sekä viittaukset muihin dokumentteihin. Jalinalla tehdään pääasiassa sähkö- ja automaatiopiirien dokumentointia. (Pöyry 2006a.)

ModeACAD

ModeACAD on AutoCAD-pohjainen ohjelma, johon on lisätty tietyn mallin mukaiset piirustusohjat ja tarvittavat sovellukset. Näin projektin piirustukset pysyvät yhdenmukaisina. (Pöyry 2006b.)

UserReports

UserReports on MsAccess-ohjelmalla toteutettu Excel-pohjainen raporttisovellus, jota voidaan hyödyntää projektityöskentelyssä ja kunnossapidossa. UserReportsiin tehdään valmiiksi pohjia, joihin määritetään ProElinasta valittavat tiedot. Tietoja voidaan tulostaa eri tehdas- ja suunnittelualueilta ja tarvittaessa tarkentaa hakua koskemaan esimerkiksi vain laitteita, joille on kirjattu ProEliinaan tieto alueen tilaluokitukselta. (Pöyry 2006b.)

WebPub

WebPub on selainpohjainen sovellus Virtual Mill -tietojen tarkasteluun ja tulostukseen. WebPubissa on hierarkkinen rakenne ja se on pääjaoteltu suunnittelualueittain automaatioon, sähköistykseen, prosessiin ja laitokseen. Näiden jokaisen alta löytyy useita alavalikkoja objektityypeittäin, kuten automaation kenttälaitteet, sähköistuksen moottorit, prosessin säiliöt ja laitoksen putkilinjat. Lisäksi alavalikoista löytyvät tehdasalueen jaottelu pääosastoittain (esim. 71 Lappeenrannan biojalostamo) ja jako alaosastoittain (esim. 21 Yhteislaitokset). WebPubilla voidaan valita tarkasteluun piirin tai piirin osan suunnittelutiedot ja tiedot saadaan tarvittaessa tulostettua Exceliin. (Pöyry 2006b.)

Export/Import

Export/Import on tarkoitettu tiedon massasiirtoon Excelistä Virtual Milliin tai Virtual Millistä Exceliin. Työkalulla voidaan esimerkiksi valita tietyn Excelin sarakkeen tiedot vietäväksi tiettyyn ProElinan kenttään. Export/Importin avulla voidaan päivittää Virtual Millin tietoja nopeasti ja tehokkaasti. (Pöyry 2006b.)

6.3 Taustatiedot

Biojalostamolle on tehty räjähdysuojasiasiakirja, jonka liitteenä on taulukko ”Räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyys ja tilaluokittelu”. Taulukon on tehnyt asiantuntijaryhmä ja siihen on listattu biojalostamolla käy-

tetyt tai syntyvät räjähdysvaaralliset aineet ja alueet, joilla aineita on. Tauluk-
koon on merkitty myös eri tilaluokat ja niiden laajuus sekä kunkin alueen mah-
dollinen laitevaatimus. Räjähdysuojasiasiakirjan liitteenä on lisäksi muun
muassa tehdasalueen layout-piirustus, tilaluokituspiirustukset, kemikaalilistat,
ex-laiteluettelot ja laitetoimittajien ATEX-materiaali.

UPM:n biojalostamo on jaettu numerotunnuksin useisiin alueisiin eli areoihin,
jotka löytyvät Virtual Millistä. Saman tunnuksen alla ovat tiettyyn toimintoon
liittyvät laitteet, jotka saattavat samasta area-tunnuksesta huolimatta sijaita
fyysisesti kaukana toisistaan. Alussa UserReportsilla tulostettiin ProElinasta
laiteluettelot niiltä areoilta, joilla on CTO-alueella fyysisesti sijaitsevia laitteita.
Tulosteessa moottorit ja mekaaniset laitteet ovat omilla listoillaan sähkölaittei-
den tulostuessa automaation kenttälaitteiden kanssa samaan listaan. Laite-
luettelosta rajattiin pois sellaiset laitteet, jotka eivät sijaitse fyysisesti CTO-
alueella. Laitteen sijainnin selvittämisessä hyödynnettiin 3D-suunnittelumallia
ja PI-kaavioita.

7 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Laitelistojen, 3D-mallin ja PI-kaavioiden perusteella CTO-alueelta paikannet-
tiin yli 6 500 laitetta. Osa näistä laitteista sijaitsee ei-tilaluokitellulla alueella,
mutta ovat silti räjähdysvaaralliseen tilaan sopivia. Suuri osa laitteista on kes-
kenään samanlaisia ja oletettavasti samalla tavalla asennettuja. Tarkastelu
päättiin tehdä laiteryhmittäin siten, että tarkempaan tarkasteluun otettiin tila-
luokitellulla alueella sijaitseva yksittäinen pumppu, moottori, lämpötilamittari ja
-lähetin, painemittari ja -lähetin, virtausmittaus ja -lähetin, valaisin, paloilmoin,
sähkösaatto, turvakytkin, venttiili ja kaasunilmaisin. Lisäksi tarkemmin tarkas-
teltiin niitä tilaluokittelemattomien tilojen laitteita, jotka eivät sovellu räjähdys-
vaaralliseen tilaan. Yksityiskohtaisempi raportti tarkastelusta on esitetty liit-
teessä 3.

Pumppu, moottori, turvakytkin ja saattolämmitys

Tarkasteltavaksi valittiin tilaluokassa 2 sijaitseva keskipakopumppu, taajuus-
muuttajalla ohjattu pienjännitemoottori, turvakytkin ja saattolämmitys. Alueen
tilaluokka 2 edellyttää laiteryhmiä II ja laiteluokkaa 3G. Laitteiden tulee siis

soveltua räjähdysvaaralliseen tilaan maan päälle muualle kuin kaivoskaasuille alttiisiin tiloihin, joissa räjähdysvaaran aiheuttavat kaasut, sumut tai höyryt ja joissa räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy epätodennäköisesti tai vain lyhytaikaisesti. Tilaluokituksen aiheuttavien aineiden ominaisuuksista johtuen alueen sähkölaitteilta vaaditaan räjähdysryhmää IIC ja mekaanisilta laitteilta laiteryhmän alaryhmää IIC. Sekä sähköisten että mekaanisten laitteiden lämpötilaluokka pitää olla vähintään T3. Tällöin laitteen pintalämpötila ei saa nousta yli 200 °C:een.

Pumpusta oli nähtävissä sen valmistajan nimi, laitetyyppi, räjähdysvaaralliseen tilaan sopivuudesta kertova räjähdys-suojaustunnus Ex II 2G c T3 ja sarjanumero. Pumpun räjähdys-suojauksesta kertovassa merkinnässä oli tämän hetken vaatimuksista poikkeava kirjaintunnus "c", sillä se on valmistettu ja asennettu ennen standardin SFS-EN ISO 80079-36:2016 voimaantuloa. Merkinnän perusteella pumppu vastaa laiteryhmältään (II), laiteluokaltaan (2G) ja lämpötilaryhmältään (T3) alueen laitevaatimuksia. Aiempien standardien mukaisen tunnuksen "c" perusteella laite on suojattu rakenteellisella turvallisuudella. Pumppu ja sen alusta näyttivät silmämääräisesti hyväkuntoisilta. Dokumenttien hallintajärjestelmästä löytyivät pumppua koskevat asianmukaiset asiakirjat, jotka sisälsivät muun muassa käyttö- ja turvallisuusohjeet, todistuksen direktiivien- ja standardien mukaisuudesta sekä syttymisvaaran arviointiraportin.

Pumpun käyttömootorissa oli räjähdys-suojaustunnus Ex II 2G, Exd IIC T4 Gb ja merkintä vaatimuksen mukaisuudesta kertovasta ex-sertifikaatista. Tunnuksen ja sertifikaatin perusteella moottori on räjähdyspaineen (Exd) kestävä ja täyttää alueen laitevaatimuksen. Moottorin ja pumpun metalliset rungot ovat kiinteässä yhteydessä ja moottori oli kytketty asianmukaisesti potentiaalintasausjärjestelmään. Moottorilla on oma turvakytin, josta oli nähtävissä räjähdys-suojaustunnus Ex II 2G Ex de IIC T6 ja merkintä sertifikaatista. Näiden perusteella turvakytin on sekä räjähdyspaineen kestävä että varmennettu ja se täyttää alueen laitevaatimuksen.

Pumpun tiivistevedelle on asennettu sähkösaattolämmitys. Itse lämmityskaapelit olivat tarkastelun aikana eristeiden ja suojakotelon sisäpuolella, jolloin

niiden tarkistaminen ei ollut mahdollista. Saattolämmityksen syöttökaapeli oli kuitenkin kytkettynä kytkentärasiaan, josta oli nähtävissä merkintä II 2G Exe IIC T6 Gb ja sertifikaatin tunnus. Näiden perusteella rasiolla on varmennettu rakenne ja se soveltuu kyseiselle alueelle.

Lämpötilamittaus

Tilaluokassa 1 olevan säiliön lähellä sijaitseva putkisto on säiliön luokituksesta johtuen tilaluokkaa 2. Tilaluokasta ja sen aiheuttavasta aineesta seuraa putkiston sähkölaitevaatimus Ex 3G IIC T3. Putkistossa on Pt100-lämpötilanturi, jossa räjähdys-suojatunnus Ex II 2G Exd IIC T6/T5 Gb ja merkintä sertifikaatista, sekä kotelo, jossa räjähdys-suojatunnus Ex II 2G Exd IIC Gb ja merkintä sertifikaatista. Kotelon sertifikaatin nimen perässä on kirjain "U", jolloin kyseessä on komponentti. Tämän takia kotelon tunnuksessa ei tarvitse olla lämpötilaluokkaa. Molempien laitteiden räjähdys-suojataso täyttää alueen laitevaatimuksen. ProElinasta tulostetusta piirikaaviosta oli havaittavissa, että lämpötilalähetin on sijoitettu kotelon sijaan ei-räjähdysvaaralliselle alueelle jakokoteloon, jolloin lähetin voisi olla ei-Ex-laite. Lähettimellä on kuitenkin sertifikaatti ja räjähdys-suojatunnus Ex 3 GD Exn IIC T4...T6.

Painemittaus

Tarkasteltavaksi valittiin tilaluokassa 2 sijaitsevan putken pietsoresistiivinen paineanturi ja lähetin. Alueen laitevaatimus on Ex 3G IIC T3 ja koska laitteessa oli räjähdys-suojatunnus Ex II 2G Exd IIC T6 or T4 sekä merkintä sertifikaatista, laite täyttää alueen vaatimuksen. Lähettimen kotelosta oli havaittavista ulkoinen maadoitusliitin ja johdin, jolla kotelo on liitetty potentiaalintasausjärjestelmään, kotelointitunnus IP66, sarjanumero sekä paine-, viesti- ja jännitealue. ProElinasta löytyi laitteeseen merkittyjä sertifikaattia ja räjähdys-suojatunnusta vastaavat merkinnät.

Venttiili

Tilaluokassa 2 sijaitsevassa putkessa on älykkäällä sähköpneumaattisella asennoittimella ohjattu palloventtiili. Alueen laitevaatimus on Ex 3G IIC T3 ja koska sähköisessä asennoittimessa oli räjähdys-suojatunnus Ex II 2G Exd IIC T4...T6 sekä merkintä sertifikaatista, laite täyttää alueen vaatimuksen.

Asennoittimen kilvessä oli havaittavissa valmistajan nimi ja osoite, tyyppi- ja sarjanumero sekä valmistusvuosi.

Valaisin

Valaisimista tarkasteluun valittiin tilaluokassa 2 sijaitseva loisteputkivalaisin. Alueen laitevaatimus on Ex II 3G IIC T3 ja koska valaisimessa oli räjähdys-suojaustunnus Ex II 2GD Exe mb II T6 sekä merkintä sertifikaatista, laite täyttää alueen vaatimuksen. Valaisin oli kiinnitetty standardin SFS-EN 60079-0 + A11 mukaisesti useammalla ruuvilla ja se oli kytketty rungostaan potentiaalintasausjärjestelmään. Valaisimesta ei kuitenkaan löytynyt laitetunnusta, jonka perusteella sen tietoja olisi voinut etsiä ProElinasta.

Virtausmittaus

Tarkasteltava virtausmittaus valittiin alueelta, joka on tilaluokkaa 2 ja jossa on laitevaatimus Ex II 3G IIC T3. Massamäärämittausputkessa oli räjähdys-suojaustunnus Ex II 2G Ex ib IIC T1...T5 Gb sekä merkintä sertifikaatista. Koska laitteen lämpötilaluokka oli merkitty tietyllä välillä olevaksi, piti luokitus tarkistaa sertifikaatista prosessin lämpötilan perusteella. Sertifikaatista laitteen lämpötilaksi määrityksi T3, jolloin laite täyttää alueen vaatimuksen. Lähettimessä oli merkintä sertifikaatista, jonka perusteella sen räjähdys-suojaustunnus on Ex II 2G Exd [ib] IIC T6 Gb. Näin ollen myös lähetin täyttää alueen laitevaatimuksen. Sekä massamäärämittausputken että -lähettimen sertifikaattitiedot löytyivät ProElinasta, mutta räjähdys-suojaustunnus löytyi vain lähettimeltä.

Paloilmoitin

Tarkasteltava paloilmoitinpainike sijaitsee alueella, joka on tilaluokkaa 2 ja jossa on laitevaatimus Ex II 3G IIC T3. Painikkeen rasiassa oli räjähdys-suojaustunnus Ex 2G Exed IIC T6 Gb sekä merkintä sertifikaatista. Merkinnän perusteella laite on räjähdyspaineen kestävä ja varmennetturakenteinen ja täyttää alueen laitevaatimuksen. Paloilmoittimesta ei löytynyt tunnusta, jonka perusteella sen tietoja olisi voinut etsiä ProElinasta.

Kaasunilmaisin

Tarkasteltavaksi valittu kaasunilmaisin sijaitsee tilaluokkaan 2 kuuluvalla alueella, jonka laitevaatimus on Ex II 3G IIC T3. Kaasunilmaisimessa oli räjähd-

dyssuojaustunnus Ex II 2(1)G Exd [ja IIC Ga] IIB + H₂ T6 Gb ja merkintä sertifiikaatista. Alueen laitteiden räjähdysryhmävaatimus IIC aiheutuu vedystä, jolloin laitteen räjähdysryhmämerkinnän IIB + H₂ mukaan laite soveltuu kyseiselle alueelle. Laitteelle oli kirjattu ProElinaan eri sertifiikaatin nimi, mutta sama räjähdysuojaustunnus. Kirjattu sertifiikaatti koskee kuitenkin kyseistä laitetta ja on tullut laitetoimittajalta, jolloin ristiriita sertifiikaatin nimessä johtunee laitteen useammasta eri tarkistuslaitoksen hyväksynnästä.

Tarkastelun perusteella tilaluokitelluilla alueilla sijaitsevat laitteet soveltuvat kyseisille tilaluokitelluille alueille. Laitos on rakennettu ennen mekaanisia laitteita koskevien standardien SFS-EN ISO 80079-36:2016 ja SFS-EN ISO 80079-37:2016 voimaantuloa, jolloin kaikki mekaaniset laitteet eivät vastanneet merkinnöiltään nykyisiä vaatimuksia. Standardin muuttuminen tai kokonaan uuden standardin voimaantulo rakentamisen jälkeen hankaloittaa tarkastelua, sillä rakentamisen aikaan voimassa olleet vaatimukset eivät välttämättä löydy helposti jälkikäteen.

Tietojen järjestelmällisellä kirjaamisella ja dokumentoinnilla on suuri merkitys. Jälkikäteen tarkastelu voi olla aikaa vievää, jos laitteista on dokumentoituna vain vähäiset tiedot. Tarkastelun kannalta olisi helpointa, jos laitteista kirjattaisiin ylös mahdollisimman yksityiskohtaiset tiedot mukaan lukien räjähdysuojaustunnus ja laitesertifiikaatti. Vaikka laitteissa tulee olla merkintä räjähdysuojauksesta, voivat merkinnät jäädä asennuksen jälkeen hankalasti nähtäviin paikkoihin tai esimerkiksi kokonaan koteloiden sisäpuolelle.

Jotta laitoksen laitteet vastaisivat vaatimuksia ja jotta laitteiden soveltuvuus eri alueille olisi jälkikäteen tarkistettavissa, pitää eri suunnittelualojen ja käyttäjien tehdä yhteistyötä. Jokaiselle ryhmällä tai henkilöllä voi olla oma erityisosaamisensa ja -tietonsa, jota tulisi avoimesti jakaa. Tiedon ei pitäisi olla vain yhden henkilön varassa, eivätkä toisaalta kaikki voi tietää kaikkea.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää UPM-Kymmene Oyj:n Lappeenrannan biojalostamon CTO-alueen laitteiden räjähdysuojaustaso suhteessa

alueen laitevaatimukseen sekä laatia ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen laitevalintaan ja suojaustason tarkasteluun.

Työn tarkoituksena oli tunnistaa sellaiset laitteet, jotka eivät sovellu räjähdysvaarallisiin tiloihin ja jotka voisivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Työssä tehdyn tarkastelun pohjalta syntyi kirjallinen selvitys CTO-alueen laitteista. Tämän hetkiset laitevaatimukset CTO-alueen tilaluokitelluilla alueilla täyttyvät, mutta niillä alueilla, jotka eivät ole tilaluokiteltuja, on käytössä räjähdysvaaralliseen tilaan sopimattomia laitteita. Näiden laitteiden tunnistaminen on tärkeää mahdollisten myöhempien tilaluokitusmuutosten takia. Työssä syntyi myös kirjallinen ohjeistus, jota voidaan hyödyntää käyttöhenkilöstön tukena tai uuden työntekijän perehdytyksessä. Sekä tarkastelu että ohje perustuvat Euroopan unionin, Suomen lainsäädännön ja standardien vaatimukseen. Syntyneiden dokumenttien perusteella työn tavoitteet voidaan katsoa saavutetuiksi.

Insinööriyöhön liittyvä taustatyö osoittautui aikaa vieväksi, sillä direktiiveistä, lainsäädännöstä ja standardeista tulevia vaatimuksia on paljon. Tällä hetkellä ei ole olemassa yhtä ainutta dokumenttia, josta kaiken tarvittavan tiedon koostetusti saisi. Työssä tiivistettiin oleellisimmaksi katsotut tiedot ja ohjeistukseen listattiin lisätietojen hankkimisen helpottamiseksi ne standardit, jotka liittyvät räjähdysvaarallisten tilojen laitevalintaan. Tarkastelua hankaloitti osaltaan myös se, se standardeja on muutettu sen jälkeen, kun laitos on rakennettu. Tarkastelu piti tehdä osin laitoksen valmistumisen aikana voimassa olleiden standardien mukaan. Myös muiden taustatietojen hankinta vei aikaa, sillä tiedot olivat useassa eri paikassa.

Tarkastelu osoitti, että tiettyjen laitetyyppien dokumenttien hallinnassa on puutteita. Valaisimilla ja paloilmioittimilla ei ollut näkyvissä yksilöivää tunnusta, jolloin niitä ei löytynyt ProElinasta, eivätkä niiden tiedot tulostuneet laitelistoille. Räjähdysuojasiasiakirjan varmennusta varten ex-laitteet pitäisi kuitenkin olla listattuna niin, että listalla näkyy sertifikaatin nimi. Itse sertifikaatti pitäisi myös löytyä sähköisenä tai paperiversiona.

Aiheena räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus oli erittäin mielenkiintoinen, monipuolinen ja opettavainen. Haastavinta työssä oli aiheen rajaaminen, sillä

räjähdyssuojaukseen liittyy monet eri tekijät ja yksityiskohdat. Jotta työ ei olisi kasvanut liian suureksi, rajattiin se koskemaan laitteiden valinnan ja tarkastelun perusteita. Työtä voisi jatkaa laitoksen muiden alueiden tarkastelulla tai syventämällä aihetta enemmän esimerkiksi räjähdysuojusrakenteita koskevaksi. Myös kohteena ollut biojalostamo oli kiinnostava ja tarjosi työhön liittyvän mielekkään ympäristön. Työ herätti tekijässä kiinnostusta syventää räjähdysuojaukseen koskevia tietoja.

LÄHTEET

Euroopan komissio. 2018. CE marking. WWW-dokumentti. Päivitetty 13.6.2018. Saatavissa: https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking_fi [viitattu 13.6.2018].

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006, annettu 18 päivänä joulukuuta 2006, kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamennettelyistä ja rajoituksista (REACH), Euroopan kemikaaliviraston perustamisesta, direktiivin 1999/45/EY muuttamisesta sekä neuvoston asetuksen (ETY) N:o 793/93, komission asetuksen (EY) N:o 1488/94, neuvoston direktiivin 76/769/ETY ja komission direktiivien 91/155/ETY, 93/67/ETY, 93/105/EY ja 200/21/EY kumoamisesta.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY, annettu 16 päivänä joulukuuta 1999, vähimmäisvaatimuksista räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelun parantamiseksi (viidestoista direktiivin 89/391/ETY 16 artiklan 1 kohdassa tarkoitettu erityisdirektiivi).

Euroopan komissio. 2003. Ohjeellinen toimintaopas vähimmäisvaatimuksista räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelun parantamiseksi annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/92/EY täytäntöönpanemiseksi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2003/FI/1-2003-515-FI-F1-1.Pdf> [viitattu 13.8.2018].

Kemikaalilaki 9.8.2013/599.

Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuudesta 16.12.2016/1139.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390.

Pöyry Oyj. 2006a. Jalina käyttöohje. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj. 2012. Lehdistötiedote. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.poyry.fi/uutiset#> [viitattu 21.5.2018].

Pöyry Oyj. 2006b. Virtual Mill. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj. 2013. Prosessikuvaus. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj. 2018a. Räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyys ja tilaluokittelu. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj. 2018b. Räjähdysuojausasiakirja UPM Lappeenrannan biojalostamo. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj s.a. ATEX-direktiivit. Sisäinen asiakirja.

Pöyry Oyj s.a. Tietoa meistä. WWW-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.poyry.fi/tietoa-meista> [viitattu 21.5.2018].

Pöyry PLC. 2015. Virtual Mill. WWW-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.virtualmill.poyry.com/solutions.html> [viitattu 12.6.2018].

Pöyry Oyj. 2011. WebPub käyttöohje. Sisäinen asiakirja.

SFS-EN 1127-1. 2011. Räjähdyksvaaralliset tilat, räjähdysten esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät.

SFS-EN 60079-0 + A11. 2013. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset.

SFS-EN 60079-10-2:2015. 2015. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pölyräjähdysvaaralliset tilat.

SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016. 2016. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen.

SFS-käsikirja 59. 2012. Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut. 5. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 133. 2010. CE-merkintä. Perustiedot. 7. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 509 vaarallisten aineiden luettelosta.

Tapaturmavakuutuskeskus TVK s.a. TOTTI-järjestelmä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://totti.tvk.fi/totcasepublic.view?action=caseList> [viitattu 22.10.2018].

Tekniset ohjeet asetuksen (EY) N:o 689/2008 soveltamiseksi. 2011. Euroopan komissio. Komission tiedonanto.

Tukes s.a. ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. WWW-dokumentti. Saatavissa:
http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX_opas.pdf [viitattu 28.5.2018].

Tukes s.a. ATEX-starttipaketti. WWW-dokumentti. Saatavissa:
http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX-starttipaketti_2017.pdf [viitattu 29.5.2018].

Tukes. 2014. Kemikaalineuvottelukunnan ja Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) seminaari aineiden ja seosten luokituksista ja merkinnöistä. WWW-dokumentti. Saatavissa:
http://kemikaalineuvottelukunta.fi/documents/1260877/1564156/CLP_fysikaaliset_vaarat_Leeni_Tolsa.pdf/bf6bfc52-497b-4bda-8fcf-40ab5e9c5f16 [viitattu 22.10.2018].

Tukes. 1999. Luettelo yleisimmistä palavista nesteistä. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/7_99.pdf [viitattu 23.5.2018].

Tukes s.a. Räjähdyksivaarallisten tilojen laitteet - ATEX. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat/rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet-atex> [viitattu 8.6.2018].

Tukes s.a. Vaurio- ja onnettomuusrekisteri VARO. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://varo.tukes.fi/> [viitattu 22.10.2018].

Työterveyslaitos. 2017a. OVA-ohje: AMMONIAKKI. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/ammoni.html> [viitattu 11.6.2018].

Työterveyslaitos. 2017b. OVA-ohje: METAANI. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/metaani.html> [viitattu 8.6.2018].

Työterveyslaitos. 2017c. OVA-ohje: METANOLI. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/metanoli.html> [viitattu 11.8.2018].

Työterveyslaitos. 2015a. OVA-ohje: NESTEKAASUT. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/nestek.html> [viitattu 8.6.2018].

Työterveyslaitos. 2015b. OVA-ohje: RIKKIVETY. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/rikkivet.html> [viitattu 11.6.2018].

Työterveyslaitos. 2017e. OVA-ohje: Tärpätti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/tarpatti.html> [viitattu 1.10.2018].

Työterveyslaitos. 2017d. OVA-ohje: VETY. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/ova/vety.html> [viitattu 8.6.2018].

Työterveyslaitos. 2018. Suomenkieliset kemikaalikortit. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=1586&p_edit=&p_version=2&p_lang=fi [viitattu 8.6.2018].

Töyrylä, N. 2018. Automaatiosuunnittelija. Haastattelu 13.6.2018. Pöyry Oyj.

UPM-Kymmene Oyj. 2010. Kaukaan biopolttoainelaitos ympäristövaikutusten arviointiselostus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/ajankohtaista/muut-julkaisut/Documents/Julkaisut/upm-lpr-biojalostamoymparistovaikutusten%20arviointiselostus-09-2010.pdf> [viitattu 24.5.2018].

UPM-Kymmene Oyj. 2017a. Käyttöturvallisuustiedote UPM BioVerno diesel. Saatavissa: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/tuotteet/Documents/upm-bioverno-diesel-kayttoturvallisuustiedote-13-06-2017.pdf> [viitattu 11.6.2018].

UPM-Kymmene Oyj. 2017b. Käyttöturvallisuustiedote UPM BioVerno naphtha. Saatavissa: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/tuotteet/Documents/upm-bioverno-nafta-kayttoturvallisuustiedote-06-06-2017.pdf> [viitattu 11.6.2018].

UPM-Kymmene Oyj s.a. UPM Biopolttoaineet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/upm-biopolttoaineet/lappeenrannan-biojalostamo/Pages/Default.aspx> [viitattu 21.5.2018].

UPM-Kymmene Oyj s.a. UPM. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.upm.fi/UPM/Pages/default.aspx> [viitattu 21.5.2018].

Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisen ilmaseoksen työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 576/2003.

Terhi Hakala

**OHJEISTUS
RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN
LAITEVALINTAAN JA LAITTEIDEN
SUOJAUSTASON TARKASTELUUN**

2018

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTATIEDOT	5
3	SÄHKÖLAITTEEN VALINTA.....	7
3.1	Laiteryhmä	7
3.2	Räjähdyssryhmä.....	7
3.3	Lämpötilaluokka.....	8
3.4	Räjähdyssuojaustaso ja räjähdyssojausrakenne	9
3.5	Muuta huomioitavaa	10
3.6	Laitteen merkinnät	12
4	MEKAANISEN LAITTEEN VALINTA.....	13
4.1	Laiteryhmä	13
4.2	Lämpötilaluokka.....	13
4.3	Räjähdyssuojaustaso ja räjähdyssojausrakenne	14
4.4	Laitteen merkinnät	15
5	OLEMASSA OLEVAN LAITOKSEN RÄJÄHDYSSUOJAUSTASON TARKASTELU ..	15
5.1	Sähkölaitteet	16
5.2	Mekaaniset laitteet.....	18
6	YHTEENVETO	20

1 JOHDANTO

Tämä ohjeistus koskee kiinteästi asennettavia laitteita räjähdysvaarallisissa tiloissa, joissa räjähdysvaara aiheutuu muusta kuin kaivoskaasuista tai -pölyistä. Ohjeistus on suunnattu räjähdysvaarallisella alueella työskenteleville henkilöille tai uuden työntekijän perehdytykseen.

Sivuilla 21–24 esitetyt yhteenvedot on suunniteltu tiivistämään tämän ohjeistuksen sisällön ja ne ovat tulostettavissa sellaisenaan päivittäiseen käyttöön.

Palavat kaasut, kaasuseokset, nesteet ja pölyt voivat muodostaa ilman kanssa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Räjähdys voi tapahtua, jos ilmaseoksen kanssa samassa tilassa aktivoituu syttymislähde. Koska räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntyminen ei ole aina estettävissä, tulee mahdolliset syttymislähteet poistaa valitsemalla käytettävät laitteet olosuhteet huomioiden. (Euroopan komissio 2003.)

Syttyminen voi tapahtua monesta eri syystä. Laitteisto voi kuumentua normaaliikäytössä (muun muassa lämmittimet tai korkea prosessin lämpötila), häiriötilanteessa esimerkiksi voiteluöljyn vähäisen määrän takia tai kemiallisen reaktion seurauksena. Lämpötilan nousu yli räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttymislämpötilan aiheuttaa räjähdysvaaran. Vaara aiheutuu myös kytevästä kiinteän aineen hiukkasesta tai liekistä, joka voi pienenäkin olla tehokas sytytin. Mekaanisesta hankauksesta tai hionnasta, mutta myös tahattomasti laitteeseen joutuneesta vierasesineestä (kuten kivi tai metallikappale) saattaa syntyä kipinä, joka voi sytyttää räjähdysvaarallisen ilmaseoksen. Sytyttävä kipinä voi syntyä myös sähkölaitteiden jännitteistä (virtapiirin yhdistäminen ja katkaisu) tai varautuneen staattisen sähköön purkauksesta. Lisäksi syttymislähteenä voi olla salamointi, sähkömagneettiset kentät ja säteily tietyillä taajuualueilla, ionisoiva säteily, ultraääni tai adiabaattinen puristus. (Euroopan komissio 2003.)

Käyttöön otettavien laitosten räjähdysvaarallisten tilojen tulee olla suunniteltu ja toteutettu Euroopan unionin direktiivejä sekä kansallisia lakeja ja asetuksia noudattaen. Suomessa näitä ovat:

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/34/EU

- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 392/2005
- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 576/2003
- Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 865/2012.

Lisäohjeita räjähdysvaarallisille tiloille ja niiden laitteille annetaan seuraavissa standardeissa:

- SFS-EN ISO 12100. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen
- SFS-EN 1127-1. Räjähdysvaaralliset tilat. Räjähdysten esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät
- SFS-EN 60079-0 + A11. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset
- SFS-EN 60079-10-1:2015. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-1: Tilaluokitus. Kaasuräjähdysvaaralliset tilat
- SFS-EN 60079-10-2:2015. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pölyräjähdysvaaralliset tilat
- SFS-EN 60079-14:2015 + AC2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen
- SFS-EN 60079-17:2014. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito
- SFS-EN 60079-19:2010 + A1:2015. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 19: Laitteiden korjaus, huolto ja paikkaus
- SFS-EN 60079-30-1. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 30-1: Sähkösaatot. Yleiset ja testausvaatimukset
- SFS-EN 60079-30-2. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 30-2: Sähkösaatot. Soveltamisohjeita suunnitteluun, asentamiseen ja kunnossapitoon
- SFS-EN ISO 80079-36:2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset

- SFS-EN ISO 80079-37:2016. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 37: Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Muut kuin sähköiset suojaustyypit. Suojaus rakenteellisella turvallisuudella ”c”, suojaus syttymislähteiden valvonnalla ”b”, suojaus nesteeseen upottamalla ”k”
- Tämän ohjeistuksen taulukossa 3 esitetyt eri räjähdysuojaurakenteita koskevat standardit

Standardit eivät itsessään ole velvoittavia, mutta valvova viranomainen, kuten Tukes, pelastusviranomainen tai työsuojeluviranomainen voi asettaa vaatimuksia standardien noudattamiselle. Joissain tapauksissa tietyn standardin mukaisuutta saatetaan pitää minimitasona, jolloin käytännön toteutus tehdään yli standardin ohjeistusten. Työn turvallisuudesta tekemisestä vastaa aina työnantaja ja työntekijän vastuulla on noudattaa annettuja ohjeita.

Riippuen tehtävän laajuudesta, räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiden suunnittelua ja valintaa tekevillä tulee vähintään olla yksityiskohtaiset tiedot:

- räjähdysuojauksen yleisperiaatteista
- räjähdysuojaurakenteiden periaatteista ja merkinnöistä
- räjähdysuojaurakenteeseen vaikuttavista laiterakenteista
- vaatimuksenmukaisuustodistuksista
- turvallisen erottamisen merkityksestä räjähdysuojaukselle
- standardissa SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 mainituista laitevalintojen ja asennusten erityistekniikoista.

Lisäksi suunnittelijan tulee ymmärtää olennaisten räjähdysuojaurakenteellisten laitteiden valmisteluun ja asennukseen tarvittavat taidot, standardin IEC 60079-17 asettamat vaatimukset tarkastuksille ja kunnossapidolle sekä työluopakäytäntö. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016.)

2 TAUSTATIEDOT

Ennen lopullista laitteiden valintaa tai räjähdysuojaustason tarkastelua tulee olla tiedossa prosessissa käytetyt ja mahdollisesti syntyvät aineet, niiden ominaisuudet, laitteiden aiottu käyttötapa sekä ulkoiset olosuhteet mukaan lukien ympäristön lämpötila. Aineiden ominaisuuksista oleellimmat ovat molekyyli-

paino, leimahduspiste, kiehumispiste, syttymislämpötila, höyrynpaine, höyryn tiheys, räjähdysrajat, kaasuryhmä ja lämpötilaluokka. Räjähdyksvaaralliselle alueelle tehtävä räjähdysvaaran arviointi ja tilaluokittelu esittää vaaralliset aineet ja niiden vaikutusalueet. Aineiden ominaisuuksien perusteella tietyille tilaluokitelluille alueille asetetaan vähimmäisvaatimuksia laitteiden räjähdyssuojautasolle. (Euroopan komissio 2003.)

Tilaluokittelu perustuu räjähdysvaarallisten aineiden ja ilman muodostaman räjähdyskelpoisen seoksen esiintymisen todennäköisyyteen ja arvioituun kesto-aikaan. Valtioneuvoston asetuksen räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (2003) mukaan tilaluokat ovat:

Tilaluokka 0

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 1

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaali-toiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 2

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaali-toiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Tilaluokka 20

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 21

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 22

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdysvaarallisen ilma-

seoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Kaivoksissa ja niiden ympäristöissä, joissa räjähdysvaaran aiheuttavat kaivoskaasut tai -pölyt, ei tehdä tilaluokituksia.

3 SÄHKÖLAITTEEN VALINTA

3.1 Laiteryhmä

Laiteryhmän valinta perustuu direktiiviin 2014/34/EU.

Jos laitetta käytetään kaivoksilla ja se altistuu kaivoskaasuille, pitää laite valita ryhmästä I. Ryhmä I on jaettu edelleen luokkiin M1 ja M2, joista M1 sisältää erittäin korkean suojelun tason ja M2 korkean suojelun tason laitteet.

Jos räjähdysvaara aiheutuu muualla kuin kaivoksissa kaasuista, höyryistä, sumuista tai pölyistä, valitaan laite ryhmästä II. Ryhmä II on jaettu edelleen laiteluokkiin 1, 2 ja 3. Kun räjähdysvaaran aiheuttaa kaasu, höyry tai sumu, laiteluokan yhteydessä on oltava kirjaintunnus "G". Jos räjähdysvaara aiheutuu pölystä, on laiteluokan yhteydessä oltava kirjaintunnus "D".

Ryhmässä II sopiva laiteluokka määräytyy tilaluokan perusteella:

- Tilaluokkaan 0 soveltuvat laiteluokan 1G laitteet
- Tilaluokkaan 1 soveltuvat laiteluokkien 1G ja 2G laitteet
- Tilaluokkaan 2 soveltuvat laiteluokkien 1G, 2G ja 3G laitteet
- Tilaluokkaan 20 soveltuvat laiteluokan 1D laitteet
- Tilaluokkaan 21 soveltuvat laiteluokkien 1D ja 2D laitteet
- Tilaluokkaan 22 soveltuvat laiteluokkien 1D, 2D ja 3D laitteet.

3.2 Räjähdysryhmä

Räjähdysryhmä valitaan standardin SFS-EN 60079-0 + A11 mukaan.

Laiteryhmän II sähkölaitteet on jaettu räjähdysryhmiin IIA, IIB ja IIC (kaasut) sekä IIIA, IIIB ja IIIC (pölyt). Valitun laitteen räjähdysryhmän pitää vastata räjähdysvaaran aiheuttavan kaasun tai pölytyypin räjähdysryhmää:

- IIA kaasuille soveltuvat ryhmien IIA, IIB ja IIC laitteet
- IIB kaasuille soveltuvat ryhmien IIB ja IIC laitteet
- IIC kaasuille soveltuvat ryhmän IIC laitteet
- IIIA pölyille soveltuvat ryhmien IIIA, IIIB ja IIIC laitteet
- IIIB pölyille soveltuvat ryhmien IIIB ja IIIC laitteet
- IIIC pölyille soveltuvat ryhmän IIIC laitteet.

3.3 Lämpötilaluokka

Lämpötilaluokka valitaan standardin SFS-EN 60079-0 + A11 mukaan.

Räjähdysvaarallisen tilan laitteen ylin pintalämpötila ei saa nousta yli räjähdysvaaran aiheuttavan kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilan. Jos sähkölaitteessa ei ole merkintää käyttölämpötila-alueesta, se soveltuu lämpötilavälille -20 °C...+40 °C.

Jos ryhmän I sähkölaitteen pinnalle voi muodostua hiilipölyä, on sen suurin sallittu pintalämpötila 150 °C. Jos hiilipölyn kerrostuminen on estetty esimerkiksi koteloinnilla, suurin sallittu pintalämpötila on 450 °C.

Ryhmän II sähkölaitteet on jaettu kuuteen lämpötilaluokkaan suurimman mahdollisen pintalämpötilan perusteella:

- T1, laitteen suurin pintalämpötila 450 °C
- T2, laitteen suurin pintalämpötila 300 °C
- T3, laitteen suurin pintalämpötila 200 °C
- T4, laitteen suurin pintalämpötila 135 °C
- T5, laitteen suurin pintalämpötila 100 °C
- T6, laitteen suurin pintalämpötila 80 °C.

Vastaavasti kaasut ja höyryt on jaettu lämpötilaluokkiin syttymislämpötilan perusteella:

- T1, syttymislämpötila >450 °C
- T2, syttymislämpötila >300 °C
- T3, syttymislämpötila >200 °C
- T4, syttymislämpötila >135 °C
- T5, syttymislämpötila >100 °C
- T6, syttymislämpötila >85 °C.

Tilaluokituksessa esitetään kunkin alueen räjähdysvaarallisen aineen lämpötilaluokka, jonka perusteella valitaan soveltuva sähkölaite, ks. taulukko 1.

Taulukko 1. Sähkölaitteen lämpötilaluokan valinta

Tilaluokituksen edellyttämä lämpötilaluokka	Sähkölaitteen sallittu lämpötilaluokka
T1	T1 – T6
T2	T2 – T6
T3	T3 – T6
T4	T4 – T6
T5	T5 – T6
T6	T6

Jos räjähdysvaaran aiheuttaa pöly, pitää sille olla määritettynä minimisyyttymislämpötila. Minimisyyttymislämpötilasta vähennetään standardin IEC 61241-20-1 mukainen marginaali, jonka jälkeen voidaan valita laitteelle sopiva lämpötilaluokka. Jos pöly sekoittuu ilmaan, saa laitteen suurin pintalämpötila olla korkeintaan 2/3-osaa kyseisen pöly-ilmaseoksen syttymislämpötilasta (°C).

3.4 Räjähdyssuojaustaso ja räjähdysuojausrakenne

Räjähdyssuojaustaso eli EPL (equipment protection level) ja räjähdysuojausrakenne valitaan standardin SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 mukaan.

Jos tilaluokituksessa ei ole annettu erillisiä vaatimuksia laitteiden räjähdysuojaustasolle, noudatetaan laitevalinnassa taulukon 2 mukaista jaottelua. Tilaluokituksessa voidaan kuitenkin määrätä noudatettavia vaatimuksia ja riskinarvioinnin perusteella voidaan räjähdysuojaustasoa tiukentaa tai lieventää.

Taulukko 2. Räjähdyssuojaustasojen soveltuvuus eri tilaluokille

Tilaluokka	Laitteelle sopiva räjähdysuojaustaso
0	"Ga"
1	"Ga" tai "Gb"
2	"Ga", "Gb" tai "Gc"
20	"Da"
21	"Da" tai "Db"
22	"Da", "Db" tai "Dc"

Laitteilla on eri EPL-tasoihin soveltuvia räjähdysuojusrakenteita. Rakenteella voidaan joko estää vaarallisen lämpötilan ja kipinöiden synty tai rajata vaarallinen lämpötila ja kipinät niin, ettei räjähdys pääse leviämään laitteen ulkopuolelle. Eri rakenteita koskevat standardit sekä rakenteiden ja EPL-luokkien yhteensopivuus on esitetty taulukossa 3. Laitteessa voi olla räjähdysuojauksen tyyppimerkintä (esim. "ma") ja taulukon 3 mukaisesta räjähdysuojauksesta poikkeava merkintä (esim. "Ga"), jolloin noudatetaan ensisijaisesti räjähdysuojauksetasomerkintää.

Pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa pitää ottaa huomioon myös sähkölaitteiden kotelointi. Tilaluokassa 20 ja 21 kotelointi pitää olla IP 6X. Jos tilaluokan 22 räjähdysvaaran aiheuttava pöly on johtavaa, pitää olla kotelointi olla IP 6X ja muussa tapauksessa vähintään IP 5X.

3.5 Muuta huomioitavaa

Seuraavat lisävaatimukset, jotka tulee huomioida edellisissä luvuissa esitettyjen vaatimusten lisäksi, on esitetty standardissa SFS-EN 60079-14:2015 + AC2016.

Pyörivien sähkökoneiden valinnassa pitää huomioida standardin IEC 60034-1 mukainen käyttöluokka, syöttöjännite, taajuusalue, käytettävän laitteen synnyttämän lämmön siirtyminen, laakerien ja voiteluaineiden käyttöikä sekä eristysluokka.

Säteilevien laitteiden ulostulevalle säteilylle ja ultraäänilaitteiden ultraäänitehoille on määritetty suurimmat sallitut arvot. Lisäksi standardissa on esitetty lisävaatimuksia siirrettäville, kannettaville ja henkilökohtaisille laitteille, valaisimille, pistotulpille, pistorasioille, akuille, paristoille, RFID-tageille ja kaasunilmaisimille.

Taulukko 3. Räjähdyssuojaustasot ja niihin soveltuvat räjähdysuojaurakenteet (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016)

Räjähdyssuojaustaso (EPL)	Räjähdyssuojaurakenne	Tunnus	Standardi	Sopivat tilaluokat
Ga	Luonnostaan vaaraton	"ia"	IEC 60079-11	0, 1, 2
	Massaan valettu	"ma"	IEC 60079-18	
	Kaksi toisistaan riippumatonta suojausrakennetta, jotka täyttävät kumpikin EPL "Gb" vaatimukset		IEC 60079-26	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is"	IEC 60079-28	
	Erikoisrakenne	"sa"	IEC 60079-33	
Gb	Räjähdyssuorakkeen kestävä kotelointi	"d"	IEC 60079-1	1, 2
	Varmennettu rakenne	"e"	IEC 60079-7	
	Luonnostaan vaaraton	"ib"	IEC 60079-11	
	Massaan valettu	"m", "mb"	IEC 60079-18	
	Öljytäytteinen	"o"	IEC 60079-6	
	Paineistettu kotelointi	"p", "px", "py", "pxb" tai "pyb"	IEC 60079-2	
	Hiekkatäytteinen	"q"	IEC 60079-5	
	Luonnostaan vaaraton kenttäväylä (FISCO)		IEC 60079-27	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh", "op pr"	IEC 60079-28	
	Erikoisrakenne	"sb"	IEC 60079-33	
Gc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	IEC 60079-11	2
	Massaan valettu	"mc"	IEC 60079-18	
	Kipinöimätön	"n" tai "nA"	IEC 60079-15	
	Rajoitetusti hengittävä	"nR"	IEC 60079-15	
	Energia rajoitus	"nL"	IEC 60079-15	
	Kipinöivä laite	"nC"	IEC 60079-15	
	Paineistettu kotelointi	"pz" tai "pzc"	IEC 60079-2	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh", "op pr"	IEC 60079-28	
	Erikoisrakenne	"s"	IEC 60079-33	
Da	Luonnostaan vaaraton	"ia" tai "iaD"	IEC 60079-11 tai IEC 61241-11	20, 21, 22
	Massaan valettu	"ma"	IEC 60079-18	
	Suojaus koteloinnilla	"ta"	IEC 60079-31	
	Erikoisrakenne	"s"	IEC 60079-33	
Db	Luonnostaan vaaraton	"ib" tai "ibD"	IEC 60079-11 tai IEC 61241-11	21, 22
	Massaan valettu	"mb"	IEC 60079-18	
	Suojaus koteloinnilla	"tb" tai "tD"	IEC 60079-31 tai IEC 61241-1	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	IEC 61241-4	
	Erikoisrakenne	"s"	IEC 60079-33	
Dc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	IEC 60079-11	22
	Massaan valettu	"mc"	IEC 60079-18	
	Suojaus koteloinnilla	"tc" tai "tD"	IEC 60079-31 tai IEC 61241-1	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	IEC 61241-4	
	Erikoisrakenne	"s"	IEC 60079-33	

3.6 Laitteen merkinnät

Räjähdyksenvaarallisen tilan laitteella tulee olla CE-merkki, EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja vaatimustenmukaisuusvakuutus. Lisäksi laitteessa tulee olla erillinen räjähdyssuojauksen merkki, ks. kuva 1. CE-merkinnällä laitteen valmistaja vakuuttaa, että laite on tuotetyyppiään vastaavien standardien vaatimusten mukainen. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella laitteen vakuutetaan olevan direktiivin [2014/34/EU](#) mukainen. Laiteryhmien I ja II laiteluokkiin M1, 1, M2 ja 2 kuuluvat laitteet tulee olla tarkastutettu virallisella ilmoitetulla laitoksella. Ryhmän II luokkaan 3 kuuluvien laitteiden vaatimustenmukaisuustarkastuksen voi suorittaa laitteen valmistaja. Hyväksytystä tarkastuksesta laitteelle myönnetään vaatimustenmukaisuustodistus eli ATEX-sertifikaatti. ([2014/34/EU](#).)



Kuva 1. Räjähdyssuojauksen erityismerkintä ([2014/34/EU](#))

CE- ja Ex-merkin lisäksi laitteessa pitää olla valmistajan nimi, tuotemerkki tai rekisteröity tavaramerkki sekä osoite, sarja- tai tyyppimerkintä, sarja- tai eränumero, sertifikaatin julkaisijan nimi ja tunnus sekä räjähdyssuojarakenteen tai räjähdyssuojaustason tunnus. Sertifikaatin tunnuksessa on huomioitava, että jos tunnuksen perässä on kirjain "X", laitteen turvalliselle käytölle on määritetty erityisehtoja. Jos sertifikaatin tunnuksen perässä on kirjain "U", on kyse komponentista, joka ei yksittäisenä sovellu käytettäväksi. Tällöin vaaditaan lisäarviointi ennen komponentin kytkemistä ex-laitteeseen. (SFS-EN 60079-0 + A11.) Esimerkki ex-laitteen merkinnästä on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Esimerkki ex-laitteen merkinnästä (Tukes s.a.)

4 MEKAANISEN LAITTEEN VALINTA

Mekaaniset laitteet valitaan standardin SFS-EN ISO 80079-36:2016 mukaan.

Mekaanisiksi, eli muiksi kuin sähkölaitteiksi luetaan kytkimet, pumput, vaihde-laatikot, jarrut, hydrauliset ja pneumaattiset moottorit sekä kaikki koneen, tuuletin, moottorin, kompressorin tai kokoonpanon muodostavat yhdistelmät. Standardi ei aseta vaatimuksia sellaisille laitteille, jotka ovat paikallaan olevia ja joilla ei ole omaa energianlähdettä. Näitä laitteita ovat muun muassa säiliöt, kiinteät putkistot ja käsikäyttöiset venttiilit.

4.1 Laiteryhmä

Mekaanisten laitteiden laityryhmän luokittelussa noudatetaan direktiiviä [2014/34/EU](#), jolloin kaivoksiin ja kaivospölyille sekä -kaasuille alttiisiin räjähdysvaarallisiin tiloihin valitaan ryhmään I kuuluva laite. Muissa tapauksissa laite valitaan ryhmästä II.

Standardi SFS-EN ISO 80079-36:2016 jaottelee mekaaniset laitteet ryhmiin I, II ja III, joista ryhmän I laitteiksi luetaan kaivoskaasuille alttiit laitteet, ryhmän II laitteiksi muissa kaasuräjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet ja ryhmän III laitteiksi pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet. Ryhmien II ja III laitteet on jaettu lisäksi alaluokkiin ryhmän tunnuksen jälkeen tulevalle kirjaimella "A", "B" tai "C" ja laite valitaan vastaamaan suunnitellun tilan kaasun tai pölyräjähdysryhmää (IIA, IIB, IIC, IIIA, IIIB tai IIIC). Alaryhmän "C" laitteilla on korkein suojaustaso ja ne sopivat käytettäväksi ryhmien "C", "B" ja "A" kaasujen tai pölyjen kanssa. Ryhmän "B" laitteet soveltuvat ryhmien "B" ja "A" kaasuille ja pölyille, mutta ryhmän "A" laitteet soveltuvat vain ryhmän "A" kaasuille ja pölyille.

4.2 Lämpötilaluokka

Jos laitetta käytetään ympäristön lämpötila-alueella $-20\text{ °C} \dots +40\text{ °C}$, ei siinä tarvitse olla merkintää ympäristön lämpötila-alueesta.

Jos ryhmän I laitteen pinnalle voi muodostua hiilipölyä, on sen suurin sallittu pintalämpötila 150 °C . Jos hiilipölyn kerrostuminen on estetty esimerkiksi koteloinnilla, suurin sallittu pintalämpötila on 450 °C .

Ryhmän II laitteet on jaettu kuuteen lämpötilaluokkaan suurimman mahdollisen pintalämpötilan perusteella:

- T1, laitteen suurin pintalämpötila 450 °C
- T2, laitteen suurin pintalämpötila 300 °C
- T3, laitteen suurin pintalämpötila 200 °C
- T4, laitteen suurin pintalämpötila 135 °C
- T5, laitteen suurin pintalämpötila 100 °C
- T6, laitteen suurin pintalämpötila 85 °C.

Jos pinta-ala on pienempi kuin 20 mm² tai välillä 20 mm²–1 000 mm², voivat suurimmat pintalämpötilat ryhmien I ja II laitteilla olla standardin SFS-EN ISO 80079-36:2016 mukaisesti hieman luokituksia korkeammat.

Ryhmän III laitteilla tulee olla erikseen määritetty suurin mahdollinen pintalämpötila sekä ilman pölykerrosta että pölykerros huomioiden. Valitun laitteen suurin mahdollinen pintalämpötila ei saa ylittää ilmoitettua suurinta pintalämpötilaa.

4.3 Räjähdyssuojaustaso ja räjähdysuojusrakenne

Räjähdyssuojaustason mukainen luokittelu vastaa sähkölaitteiden EPL-luokitusta, jolloin:

- Kaivoskaasuille altistuvien ryhmän I laitteiden räjähdysuojaustasot ovat EPL Ma ja EPL Mb
- Kaasuräjähdyssvaarallisten tilojen ryhmän II laitteiden räjähdysuojaustasot ovat EPL Ga, EPL Gb ja EPL Gc
- Pölyräjähdysvaarallisten tilojen ryhmän III laitteiden räjähdysuojaustasot ovat EPL Da, EPL Db ja EPL Dc.

Mekaanisilla räjähdysvaarallisten tilojen laitteilla voi olla seuraavat räjähdysuojusrakenteet:

- "c", suojausrakenteellisella turvallisuudella
- "b", suojaus syttymislähteiden valvonnalla
- "k", suojaus nesteeseen upottamalla.

Lisäksi voidaan soveltaa suojaustyyppejä "d" (räjähdyspaineen kestävä), "p" (paineistettu) tai "t" (koteloitu).

4.4 Laitteen merkinnät

Mekaaniset laitteet tulee olla merkittyjä selvästi näkyvällä merkinnällä. Vuoden 2016 jälkeen valmistetun laitteen merkinnässä on oltava valmistajan nimi tai rekisteröity tuotemerkki, valmistajan antama tyyppitunniste, ex-tunnus, laiteryhmän tunnus, kirjain "h" (laite ei ole sähkölaite), ryhmän II laitteilla lämpötilaluokka, ryhmän III laitteilla suurin mahdollinen pintalämpötila (°C), sarjanumero, todistuksen antajan nimi, todistuksen tunnus ja EPL-luokitus soveltuvin osin. Lisäksi merkinnässä voi tarvittaessa olla laiteryhmän alaryhmän tunnus ja ympäristön sallittu lämpötila. Ennen vuotta 2016 valmistettujen laitteiden merkintä poikkeaa nykyisestä niin, että kirjaimen "h" tilalla on kirjain "c", "b", "k", "d", "p" tai "t". Kirjaintunnus kertoo laitteen räjähdysuojusrakenteen.

5 OLEMASSA OLEVAN LAITOKSEN RÄJÄHDYSSUOJAUSTASON TARKASTELU

Tässä luvussa annettu ohjeistus perustuu tämän ohjeen aiempien lukujen sisältöön ja huomioi tilat, joissa räjähdysvaaran aiheuttaa kaasu tai pöly.

Laitteiden räjähdysuojaukseen vaikuttavat monet eri tekijät. Ohjeistuksessa huomioidaan tekijöistä ne, jotka ovat havaittavissa silmämääräisesti laitoksen käydessä tai ovat löytyvät laitteistojen dokumenteista.

Tarkasteltaessa jo valittujen laitteiden räjähdysuojauksetasoa, pitää selvittää tilaluokitellut alueet ja tilaluokituksen aiheuttavan aineen ominaisuuksista seuraavat laitevaatimukset. Eri tilaluokkien rajat saadaan selville räjähdysuojausasiakirjan liitteenä olevista taulukosta, jossa on esitetty sanallisesti räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyys, tilaluokittelu ja kunkin tilaluokitusalueen laitevaatimus. Tarvittaessa alueiden rajojen hahmottelun apuna voidaan käyttää tilaluokituspiirustuksia tai 3D-mallia.

Jos laitostiedon hallintajärjestelmään on kirjattu jokaiselle laitteelle tieto alueen tilaluokasta ja laitevaatimuksesta, laitteen sertifikaatin tunnus ja ex-luokitus, voidaan laitteen tyyppiin kohdistuvien räjähdysuojausvaatimusten toteutumisi-

nen tarkistaa helposti ex-laiteluettelosta. Tämän edellytyksenä on tietojen jatkuva ajan tasalla olo.

5.1 Sähkölaitteet

Laitteen valinta vaatimusten mukaisesti on osa räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuutta, mutta turvallisuuteen vaikuttavat myös sähköasennukset ja laitteiden kunnossapito. Laitteet ja sähköasennukset voivat toimia oikein, vaikka niiden räjähdyssuojauksen kannalta merkittävät erityisominaisuudet eivät olisi kunnossa. (SFS-EN 60079-17:2014.)

Selvitettäessä tietyn laitetyypin soveltuvuus tietylle räjähdysvaaralliselle alueelle ja ex-laiteluettelon tietojen ollessa puutteelliset tai haluttaessa varmistaa kirjattujen tietojen oikeellisuus, tarkistetaan jokaisesta alueella sijaitsevasta sähkölaitteesta seuraavat merkinnät:

- CE-merkki
- Ex-merkki
- valmistajan nimi, tuotemerkki tai rekisteröity tavaramerkki sekä osoite
- sarja- tai tyyppimerkintä
- sarja- tai eränumero
- sertifiikaatin julkaisijan nimi ja tunnus
- laiteryhmä, laiteluokka, räjähdysryhmä, lämpötilaluokka, EPL-luokka ja räjähdyssuojaurakenteen tunnus.

Huomioitavaa on, että vaikka laitteessa olisi merkintä luonnostaan vaarattomuudesta (Ex ia, Ex ib, Ex ic), ei se vielä riitä takaamaan suojausta. Luonnostaan vaarattomien laitteiden energia tulee olla rajoitettu joko kytkennällä exi-hyväksytylle I/O-kortille tai erillisellä exi-erottimella. Lisäksi tarvitaan varmuuslaskenta, jossa on huomioitu kaikkien exi-piirillä olevien laitteiden jännite, virta, teho, kapasitanssi ja induktanssi sekä kaapelien pituus, induktanssi ja kapasitanssi.

Jos sertifiointikilpi tai muut laitteen merkinnät puuttuvat, tulee laitteessa olla ylimääräinen tunnistekilpi, josta selviää laitteen tunnistenumero, sarjanumero tai viittaus laitetietokantaan. Räjähdysvaarallisten alueiden laitteet tulee olla

listattuna ja tunnistettavissa, vaikka laite vaihdettaisiin eri laitetiedoilla olevaan tyyppiin tai malliin. (SFS-EN 60079-17:2014.)

Räjähdyksenvaarallisen tilan sähkölaitteet tulee olla maadoitettu ja niiden jännitteelle alttiit osat yhdistetty potentiaalintasausjärjestelmään lukuun ottamatta joitain poikkeuksia, kuten kaksoiseristetyt laitteet. Maadoituksen olemassa olon voi todeta joko kytkentäkuvista tai kaapeleiden kytkentäpisteistä esimerkiksi kenttäkotelolla. Potentiaalintasausjohdin on havaittavissa laitteen ulkopuolisessa kytkentäpisteessä, josta se yhdistyy potentiaalintasausjärjestelmän kautta päämaadoituskiskoon. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2014.)

Maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimista voidaan tarkistaa silmämääräisesti niiden tyyppi, kunto, poikkipinta-ala ja liitosten pitävyys, mutta varmuuden johtimen turvallisesta toiminnasta saa mittaamalla kunkin virtapiirin silmukkaimpedanssin tai maadoitusresistanssin (SFS-EN 60079-17:2014).

Standardin SFS-EN 60079-17:2014 mukaan sähkölaitteista voidaan lisäksi tarkistaa silmämääräisesti seuraavat räjähdysuojaukseen liittyvät tekijät:

- koteloiden, lasien ja metallien välisten tiivisteiden ja massausten kunto
- mahdolliset vauriot tai näkyvät hyväksynnän vastaiset muutokset
- koteloiden tyypit ja niiden kiinnitys
- kaasupurkauslamppujen kunto
- kaapelien kunto
- moottorien perustusten kunto ja tuuletuksen toiminta
- räjähdysuojauslaippaliitosten etäisyys kiinteistä esteistä
- altistuminen korroosiolle, säälle, tärinälle tai muille haitallisille tekijöille
- lian tai pölyn kertyminen laitteen päälle
- kaapeliläpivientien oikeellisuus ja kaapeliputkien, johtokanavien sekä asennusputkien tiivisteet.

Räjähdyksenvaarallisten tilojen sähkölaitteilla tulee olla valmistajan laatima dokumentointi, jossa on esitetty vähintään:

- yhteenveto sähkölaitteen merkintätiedoista pois lukien sarjanumero
- turvallisuusohjeet
- tarvittaessa koulutusohjeet

- yksityiskohtaiset tiedot, joista voidaan päätellä laitteen sopivuus suunnitellulle alueelle ja olosuhteille
- raja-arvot, kuten suurin mahdollinen pintalämpötila tai sähkö- ja paineparametrit
- mahdolliset käytölle asetetut erityisehdot
- kokemusperäinen tieto mahdollisista käyttövirheistä ja erityisolosuhteista
- tarvittaessa tieto laitteen yhteydessä käytettäväksi soveltuvien työvälineiden ominaisuuksista
- sertifikaatti tai luettelo standardeista julkaisupäivämäärineen, joiden vaatimukset laite täyttää.

Lisäksi standardissa SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 on esitetty lisävaatimuksia eri laitetyyppien räjähdysuojaukseen vaikuttaville tekijöille, jotka eivät ole silmämääräisesti havaittavissa.

5.2 Mekaaniset laitteet

Mekaanisten laitteiden tarkastelu perustuu standardeissa SFS-EN ISO 80079-36:2016 ja SFS-EN ISO 80079-37:2016 esitettyihin vaatimuksiin.

Mekaanisen laitteen tyyppin soveltuvuus räjähdysvaaralliseen tilaan voidaan tarkistaa ex-laiteluettelon kirjatuista tiedoista tai laitteeseen kiinnitetystä merkinnästä. Merkintä tulisi olla näkyvässä ja siinä tulee olla:

- valmistajan nimi tai sen rekisteröity tuotemerkki
- valmistajan antama tyyppitunniste
- Ex-merkki
- kirjain "h"
- tarvittaessa laiteryhmän ja sen alaryhmän tunnus (esim. IIA)
- EPL-tunnus soveltuvien osien
- tarvittaessa käyttöympäristön lämpötilaraja
- sarjanumero
- vaatimuksenmukaisuustodistuksen antajan nimi tai merkki ja todistuksen tunnus.

Lisäksi merkinnässä pitää olla ryhmän II laitteilla lämpötilaluokka tai suurin mahdollinen pintalämpötila tai molemmat niin, että lämpötilaluokka on laitettu viimeiseksi sulkuihin. Jos suurin mahdollinen pintalämpötila on yli 450 °C, merkitään vain se, eikä lämpötilaluokkaa. Lämpötilamerkintää ei tarvita, jos laite on tarkoitettu käytettäväksi tietyssä kaasussa. Jos suurin mahdollinen pintalämpötila riippuu laitteen itsensä sijaan prosessista, on laitteeseen merkitty lämpötilaluokka- tai lämpötilaväli ja lisätietoja annettu laitteen ohjeissa. Ryhmän III laitteilla tulee olla merkittynä suurin mahdollinen pintalämpötila (°C) kirjaimen "T" jälkeen.

Vuonna 2016 voimaan tulleen standardin SFS-EN ISO 80079-36:2016 mukaan mekaanisissa laitteissa ei ole merkintää räjähdysuojusrakenteen tunnuksesta, vaan tunnus ja siihen liittyvät ominaisuudet tulee olla esitettynä valmistajan laatimassa teknisessä dokumentaatiossa. Tätä edeltäneissä laitteissa on jo kumotun standardin mukaan pitänyt olla edellä listattujen tietojen lisäksi räjähdysuojusrakenteen tunnus "fr", "d", "c", "b" tai "k".

Mekaanisten laitteiden sähköä johtaville osille tarvitaan maadoitus, jos jokin laitteen metalliosa voi eristyksiin jäädessään varata sähköä ja muodostaa vaarallisen potentiaalieron.

Mekaanisista laitteista tulee olla valmistajan laatima dokumentointi, jossa on esitetty vähintään:

- syttymisvaaran arviointiraportti, havaitut syttymisvaarat ja toteutetut suojauskeinot
- raportin niin vaatiessa laitteen kuvaus, suunnittelu- ja valmistuspiirustukset tarvittavine selityksineen sekä materiaalitodistukset
- käyttöönotto-, käyttö-, kokoonpano- ja purkamis-, kunnossapito- ja säätöohjeet
- yksityiskohtaiset tiedot, joista voidaan päätellä laitteen sopivuus suunnitellulle alueelle ja olosuhteille
- raja-arvot, kuten suurin mahdollinen pintalämpötila tai sähkö- ja paineparametrit
- riskit, jotka on havaittu syttymisvaaran arvioinnissa ja jotka vaativat lisäsuojauskeinoja

- mahdolliset käytölle asetetut erityisehdot
- kokemukseräinen tieto mahdollisista käyttövirheistä ja erityisolosuhteista
- tarvittaessa tieto laitteen yhteydessä käytettäväksi soveltuvien työvälineiden ominaisuuksista
- sertifikaatti tai luettelo standardeista julkaisupäivämäärineen, joiden vaatimukset laite täyttää.

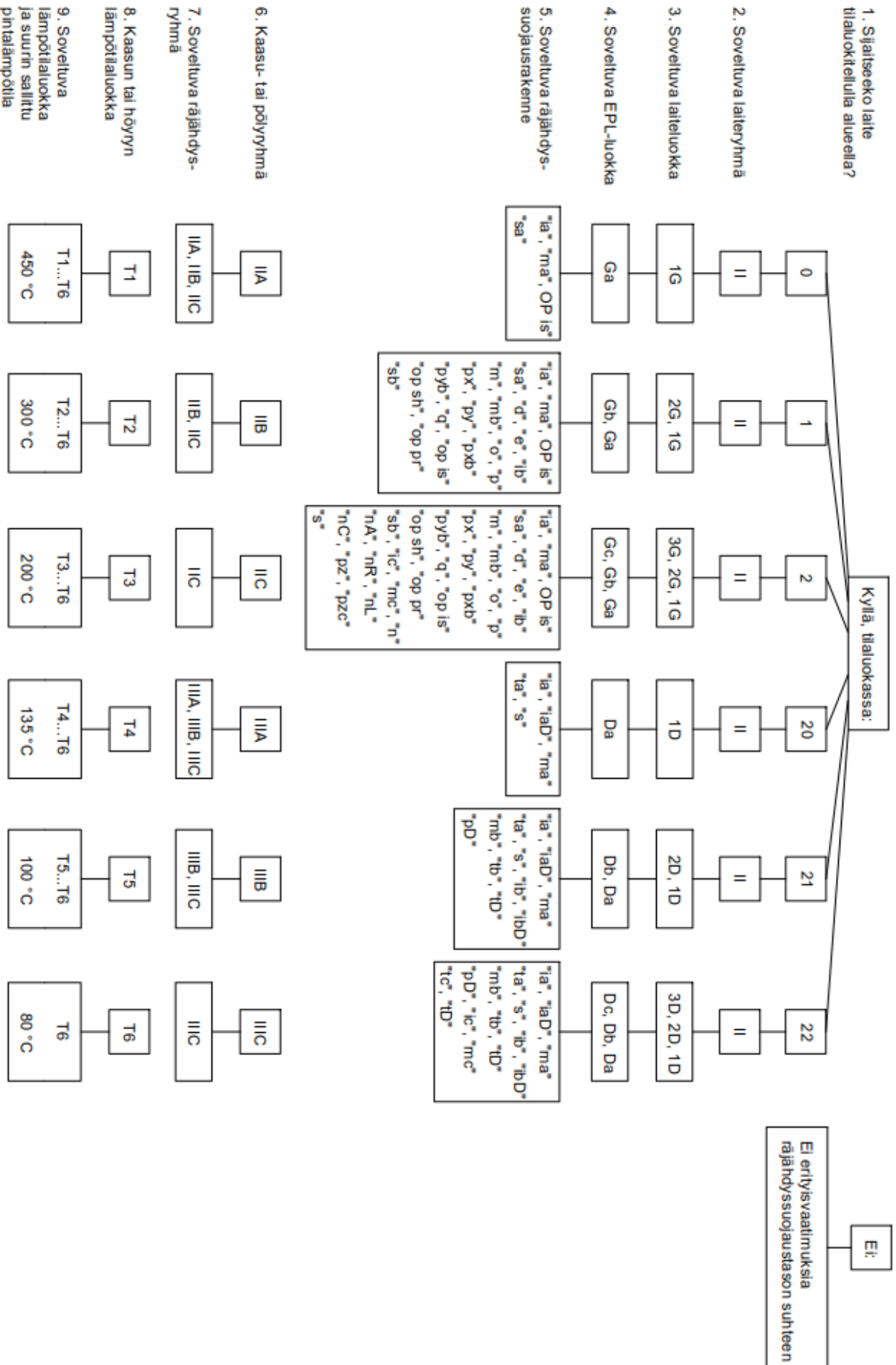
6 YHTEENVETO

Räjähdyksivaarallisten tilojen laitteiden tulee olla direktiivin [2014/34/EU](#) ja standardien SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 ja SFS-EN ISO 80079-36:2016 mukaisia. Laitteen sopivuuteen räjähdysvaaralliseen tilaan vaikuttavat laiteryhmä, laiteluokka, räjähdysryhmä, lämpötilaluokka, räjähdys suojaus- eli EPL-taso sekä räjähdys suojausrakenne.

Laitteen sopivuus räjähdysvaaralliseen tilaan ei ole ainut turvallisuuteen vaikuttava tekijä, vaan laite pitää myös olla asianmukaisesti asennettu ja huollettu. Räjähdysvaarallisissa tiloissa työskentelevien henkilöiden tulee ymmärtää räjähdys suojaukseen ja räjähdys suojausrakenteisiin vaikuttavat periaatteet ja tekijät, jolloin laitteiden käyttö on turvallista ja jatkuva valvonta mahdollista. Räjähdysvaarallisten tilojen laitteille tulee säännöllisesti tehdä kunnossapitotarkastuksia. Jos laite on kiinteästi asennettu, saa tarkastusväli olla korkeintaan 3 vuotta. Liikuteltavat laitteet on tarkistettava silmämääräisesti aina ennen käyttöönottoa ja lisäksi ne on tarkistettava enintään 12 kuukauden välein. Jos laitteessa on usein avattavia koteloida, tarkastusväli saa olla korkeintaan 6 kuukautta. Edellä mainituista tarkastusvälien pituuksista saa poiketa vain asiantuntijan arvion perusteella. (SFS-EN ISO 80079-36:2016.)

Tämän liitteen lopussa sivuilla 21–24 on esitetty periaatekaaviot räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteen ja mekaanisen laitteen valinnoista, räjähdys suojausrakenteet ja niiden tunnuksat, esimerkit räjähdysvaarallisen tilan laitteen merkinnöistä sekä tilaluokat ja niiden määrittelyt. Sivut sisältävät tiivistetysti tämän ohjeistuksen sisällön ja sopivat sellaisenaan muistin tueksi.

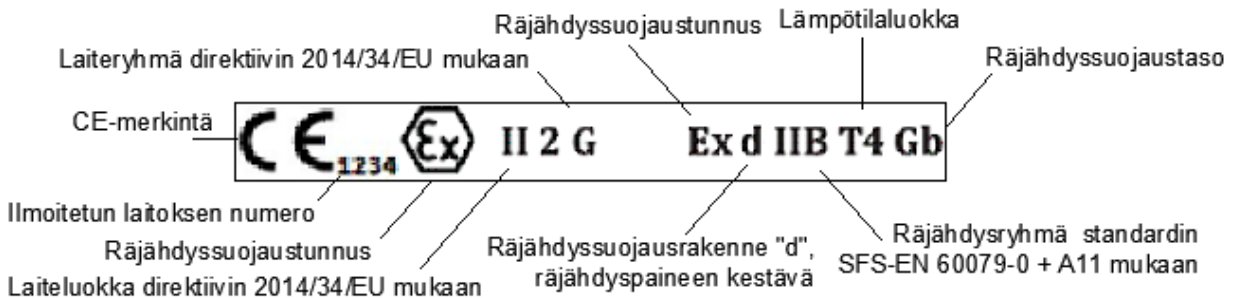
SÄHKÖLÄITTEVALINTA MUISSA KUIN KAIVOSKASUSILLE JA -PÖLYLLE ALTTIISSA TILOISSA



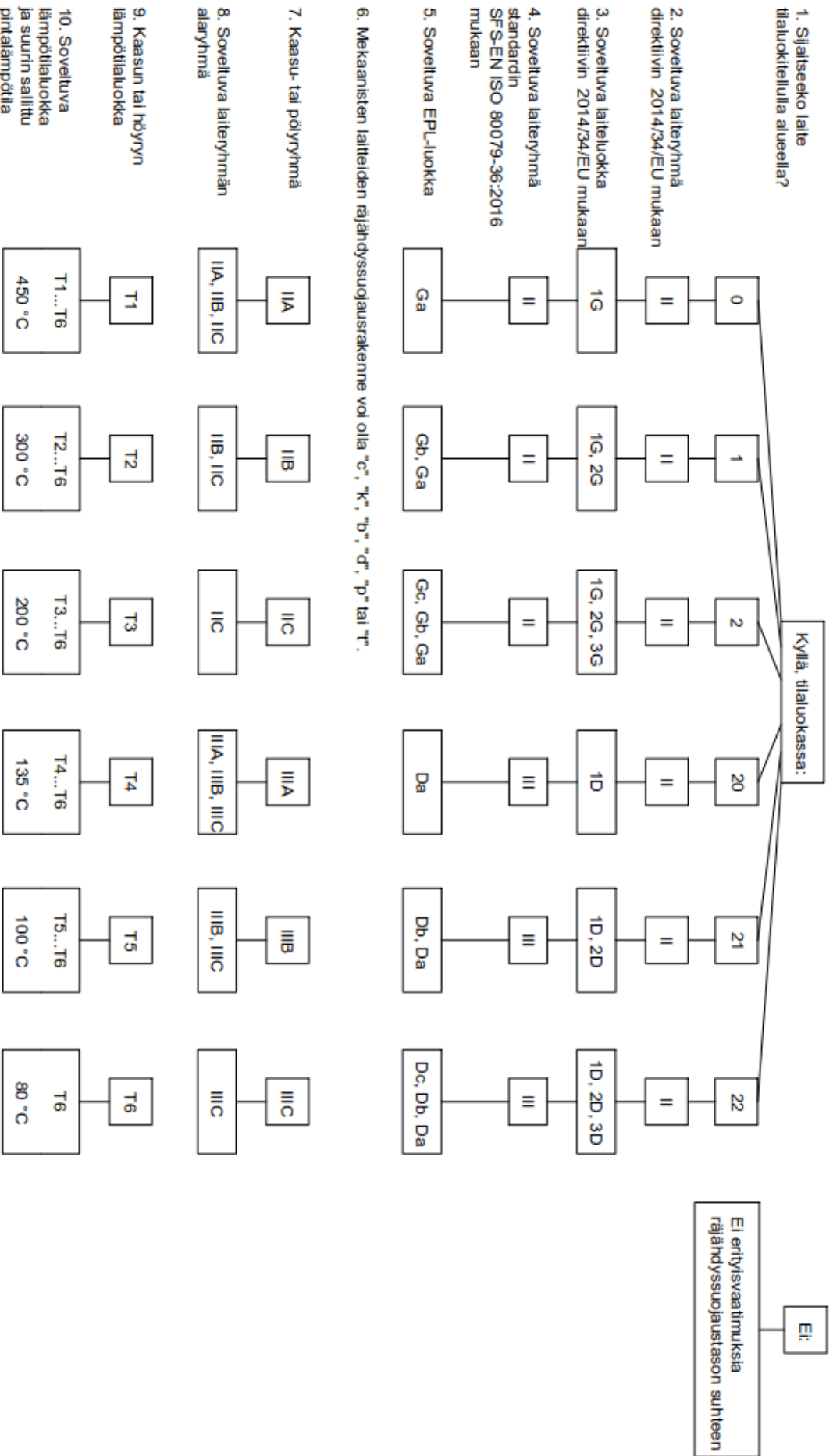
Pölyillä pitää määrittää pölyn sytytislämpötila kerroksena ja pilvenä, jonka jälkeen voidaan valita sopiva laite pölyn pienimmän sytytislämpötilan mukaan.

Sähkölaitteiden räjähdys-suojaurakenteet ja niiden tunnuksot sekä esimerkki räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteen merkinnöistä

Räjähdyssuojaukstuas (EPL)	Räjähdyssuojaurakenne	Tunnus	Sopivat tilaluokat
Ga	Luonnostaan vaaraton	"ia"	0, 1, 2
	Massaan valettu	"ma"	
	Kaksi toisistaan riippumatonta suojaurakennetta, jotka täyttävät kumpikin EPL "Gb" vaatimukset		
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojaurakenne Erikoiurakenne	"op is" "sa"	
Gb	Räjähdyssuoikeen kestävä kotelointi	"d"	1, 2
	Varmennettu rakenne	"e"	
	Luonnostaan vaaraton	"ib"	
	Massaan valettu	"m", "mb"	
	Öljytäytteinen	"o"	
	Paineistettu kotelointi	"p", "px", "py", "pxb" tai "pyb"	
	Hiekkatäytteinen	"q"	
	Luonnostaan vaaraton kenttäväylä (FISCO)		
Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojaurakenne Erikoiurakenne	"op is", "op sh", "op pr" "sb"		
Gc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	2
	Massaan valettu	"mc"	
	Kipinöimätön	"n" tai "nA"	
	Rajoitetusti hengittävä	"nR"	
	Energiarajoitus	"nL"	
	Kipinöivä laite	"nC"	
	Paineistettu kotelointi	"pz" tai "pzc"	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojaurakenne Erikoiurakenne	"op is", "op sh", "op pr" "s"	
Da	Luonnostaan vaaraton	"ia" tai "iaD"	20, 21, 22
	Massaan valettu	"ma"	
	Suojauk koteloinnilla	"ta"	
	Erikoiurakenne	"s"	
Db	Luonnostaan vaaraton	"ib" tai "ibD"	21, 22
	Massaan valettu	"mb"	
	Suojauk koteloinnilla	"tb" tai "tD"	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	
	Erikoiurakenne	"s"	
Dc	Luonnostaan vaaraton	"ic"	22
	Massaan valettu	"mc"	
	Suojauk koteloinnilla	"tc" tai "tD"	
	Paineistettu kotelointi	"pD"	
	Erikoiurakenne	"s"	



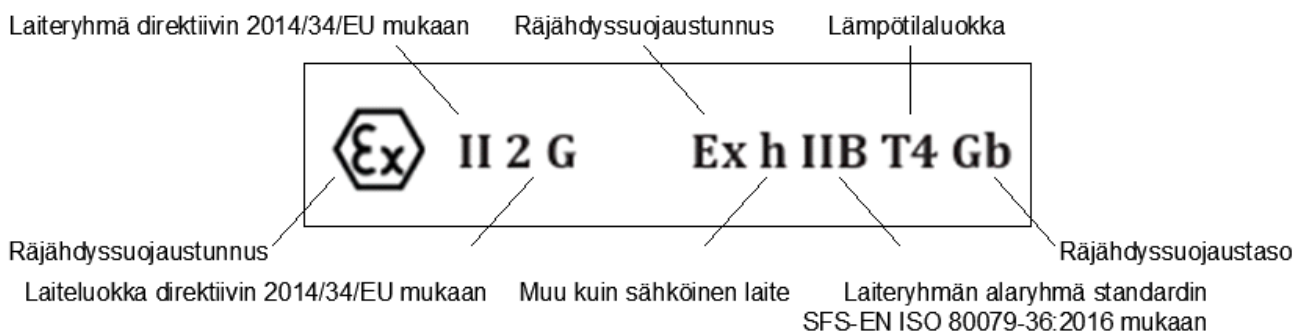
MEKAANISEN LAITTEEN VALINTA MUISSA KUIN KAIVOSKAASUILLE JA -PÖLYLLE ALTTIISISSA TILOISSA



Pölyyllä pitää määrittää pölyn syttymislämpötila kerroksena ja pilvenä, jonka jälkeen voidaan valita sopiva laite pölyn pienimmän syttymislämpötilan mukaan. Valtuille laitteille tulee olla tehtynä syttymisvaaran arviointi.

Mekaanisten laitteiden räjähdysuojaurakenteet ja niiden tunnukset, esimerkki räjähdysvaarallisen tilan mekaanisen laitteen merkinnöistä sekä tilaluokat ja niiden määritelmät

Räjähdysuojaurakenne	Räjähdysuojaurakenteen tunnus
Suojaurakenteellisella turvallisuudella	"c"
Suojaus syttymislähteiden valvonnalla	"b"
Suojaus nesteeseen upottamalla	"k"
Räjähdyspaineen kestävä kotelointi	"d"
Paineistettu kotelointi	"p"
Koteloitu	"t"



<i>Tilaluokka 0</i>	<i>Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.</i>
<i>Tilaluokka 1</i>	<i>Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.</i>
<i>Tilaluokka 2</i>	<i>Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.</i>
<i>Tilaluokka 20</i>	<i>Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.</i>
<i>Tilaluokka 21</i>	<i>Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.</i>
<i>Tilaluokka 22</i>	<i>Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.</i>

Lähteet

Euroopan komissio. 2003. Ohjeellinen toimintaopas vähimmäisvaatimuksista räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelun parantamiseksi annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/92/EY täytäntöönpanemiseksi. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2003/FI/1-2003-515-FI-F1-1.Pdf> [viitattu 13.8.2018].

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/34/EU, annettu 26 päivänä helmikuuta 2014, räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita ja suojajärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta (uudelleenlaadittu) (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti).

SFS-EN 60079-0 + A11. 2013. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset.

SFS-EN 60079-17:2014. 2014. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito.

SFS-EN ISO 80079-36:2016. 2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset.

SFS-EN ISO 80079-37:2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 37: Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Muut kuin sähköiset suojaustyypit. Suojaus rakenteellisella turvallisuudella "c", suojaus syttymislähteiden valvonalla "b", suojaus nesteeseen upottamalla "k"

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2014. Maadoituskirja. 6. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tukes s.a. ATEX-starttipaketti. WWW-dokumentti. Saatavissa:

http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX-starttipaketti_2017.pdf [viitattu 20.8.2018].