

ATEX-direktiivin mukainen suunnittelu

Case: bulk-kuljetin

Juha-Matti Vatula

Opinnäytetyö

Kesäkuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (YAMK), Automaatioteknologian koulutusohjelma

| | | |
|---|--|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Vatula, Juha-Matti | Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK | Päivämäärä kesäkuu 2017 |
| | Sivumäärä 39 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi ATEX-direktiivin mukainen suunnittelu Case: bulk-kuljetin | | |
| Tutkinto-ohjelma Automaatioteknologian koulutusohjelma, ylempi amk | | |
| Työn ohjaaja(t) 1. Ari Kuisma, 2. Seppo Rantapuska | | |
| Toimeksiantaja(t) JAMK / Seppo Rantapuska | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Räjähdysvaarallisia tiloja ovat kaikki tilat, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Räjähdysvaarallisia tiloja voi esiintyä mm. puunjalostusteollisuudessa, kemianteollisuudessa ja lääketeollisuudessa. Työnantaja/prosessin haltija on velvollinen ATEX-direktiivin mukaan tunnistamaan räjähdysvaarat ja vaaralle alttiina olevat työntekijät sekä arvioimaan, minimoimaan ja hallitsemaan näitä riskejä.</p> <p>Jyväskylän ammattikorkeakoulun konelaboratorion bulk-kuljettimelle suoritettiin ATEX-tarkastelu, jonka tarkoituksena oli selvittää, täyttyykö ATEX-olosuhdedirektiivin vaatimukset käytettäessä kuljettimessa potentiaalisesti pölyäviä materiaaleja, kuten haketta tai puupellettiä. Bulk-kuljetin on laboratorion koelaitteisto, jolla voidaan ajaa testiajoja sidosryhmien tarpeisiin ja toistaalta kuljetinta käytetään opetustarkoituksissa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin case-study-tyyppisesti siten, että tutkimuksessa käsiteltiin teoreettisena viitekehystenä räjähdysvaarallisten tilojen tarkasteluun liittyvät standardisoinnit. Case-osiossa tarkasteltiin bulk-kuljetinsovelluksen ATEX-direktiivinmukaisuus.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena todettiin, että räjähdysvaarallista ilmapölyseosta ei puuperäisiä materiaaleja ajettaessa synny.</p> | | |
| <p>Avainsanat (asiasanat) ATEX, räjähdysvaarallinen tila, räjähdyskelpoinen ilmaseos, räjähdys suojausasiakirja, pölyräjähdys, räjähdys suojaustoimenpiteet</p> | | |
| Muut tiedot | | |

| | | |
|---|--|--|
| Author(s) Vatula, Juha-Matti | Type of publication Master's thesis | Date June 2017 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 39 | Permission for web publication: x |
| Title of publication Explosion safety in design according to ATEX directive Case: bulk conveyor | | |
| Degree programme Automation technology, M.Eng | | |
| Supervisor(s) 1. Kuisma, Ari; 2. Rantapuska, Seppo | | |
| Assigned by Jyväskylä University of Applied Sciences / Rantapuska, Seppo | | |
| Abstract <p>All the spaces in which there is presence of combustible liquids, gases or dust and there is a danger of explosion are called explosive atmospheres. Such explosive atmospheres may exist for example in industrial processes.</p> <p>According to ATEX directive the employer must recognize the danger of explosion and evaluate, minimize and control the risks. In the JAMK University of Applied Sciences there is a bulk conveyor in the laboratory that is used in testing and in teaching. Occasionally wood chip is used in the conveyor. The task was to make a case study and evaluate the possible explosive dust atmosphere of the bulk conveyor.</p> <p>A study performed to find out the possible dust explosion hazards. The applicable EN standards were used in the evaluation process.</p> <p>The outcome of the study was that the explosive dust atmosphere does not occur in this application.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) ATEX, Explosive atmospheres, Explosive dust atmospheres, Explosion prevention and protection | | |
| Miscellaneous | | |

Sisältö:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Johdanto | 3 |
| 1.1 | Tutkimuksen aiheesta | 3 |
| 1.2 | Tutkimusongelman asettamisen perustelut ja lähtökohdat..... | 3 |
| 1.3 | Tutkimusmenetelmästä ja tutkimuksen toteutuksen rakenteesta..... | 4 |
| 2 | ATEX-direktiivien, -lainsäädännön ja standardien suhteesta..... | 6 |
| 2.1 | Direktiivi – mikä se on? | 6 |
| 2.2 | ATEX-direktiivit – mitä ne ovat?..... | 6 |
| 2.3 | ATEX kansallisessa lainsäädännössä..... | 7 |
| 2.4 | Standardit | 8 |
| 3 | ATEX käytännössä: räjähdysuojaus ja arviointiprosessin eteneminen..... | 11 |
| 3.1 | Räjähdysvaaran tunnistaminen arviointi | 11 |
| 3.2 | Räjähdysuojaustoimenpiteet..... | 15 |
| 3.3 | Kaasuräjähdysvaarallisten tilojen tilaluokituksesta..... | 18 |
| 3.4 | Pölyräjähdysvaarallisista tiloista | 19 |
| 3.5 | Räjähdysuojausasiakirja..... | 24 |
| 3.6 | Ex-tilojen laitteista..... | 24 |
| 3.7 | Yhteenvetoa | 30 |
| 4 | Case hakekuljetin | 32 |
| 4.1 | Bulk-kuljetinlaitteisto | 32 |
| 4.2 | Räjähdysriskin tunnistaminen ja arviointi | 36 |
| 4.3 | Päätelmät | 37 |
| 5 | Loppuluku | 38 |
| | Lähteet | 39 |

Kaaviot ja kuvat

| | |
|---|----|
| Kaavio 1: prosessikaaviomalli räjähdysvaaran arvioinnista | 13 |
| Kuva 1: esimerkkejä Ex-laitteen tyyppikilpimerkinnöistä | 28 |
| Kuva 2: kuljetinkokonaisuus | 32 |
| Kuva 3: ketju-/kolakuljetin | 33 |
| Kuva 4: tärykuljetin | 33 |
| Kuva 5: hihnaelevaattori | 34 |
| Kuva 6: hihnaelevaattorin vetopää | 34 |
| Kuva 7: ruuvikuljetin..... | 35 |
| Kuva 8: hihnakuljetin..... | 35 |
| Kuva 9: siilo..... | 36 |

Taulukot

| | |
|--|----|
| Taulukko 1: suojaustoimenpiteiden laajuus vyöhykejaon mukaisesti..... | 17 |
| Taulukko 2: pölyräjähdysvaara: tilaluokkien ja päästölähteiden välinen yhteys..... | 21 |
| Taulukko 3: laiteluokat | 26 |
| Taulukko 4: lämpötilaluokat..... | 27 |
| Taulukko 5: räjähdysuojaustasojen ja tilaluokkien välinen yhteys | 29 |
| Taulukko 6: kaasujen ja pölyjen räjähdysryhmien/laiteryhmien yhteensopivuus | 30 |

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen aiheesta

Tämä opinnäytetyö käsittelee ATEX-direktiivin mukaista räjähdysvaaran tunnistamista, räjähdysuojaustoimenpiteitä, räjähdysuojaussasiakirjan laadintaa ja räjähdysuojasasiakirjan vaikutusta sähkösuunnitteluun. Opinnäytetyön tavoite on kuvata räjähdysvaarallisia tiloja koskevan ATEX-direktiivin vaatimukset huomioiva suunnitteluprosessi ja avata aiheeseen liittyviä standardeja yleisesti sekä syventyen erityisesti (bulk-) kuljettimiin liittyviin sovelluksiin. Opinnäytetyössä painottuu räjähdysuojasasiakirjan laatiminen ja räjähdysvaaran arviointi. Ex-laitteiden vaatimuksia käsitellään tarvittavilta osin keskittyen kuitenkin Ex-tiloihin.

Opinnäytetyön teoriaosiossa avataan yleisesti ATEX-direktiivin mukaisen suunnittelun vaatimukset, standardit ja käytänteet. Tämä lisäksi työn teoriasisältö paneutuu erityisesti kuljettimiin liittyviin vaatimuksiin.

Opinnäytteen soveltavan case-osion muodostaa JAMK:n laboratorion hakekuljettimelle tehty ATEX-tarkastelu. Case-osiossa esitetään käytännön esimerkkinä riskinarvion tekeminen ATEX-tilassa.

Opinnäytetyöprosessin aikana on tarkoitus kerätä sellaista konsultointi- ja suunnitteluosaamista, jota on mahdollista tuotteistaa käytettäväksi niin opetustarkoituksiin kuin konsulttipalveluina myytäväksi. Lisäksi Opinnäytetyö on pyritty kirjoittamaan siten, että se voi soveltuvin osin toimia aihealueellaan myös yleistajuisena opintomateriaalina.

1.2 Tutkimusongelman asettamisen perustelut ja lähtökohdat

Tutkimusongelma on lähtöisin tilaajan, eli Jyväskylän ammattikorkeakoulun tarpeesta varmistua siitä, että se työnantajana täyttää räjähdysturvallisuuden liittyvät velvoitteensa. Jyväskylän ammattikorkeakoulun laboratoriossa sijaitseva bulk-kuljetin on koekäyttölaite, jolla ajetaan erilaisia materiaaleja ja testejä niin oppilaitoksen omassa toiminnassa kuin oppilaitoksen ulkopuolisten sidosryhmien kehittämisprojekteissa. Tämä tutkimus siis kumpuaa todellisesta selvitystarpeesta, ja

tutkimukselta toivotaan tarvittaessa toimenpide-ehdotuksia tai kuljetinkäytön reunaehtoja, joilla ATEX-direktiivin asettamat velvoitteet saadaan täytettyä.

Opinnäytetyön subjektiiviset, opiskelijälähtöiset tavoitteet ovat kahdesta suunnasta syntyneitä, mutta peruslähtökohdiltaan osaamisen kehittämiseen liittyviä. Opiskelijan tavoitteena on laajentaa ATEX-osaamistaan ja siten mahdollistaa aihealueeseen liittyvien palveluiden myynti oman yrityksensä konsultointi- ja suunnittelupalveluna. Toisaalta opiskelija on toiminut sivutoimisena opettajana sähkö- ja automaatioalan koulutuksessa, ja osaamisen sekä materiaalinkin kehittäminen voi tarjota tulevaisuudessa mahdollisuuden toimia ATEX-koulutuksen toteuttajana. Jälkimmäinen tavoite voi osaltaan olla myös yhtenevä tilaajaoppilaitoksen intressien kanssa, vaikkei mitään konkreettisia suunnitelmia aihealueen koulutuksen järjestämisestä toistaiseksi ole esillä ollutkaan.

1.3 Tutkimusmenetelmästä ja tutkimuksen toteutuksen rakenteesta

Varsin käytännönläheistä ja konkreettista tutkimusongelmaa lähestytään käyttäen case-metodia. Tutkittavana tapauksena toimii siis JAMK:n testauslaboratorion bulk-kuljetin. Kuljettimen ATEX-direktiivin mukaisuus on todettu aiheelliseksi selvittää tilanteissa, joissa kuljettimessa käytetään pölyäviä materiaaleja kuten haketta tai pellettiä. Opinnäytteen tutkimusmetodi ja tutkimuksen tekemisen prosessi on siis sikäli induktiivinen, että tutkimuksessa on lähdetty liikkeelle yksittäisestä, konkreettisesta tehtävästä – bulk-kuljettimen ATEX-tarkastelusta. Tämän tarkasteluprosessin aikana kertynyttä osaamista on pyritty erittelemään ja laajentamaan yleistettävään suuntaan. Tutkimus- ja oppimisprosessi on siis edennyt kronologisesti tässä järjestyksessä. Tutkimuksen alkuvaiheessa on siis aidosti ollut käsissä tutkimustilanne, jonka lopputulemasta ei ole ollut tarkkaa käsitystä. Vastaava tilanne on käsillä useimmissa tosielämän projekteissa ja suunnittelutoimeksiannoissakin.

Tämän opinnäytetyön, eli tutkimuksen raportoinnin, rakenne poikkeaa hieman varsinaisesta opinnäytetyöprosessista. Opinnäytetyön raportti on johdonmukaisen etenemisen vuoksi rakennettu perinteiseen tapaan siten, että aihetta ja prosessia esittelevän johdannon jälkeen on käsitelty aiheeseen liittyvä teoriatausta, joka tässä

työssä muodostuu ATEX-direktiivistä, sen tulkinnasta sekä sovellettavista standardeista ja näiden käytöstä käytännössä. Teoriaosion tarkoituksena on antaa kuva aihealueeseen liittyvästä tiedosta, säännöstöstä, työkaluista ja käytänteistä. Tämä käsittelytapa tukee myös tavoitetta luoda materiaalia käytettäväksi mahdollisesti myös opetuksen materiaalina.

Teoriaosion jälkeen esitellään tuloksineen hakekuljettimelle tehty ATEX-tarkasteluprosessi, josta koko opinnäytetutkimus tosiasiallisesti käynnistyi. Opinnäytteen soveltavan case-osion muodostaa siis JAMK:n laboratorion hakekuljettimelle tehty ATEX-tarkastelu. Case-osiossa paneudutaan erityisesti mm. riskinarvion tekemiseen ja laitevalintoihin ATEX-tiloissa kyseisessä sovelluskohteessa ja kyseisellä laitteistolla. Case-osio on tekemisen prosessia kuvaileva ja oppimisenäkökulmaa esilletuova osa, joka on sinällään melko triviaali, mutta kuitenkin toteutuksen kannalta keskeinen osa tätä opinnäytetutkimusta.

Case-osion jälkeen tiivistetään opinnäytetyön tulokset loppuluvussa. Vaikka subjektiivinen oppimisenäkökulma ei perinteisesti tutkimusraportointiin kuulukaan, on sillä tässä opinnäytetyössä mainitsemisen arvoinen paikkansa: Yhtäältä YAMK-tutkinnolla on voimakas side ammatilliseen kehittymiseen ja työn ohessa oppimiseen. Toisaalta tämän opinnäytetyön yksi keskeinen opiskelijälähtöinen tavoite on ollut kaupallistettavan osaamisen kehittäminen. Näistä lähtökohdista ammatillisen kehityksen näkökulma ei ole mielenkiinnoton, sillä se liittyy kiinteästi liiketoiminnan kehittämiseen.

2 ATEX-direktiivien, -lainsäädännön ja standardien suhteesta

2.1 Direktiivi – mikä se on?

EU- (tai vanhempi EY) direktiivi velvoittaa jäsenvaltioiden lainsäätäjät määräajassa saattamaan eli implementoimaan direktiivien sisällön osaksi kansallista lainsäädäntöä. Direktiivi ei siis ole suoranaisesti kansalaisia, yrityksiä tai muita toimijoita velvoittava asiakirja, vaan direktiivin sisältö tulee velvoittavaksi siinä vaiheessa, kun sen sisältö on säädetty osaksi kansallista lainsäädäntöä (ECC 2017). Direktiivin tekstit ovat näin ollen lainsäädännön keskeinen lähtökohta ja siksi keskiössä direktiivin soveltamisalalla tehtävissä tulkinnoissa ja vaatimusten arvioinneissa.

2.2 ATEX-direktiivit – mitä ne ovat?

ATEX tarkoittaa tarkasti ottaen räjähdysvaarallista ilmaseosta. Termi juontaa juurensa ranskankielen sanoista “**atmosphères explosibles**” (TUKES 2016). Räjähdysvaarallisista tiloista ja laitteista käytetään puolestaan lyhennettä Ex. Tavanomaisesti molempia lyhenteitä käytetään synonyymeinä tarkoittamaan räjähdysvaarallisia tiloja.

ATEX viittaa Euroopan yhteisön laitedirektiiviin 94/9/EY ja työolosuhdedirektiiviin 1999/92/EY, jotka käsittelevät räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelemistä ja niissä käytettäviä laitteita. Direktiivien tarkoitus on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä ja yhtenäistää räjähdysvaarallisia tiloja koskevat vaatimukset Euroopan alueella. Lisäksi direktiivin tarkoitus on taata Ex-laitteiden vapaa kauppa (TUKES 2015, 3.) Sittemmin laitedirektiivi on korvautunut uudella laitedirektiivillä 2014/34/EU.

Jo tässä vaiheessa on yhtäältä huomattava direktiivien vapaata kauppaa edistävä tarkoitus – direktiivit eivät koske pelkästään turvallisuutta. Toisaalta on kuitenkin huomattava, että turvallisuuden ja vahingon välttäminen kohdistuu henkilöturvallisuuteen: materiaalien vahinkojen torjunta syntyy ikään kuin sivutuotteena, mutta ei sinällään sisälly direktiivin pohjimmaiseen tarkoitukseen.

ATEX-laitedirektiivi (2014/34/EU) koskee räjähdysvaarallisissa normaali-ilmanpaineisissa ilmaseoksissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita, joissa on

syttymislähde. Esimerkkejä räjähdysvaaran aiheuttajista ovat kaasu, sumu, höyry tai pöly yhdessä ilman kanssa. Direktiivi koskee mekaanisia laitteita sekä sähkölaitteistoja sekä varsinaisten räjähdysvaarallisten tilojen ulkopuolelle asennettavia säätö-, ohjaus- ja suojauslaitteita. Soveltamisalan ulkopuolella ovat lääkinnälliset laitteet, kulkuneuvot ja merialukset. Myöskään sellaiset ei-kaupallisissa ympäristöissä käytettävät laitteet, joiden räjähdysvaara syntyy vain harvoin yksinomaan satunnaisen kaasuvuoden seurauksena, eivät kuulu direktiivin soveltamisalaan. Esimerkkinä tällaisesta laitteesta on yksityiskäyttöön tarkoitettu kaasugrilli. Direktiivin mukaan koneen tai laitteen valmistajalla on velvollisuus osoittaa, että tuote täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset. (TUKES 2016.) Laitedirektiivi koskeekin erityisesti laitevalmistajia, maahantuojia ja myyjiä, mutta myös niitä, jotka rakentavat laitteita omaan käyttöönsä (Lintula 2016, 15).

ATEX työ-olosuhdedirektiivi (1992/92/EY) koskee työnantajia, joiden työntekijät voivat joutua alttiiksi räjähdysvaaralle. Lisäksi direktiivi koskee räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä henkilöitä ja tällaisia tiloja rakentavia ja suunnittelevia tahoja. Direktiivi velvoittaa työntajaa tunnistamaan riskit ja minimoimaan ne. (Lintula 2016, 15-18.) Olosuhdedirektiivi käsittelee siis nimensä mukaan räjähdysvaarallisen tilan olosuhteita ja työskentelyä räjähdysvaarallisessa tilassa. Käytännössä nämä vaatimukset johtava räjähdysriskillisissä tiloissa aina räjähdysuojasiasiakirjan laadintaan.

Vaikka direktiivit eivät siis suoranaisesti ole velvoittavia tekstejä, niillä on kuitenkin keskeinen asema lainsäädännössä, ohjeistuksessa ja standardisoinnissa. Milloin päädytään tulkintakysymyksiin lainsäädännön tai standardien kohdalla, tai milloin ollaan tekemisissä uudentyyppisen sovelluksen kanssa, päädytään usein tekemään tulkintaa direktiivitekstiin pohjautuen.

2.3 ATEX kansallisessa lainsäädännössä

Laitedirektiiviä koskeva räjähdysvaarallisia tiloja ja niissä käytettäviä laitteita koskeva ATEX-lainsäädäntö tuli voimaan 2003 (TUKES 2015, 3). ATEX-laitedirektiivin uusiuduttua 2014 kansallinen lainsäädäntömme uusiutui niin ikään ja uusi ATEX-lainsäädäntö säädettiin joulukuussa 2016 ja se astui voimaan 1.1.2017. Laitedirektiivi on implementoitu keskeisesti lakiin räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi

tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuudesta 1139/2016 ja valtioneuvoston asetukseen räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausmenetelmien vaatimuksenmukaisuudesta (1439/2016). Suomessa laitteiden markkinavalvonnasta vastaa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES (TUKES 2016).

Työolosuhdedirektiivin säädökset kotimaisessa lainsäädännössä jakautuvat useampiin säädöksiin. Velvoitteita on mm. työturvallisuuslaissa (738/2002), asetuksessa räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003) ja kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta annetussa laissa (390/2005), johon on tullut useita muutoksia vuosien varrella. (Lintula 2016, 3-8.) On kuitenkin huomioitava, että työturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä on runsaasti, joten velvoitteita voi juontua myös muualta.

2.4 Standardit

Standardit ovat suunnittelijan työkaluja, joita noudattamalla voidaan varmistua vaatimustenmukaisuuden täyttymisestä. Sovelluskohteesta riippuen suunnittelija valitsee soveltamisalaltaan sopivan standardin, jonka avulla suunnittelu ohjautuu direktiivin ja lainsäädännön vaatimukset täyttäväksi.

Ex-laitteita ja Ex-tiloja koskevia standardeja on runsaasti eri sovelluksiin. Lisäksi aihealueesta on saatavilla oppaita, kuten SFS-käsikirjoja sekä myös ST-kortiston ohjeita. Koska uusittu ATEX-direktiivi on verrattain tuore, ei kaikkea standardisointia ja oppaita ole vielä ehditty päivittää. Perusperiaatteiltaan uudistus ei kuitenkaan ole tuonut ratkaisevia muutoksia räjähdysvaaran arviointiin ja turvallisuuden toteuttamiseen.

Mainittakoon esimerkinomaisesti, että tämän opinnäytetyön kirjoitusvaiheessa räjähdysvaarallisten tilojen aihealueen SFS-käsikirjoja ei ole vielä päivitetty. Kaasuräjähdysvaarallisten tilojen arvioinnin standardi EN60079-10-1 on uusiutunut ja julkaistu englanninkielisenä, vanha suomenkielinen versio on kumottu, mutta uusi suomenkielinen versio ei ole vielä saatavilla SFS-standarditoimiston verkkopalvelusta. Pölyräjähdysvaarallisten tilojen standardi EN60079-10-2 on julkaistu suomenkielelle käännettynä. ST-kortti ST51.83 sähköasennuksen räjähdysvaarallisissa tiloissa on

laadittu ja julkaistu helmikuussa 2017. Tilanne kuvaa standardien ja lainsäädännön normaalia kehitystä: standardien kehitystyö on jatkuvaa ja muutoksia on luvassa niin tiedon kehittymisen kuin maailman muuttumisen myötä myös tulevaisuudessa.

Eurooppalaisten EN-standardien lisäksi on maailmalla runsaasti muita erilaisia standardisointeja ja ohjeita, jotka voivat tulla sovellettaviksi tilanteissa, joissa Ex-laite tai tila sijaitsee Euroopan ulkopuolella. Joissain tilanteissa myös Euroopan ulkopuoliset vakuutusyhtiöt voivat vaatia jonkin muun kuin EN-standardin käyttöä suunnittelussa ja toteutuksessa. Tämä on tyypillistä esimerkiksi paperiteollisuuden paloturvallisuusjärjestelmissä, joissa Suomessakin esiintyy toisinaan vaatimuksia NFPA:n tai UL:n vaatimusten noudattamisesta.

Alla listattuna keskeisiä Ex-tiloihin ja laitteisiin liittyviä standardeja:

- SFS-EN 60079-0 + A11/AC2 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset
 - o räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien sähkölaitteiden ja Ex-komponenttien yleiset rakenne-, testaus- ja merkintävaatimukset
 - o etenkin Ex-laitevalmistajille keskeinen standardi
 - o tämän yleisen osan lisäksi on samassa standardisarjassa lukuisia standardijulkaisuja eri räjähdysvaarallisten rakenteiden vaatimuksista
- SFS-EN 60079-10-1 Räjähdyksenvaaralliset tilat: Tilaluokitus. Kaasuräjähdyksenvaaralliset tilat
 - o 2010 vahvistettu versio on kumottu vanhentuneena, mutta uuden, englanninkielisenä vahvistetun version käännoästuö ei ole vielä valmistunut
- SFS-EN 60079-10-2:2015 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pölyräjähdysvaaralliset tilat
- SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen
- SFS-EN 60079-17:2014 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito
- SFS-EN 60079-19:2011 + A1:2015 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 19: Laitteiden korjaus, huolto ja paikkaus
- SFS-EN 13237 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Räjähdyksenvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termet ja määritelmät
- SFS-EN ISO 80079-36:2016 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdyksenvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset
- SFS-EN 1127-1 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät
- SFS-EN 60079-30-2 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 30-2: Sähkösaatot. Soveltamisohjeita suunnitteluun, asentamiseen ja kunnossapitoon
- SFS-EN ISO 80079-37:2016 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 37: Räjähdyksenvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Muut kuin sähköiset suojaustyytit. Suojaus rakenteellisella turvallisuudella "c", suojaus syttymislähteiden valvonnalla "b", suojaus nesteeseen upottamalla "k"

SFS-EN 60079-0 koskee ensisijaisesti Ex-tiloissa käytettävien laitteiden yleisiä ominaisuuksia ja määrittelee suojausmenetelmiä. Erilaisille räjähdysuojusrakenteille (esimerkiksi öljytäytteinen, suojatuuleitteinen, hiekkatäytteinen jne.) on lisäksi tarkentavat standardinosansa. Räjähdysvaaran arviointiin ja räjähdysuojaustoimenpiteisiin soveltuvia ohjeita on puolestaan pölyräjähdysvaarallisia tiloja koskien standardissa SFS-EN 60079-10-2 ja kaasuräjähdysvaarallisia tiloja koskien EN 60079-10-1, jonka uusinta vahvistettua versiota ei ole vielä saatavilla suomenkielelle käännettynä. Standardien lista ei ole tyhjentävä, vaan lähinnä esimerkinomainen.

3 ATEX käytännössä: räjähdysuojaus ja arviointiprosessin eteneminen

Ex-tiloihin liittyvä säännöstö velvoittaa työnantajaa

1. tunnistamaan räjähdysvaarat,
2. tunnistamaan vaaroille alttiina olevat työntekijät,
3. arvioimaan sekä määrällisen että laadullisen riskin,
4. arvioimaan riskin poistamisen mahdollisuudet ja
5. mikäli riskiä ei voida poistaa, arvioimaan riskien vähentäminen ja hallinta.

Lisäksi riskinarviota on myös pidettävä ajantasaisen päivittämällä sitä säännöllisesti. (TUKES 2015, 6.) Tämä tarkoittaa mm. sitä, että mikäli tuotannossa tehdään muutoksia, tulee riskinarvio käydä läpi ja varmistua sen ajantasaisuudesta.

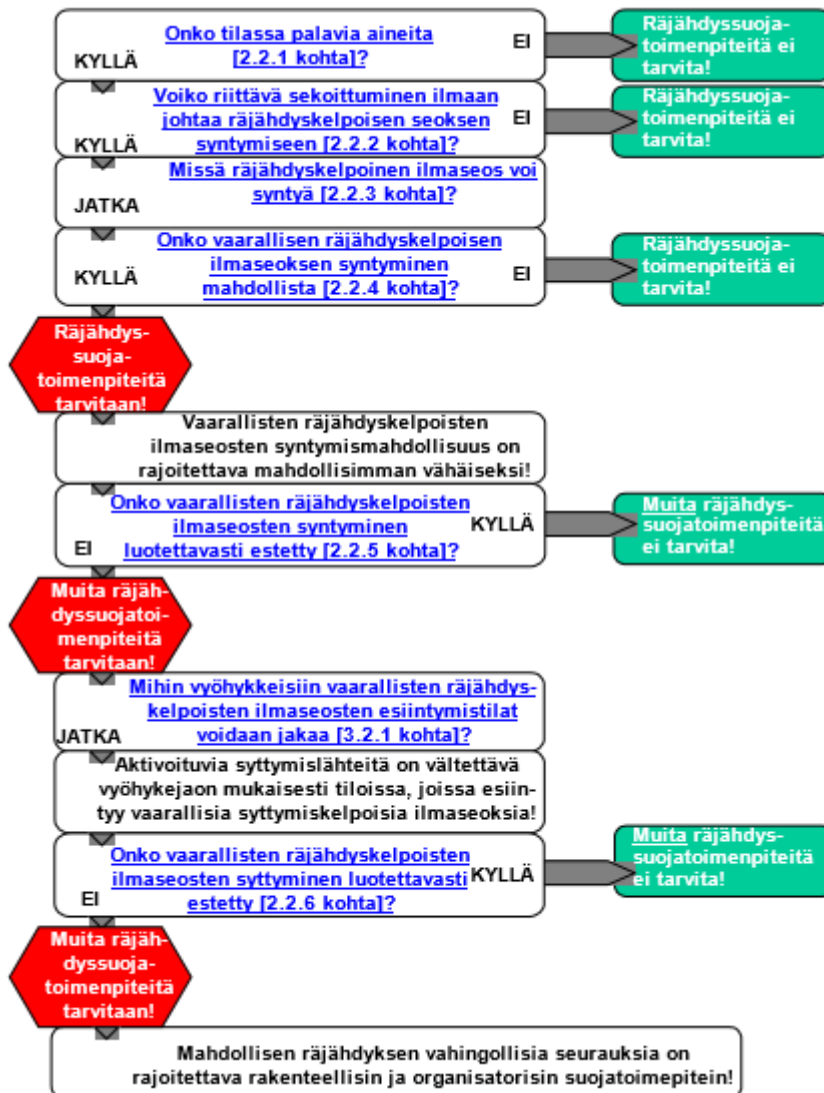
Räjähdysvaaran arvioinnin ja räjähdysuojauksen työkalu on räjähdysuojausasiakirja (RSA). Toiminnanharjoittajan on velvollisuus laatia se ja pitää se ajantasaisena. RSA:lla ei ole määrämuotoa, mutta siitä on käytävä ilmi, että riskit on määritetty ja arvioitu ja että asianmukainen suojaus on toteutettu. Lisäksi RSA:ssa tulee ilmetä luokitellut tilat, tiloihin sovellettavat vähimmäisvaatimukset, varolaitteiden ja työvälineiden valinnan ja huollon asianmukainen huomioon ottaminen sekä toimenpiteet turvallisen käytön varmistamiseksi. Maininnan arvoista on sekin, että räjähdysvaaran arviointiprosessi voi päättyä varhaisessa vaiheessa toteamukseen, että vaaraa ei ole. (Lintula 2016, 17-18.) Räjähdysvaaran arviointi on syytä tehdä systemaattisesti ja se on syytä dokumentoida silloinkin, kun lopputulemana voidaan todeta tilat räjähdysvaarattomiksi ilman räjähdysuojustoimenpiteitä.

3.1 Räjähdysvaaran tunnistaminen arviointi

Ex-tiloja esiintyy mm. energiantuotannossa, kemianteollisuudessa, puunjalostuksessa, lääketeollisuudessa jne. Ex-tiloja ovat tilat, joissa käsitellään, varastoidaan tai valmistetaan palavia kaasuja tai nesteitä. Lisäksi Ex-tiloja voivat olla myös esimerkiksi pölyräjähdysvaaralliset tilat, joita voi esiintyä lähes missä vain. (TUKES 2015, 5.)

Räjähdyksvaaraa selvitetessä tuotantoprosessia ja tiloissa tehtävää työtä on arvioitava kokonaisvaltaisesti. Tärkeitä seikkoja ovat niin työvälineet, koneet ja laitteet kuin käytettävät aineet, rakennukset ja rakenteet, työskentelyolosuhteet kuin näiden keskinäiset ja ympäristöstä johtuvat yhteisvaikutukset. Huomioon on otettava tavanomaiset toimintaolosuhteet, huoltotyöt, käyttöönotto ja käytöstä poisto, toimintahäiriöt, ennakoitavat vikatilanteet ja kohtuudella ennakoitavissa oleva virheellinen käyttö. Räjähdyksvaaran voi synnyttää työ- ja tuotantoprosessissa mukana oleva palava raaka- tai lisäaine tai prosessin jäännös-, väli- tai lopputuote. On myös huomioitava, että palava aine voi syntyä prosessissa esiintyvän toiminnallisen häiriön vuoksi. Arvioinnissa otetaan huomioon palavien aineiden pitoisuudet ja syttymisominaisuudet. Nesteiden ja kaasujen kohdalla voidaan arviointia tehdä ylemmän ja alemman syttymisrajan, leimahduspisteen ja syttymisenergian perusteella. (TUKES 2015, 9.) Räjähdyksvaaran arvioinnissa painotutaan räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintymiseen ja syttymiseen. Räjähdyksen vaikutusten arviointi on toissijaista, koska sen tapahtuessa on aina varauduttava mittaviin vahinkoihin (Lintula 2016, 17-18). Standardi SFS-EN 1127-1 määrittää menetelmät räjähdykseen johtavien vaaratilanteiden tunnistamiseksi ja arvioimiseksi. Näitä menetelmiä ovat riskinarviointi ja riskin pienentäminen. Standardi antaa ohjeita menetelmien soveltamiseen.

Euroopan yhteisöjen komissio on julkaissut hyviä käytänteitä sisältävän tiedoksiannon räjähdysvaarallisten tilojen arviointiin. Tiedoksianto esittää yleistajuisesti arvioinnin ja suojaustoimenpiteiden tekemistä seuraten standardin SFS-EN 1127-1 ohjeistusta. Alla prosessikaaviomalli arvioinnin tekemisestä.



Kaavio 1: Prosessikaaviomalli räjähdysvaaran arvioinnista (KOM 2003, 9)

Räjähdyksenvaarallisen ilmaseoksen olemassaolon arviointi on tehtävä riippumatta mahdollisten syttymislähteiden olemassaolosta. Räjähdyksenvaara edellyttää seuraavien neljän ehdon täyttymistä:

- palavien aineiden dispergoitumisaste on suuri (ilman ja palavan aineen sekoittumisaste suuri)
- aineiden pitoisuus ilmassa on yhdistettyjen räjähdysrajojen välillä
- räjähdyskelpoista ilmaseosta on vaaraa aiheuttava määrä
- aktivoitumiskelpoinen syttymislähde on olemassa

(KOM2003, 8.)

Erityisesti tämä arvioinnin vaihe edellyttää vahvaa prosessin tuntemusta sekä palavien aineiden ominaisuuksien tuntemusta. Vastauksia räjähdyskelpoisen ilmaseoksen ominaisuuksiin tulee hakea kirjallisuudesta, sovellusalan standardeista ja tarvittaessa

laboratoriotestein. Arviointi on aina tapauskohtaista ja sovelluskohteen ja tapauksen erityispiirteet ovat merkittävässä osassa.

Mikäli arvioinnissa todetaan, että vähintään jokin neljästä räjähdysvaaralle välttämättömästä ehdosta ei toteudu, voidaan todeta tilan olevan räjähdysvaaraton.

Dispergoitumisasteen osalta tarkastelussa tulee huomioida räjähdysvaaraan osallisina olevat aineet: eri kaasuilla ja nesteillä on erilaisia ominaisuuksia ja ne muodostavat räjähdysvaaraa erilaisilla dispergoitusasteilla. Mikäli dispergoituminen on vähäistä, on kyseessä usein edelleen palovaara, muttei räjähdysvaara.

Aineen pitoisuus ilmassa on voitava arvioida ja aineen ilmaseoksen räjähdysominaisuudet on tunnettava. Räjähdysrajat tulee selvittää laboratoriotutkimuksin, milloin ne eivät ole tiedossa. Kirjallisuudesta löytyy tietoja "puhtaiden" kaasuilmeosten ominaisuuksista, mutta mikäli prosessissa useat aineet sekoittuvat keskenään sekä ilman kanssa, saattaa laboratoriotutkimus jäädä ainoaksi vaihtoehdoksi selvittää räjähdysrajat.

Vaaraa-aiheuttava määrä räjähdysvaarallista ilmaseosta on aina tapauskohtainen kysymys. Erityisesti on painotettava, että vaaraa-aiheuttavalle räjähdyskelpoiselle ilmaseokselle ei voi määrittää yleispätevää minimitilavuutta, sillä esimerkiksi räjähdyspainetta kestävässä astioissa pienikin räjähdys voi sirpalevaikutuksen vuoksi olla vaarallinen. Yli 10 litran suuruinen yhtenäinen räjähdyskelpoinen ilmaseos on aina katsottava vaaralliseksi, samoin yli 1/10000 huoneen tilavuudesta oleva määrä räjähdysvaarallista ilmaseosta. Toisaalta esimerkiksi normaalikorkuisissa huonetiloissa jo alle 1 mm pölypatja riittää täyttämään tilan räjähdyskelpoisella ilmaseoksella. (Lintula 2016, 22-25.)

3.2 Räjähdyssuojaustoimenpiteet

Mikäli vaarallinen räjähdyskelpoinen ilmaseos voi esiintyä, joudutaan toteuttamaan räjähdysuojaustoimenpiteitä. Ensisijaisena vaihtoehtona on räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntymisen rajoittaminen, joka voidaan toteuttaa esim seuraavilla tavoilla:

- Palavien aineiden korvaaminen palamattomilla
- Pitoisuuksien rajoittaminen
- Inertointi
- Räjähdyssuojaustoimenpiteiden estäminen laitteiden ympäristössä
- Toimenpiteet pölykertymien poistamiseksi
- Kaasuilmamaisimien käyttö

(KOM 2003, 15-19.)

Eri vaihtoehdot ovat käyttökelpoisia eri sovelluksissa, ja suojaustoimenpide onkin valittava sovelluskohtaisesti tarkoituksenmukaiseksi.

Mikäli räjähdysvaarallisen ilmaseoksen syntyä ei voida estää, on räjähdysuojaustoimenpide syttymislähteiden välttäminen (KOM2003, 20).

Räjähdyssuojaustoimenpiteiden luokittelu vyöhykkeisiin ja vyöhykkeille edellytettävät suojaustoimenpiteet

Räjähdyssuojaustoimenpiteiden luokittelussa voi esiintyä sellaisia määriä vaarallista räjähdyskelpoista ilmaseosta, että toimenpiteet työntekijöiden suojaamiseksi ovat tarpeen. Tällöin suojaustoimenpiteiden laajuuden määräytymisperusteena käytetään olemassa olevien räjähdysvaarallisten tilojen luokittelua vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistodennäköisyyden mukaisesti vyöhykkeisiin. (KOM2003, 20-21.) Kaasu- (G=gas) ja pölyvaarallisten (D=dust) tilojen vyöhykkeet ovat omilla koodeillaan. Vyöhykemääritelmät on esitetty ATEX-olosuhdedirektiivissä 1999/92/EY (23) ja tätä luokittelua noudattaa myös alan kirjallisuus ja standardit:

Vyöhyke 0: Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostamaa räjähdyskelpoista ilmaseosta esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tavallisesti vyöhyke 0 ehdot täyttyvät vain säiliöiden sisällä tai tuuletusaukkojen lähellä.

Vyöhyke 1: Tila, johon normaalitoiminnassa voi satunnaisesti muodostua ilman ja palavien kaasujen, höyryjen tai sumujen sekoituksesta koostuvaa räjähdyskelpoista ilmaseosta.

Tällainen tila on tyypillisesti vyöhykkeen 0 lähiympäristö.

Vyöhyke 2: Tila, jossa ilman ja palavien kaasujen, höyryjen tai sumujen sekoituksesta muodostuvan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen on normaalitoiminnassa epätodennäköistä ja sitä esiintyy joka tapauksessa vain lyhytaikaisesti.

Vyöhyke 20: Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostamaa räjähdyskelpoista ilmaseosta esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tavallisesti vyöhyke 20 voi toteutua vain säiliöiden, siilojen ja putkistojen sisällä.

Vyöhyke 21: Tila, johon voi normaalitoiminnassa satunnaisesti muodostua ilman ja palavan pölyn muodostamaa räjähdyskelpoista ilmaseosta

Esimerkkinä tällaisesta tilasta on pölynpoistoasemien välitön ympäristö ja tilat, joissa esiintyy pölykertymiä.

Vyöhyke 22: Tila, johon voi normaalitoiminnassa satunnaisesti muodostua ilman ja palavan pölyn muodostamaa räjähdyskelpoista ilmaseosta.

Vyöhykkeen 21 tiloja ovat tilat, jotka sijaitsevat pölyä sisältävien laitteiden ympäristössä, jos pöly voi vuotaa puutteellisesti tiivistettyjen kohtien kautta laitteiden ulkopuolelle, jolloin muodostuu vaarallisia pölykertymiä.

(KOM2003, 21-22.)

Eri vyöhykkeille edellytetään erilaista suojaustoimenpiteiden varmuutta.

| Vyöhykeluokka | Syttymislähteet ^{*)} on estettävä varmasti: |
|---------------|---|
| 0 tai 20 | <ul style="list-style-type: none"> • häiriöttömässä toiminnassa (normaalitoiminnassa) • ennakoitavissa olevien häiriöiden aikana • harvoin esiintyvien toiminnallisten häiriöiden aikana |
| 1 tai 21 | <ul style="list-style-type: none"> • häiriöttömässä toiminnassa (normaalitoiminnassa) • ennakoitavissa olevien häiriöiden aikana |
| 2 tai 22 | <ul style="list-style-type: none"> • häiriöttömässä toiminnassa (normaalitoiminnassa) |

*) Vyöhykkeillä 20, 21 ja 22 on lisäksi otettava huomioon pölykertymän syttymismahdollisuus.

Taulukkoa sovelletaan kaikentyyppisiin *syttymislähteisiin*.

Taulukko 1: Suojaustoimenpiteiden laajuus vyöhykejaon mukaisesti (KOM2003, 24).

Vyöhykeluokalla on huomattava vaikutus suojaustoimenpiteeltä vaadittavaan toimintavarmuuteen, millä on myös merkittävä vaikutus suojauksen toteutuskustannuksiin. Ankarin suojauksen toimintavarmuus luokissa 0 ja 20 edellyttää käytännössä varmennettuja, aina virheettömästi toimivia suojausmenetelmiä, koska räjähdysten todennäköisyys on suuri aina syttymislähteen esiintyessä. Vastaavasti vyöhykeluokat, joissa räjähdysvaarallinen ilmaseos esiintyy harvoin ja lyhytkestoisesti, voidaan tyytyä siihen, että syttymislähteen esiintymistä ei normaalitilanteessa tapahdu.

Syttymislähdetyypit

Syttymislähteen luokitellaan EN1127-1 -normin mukaisesti kolmeentoista tyyppiin, joita ovat:

- kuumat pinnat
- liekit ja kuumat kaasut
- mekaanisesti syntyvät kipinät
- sähkölaitteet
- sähköiset tasausvirrat, katodinen korroosiosuoja
- staattinen sähkö
- salamanisku
- sähkömagneettiset kentät taajuusalueella 9 kHz – 300 GHz
- sähkömagneettinen säteily taajuusalueella 300 GHz – 3 x 10⁶ GHz tai aallonpituuksilla 1 000 µm – 0,1 µm (optinen spektrialue)
- ionisoiva säteily
- ultraääni
- adiabaattinen puristus, paineaallot, virtaavat kaasut
- kemialliset reaktiot

Syttymislähdetyypit ja niiden rajoittaminen tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Syttymislähdetyyppejä tarkastellessa on muistettava huomioida sekä prosessin normaaliin toimintaan liittyvät syttymislähteet että tilaluokituksen niin edellyttäessä mahdolliset vikatilanteet, kuten vaikkapa kitkan aiheuttama kuumuminen laakerivian johdosta. Syttymislähteistä sähkölaitteita käsitellään tarkemmin myöhemmässä yhteydessä.

Räjähdyksen vaikutusten rajoittaminen (rakenteellinen räjähdysuojaus)

Viimekätinen räjähdysuojaustoimenpide on räjähdysvaikutusten supistaminen sellaisiksi, että niillä varmistetaan työntekijöiden terveys ja turvallisuus. Tätä suojausmenetelmää ei käsitellä tämän työn puitteissa tarkemmin.

3.3 Kaasuräjähdyksivaarallisten tilojen tilaluokituksesta

Kaasuräjähdyksivaarallisissa tiloissa räjähdysvaaran arviointi tehdään luokittelemalla päästölähteet jatkuviksi, primäärisiksi tai sekundäärisiksi. Jatkuva päästölähde aikaansaa päästön, joka on jatkuva tai pitkäaikainen. Primäärinen päästö esiintyy toistuvasti tai satunnaisesti normaalikäytössä. Sekundäärinen päästö ei esiinny normaalikäytössä tai esiintyy todennäköisesti vain harvoin ja lyhytaikaisesti. (SFS-EN 60079-10-1 2010, 16.) Jatkuvan päästölähteen tapauksessa tilassa tulee käyttää laitteita, joilla on pieni tai olematon todennäköisyys muodostua syttymislähteeksi. Vastaavasti satunnaisen päästölähteen tapauksessa voidaan käyttää alemman vaatimustason mukaista laitetta. (SFS-EN60079-14 2013, 33.) Tässä mielessä räjähdysvaaran arvioinnilla on tilastollista pohjaa ja selvä analogia esimerkiksi prosessoturvallisuuden turvallisuudessa käytettävään riskinarviointiin.

Jokaista järjestelmän tai tilan laitetta (esim. säiliötä, pumppua, putkilinjaa, astiaa jne.) tulisi pitää mahdollisena palavan aineen päästölähteenä. Jos kohteen ei voida ennakoida sisältävän palavaa ainetta, sen ympäristöön ei voi syntyä ko. laitteesta johtuvaa räjähdysvaarallista tilaa. Vaikka kohde sisältää palavaa ainetta, sitä ei tarkastella päästölähteenä, jos se ei voi vuotaa ainetta ympäristöön (esim. täysin hitsattua putkilinjaa ei pidetä päästölähteenä). (SFS-EN60079-14 2013, 22.)

Kun on havaittu päästölähde, arvioidaan räjähdysvaaraa edelleen tarkastelemalla päästömäärää aikayksikössä. Tämän perusteella voidaan arvioida sitä, onko kaasuilmaseos räjähdyskelpoinen eli alemman ja ylemmän räjähdysrajan välisellä alueella. Alemman räjähdysrajan alapuolella ilmaseos on "liian laimea" ja ylemmän räjähdysrajan yläpuolella ilmaseos ei enää syty. Lisäksi määritetään luokitellun tilan ulottuvuus, eli se päästölähteen ympäristö, jonka sisäpuolella räjähdysvaarallinen ilmaseos sijaitsee, mutta jonka ulkopuolella seos on laimentunut räjähdysvaarattomaksi. (Lintula 2016, 54-62.) Standardissa SFS-EN 60078-14 on opastavia laskentaesimerkkejä pitoisuuksien laskentaan ja arviointiin sekä niin ikään opastavia esimerkkejä tilaluokituksen tekemiseen.

Edellä kuvattujen tietojen perusteella tehdään kaasuräjähdysvaarallisen tilan tilaluokitus räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintymistodennäköisyyden mukaan. Ilmanvaihtoa lisäämällä voidaan yleensä pienentää luokitellun tilan kokoa ja tehokkaalla, varmatoimisella ilmanvaihdolla voidaan mahdollisesti pitää kaasuilmaseos jopa kokonaan alemman räjähdysrajan alapuolella. On kuitenkin huomattava, että mikäli ilmanvaihtoa käytetään suojaustoimenpiteenä, on toimintavarmuus voitava taata. Kaasuräjähdysvaarallisia tiloja koskevissa standardissa SFS-EN 60079-10-1 on systemaattinen kaavioesitys johon sisältyy laskentaan perustuvia menetelmiä räjähdysvaaran riskinarvioon, sekä ilmanvaihdon huomioimiseen räjähdysvaaran arviointiprosessissa. Näitä ei käsitellä tässä yhteydessä tarkemmin.

Tilaluokitusta tehtäessä tulee aina olla vahva käsillä olevan prosessin tuntemus. (Lintula 2016, 75-112.) Standardi sisältää myös opastavia tilaluokitus-esimerkkejä.

3.4 Pölyräjähdysvaarallisista tiloista

Standardi SFS-EN 60079-10-2 (2015) käsittelee tiloja, joissa esiintyy räjähdyskelpoisia pölyilmaseoksia ja palavia pölykerroksia. Standardin soveltamisalaan ei kuitenkaan kuulu maanalaiset kaivokset eikä räjähdäainepölyt.

Sekoittuessaan ilmaan pölyt muodostavat räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Lisäksi pölykerrokset voivat syttyä ja toimia räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttymislähteinä. Pölykerrokset ovat myös paloriski ja ne toimivat laitteiden pinnoilla lämpöeristeinä

huonontaen lämmön siirtymistä pois laitteista. Pöly onkin aina palovaara, mutta lisäksi se voi olla räjähdysvaara. Pölyn aiheuttamaan räjähdysvaaraan voi usein merkittävästi vaikuttaa siivouskäytännöllä. (Lintula 2016, 124-127.)

Koska pölyt kertyvät kerroksiksi ja voivat sitten ilmavirtojen vaikutuksesta pölähtää ja synnyttää pilven, on kaikkiin pölypäästölähteisiin kiinnitettävä huomiota. Koska pölypilvessä hiukkaset laskeutuvat hiljalleen, muuttuu pölypilven pitoisuudet jatkuvasti, jolloin suuren pitoisuuden omaava, räjähdyskelvoton pölypilvi saattaa ajanmyötä muuttua räjähdyskelpoiseksi. Mikäli räjähdyskelpoisia pölypilviä tai kerroksia esiintyy, tulisi kaikkia syttymislähteitä välttää. Jos syttymislähteitä ei voida poistaa, on ryhdyttävä pölyn ja/tai syttymislähteiden esiintymistodennäköisyyden pienentämistoimenpiteisiin. (SFS-EN 60079-10-2 2015, 12.)

Pölyn ja päästölähteiden luokittelusta

Palavaa pölyä on hienojakoiset, kiinteät, alle 500 µm halkaisijaltaan olevat hiukkaset, jotka leijailevat ilmassa. Nopeasti liikkuva pöly ei pala. Pölyräjähdysvaaralliset tilat jaetaan tilaluokkiin pölyilmaseoksen esiintymistaajuuden ja keston perusteella. Lisäksi pölyräjähdysvaarallinen pölyilmaseos jaetaan pölyryhmiin SFS-EN 60079-0-standardin (2013, 40 ja 54) mukaan seuraavasti:

IIIA: räjähdyskelpoinen pölyilmaseos, joka on palavaa ainetta ja normaaliolosuhteissa syttyttyään ylläpitää itsestään palamista. Tähän ryhmään kuuluvassa pölyilmaseoksessa on tai voi olla yli 500 µm halkaisijaltaan olevia hahtuvia tai kuituja.

IIIC: Johtava pöly, joka on palavaa pölyä ja jonka resistiivisyys on 10^3 Ohmm tai pienempi.

IIIB: Eristävä pöly, joka on palavaa ja jonka resistiivisyys on suurempi kuin 10^3 Ohmm.

Pölyräjähdysvaarallisten tilojen arvioinnissa pitää selvittää pölyn palavuus ja aineominaisuudet, kuten hiukkaskoko, kosteus, pölypilven ja pölykerroksen syttymislämpötilat sekä sähkönjohtavuus. Pölyjen ominaisuusarvoja on annettu standardissa ISO/IEC 80079-20-2. Pölyn syttymisominaisuudet voidaan myös varmistaa laboratoriotestein standardin ISO/IEC 80079-20-2 mukaisesti.

Pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa päästölähteet luokitellaan analogisesti kaasuräjähdyksivaarallisten tilojen päästölähteiden kanssa jatkuviin, primäärisiin (silloin tällöin esiintyviin) ja sekundäärisiin (satunnaisiin/lyhytkestoisiin) päästölähteisiin. (SFS-EN 60079-10-0 2015, 12.) Lisäksi päästölähteiden sijainnin selvittäminen sekä pölykerrosten syttymisen mahdollisuuden selvittäminen tulee arvioida. Näiden tietojen avulla voidaan arvioida todennäköisyys sille, syntyykö pölypäästöjä, jotka muodostavat räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Laitteiden sisä- ja ulkopuolinen tarkastelu on tehtävä erikseen. Laitteen sisällä voi olla jatkuva päästölähde, jo aiheuttaa vuotojen johdosta laitteen ulkopuolelle satunnaista päästöä. (Lintula 2016, 142-148.)

Pölyvaarallisen tilan tilaluokistus

SFS-EN 60079-10-2 (2015, 13) -standardin mukaan ensin on määriteltävä aineominaisuudet, tämän jälkeen päästölähteet ja niiden luokat ja kolmannessa vaiheessa todennäköisyydet pölypäästöille ja räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntymiselle. Tämän jälkeen voidaan määrittää tilaluokat ja niiden laajuus käytettäväksi edelleen myöhemmin syttymislähteiden arvioinnin yhteydessä.

| Palavan pölyn esiintyminen | Pölypilviä sisältävän tilan luokka |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <i>Jatkuva päästöluokka</i> | 20 |
| <i>Primäärinen päästöluokka</i> | 21 |
| <i>Sekundäärinen päästöluokka</i> | 22 |

Taulukko 2: palavan pölyn päästöluokkien ja tilaluokkien välinen yhteys (SFS-EN 60079-10-2 2015, 16)

Tilaluokkaan 20 tyypillisesti kuuluvia kohteita voivat olla täryttimet, siilot, pölynerotussyklonit, suodattimet, pölynkuljetusjärjestelmät, myllyt, kuivaimet ja säkitysasemat. Tilaluokkaan 21 voi kuulua esimerkiksi laitteiston ulkopuolella oleva primäärinen päästölähteen muodostama alue, jonka ulottuvuudeksi useimmiten riittää 1-metrinen säde päästölähteestä jatkeineen maahan. Tilaluokkaan 22 laajuudeksi riittää useimmiten 3-metrinen säde päästölähteestä jatkeineen maahan. Mikäli päästölähde on rajattu rakenteilla, kuten sienillä, voidaan näitä pintoja pitää

luokitellun alueen rajana. Alueet, joilla muodostuu pölykerroksia, voidaan säännöllisellä siivouksella pitää vaarattomina. (Lintula 2016, 149-162.)

Puupölyn aiheuttama räjähdysvaara

Pölyräjähdysvaaran edellytyksenä on halkaisijaltaan alle 0,5mm oleva puupöly. Jos kyseessä on lastu tai puru, eli hiukkaskoko on pääasiassa yli 0,5mm, ei räjähdysvaaraa ole. Puupöly voi muodostaa räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen vain, jos lisäksi puupöly muodostaa ilmaan sekoittuneen pölyilmaseoksen, jonka pölypitoisuus on räjähdysrajojen välissä. Lisäksi pölyilmaseoksen ollessa räjähdyskelpoista, räjähdys tapahtuu vasta, kun riittävän energian omaava sytytyslähde on kosketuksissa pölyilmaseokseen. (Laaksonen 2005, 2-3).

Puupölyn aiheuttama räjähdys on mahdollinen, kun puupölyn pitoisuus ilmassa on yli 20g/m³. Tällainen pitoisuus on kyseessä silloin, kun loisteputki tai hehkulamppu näkyy juuri ja juuri 2 metrin paksuisen pölypilven takaa. Puupölyn ylempi räjähdysraja on muutamia kilogrammoja kuutiossa. Räjähdysvaarallinen alue on siis huomattavan suuri ja ylemmän räjähdysrajan ylittävässä pölypilvessä on reuna-alueilla käytännössä aina räjähdyskelpoisia alueita. Toinen puupölyn aiheuttaman ilmaseoksen karkea arviointimenetelmä on, että lattialla oleva 1mm paksuinen puupölykerros muodostaa huonetilaan räjähdyskelpoisen, alemman räjähdysrajan ylittävän pölyilmaseoksen. Pölyn kosteusprosentin ylittäessä 50% ei räjähdysvaaraa synny. (Laaksonen 2005, 3).

Kokemuksen mukaan voidaan tehdä oletamus, että höyläyksessä, porauksessa, sorvauksessa ja muissa vastaavissa karkeaa sivutuotetta synnyttävissä työstömenetelmissä ei synny räjähdyskykyisiä pölyilmaseoksia, vaikka syntyvän lastun seassa pieniä määriä hienojakoista pölyä onkin. Pölynsiirtokuljettimissa, joissa pölyä tiputetaan kuljettimelta toiselle, voi syntyä räjähdyskykyinen pölyilmaseos. Sen esiintymisalue kuitenkin rajoittuu pudostuskohtaan ja on siis pieni. Kuljettimessa kuljetettava hienjakoinen materiaali kuitenkin muodostaa muodostaa pölykerroksen, joka on otettava huomioon pölyräjähdysvaarallisena tilana. (Laaksonen 2005, 6-8.)

Pölykerrosten muodostama räjähdysvaara on huomattava: noustessaan lattialta pölypilveksi jo 1mm paksuinen pölykerros aiheuttaa räjähdysvaarallisen pölyilmaseoksen (Laaksonen 2005, 8).

Mekaaniset laitteet voivat olla syttymislähde pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa. Tyypillisiä laitteita ovat puhaltimet, laakerit, kuljetinhihnat, voimansiirtolaitteet, ruuvit, kolat jne. Usein laitteeseen ja sen ympäristöön muodostuva pölykerros aiheuttavat räjähdysvaaran. Alle 1m/s nopeudella liikkuvat ja pyörivät laitteet ja osat, eivät kuumene tai kipinöi vaarallisesti. Siksi näille osille tai näiden laitteiden käytölle ei sen ole erityisvaatimuksia. (Laaksonen 2005, 12).

Puupölyilmaseoksen syttymislämpötila on noin 400 astetta. Tummanpunaisena hehkuva, juuri ja juuri pimeässä havaittava kipinä vastaa tätä lämpötilaa. Toisaalta staattisen sähköön kipinä voi sytyttää puupölyilmaseoksen, sillä sytytysenergiaksi riittää muutama mJ. Pölykerrostuman syttyminen voi tapahtua huomattavasti alhaisemmassa lämpötilassa kuin pölyilmaseoksen syttyminen. Jos lämpötilalla on pitkä vaikutusaika (tunteja) ja jos kerrostuma on paksu, voi syttyminen tapahtua jo 100-125 asteessa. Paksut, huonosti lämpöä johtavat pölykerrostumat yhdessä ulkopuoliset lämmönlähteet kanssa lisäävät itsesyttymisvaaraa, koska pölyn hehkumisen alettua se synnyttää lisää lämpöä. (Laaksonen 2005, 15.)

Siivouskäytäntöjen arviointi pölyräjähdysvaarallisten tilojen luokittelussa

Pölyräjähdysvaarallisia tiloja koskevan standardin SFS-EN 60079-10-2 opastava liite C käsittelee siivouskäytäntöjä. Siivouskäytännöt jaetaan kolmeen tasoon. Hyvä taso tarkoittaa, että kertyvät pölykerrokset ovat häviävän pieniä tai olemattomia, joten pölykerroksista johtuva paloriski on estettu. Kohtalainen siivoustaso on kyseessä silloin, kun pölykerrokset ovat lyhytaikaisia, korkeintaan alla työvuoron kestäviä. Pöly poistetaan ennen kuin se estää laitteiden jäähtymisen ja aiheuttaa paloriskin. Huono siivoustaso on silloin, kun pölykerroksia esiintyy pidempään kuin yhden työvuoron ajan. Sellaiset olosuhteet, joissa siivoustaso on huono ja lisäksi pölykerrokset voivat muodostaa pölypilviä, tulisi estää.

3.5 Räjähdyssuojausasiakirja

Räjähdyssuojausasiakirja sisältää kaikki räjähdysturvallisuuden toteuttamisen kannalta merkittävät tiedot. Se ja kuvaa räjähdysriskin tunnistamisprosessin, määrittelee räjähdysuojustoimenpiteet (tekniset ja organisatoriset) sekä tilaluokitellut tilat ja vähimmäisvaatimukset näiden tilojen laitteille. Lisäksi Räjähdyssuojausasiakirja määrittelee, miten työpaikka, työvälineet ja varoituslaitteet on suunniteltu asianmukaisesti. Se luettelee mahdolliset syttymislähteet ja määrittelee sallitut työmenetelmät ja työvälineet luokitelluissa tiloissa. Räjähdyssuojausasiakirja ottaa kantaa myös organisatorisiin suojausmenetelmiin esim. määrittelemällä puhtaanapidon prosessit ja vaatimukset. Muita organisatorisia toimenpiteistä ovat mm. työhjeet, työntekijöiden pätevyys, työntekijöiden koulutus, työvälineiden käyttö, suojavaatetuksen käytön valvonta, työlupajärjestelmä, kunnossapito ja laitteiden tarkastusmenettelyt sekä räjähdysvaarallisten tilojen merkintä.

Räjähdyssuojausasiakirjaan sisältyvä riskinarvio, tilaluokitukset ja räjähdysvaarallisten ilmaseosten ominaisuudet ovat sähkösuunnittelun ja laitevalinnan lähtötieto, jota ilman ATEX-direktiivin vaatimuksia ei voida luotettavasti täyttää.

3.6 Ex-tilojen laitteista

Ex-tilojen laitteet on niin ikään luokiteltu laiteluokkiin ja näiden alla oleviin laiteryhmiin. Kun tilaluokka on selvitetty, se määrää vähimmästason laiteluokan valinnalle.

Ex-laitteita ovat sellaiset koneet ja laitteet, jotka on tarkoitettu käytettäväksi Ex-tiloissa. Räjähdyssuojauksen turva-, säätö ja ohjauslaitteet kuuluvat Ex-laitteiden piiriin myös sijaitessaan räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella. (TUKES 2015, 5.)

Ex-laitteiden valmistajaa ja maahantuojaa lainsäädäntö velvoittaa laitedirektiivin mukaisesti osoittamaan, että tuote on suunniteltu ja valmistettu olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Vaatimustenmukaisuuden osoittamisen todentaminen tapahtuu Ex-laitteen laiteluokan määrittämällä tavalla. ATEX-laitteet on

ryhmitelty kahteen ryhmään ja näiden alaisiin laiteluokkiin (ryhmä 1, luokat M1 ja M2; ryhmä 2, luokat 1, 2 ja 3). Laiteluokka määrittää laiteelta vaadittavan turvallisuustason sekä vaatimustenmukaisuuden todentamisen arviointimenettelyn. Näiden laitedirektiivistä kumpuavien vaatimusten käytännön soveltamisen tueksi on laadittu lukuisia EN-standardeja. Standardeja noudattamalla valmistaja voi saavuttaa ATEX-laitedirektiivin vaatimukset. Lisäksi Ex-laitteet tulee merkitä: CE-merkinnän lisäksi Ex-laitteet on merkittävä räjähdysuojauksen erityismerkinnällä, josta käy ilmi laitteen ryhmä ja laiteluokka sekä tarkoitettua käyttöympäristöä koskevat merkinnät. (TUKES 2016.)

Ex-laitteiden ryhmittely ja laiteluokat

Ex-laitteiden ryhmittely ja laiteluokat määritellään standardissa SFS-EN 60079-0 (2013, 54). Ryhmään I kuuluvat laitteet on tarkoitettu käytettäväksi kaivosteollisuudessa, jossa räjähdysvara perustuu pääasiassa metaaniin ja pölyyn. Ryhmä I on jaettu kahteen laiteluokkaan, M1 ja M2. Ryhmään 2 kuuluvat muissa paikoissa käytettäväksi tarkoitetut laitteet. Ryhmän II laitteet on jaettu laiteluokkiin 1, 2 ja 3. Erittäin korkeaa turvallisuustasoa edellyttäviä luokkia ovat M1 ja 1 (tilaluokkavastaavuus 0 ja 20), korkeaa turvallisuustasoa edellyttää luokat M2 ja 2 (tilaluokkavastaavuus 1 ja 21). Luokassa 3 (tilaluokkavastaavuus 2 ja 22) on normaalin turvallisuustason vaatimus. (TUKES 2015, 8.)

Laiteryhmä ja -luokat on esitetty ATEX-laitedirektiivissä 2014/34/EU liitteessä 1:

| Laite-ryhmä | Laite-luokka | Tarkoitettu käyttökohde |
|-------------|--------------|--|
| I | M1 | Laitteet, jotka on tarkoitettu kaivostöihin ja kaivosten maanpäällisten laitosten osiin, jotka ovat alttiita kaivoskaasuista ja/tai palavista pölyistä aiheutuville vaaroille. |
| | M2 | Laitteet, jotka on tarkoitettu kaivostöihin ja kaivosten maanpäällisten laitosten osiin, jotka ovat todennäköisesti alttiita kaivoskaasuista ja/tai palavista pölyistä aiheutuville vaaroille. |
| II | 1G, 1D | Laitteet, jotka on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai toistuvasti. |
| | 2G, 2D | Laitteet, jotka on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos esiintyy todennäköisesti. |
| | 3G, 3D | Laitteet, jotka on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja palavan kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodostama räjähdyskelpoinen seos on epätodennäköinen ja esiintyy silloinkin vain harvoin ja lyhytaikaisesti. |

Taulukko 3. Laiteluokat

Laiteryhmässä II lisämerkintäkirjain G tarkoittaa kaasuvaaraa (gas) ja D tarkoittaa pölyräjähdysvaaraa (dust). Laiteryhmä IIG, eli neste- ja kaasuräjähdysvaaralliset tilat muualla kuin kaivosteollisuudessa, on jaettu räjähdysryhmiin IIA, IIB ja IIC, joista viimeisin on laitevaatimuksiltaan kaikkein vaativin ryhmä. IIA ryhmän tyypillinen kaasu on propaani, IIB: eteeni, IIC:n vety (SFS-EN60079-0 2013, 54). Vastaavasti pölyräjähdysvaaran osalta räjähdysryhmät ovat IIIA (itsestään paloa ylläpitävä pöly), IIIB (johtava pöly) ja IIIC (eristävä pöly).

Korkeampi laiteluokka edellyttää korkeamman toimintavarmuuden lisäksi raskaamman vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin. Laiteluokassa 1 vaaditaan aina joko tuotannon ulkopuolinen akkreditointi tai laitekohtainen ilmoitetun laitoksen tarkastus. Laiteluokassa 3 riittää valmistajan vakuutus ja tuotannon sisäinen tarkastus. Valmistajan on aina toimitettava Ex-laitteille vaatimustenmukaisuuden osoittavat dokumentit. (Lintula 2016, 38-40.)

Ex-tilojen sähkölaitteiden standardoituja suojausmenetelmiä ja rakenteita koskee standardisarja EN60079. Osa 0 koskee yleisiä vaatimuksia ja muissa osissa käsitellään erityisesti tiettyjä, nimettyjä suojausrakenteita. Ex-tilojen laitteen räjähdysuojusrakenteen tunnus on merkitty Ex-laitteen tyyppikilpeen.

Sähkölaitteiden räjähdysuojaurakenteita ovat mm. öljytäyttyinen (o), paineistettu/suojatuuletteinen (p), hiekkatäytteinen (q), räjähdyspaineen kestävä kotelointi (d), varmennettu rakenne (e), luonnostaan vaaraton rakenne (i), massaan valettu rakenne (m) ja kipinöintiä estävä rakenne (n). Eri rakennetyypit mahdollistavat eri laiteluokkia. Tyyppikilvestä löytyy Ex-merkin (räjähdysuojaustunnus) lisäksi laiteryhmä, laiteluokka, G tai D (gas/dust) -merkintä sekä lämpötilaluokka. Lämpötilaluokat kertovat laitteen pintalämpötilan alla olevan taulukon mukaisesti. (Lintula 2016, 39.)

| Sähkölaitteen lämpötilaluokka | Sähkölaitteen pintalämpötila |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| T1 | 450 °C |
| T2 | 300 °C |
| T3 | 200 °C |
| T4 | 135 °C |
| T5 | 100 °C |
| T6 | 80 °C |

Taulukko 4: lämpötilaluokat

Räjähdysrakennetyypit koskevat pääasiassa laitevalmistusta, eikä niitä käsitellä tämän työn puitteissa tarkemmin. Räjähdysuojasiasiakirjan laatimiseen ja Ex-tilojen sähkösuunnittelun toteuttamiseen ja laitevalintoihin riittää tavallisesti laiteluokkavaatimusten ymmärtäminen.

Esimerkkejä merkinnöistä

CE
0000

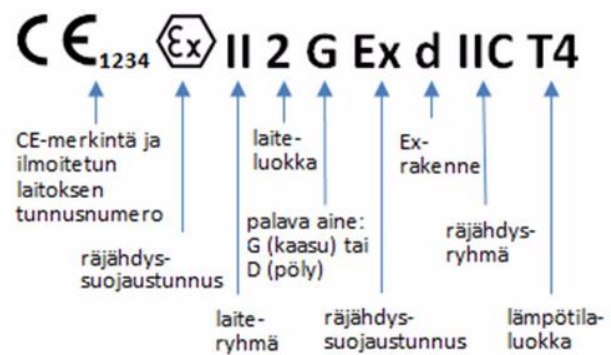
CE-merkintä ja tuotannon laadunvarmistukseen osallistuvan ilmoitetun laitoksen (NB) tunnusnumero.

Ex
II 2 G

Ex = EY:n räjähdysuojaustunnus
II = laiteryhmä
2 = laiteluokka
palava aine:
G = kaasu tai neste
D = pöly

Ex d IIC T3

Ex = räjähdysuojaustunnus
d = Ex-rakenne
II = räjähdysryhmä I, IIA, IIB tai IIC
T = Lämpötilaluokka T1...T6



Kuva 1: esimerkkejä Ex-laitteen tyyppikilpimerkinnöistä (TUKES 2015, 8)

Laitevalinta

Ex-tilojen sähköasennusten suunnittelua, laitevalintaa ja asentamista koskee standardi SFS-EN 60079-14. Ex-tilojen laitevalinnat tulee tehdä tilaluokituksen mukaan. Tilaluokituksen ja palavien räjähdysvaarallisen ilmaseoksen ominaisuudet on tunnettava ja niiden on oltava oikein määriteltäviä, jotta laitevalinnalla voidaan saavuttaa vaadittu turvallisuustaso. Laiteryhmän ja -luokan tulee vastata tilaryhmää ja luokkaa. Laitteen luokituksen tulee soveltua räjähdysvaaran aiheuttavalle aineelle ja räjähdysryhmä tulee olla huomioitu. Vähemmän vaativaan tilaluokkaan voi luonnollisesti sijoittaa korkeamman tilaluokan vaatimukset täyttäviä laitteita. Laitteiden lämpötilaluokan pitää olla räjähdysvaarallisen kaasuilmaseoksen syttymislämpötilan alapuolella, mutta pölyräjähdysvaaran osalta sovelletaan 2/3 turvakerrointa (SFS-EN60079-14 2013, 37). Lisäksi esiintyvien pölykerrosten paksuus

vaikuttaa sallittuihin pintalämpötilaluokkiin. Laittevalinnassa siis korostuu riskien arvioinnin ymmärtäminen, tilaluokkien oikea määrittäminen ja laitevalinnan systemaattinen tekeminen määrittelyjen perusteella.

Räjähdyssuojaustaso EPL

Räjähdyssuojaustaso (EquipmentProtectionLevel) on laitteelle ilmoitettu räjähdyssuojaustaso, joka perustuu laitteen todennäköisyyteen muodostua syttymislähteeksi ja joka käsittelee erikseen räjähdyskelpoiset kaasuilmasokset, räjähdyskelpoiset pölyilmaseokset ja kaivoskaasulle alttiiden kaivosten räjähdyskelpoiset ilmaseokset. Räjähdyssuojaustaso voidaan ottaa vaihtoehtoiseksi osaksi asennuksen kokonaisriskinarviointia. (SFS-EN60079 2013, 42.)

Alla taulukko räjähdyssuojaustasojen ja tilaluokitusten välisestä yhteydestä, joka on esitetty standardissa SFS-EN60079-14 (2015, 30):

| Tilaluokka | Laitteen räjähdysuojaustaso (EPL) |
|------------|-----------------------------------|
| 0 | "Ga" |
| 1 | "Ga" tai "Gb" |
| 2 | "Ga", "Gb" tai "Gc" |
| 20 | "Da" |
| 21 | "Da" tai "Db" |
| 22 | "Da", "Db" tai "Dc" |

Taulukko 5: Räjähdyssuojaustasojen ja tilaluokkien välinen yhteys

Laittevalinta voidaan suorittaa tilaluokan perusteella valitsemalla räjähdysuojaustaso tilaluokkaan perustuen, mikä helpottaa ja suoraviivaistaa laitevalintoja. Tilassa käytettäviltä laitteilta edellytettävä räjähdysuojaustaso voidaan määrittää myös riskiarvioinninperusteella, eli ottaen huomioon syttymisen aiheuttamat seuraukset.

Laittevalinnassa tulee huomioida myös laiteryhmä, johon laite on hyväksytty:

| 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 |

Taulukko 6: kaasujen/höyryjen tai pölyjen räjähdysryhmien ja laiteryhmiä yhteensopivuus SFS-EN 60079-14 (2013, 36) mukaan.

3.7 Yhteenvetoa

Räjähdyssuojauksen prosessi käynnistyy aina riskien tunnistamisella ja arvioinnilla. Räjähdyssuojauksen periaatteisiin kuuluu, että ensisijaisesti vaara pyritään välttämään siten, ettei räjähdysvaarallista ilmaseosta synny lainkaan. Tämä voidaan toteuttaa korvaamalla räjähdysvaaralliset aineet tai käsittelemällä palavia aineita siten, että räjähdysvaarallista ilmaseosta ei synny. Riskien arvioinnissa on suositeltavaa tukeutua standardoituihin menetelmiin.

Mikäli vaara ei ole vältettävissä, siirrytään riskien hallintaan. Mikäli räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntymistä ei voida täysin estää, sitä voidaan rajoittaa. Rajoittaminen voi toteutua palvien aineiden määrää vähentämällä, vuotojen estämisellä (tai vähentämisellä), vuotojen kontrolloinnilla, räjähdyskelpoisen pitoisuuden syntymisen estämisellä, vuotojen keräämisellä suljettuihin astioihin tai viimeisenä vaihtoehtona voidaan estää seoksen syttyminen. Niissä harvinaisissa tapauksissa, joissa riskien hallinta ei onnistu tai riitä, viimekätinen räjähdyssuojauskeino on räjähdyksen kontrollointi, jolloin rajoitetaan tuho vaikutusta esimerkiksi keventämällä räjähdyspainetta tai rajoittamalla räjähdyksen leviämistä.

Räjähdyssuojauksen ilmaseoksen syntymisen estämiseen tulisi aina pyrkiä ensisijaisesti. On huomattava, että esimerkiksi ilmanvaihdolla voidaan usein saada hyviä tuloksia. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, mutta silloinkin tulisi pyrkiä päästölähteiden

rajoittamiseen sekundäärisiin aina kun mahdollista. Kun räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syntyä ei täysin voida estää, päädytään syttymislähteiden tunnistamiseen ja estämiseen. Syttymislähteiden estäminen kannattaa aina kun mahdollista toteuttaa poistamalla syttymislähde luokitellusta tilasta. Useat syttymislähteet ovat juuri sähkölaitteita, jolloin sähkösuunnittelulla voidaan vaikuttaa räjähdysturvallisuuteen. Tästä esimerkkinä maalaamotilojen valaistusratkaisut, joissa valaisin asennetaan luokittelemattoman tilan puolelle pleksilasin taakse, jolloin valaisin ei tarvitse Ex-luokitusta. Mikäli potentiaalisen syttymislähteen sijaintiin tilassa ei voida vaikuttaa, tulee lämpötilaa ja energiaa rajoittaa, kipinöinti ja valokaaret estää, varmistaa hyvä potentiaalintasaus ja estää staattisen sähkön muodostuminen. Tiloissa tulee tällöin käyttää tilaluokituksen määrittämän laiteluokan Ex-laitetta.

Mikäli räjähdysvaaraa ei voida poistaa, on viimekätisesti minimoitava räjähdysten vaikutuksia, mihin löytyy sovellettavia standardeja.

4 Case hakekuljetin

4.1 Bulk-kuljetinlaitteisto

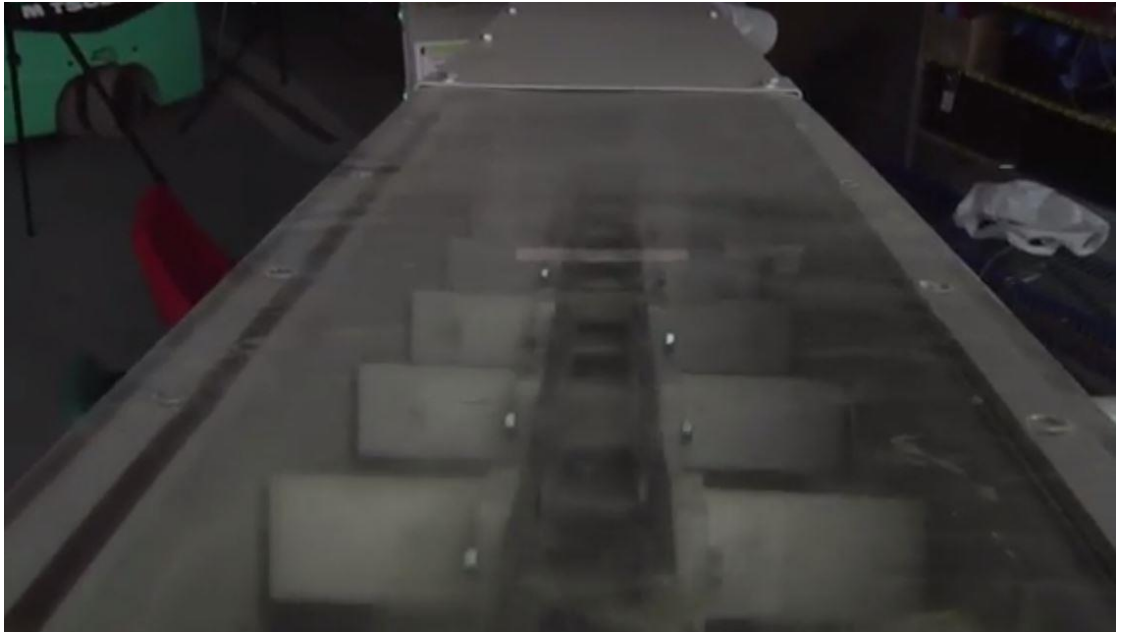
Jyväskylän ammattikorkeakoulun laboratoriossa on koelaitteeksi rakennettu bulk-kuljetin. Kuljetin on kompaktiin kokoon rakennettu laitteisto, joka sijaitsee yli 6 metriä korkeassa yli 1000 m² hallissa. Kuljettimella voidaan ajaa erilaisia materiaaleja, kuten esimerkiksi muoviraetta, haketta tai pellettiä.



Kuva 2: kuljetinkokonaisuus

Laitteiston osat ja toiminta

Ketjukuljetin (kolakuljetin) kuljettaa siilosta materiaalin tärykuljettimelle, josta materiaali jatkaa hihnaelevaattorille. Hihnaelevaattorin vetopää heittää materiaalin suppolon kautta ruuvikuljettimelle, joka tiputtaa materiaalin hihnakuljettimelle. Hihnakuljettimelta materiaali tippuu takaisin siilon.



Kuva 3: ketju-/kolakuljetin



Kuva 4: tärykuljetin



Kuva 5: hihnaelevaattori



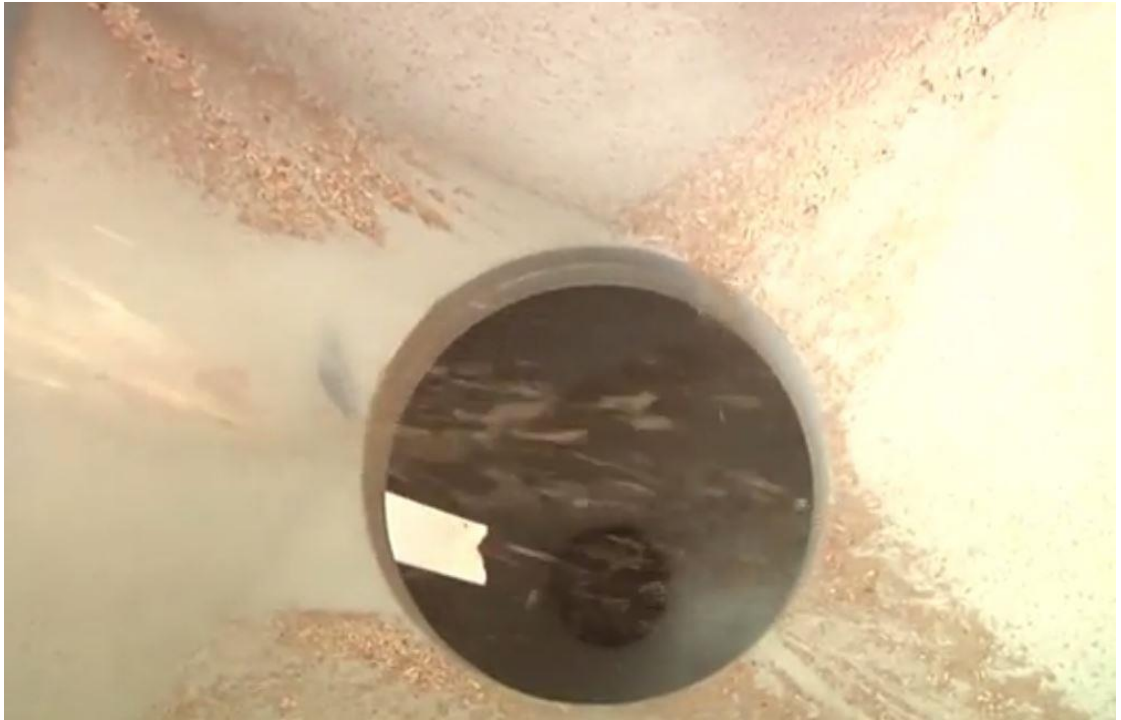
kuva 6: hihnaelevaattorin vetopää



Kuva 7: ruuvikuljetin



Kuva 8: hihnakuljetin



Kuva 9: siilo

4.2 Räjähdyriskin tunnistaminen ja arviointi

Silloin kun kuljettimessa käytetään puuperäistä materiaalia, esim puupellettiä tai haketta, on käytössä palavaa materiaali.

Hake ja pelletti ovat lähtökohtaisesti materiaaleina lastukooltaan sellaisia, että ne eivät aiheuta räjähdysvaaraa (lastukoko selvästi yli 500 μm). Puupelletin materiaali on tyypillisesti kutterilastu tai sahanpuru. Pelletintuotannossa käytetään sidosaineita (esim. tärkkelystä), jotka vaikuttavat pölyämistä vähentävästi. Kokemuksen perusteella höyläyksen, porauksen, sorvauksen ja muun vastaavan karkeaa sivutuotetta synnyttävän työstön lastut eivät synnytä räjähdyskykyisiä pölyilmaseoksia, vaikka lastun seassa pieniä määriä hienojakoista pölyä onkin. Erityisesti voidaan todeta, että pölynsiirtokuljettimissakin räjähdysvaaralliset pölyilmaseokset syntyvät varsin rajoitetusti vain pudotuskohdissa.

Kun tarkastellaan bulk-kuljettimen osia, voidaan todeta, että potentiaalisia pölyämispaiikkoja voivat olla pudotuspaikat sekä hihnaelevaattori ja tärykuljetin. Hakekäytössä olevan kuljettimen valokuvista voidaan todeta, että näissäkin paikoissa pölyäminen on vähäistä. Vertailukohtana on tieto, jonka mukaan räjähtämiskelpoinen

pölyilmaseon on niin tiheä, että 2 metrin etäisyydellä oleva valonlähde näkyy siitä läpi vain vaivoin. (Laaksonen 2005, 3.)

Kun tarkastellaan vielä mahdollisia pölykertymiä laboratoriotilassa, voidaan itsestään selvästi todeta siivouskäytäntöjen ja tilojen puhtausasteen olevan sellainen, että räjähdysvaaraa aiheuttavia pölykertymiä ei koelaitteistolla esiinny

Vielä lisäksi voidaan todeta, että bulk-kuljetin on koelaitteisto, jonka käyttö on satunnaista. Erityisesti tulee vielä mainita, että mikäli tilaluokituksia olisi laitteistolle jouduttu määrittelemään, niin niiden ulottuvuudet olisivat todennäköisesti pienehköjä eivätkä ne olisi ulottuneet koko laajahkoa laboratoriotilaa käsittäviksi.

4.3 Päätelmät

Bulk-kuljettimesta johtuen ei synny räjähdyskelpoista pölyilmaseosta puupohjaisilla materiaaleilla, joiden lastukoko on karkea. Esimerkiksi hakkeen, puulastun tai puupelletin käyttö laitteistossa kuljetettavana materiaalina ei tämän tarkastelun perusteella aiheuta räjähdysvaaraa.

5 Loppuluku

Tämän opinnäytetyön lähtökohdat pohjautuivat todelliseen tarpeeseen suorittaa bulk-kuljettimen ATEX-tarkastelu. Tämä soveltava lähtökohta on tyypillinen insinööritieteiden ongelmanasettelu ja kuvaa hyvin työelämänkin todellisuutta. Aihepiirin teoreettinen viitekehys muodostui kattavaksi, mutta soveltavan osion tarkastelu jäi sovelluskohteesta johtuen lyhyeksi. Tämä on kuitenkin reaali maailman ongelmien selvittämisessä varsin tavallista: tutkimus- tai suunnittelutyön alkaessa ei lopputulemasta vielä ole varmuutta.

Työn tilaajan tavoitteet ja niiden täytyminen

Työn tilaaja asetti tavoitteeksi selvittää kuljettimen ATEX-direktiivin mukaisuus. Tämä tavoite täyttyi teoriaan perehtymisen jälkeen, eikä tarkastelun lopputulemasta jäänyt epäselvyyttä. Tältä osin työn soveltavan osuuden tavoitteet voidaan todeta täyttyneen hyvin.

Päättötyön raportti oppimateriaalina

Yksi lähtökohta päättötyön teorialuvun kirjoittamiselle oli rakentaa yleistajuinen, koulutustarkoituksiinkin soveltuva asian käsittely. Tältä osin työn tavoitteet toteutuivat osittain: opinnäyte nimeää ja esittelee aihepiirin eurooppalaisia standardeja. Tämän opinnäytteen teoriaosa saattaa lukijan tiedonlähteille ja kuvailee ATEX-direktiivin mukaisen suunnittelun prosessia ja vaiheita antaen yleiskuvan aiheesta ja tarjoten viitaukset tiedon syventämisen lähteille. Sovelluskohteen erityispiirteet tulee ottaa aina kuitenkin huomioon ja yksityiskohtaista tietoa esimerkiksi räjähdysvaaran aiheuttavista yhdisteistä joutuu joka tapauksessa etsimään tapauskohtaisesti.

Lähteet

Hakala, J. T. 2004. Opinnäyteopas ammattikorkeakouluille. Helsinki: Gaudeamus.

ECC (Euroopan kuluttajakeskus, European Consumer Centre) 2016. EU-lainsäädäntö. ECC:n www-sivu. Viitattu 1.6.2017. <https://www.ecc.fi/Tietoa-meista/eu-lainsadanto-ja-neuvonta/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/34/EU

KOM 2003. Euroopan yhteisöjen komissio. Komission tiedonanto KOM(2003) 515. Ohjeellinen toimintaopas vähimmäisvaatimuksista räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työtekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelun parantamiseksi annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/92/EY täytäntöönpanemiseksi.

Laaksonen E. 2005. Puupälyjen aiheuttama palo- ja räjähdysvaara ja sen torjuminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. If Vahinkovakuutus Oy.

Lintula, R. 2016. ATEX-päivä -luentomoniste. Reijo Lintula/RTL-Palvelut Oy, Vantaa.

SFS-EN 1127-1 Räjähdyksivaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät. 2011. Helsinki. Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN 13237 Räjähdyksivaaralliset tilat. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termejä ja määritelmiä. 2012. Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN 60079-0 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset. 2013. Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN 60079-10-1 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 10-1: Tilaluokitus. Kaasuräjähdyksivaaralliset tilat. 2010. Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN 60079-10-2 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pölyräjähdysvaaralliset tilat. 2015 Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN 60079-14 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. 2015. Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN ISO 80079-36:2016 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdyksivaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset. 2016 Helsinki: Suomen standardoimistomisto SFS ry.

SFS-EN ISO 80079-37:2016 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 37: Räjähdyksivaarallisten

TUKES. 2015. ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus -opas. Viitattu 1.6.2017. http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf

TUKES. 2016. Lisätietoa ATEX-laitedirektiivistä. TUKESin www-sivu. Päivitetty 29.7.2016. Viitattu 21.5.2017. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdyksivaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/>