



Räjähdyssuojausasiakirjojen uudistaminen

Pekka Siekkinen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2021

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinööri (AMK)

Siekkinen Pekka

Räjähdyssuojasiasiakirjojen uudistaminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2021, 60 sivua.

Tekniikan ala. Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä

Tiivistelmä

Teollisuuden eri aloilla on useita prosesseja, joissa on olemassa räjähdysvaara. Riski räjähdykselle kasvaa, kun palava aine, ilma ja syttymislähde ovat läsnä samaan aikaan. Työnantajalla on velvollisuus pitää työpaikka turvallisena, jolloin yksi työnantajan tarkastelukohteista on räjähdysvaaran arviointi- ja ennaltaehkäisy. Teollisuuden kohteessa räjähdysturvallisuuteen, arviointiin ja ennaltaehkäisyyn liittyvät tiedot kerätään räjähdysuojasiasiakirjaan, joka on mahdollista liittää osaksi kohteen pelastussuunnitelmaa. Räjähdyssuojasiasiakirja on laadittava kaikille niille kohteille, joissa käsitellään palavia nesteitä, kaasuja tai pölyjä.

Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaille sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle haluttiin uudistetut räjähdysuojasiasiakirjat, jotka palvelisivat tuotannon- ja kunnossapidon henkilöstöä paremmin ja samalla yksiselitteisemmin. Vaneritehtailla sekä voimalaitoksella oli jo olemassa olevat räjähdysuojasiasiakirjat, jotka oli todettu toimivan huonosti ja niiden sisältö oli puutteellinen sekä epäselvä. Työn tavoitteena oli siis kehittää olemassa olevista räjähdysuojasiasiakirjoista uudet versiot, joihin on lisätty tuotannon- ja kunnossapidon henkilöstön toimintaa helpottavaa informaatiota. Tällä informaatiolla tarkoitetaan laitevalintoja koskevia oppaita. Lisäksi tavoitteena oli tehdä asiakirjojen ulkoasusta selkeämmät, ja samalla päivittää niiden sisältö.

Työ tulkittiin kehitystyöksi, jonka tavoitteena oli kehittää olemassa olevaa tuotetta. Tutkimusotteena toimi kvalitatiivinen tutkimus, joten aineistoa hankittiin olemassa olevien dokumenttien, haastattelujen sekä kehityskohteessa tapahtuvan havainnoinnin avulla.

Työn tuloksena syntyi uudistetut räjähdysuojasiasiakirjat tehdasalueella toimivalle havuvaneritehtaalle, koivuvaneritehtaalle sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle. Uudistetuissa asiakirjoissa otettiin huomioon kunnossapito, mikä näkyi asiakirjoissa laitevalintoja koskevinä oppaina. Uudistetut asiakirjat olivat ulkoasultaan selkeämmät ja niiden sisältö oli räätälöity mahdollisimman käytännönläheiseksi ja ne rakennettiin mahdollisimman helposti muokattaviksi tulevaisuutta silmällä pitäen.

Avainsanat (asiasanat)

ATEX, metsäteollisuus, puuteollisuus, puutuoteteollisuus, räjähdys, räjähdysvaara, räjähdysvaaralliset tilat, räjähdysuojasiasiakirja

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liitteet 1, 2 ja 3 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 21, teknologista taikka muuta kehittämistyötä ja niiden arviointia koskevat tiedot. Salassapitoaika on kolme (3) vuotta, salassapito päättyy 30.6.2024.

Siekinen Pekka

Renewal of explosion protection documents

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2021, 60 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

There are several processes in different industries where there is a risk of explosion. The risk of explosion increases when flammable substance, air and source of ignition are present at the same time. The employer has a duty to keep the workplace safe, so the employer must also focus on explosion hazard assessment and prevention. At the industrial site, information related to explosion safety, assessment and prevention is collected in an explosion protection document that can be attached as part of a rescue plan. An explosion protection document must be drawn up for all areas where flammable liquids, gases or dusts are handled.

Metsä Wood's Suolahti plywood mills and Kumpuniemen Voima Oy's power plant wanted renewed explosion protection documents that would serve production and maintenance personnel better and at the same time unambiguously. The plywood mills and the power plant already had existing explosion protection documents, which had been found to be malfunctioning and their content was incomplete and unclear. The aim of the work was therefore to develop new versions of the existing explosion protection documents, to which information has been added to facilitate the operations of production and maintenance personnel. This information refers to device selection guides. In addition, the aim was to make the layout of the documents clearer and update their content.

The work was interpreted as development work aimed at developing an existing product. The research approach was qualitative research, so the material was acquired through existing documents, interviews, and observations.

As a result of the work, renewed explosion protection documents were created for the spruce- and birch plywood factories operating in the factory area and the power plant of Kumpuniemen Voima Oy. The revised documents considered maintenance, which was reflected in the documents as instructions for equipment selection. The revised documents were clearer in appearance and tailored to be as practical as possible and were built to be as easy to edit as possible for the future.

Keywords/tags (subjects)

ATEX, danger of explosion, explosion, explosion protection document, forest industry, potentially explosive atmosphere, explosion protection document

Miscellaneous (Confidential information)

Appendices 1, 2 ja 3 are concealed and have been removed from public work. The grounds for secrecy are the law 621/1999 24§, point 21, technological or other development work and its evaluation. The secrecy ends on 30.6.2024.

Sisältö

Termit ja määritelmät	5
1 Johdanto	7
1.1 Tausta	7
1.2 Toimeksiantajan esittely	7
2 Tavoitteet ja rajaus	9
2.1 Tavoitteet	9
2.2 Työn rajaus	9
3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto	10
3.1 Laadullinen- eli kvalitatiivinen tutkimus	11
3.2 Kehittämistutkimus	12
3.3 Aineisto	12
3.3.1 Aineiston hankintamenetelmät	12
3.3.2 Aineiston analyysi	13
4 ATEX-lainsäädäntö, direktiivit ja standardit	14
4.1 ATEX-direktiivit	14
4.1.1 ATEX-laitedirektiivi	15
4.1.2 ATEX-työolosuhdedirektiivi	15
4.2 Laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuus	16
4.3 Standardit	18
5 ATEX-lainsäädäntö työpaikalla	20
5.1 Räjähdyksvaaran aiheuttavat aineet	20
5.2 Tilaluokitus	21
5.3 Ilmanvaihdon toteutus- ja merkitys räjähdysvaarallisessa tilassa	24
5.4 Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet	24
5.4.1 Mekaanisten laitteiden valinta	25
5.4.2 Sähkölaitteiden valinta	28
5.5 Riskin arviointiprosessi	32
5.5.1 Riskin pienentämistoimenpiteet	35
5.6 Räjähdyssuojausasiakirja	36
6 Toteutus	39
6.1 Lähtötilanne ja tavoitteet	39
6.2 Kehitysprojektin eteneminen	39

7 Kehitysprojektin tulokset ja niiden arviointi	43
7.1 Saavutetut tulokset	43
7.2 Toimeksiantajalle annetut tulevaisuuden kehitysehdotukset	49
7.3 Tulosten luotettavuus	49
8 Pohdinta	50
Lähteet	51
Liitteet	55
Liite 1. Koivuvaneritehtaan räjähdysvaarallisten tilojen luokitukset (Salassa pidettävä)	55
Liite 2. Havuvaneritehtaiden toimintojen kuvaukset (Salassa pidettävä)	56
Liite 3. Tehdasalueen pohjapiirustus (Sammuttimien sijainnit ja nosto-ovien merkinnät) (Salassa pidettävä)	57
Liite 4. Pölyn räjähdystekniset turvallisuusparametrit (The basics of dust-explosion protection. N.d.; Lehtonen 2018)	58
Liite 5. Sähkölaitteiden räjähdysuojaustasojen ja räjähdysuojaurakenteiden välinen yhteys (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 34-35)	59

Kuviot

Kuvio 1 Metsä Wood, Suolahden vaneritehtaiden tehdasalue ilmasta kuvattuna. (Salkojärvi M, n.d.)	8
Kuvio 2 Kehitysprojektin vaiheet (Hietikko 2015, 46-47)	10
Kuvio 3 Aineiston käsittely projektin aikana	14
Kuvio 4 Räjähdykskolmio (Basic concepts for explosion protection n.d., 3)	20
Kuvio 5 Pölyräjähdysvaarallisten tilojen kuvio-merkintä. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 18; Hakala 2018, 21)	22
Kuvio 6 Kaasuräjähdysvaarallisten tilojen kuvio-merkintä. (SFS-EN IEC 60079-10-1-2021, 31; Hakala 2018, 21)	23
Kuvio 7 Esimerkki Ex-laitteen merkinnän rakenteesta. (Useful information on ATEX n.d.)	25
Kuvio 8 Räjähdyksriskien arviointiprosessi (ATEX-starttipaketti 2017, 6; KOM 515 2003, 9)	34
Kuvio 9 Projektin vaiheet. (Hietikko 2015, 53)	40
Kuvio 10 Miten asiakirjojen sisältöä päivitettiin?	41
Kuvio 11 Kehitysprojektissa käytetyn revisiointimenetelmän eteneminen	42
Kuvio 12 Uudistettujen asiakirjojen historiatieto-taulukko	45
Kuvio 13 Tehdasalueen poistumistiet sekä yhteinen kokoontumispaikka. (Alkuperäinen kuva Salkojärvi M n.d.)	46

Kuvio 14 Esimerkki toimintojen kuvauksesta. (Hakkuritilan viereinen sähkötila).....	47
Kuvio 15 Esimerkki toimintojen kuvauksesta. (Havuvaneritehtaan purusuodin)	47
Kuvio 16 Syttymislähteiden määrittely räjähdys-suojausasiakirjoissa.	48

Taulukot

Taulukko 1 Laiteluokat ja niiden mukaan määräytyvä arviointimenettely (Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet - ATEX n.d.)	18
Taulukko 2 Taulukko räjähdysvaarallisia tiloja ja niiden laitteita koskevia standardeista.	19
Taulukko 3 Pöly-ilmaseoksen tilaluokat ja niiden määritelmät (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11;ATEX-starttipaketti 2017, 17)	21
Taulukko 4 Kaasu-ilmaseoksen tilaluokat ja niiden määritelmät. (SFS-EN IEC 60079-10-1:2021, 11; ATEX-starttipaketti 2017, 16).....	23
Taulukko 5 Mekaanisten laitteiden jakaminen laiteryhmiin. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)	26
Taulukko 6 Mekaanisten laitteiden ryhmän II alaryhmät. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)	26
Taulukko 7 Mekaanisten laitteiden ryhmän III alaryhmät. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)	26
Taulukko 8 Ryhmän II laitteiden jako lämpötilaluokkiin. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 23)	27
Taulukko 9 Mekaanisten laitteiden EPL-luokitukset. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 16)27	
Taulukko 10 Mekaanisten laitteiden räjähdys-suojausrakenteet ja niiden tunnukset. (SFS-EN ISO 80079-37:2016, 8-9; SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019)	28
Taulukko 11 Laiteryhmät, laiteluokat sekä niiden käyttökohteet ja suojauksen tasot. (Vatula M, 2017, 26; Direktiivi 2014/34/EU, Liite 1).....	29
Taulukko 12 Sähkölaitteiden ryhmän II alaryhmät. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 35)	29
Taulukko 13 Sähkölaitteiden ryhmän 3 alaryhmät. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 36)	29
Taulukko 14 Alaryhmien ja laitteiden yhteensopivuus. (Hakala 2018, 24; (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 36).....	30
Taulukko 15 Tilaluokkien ja laiteluokkien välinen yhteys laiteryhmän II laitteille. (ATEX-starttipaketti 2017)	30
Taulukko 16 Ryhmän II laitteiden lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 36)	31
Taulukko 17 Räjähdys-suojautasot tilaluokitusten mukaan. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 33)	31
Taulukko 18 Räjähdys-suojausasiakirjan laatimisen vaiheet (Räjähdys-suojausasiakirja 2012, 2)36	

Taulukko 19 Ohjeita räjähdysuojausasiakirjan laatimiseen. (Lehtonen 2018, 18-34)	37
Taulukko 20 Uudistettujen räjähdysuojausasiakirjojen sisältö.	44

Termit ja määritelmät

Lämpötilaluokka

Ex-laitteiden luokitus, joka perustuu niiden suurimpaan pintalämpötilaan suhteessa räjähdyskelpoiseen ilmaseokseen, jossa niitä on tarkoitus käyttää.

(SFS-EN IEC 60079-0:2019, 34.)

Räjähdyskelpoinen ilmaseos

Normaali-ilmanpaineessa esiintyvä palavien aineiden ja ilman seos, jossa palavina aineina voivat olla kaasut, höyryt, sumut tai pölyt ja jossa syttymisen jälkeen palaminen leviää koko palamattomaan seokseen.

(SFS-EN 13237:2012, 20.)

Räjähdysvaarallinen ilmaseos

Ilmaseos, joka voisi muuttua räjähdyskelpoiseksi paikallisista ja käyttöön liittyvistä olosuhteista johtuvista syistä.

(SFS-EN 13237:2012, 22.)

Räjähdysvaarallinen tila

Tila, jossa on tai saattaa olla palavaa pölyä pilvenä siinä määrin, että laitteiden rakenteelle, asennukselle ja käytölle on asetettava erityisvaatimuksia.

(SFS-EN 60079-10-2:2015, 10.)

Räjähdysvaarallisen tilan laite

Yleinen termi käytettäväksi kojeista, varusteista, laitteista, komponenteista ja vastaavista, joita käytetään räjähdysvaarallisen tilan sähköasennusten osana tai niihin liittyvinä.

(SFS-EN 60079-10-2:2015, 11)

Räjähdysuojusrakenne

Laitteen rakenteen sisältämät erityisratkaisut, joiden tavoitteena on estää laitetta ympäröivän räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttyminen.

(SFS-EN IEC 60079-0:2019, 34.)

Räjähdyssuojaustaso EPL

Laitekohtainen räjähdysuojaustaso, joka perustuu laitteen todennäköisyyteen muodostua syttymislähteeksi. EPL tasot käsittelevät erikseen pölyräjähdysvaaralliset-, kaasuräjähdysvaaralliset- ja kaivoskaasuräjähdysvaaralliset tilat.

(SFS-EN IEC 60079-0:2019, 26.)

1 Johdanto

1.1 Tausta

On työnantajan velvollisuus varmistaa, että työntekijöillä on terveellistä ja turvallista työskennellä työpaikalla. Yksi osa teollisuuden työpaikan turvallisuutta on räjähdysvaaran ennaltaehkäisy- ja arviointi. Työpaikalla saattaa olla tiloja ja alueita, joissa esiintyy räjähdyskelpoisia- ja räjähdysvaarallisia ilmaseoksia. Työnantajan vastuulle jää se, että tilassa tai alueella, jossa näitä ilmaseoksia esiintyy, on turvallista työskennellä. Työnantajalla on myös vastuu valvoa tilaa tai aluetta. Valvominen tapahtuu teknisten apuvälineiden avulla.

Räjähdysvaarallisia tiloja esiintyy usealla eri teollisuuden alalla. Hieman alasta riippuen, räjähdysvaaran voi aiheuttaa pölyt, kaasut, höyryt tai sumut. Tämä kehitystyö tehtiin toimeksiantajalle, jonka toimialoja ovat mekaaninen metsäteollisuus sekä energian tuotanto. Mekaanisen metsäteollisuuden alalla räjähdysvaaran aiheuttaa useimmiten suodattimiin ja siloihin kertyvät pölyt, joita muodostuu puun työstön sivutuotteena. Energian tuotannon toimialalla räjähdysvaaran aiheuttavia ilmiöitä ovat takatuli ja suodattimiin- ja siloihin kertyvät pölyt. (Räjähdysvaaralliset tilat n.d.)

Räjähdysvaaraa koskevista suojaustoimenpiteistä- ja ennaltaehkäisystä on laadittava dokumentti; räjähdysuojausasiakirja. Valtioneuvoston asetuksen (576/2003, 2§) mukaisesti räjähdysuojausasiakirja on laadittava kaikille työpaikoille, joissa esiintyy tai käsitellään palavia nesteitä, kaasuja tai pölyjä. Räjähdysuojausasiakirjan tavoitteena on koota yhteen tiedot sekä ohjeet, koskien työpaikalla käytettävistä tai muodostuvista räjähdysvaaraa aiheuttavista aineista, vaaratilanteiden arvioinneista, turvallisuustarkasteluista, tila- ja laiteluokituksista sekä kemikaalien turvallisesta hallinnasta ja käsittelystä.

Suomessa räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuutta valvovat palotarkastajat, työsuojeluviranomaiset ja Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES (ATEX-opas - Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015, 3).

1.2 Toimeksiantajan esittely

Tämä opinnäytetyö tuotettiin Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden tehdasalueelle. Tehdasalueella toimii Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaat (havu- ja koivuvaneritehtaat) sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitos. Metsä Wood on yksi osa metsäteollisuuskonsernia Metsä Groupia.

Metsä Group muodostuu Metsäliitto Osuuskunnasta, johon lukeutuvat Metsä Forest ja Metsä Wood sekä tytäryhtiöt Metsä Board, Metsä Fibre ja Metsä Tissue. Metsä Groupin emoyritys on Metsäliitto osuuskunta, johon kuuluu yli 100 000 metsänomistajaa. Metsä Groupin työllisti vuonna 2019 noin 9200 henkeä. (Metsästä maailmalle n.d.)

Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaat sijaitsevat Keitelelen rannalla Suolahdessa, Äänekosken kunnan alueella. Vaneritehtaat työllistävät yhteensä noin 400 henkeä. Vaneritehtaat tuottavat havuvaneria sekä koivuvaneria. Vaneria tuotetaan asiakkaille, jotka toimivat jakelun, teollisuuden ja rakentamisen toimialoilla.



Kuvio 1 Metsä Wood, Suolahden vaneritehtaiden tehdasalue ilmasta kuvattuna. (Salkojärvi M, n.d.)

Metsästä saa raaka-aineen lisäksi valtavasti uusiutuvaa energiaa. Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden kanssa samalla tehdasalueella toimii Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitos. Voimalaitos tuottaa Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden käyttöön prosessihöyryä-, sähköä- ja lämpöä. Lisäksi voimalaitos tuottaa Suolahden alueelle kaukolämpöä sekä sähköä sähköverkkoon. (Huhtanen 2016, 7; Liukko 2020, 5)

Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitoksella on kolme erillistä kattilaa; arinakattila, kiertopetikatila sekä öljykattila. Voimalaitoksen polttoaineesta lähes kaikki (n. 99 %) koostuu vaneritehtailta tulevista puunkuorista, sahanpurusta, hiontapölystä, liimaisesta puuaineesta, uittoaltaan lietteestä ja vioittuneista tai huonoksi menneistä vanereista. Pieni osa käytettävästä polttoaineesta koostuu kevyestä polttoöljystä. Kevyttä polttoöljyä käytetään kattiloiden käynnistyspolttimissa sekä öljykattilassa. Voimalaitoksen öljykattilaa hyödynnetään kulutuksen huipulla sekä varakattilana. (Huhtanen 2016, 7–8; Liukko 2020; 5.)

2 Tavoitteet ja rajaus

2.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Metsä Wood, Suolahden vaneritehtaat. Tehdasalueella toimii Metsä Woodin havu- ja koivuvaneritehtaat sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitos. Havu- ja koivuvaneritehtaan kunnossapidosta vastaa Quant Service Oy, joka vastaa mekaanisesta- ja sähkökunnossapidosta. Toimeksiantajan toiveiden mukaisesti tavoitteena oli tuottaa uudistetut räjähdysuojasiasiakirjat havuvaneritehtaalte, koivuvaneritehtaalte sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle.

Toimeksiantajalla on olemassa olevat räjähdysuojasiasiakirjat, mutta ne on todettu epäselviksi sekä niiden käytännönläheisyys ei ole tarpeeksi korkealla tasolla. Tämä opinnäytetyö toimi kehitystyönä, jonka tavoitteena oli tuottaa koko tehdasalueelle uudistetut räjähdysuojasiasiakirjat, jotka palvelevat tuotannon ja kunnossapidon henkilöstöä yksiselitteisesti sekä tehokkaasti.

Toimeksiantajan esittämä toive oli, että asiakirjat olisivat selkeitä ja yksiselitteisiä dokumentteja, joista selviäisi kaikki oleellinen tieto koskien räjähdysvaarallisia tiloja- ja niiden laitteita. Toiveena oli myös, että asiakirjojen sisällössä otettaisiin huomioon kunnossapito räjähdysvaarallisissa tiloissa- ja räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden parissa. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakirjojen sisältöön tuodaan mukaan selkeät ohjeet sähkö- ja mekaanisten laitteiden laitevalinnoille. Tavoitteena oli myös tutkia asiakirjojen sisältöä, karsia vanhentuneet tiedot ja päivittää ne.

Olenneisimmat kysymykset koskien opinnäytetyötä olivat:

- Millainen on hyvä räjähdysuojasiasiakirja?
- Mitä tietoa räjähdysuojasiasiakirjoihin on sisällytettävä?

2.2 Työn rajaus

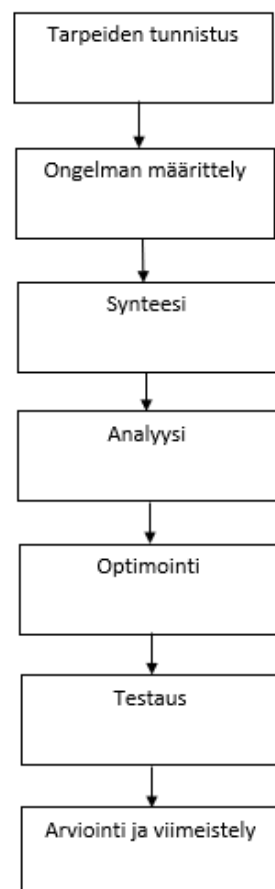
Opinnäytetyö rajattiin koskemaan Suolahden vaneritehtaiden tehdasaluetta ja uudistettujen räjähdysuojasiasiakirjojen laatimista. Tehdasalueeseen kuuluu Metsä Woodin havu- ja koivuvaneritehtaat sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitos. Työ rajautuu kehitystyöhön ja mahdollisten investointien suunnittelu ja budjetointi koskien räjähdysvaarallisia tiloja- ja niiden laitteita jätettiin tämän työn ulkopuolelle.

3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tämä opinnäytetyö voitiin luokitella projektiksi, jonka tarkoituksena oli kehittää jo olemassa olevaa tuotetta. Tällainen projekti tunnetaan myös nimellä kehitysprojekti. Kehitysprojekti on hyvin samantapainen kuin muutkin projektit, sillä on reunaehdot ja suunnitelma. Kuten muissakin projekteissa, kehitysprojektin kokonaisuuteen kuuluvat ohjaus, johto, katselmoinnit sekä palaverit (Hietikko 2015, 50).

Kehitysprojekti alkaa tarpeiden- tai kehittämiskohteen tunnistamisella. Tässä kohtaa on myös tarpeen ymmärtää kehityskohteeseen liittyvät tekijät (Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. 2015, 23). Kehityskohteessa on havaittu osa-alue, johon halutaan parannuksia tai uudistuksia. Tämän projektin tapauksessa toimeksiantaja on havainnut omassa tuotteessaan puutteen, johon kaivataan parannusta.

Usein kehitystyötä kuvataan prosessina, joka on jaettu eri vaiheisiin. Prosessi on jaettu vaiheisiin sen takia, koska kehittäminen on aikaa vievää ja tämä aikaa vievä osuus koostuu usein selkeistä vaiheista, jotka voidaan jakaa osiin. (Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. 2015, 22–23.) Vaiheet voivat vaihdella eri projektien välillä, mutta hyvin usein projekteista on havaittavissa selkeät samat pääkohdat. Hietikon (2015, 46–47) mukaan paljon käytetty tuotekehityksen prosessimalli sisältää seuraavat vaiheet:



Kuvio 2 Kehitysprojektin vaiheet (Hietikko 2015, 46-47)

Ongelman määrittelyssä selvitetään, miltä osin ongelmaa lähdetään ratkomaan sekä millainen lopputuloksen halutaan olevan. Tässä vaiheessa määritellään siis pitkälti tavoitteet ja erilaiset spesifikaatiot. Tässä projektissa toimeksiantaja oli jo ennalta määritellyt paljon haluttuja tavoitteita ja toiveita. Tavoitteet ja toiveet eivät olleet kuitenkaan kiveen hakattuja, vaan uusia tavoitteita tuotiin esille myös projektin aikana.

Synteesivaihe sisältää ns. luovan työn vaiheen. Olennaista tässä vaiheessa on ideoiden generointi ja niiden yhdisteleminen, jotta saadaan toimiva konsepti.

Analyysivaiheessa sovelletaan teknistä tietoa ja osaamista. Tekninen tieto voi liittyä esimerkiksi termodynamiikkaan tai materiaalitekniikkaan. Teknisen tiedon avulla pyritään analysoimaan konsepti, jotta saataisiin tarkka kuva konseptin luotettavuudesta ja toimintakyvystä. Mikäli analyysivaiheessa törmätään ongelmiin, voidaan joutua palaamaan takaisin synteesivaiheeseen.

Optimointivaiheessa toteutetaan detaljisuunnittelua, jonka avulla tuote saadaan viimeistelyä lopulliseen muotoonsa, jonka jälkeen voidaan siirtyä testausvaiheeseen. Testausvaiheessa tuotteesta pitäisi olla jonkin näköinen luonnos tai prototyyppi. Luonnoksen tai prototyypin ei tarvitse aina olla identtinen lopullisen tuotteen kanssa. Testausvaiheen tärkeimpänä tavoitteena voidaan pitää sitä, että varmistutaan tuotteen toimivuudesta sekä tuotteen valmistuksen kilpailukykyisistä kustannuksista.

Lopuksi suoritettavassa arviointi ja viimeistelyvaiheessa tapahtuu lopputuloksen kriittinen tarkastelu. Lopuksi myös tarkastellaan sitä, miten lopputulos vastaa ensimmäisessä vaiheessa esitettyyn tarpeeseen. (Hietikko 2015, 46–47)

3.1 Laadullinen- eli kvalitatiivinen tutkimus

Opinnäytetyön aineisto on kerätty laadullisen- eli kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeräämismenetelmien avulla. Laadullinen- eli kvalitatiivinen tutkimus pyrkii ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä. Eskolan (1998) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen tutkijalla on erilainen asema tutkimukseen liittyen kuin kvantitatiivisen tutkimuksen tutkijalla. Laadullisen tutkimuksen avulla halutaan vastauksia kysymykseen: ”Mistä tässä on kyse?”. Laadullinen tutkimus pyrkii saavuttamaan tuloksia käyttämällä sanoja ja lauseita, kun taas laadullisen tutkimuksen vastakohtana nähtävä määrällinen tutkimus perustuu enemmän lukuihin ja tilastoihin. (Kananen 2014, 16; Kananen 2015, 34)

Laadullista tutkimusta käytetään usein silloin, kun tutkittavaa aihetta ei tunneta minkään selittävän teorian kautta (Kananen 2014, 16). Laadullisessa tutkimuksessa tutkimussuunnitelma voi muuttua tutkimuksen edetessä. Lisäksi tutkimukseen liittyvät kysymykset voivat muuttua tutkimuksen aikana. Tärkeää on kuitenkin se, että alussa löydetään ja esitetään olennaisimmat tutkimuskysymykset.

Laadullisessa tutkimuksessa aineistonkeruumenetelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: olemassa oleviin aineistoihin sekä aineistoon, mikä on kerätty varta vasten kyseistä tutkimusta varten. Laadullisen tutkimuksen olennaisimmat aineistonkeruumenetelmät ovat:

- Haastattelut
- Havainnointi
- Valmiit aineistot ja dokumentit
- Videot, kuvat, tekstit yms.

(Järvenpää 2006, 13; Kananen 2015, 76)

3.2 Kehittämistutkimus

Yrity maailmassa parannellaan ja kehitellään jatkuvasti olemassa olevia tuotteita, toimintoja, palveluita sekä prosesseja. Kehittämistutkimuksessa yhdistetään kehittäminen ja tutkimus. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on saada muutos aikaan. Kehitystyön ja tutkimuksen yhdistämistä voidaan kuvata syklisellä prosessilla. Syklinen prosessi voidaan jakaa vaiheisiin, joita ovat ongelman kuvaus ja tunnistus, toimenpide-ehdotuksen rakentaminen ja tuloksen toteuttaminen. Kehittämistutkimus nähdään monimenetelmäisenä tutkimusotteena, jossa voidaan yhdistellä kvalitatiivisen (laadullisen)- ja kvantitatiivisen (määrällisen) tutkimuksen tutkimusmenetelmiä (Kananen 2015, 33).

Tämän työn tapauksessa kartoitettiin olemassa olevien asiakirjojen ongelmakohdat, joita lähdettiin muokkaamaan ja parantamaan laadullisen tutkimuksen avulla.

3.3 Aineisto

3.3.1 Aineiston hankintamenetelmät

Aineiston keräämisessä hyödynnettiin laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Tärkeimmät laadullisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmät ovat haastattelut, havainnoinnit, valmiit aineistot ja dokumentit sekä videot, kuvat ja tekstit. (Kananen 2015, 76)

Tässä työssä pääasiallisena aineistona toimii valmiit aineistot, eli tässä tapauksessa olemassa olevat räjähdysuojasasiakirjat. Valmiit aineistot toimivat pohjana kehitystyölle; vanhoissa asiakirjoissa oli paljon hyvää ajan tasalla olevaa materiaalia, jota voitiin hyödyntää uudistetuissa asiakirjoissa. Lisäksi standardeista, laeista sekä asetuksista saatiin hyvää aineistoa asiakirjoihin, esimerkiksi laitevalintoja koskien. Standardien, lakien ja asetusten avulla voitiin vahvistaa osan aineiston todenperäisyys.

Haastattelujen avulla voitiin kerätä aineistoa eri ihmisiltä. Tätä kautta saatiin mukaan erilaisia mielipiteitä, joita yhdistelemällä saatiin kasattua tavoitteiden ja toiveiden mukainen lopputuote. Haastattelujen kautta rakennettiin erityisesti asiakirjojen kunnossapidon osiota.

Havainnointi toimi yhtenä aineistonhankintamenetelmänä. Toimeksiantajan esittämän toiveen mukaisesti opinnäytetyön tekijä toisi oman näkökulmansa uudistettuihin räjähdysuojausasiakirjoihin, mikä oli mahdollista tehdasalueen tarkastelulla ja havainnoinnilla. Havainnoinnin kohteina olivat havu- ja koivuvaneritehtaiden sekä voimalaitoksen toimitilat, prosessit sekä erilaiset kohteet liittyen räjähdysuojaukseen.

3.3.2 Aineiston analyysi

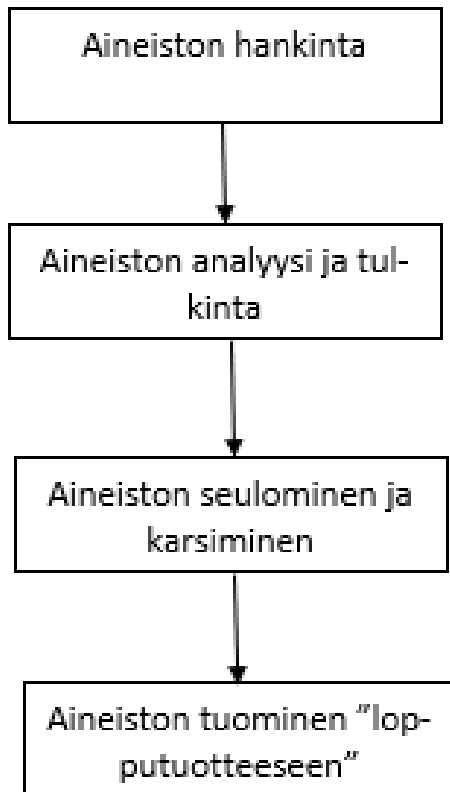
Laadullisen tutkimuksen tapauksessa, pienet aineistokokonaisuudet on mahdollista analysoida niin, että niitä tarkastellaan useamman kerran, ja tätä kautta saada tietoon se, mitä ne haluavat viestiä. Mikäli analysoidaan laajaa aineistoa, on syytä hyödyntää litterointia, jossa esimerkiksi äänitteet tai videot puretaan tekstimuotoon. (Kananen 2015, 88)

Aineiston analysointi tapahtui tutkimalla kerättyä aineistoa ja suunnittelemalla, mitä saadusta aineistosta on järkevää hyödyntää uudistetuissa asiakirjoissa. Aineiston ja tuotetun materiaalin todenmukaisuus sekä luotettavuus varmistettiin aiempien tutkimuksien avulla sekä luetuttamalla sitä toimeksiantajan asiantuntijoilla, jotka osasivat vahvistaa aineiston ja tuotetun materiaalin todenmukaisuuden. Kuvio 3 esittää aineiston analysoinnin vaiheet projektin aikana.

Valmiiden materiaalien analysointi tapahtui pitkälti tutkimalla ja havainnoimalla. Mikäli aineistossa oli selkeitä asiavirheitä, vanhentunutta tietoa tai muuta sellaista materiaalia, joka ei sovellu asiakirjaan, sitä lähdettiin tutkimaan ja sille tehtiin tarvittavat toimenpiteet. Vanhojen asiakirjojen tutkimisessa avusti toimeksiantajan edustajat, jotka osasivat vahvistaa tietojen todenmukaisuuden.

Haastattelujen kautta saadun aineiston analysoinnissa tärkeintä oli saada ne tärkeimmät tiedot kiinni, joita haastatellut halusivat tuoda esille. Haastateltavia henkilöitä ei ollut kovinkaan montaa, joten haastattelujen kautta saadun aineiston analyysistä oli melko helppo muodostaa yksi kokonaisuus. On hyvä muistaa, että haastattelujen kautta saatuun aineistoon on suhtauduttava tietyllä tapaa kriittisesti, sillä ihmisillä saattaa olla erilaisia mielipiteitä. Lisäksi jokin tietty tapa toimia voi parantaa tiettyä osa-aluetta ja toisinaan huonontaa tiettyä osa-aluetta.

Yhtenä aineistonhankintamenetelmänä toimi havainnointi, jonka pohjalta tehtiin muistiinpanoja. Muistiinpanoja analysoitiin tutkimalla niitä ja vertaamalla niitä aiempiin tutkimuksiin. Muistiinpanot tuotiin uudistettuihin asiakirjoihin muutoksina, jotka vahvistettiin toimeksiantajan asiantuntijoilla.



Kuvio 3 Aineiston käsittely projektin aikana.

4 ATEX-lainsäädäntö, direktiivit ja standardit

ATEX-lainsäädännön, direktiivien ja standardien tavoitteena on muodostaa EU-jäsenmaiden välille yhteinen toimintalinja koskien räjähdysvaarallisia tiloja- ja niiden laitteita. Kun laitevalmistajat ja työpaikat noudattavat annettuja direktiivejä ja standardeja, voidaan räjähdysvaarallisten tilojen- ja laitteiden turvallisuus taata korkealle tasolle. Luonnollisesti tämän seurauksena myös ihmisten, eläinten ja omaisuuden turvallisuus kasvaa.

4.1 ATEX-direktiivit

Direktiivien tarkoituksena ei ole suoraan velvoittaa EU-jäsenmaita toimimaan jollakin tavoin, vaan niiden tarkoituksena on enemmänkin ohjata kansallista lainsäädäntöä. Tällä tavoin voidaan yhtenäistää jäsenmaiden lainsäädäntöä. EU-direktiivien tavoitteet on sisällytettävä kansalliseen lainsäädäntöön jossakin tietyssä ajassa. (Vatula 2017, 6)

Yksi tärkeä ohjaava tekijä koskien räjähdysvaarallisten tilojen- ja niiden laitteiden suunnittelua-, rakentamista ja käyttöä ovat direktiivit. ATEX-direktiivien tavoitteena on ohjata kansallista lainsäädäntöä niin, että direktiivin sisältö tulisi osaksi kansallista lainsäädäntöä, suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä sekä mahdollistaa räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden (Ex-laitteiden) vapaa kauppa. ATEX-direktiivejä on kaksi kappaletta:

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY (Työolosuhdedirektiivi)
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/34/EU (Laitedirektiivi)

ATEX-laitedirektiivi paneutuu nimensä mukaisesti räjähdysvaarallisten tilojen laitteisiin, kun taas ATEX-työolosuhdedirektiivi käsittelee räjähdysvaarallisten tilojen olosuhteita (ATEX-opas – Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015, 4).

4.1.1 ATEX-laitedirektiivi

ATEX-laitedirektiivin tavoite on huolehtia, että markkinoilla olevien ja käyttöönotettujen tuotteiden turvallisuus on riittävän korkealla tasolla. Tuotteiden on oltava turvallisia ihmisille, omaisuudelle ja kotieläimille.

Laitedirektiivi astui voimaan 1.9.2003. Direktiivin astuminen voimaan tarkoitti käytännössä sitä, että Ex-tiloihin tarkoitettuja laitteita ja järjestelmiä voidaan valmistaa ja myydä vain, jos ne täyttävät ATEX-laitedirektiivin velvoittamat vaatimukset. (ATEX-luokitukset n.d.)

ATEX-laitedirektiiviä (2014/34/EU) sovelletaan laitteisiin, suojausjärjestelmiin sekä komponentteihin, jotka ovat tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisissa tiloissa. Laitedirektiiviä ei sovelleta lääkinnällisiin laitteisiin, kulkuneuvoihin, merialuksiin, henkilösuojaimeihin, laitteisiin tai suojausjärjestelmiin, joissa räjähdysvaara perustuu räjähtävään tai muuten epävakaaseen aineeseen, kotona tai ei-kaupallisessa ympäristössä käytettäviin laitteisiin, kun räjähdysvaarallinen tila muodostuu harvoin eikä yksinkertaisestiin laitteisiin, joiden ainoa potentiaalinen syttymislähde on prosessista aiheutuva staattinen sähkö. (Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet – ATEX n.d.)

4.1.2 ATEX-työolosuhdedirektiivi

ATEX-työolosuhdedirektiivi (1999/92/EY) koskettaa sellaisia työpaikkoja ja tuotantolaitoksia, joissa räjähdysvaaran syntyminen on mahdollista syttyvien kaasujen, nesteiden tai pölyjen johdosta.

ATEX-työolosuhdedirektiivi asetettiin voimaan valtioneuvoston asetuksella 576/2003. Se on koskenut voimaantulopäivämäärästään lähtien uusia räjähdysvaarallisia tiloja sekä vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. Jo käytössä olevien tilojen ja työpaikkojen tuli ottaa asetuksen asettamat vaatimukset voimaan 30.6.2006 mennessä. (A 576/2003, 11§; ATEX-opas - Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015, 4)

Työolosuhdedirektiivi antaa veloitteita työnantajalle: työnantajan on varmistettava työyhteisön turvallisuus; työ on voitava tehdä turvallisesti sellaisessa tilassa, jossa voi syntyä räjähdyskelpoisia

ilmaseoksia ja tilassa, jossa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia voi syntyä, on oltava asianmukainen valvonta. Valvonta tapahtuu teknisten apuvälineiden avulla.

Direktiivi velvoittaa työnantajaa myös toteuttamaan teknisiä ja hallinnollisia toimenpiteitä räjähdysvaaran pienentämiseksi ja poistamiseksi, huolehtimaan että räjähdysuojasiakirja on ajan tasalla, huolehtimaan että työntekijät, jotka altistuvat räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle saavat tarpeeksi hyvän koulutuksen ja huolehtimaan että tiloissa, joissa esiintyy räjähdyskelpoisia ilmaseoksia, käytettävät työvälineet ovat direktiivin asettamien vaatimusten mukaisia. (Direktiivi 1999/92/EY)

4.2 Laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuus

Ennen kuin laite saatetaan markkinoille, valmistajan on varmistettava, että laite on suunniteltu ja valmistettu niin, että se täyttää olennaisimmat terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuudesta asettaa laitteille vaatimuksia terveyteen ja turvallisuuteen liittyen:

- Tuote on suunniteltava ja valmistettava siten, että sen aiheuttama vaara olisi mahdollisimman pieni normaaleissa käyttöolosuhteissa.
- Tuotteen on oltava sopiva käyttötarkoitukseensa. Tuotteen on toimittava oikein suunnitellussa käyttötarkoituksessa.
- Tuote on varustettava turvallisen käytön edellyttämällä merkinnöillä.
- Tuotteen mukana on tultava ohjeet, jotka ohjaavat turvalliseen käyttöönottoon ja käyttöön.

(L 16.12.2016/1139, 6§)

Laite- ja komponenttivalmistajien on laadittava EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus, joka on asiakirja, jonka avulla valmistaja vakuuttaa, että valmistettu tuote on vaatimusten mukainen, ja jonka avulla voidaan todeta laitteen täyttävän siltä vaadittavat vaatimukset. EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on oltava lueteltuna kaikki ne direktiivit ja asetukset, jotka valmistettu laite täyttää. (EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus n.d.)

Kun valmistaja laatii ja allekirjoittaa EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen, ottaa se samalla vastuun siitä, että laite on varmasti direktiivien- ja standardien asettamien vaatimusten mukainen. Mikäli valmistaja tulee EU-alueen ulkopuolelta, maahantuojasta vastaa laitteen turvallisuudesta, ja samalla siitä, että laite täyttää Euroopan unionin asettamat direktiivit ja standardit. EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutukseen on sisällytettävä seuraavia tietoja:

- Tuotteen tunnistenumero
- Valmistaja ja osoite
- EU:n alueelle sijoittautuneen valtuutetun edustajan nimi ja osoite
- Lause, jossa on kerrottu, että EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus on annettu valmistajan yksinomaisella vastuulla
- Tuotteen kuvaus ja tunnistetiedot
- Viittaukset sovellettuun EU-lainsäädäntöön
- Tarkat viittaukset asiaankuuluviin standardeihin, joita on hyödynnetty
- Ilmoitetun laitoksen nimi ja numero sekä ilmoitetun laitoksen antama todistus tai päätös
- EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen antamispäivämäärä
- Henkilön tunnistetiedot ja allekirjoitus, jolla on valtuudet edustaa valmistajaa tai tämän valtuutettua edustajaa

(EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus n.d.)

EU-vaatimuksenmukaisuus on laadittava henkilösuojaimille, hisseille, koneille, leluille, mittauslaitteille, painelaitteille, pelastustoimen laitteille, räjähteille ja ilotulitteille sekä sähkölaitteille.

Mikäli laite tuodaan EU-alueen ulkopuolelta, maahantuojan vastuulle jää se, että tuotteesta on annettu vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Asiakirja on käännettävä sen maan kielelle, jossa tuotetta myydään. (Tekniset asiakirjat ja EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus 2021)

Laitevalmistajalla on useita tärkeitä vastuita ja velvollisuuksia, kun se on suunnittelemassa tai valmistamassa tuotetta. Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuudesta määrittelee laitevalmistajille seuraavat velvollisuudet:

- Valmistajan on varmistuttava siitä, että laite on suunniteltu ja valmistettu olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Määritelty 16.12.2016/1139 6§
- Valmistajan on tehtävä tuotteelle vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettelyt. Arvioinnissa tulee käyttää ilmoitettua laitosta, mikäli arviointimenettelyt sitä vaativat.
- Valmistajan on laadittava tuotteelle tekniset asiakirjat, joilla voidaan osoittaa tuotteen vaatimuksenmukaisuus.
- Tuotteelle on laadittava EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus ja tuotteeseen kiinnitetään tämän jälkeen CE-merkintä. Määritelty 16.12.2016/1139 11§
- Tuotteen mukana on oltava jäljennös EU-vaatimuksenmukaisuudesta tai komponenttien osalta vaatimuksenmukaisuusvakuutuksesta.
- Tekniset asiakirjat ja EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus tai vaatimuksenmukaisuusvakuutus on oltava säilytettynä kymmenen vuoden ajan. Tämä on valmistajan vastuulla.

(L 16.12.2016/1139, 9§)

Ex-laitteiden suunnittelijan on sovellettava erilaisia vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettelyjä. Vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa käytetään apuna moduuleita. Moduulit sisältävät menettelyjä, jotka voidaan jakaa vaatimusten mukaisesti vähiten tiukoista tiukimpiin. Menettelyt suhteutetaan kyseiseen riskitasoon ja haluttuun turvallisuustasoon. Moduulit on esitetty taulukossa 2.

(Direktiivi 2014/34/EU)

Taulukko 1 Laiteluokat ja niiden mukaan määräytyvä arviointimenettely (Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet - ATEX n.d.)

Laiteluokka	Vaativuuden mukaisuuden arviointimenettely
1, M1 ja suojausjärjestelmät	EU-tyyppitarkastus, moduuli B+ <ul style="list-style-type: none"> • Tuotantoprosessin laadunvarmistus, moduuli D • Tuotekohtainen tarkastus, moduuli F Yksikkökohtainen tarkastus, moduuli D
2, M2 ja sähkölaitteet ja polttomoottorit	EU-tyyppitarkastus, moduuli B + <ul style="list-style-type: none"> • sisäinen tuotannonvalvonta ja valvottu tuotetestaus, moduuli C1 • tuotteiden laadunvarmistus, moduuli E Yksikkökohtainen tarkastus, moduuli G
Muut laitteet	Sisäinen tuotannonvalvonta, moduuli A + asiakirjat ilmoitetulle laitokselle Yksikkökohtainen tarkastus, moduuli G
3	Sisäinen tuotannonvalvonta, moduuli A Yksikkökohtainen tarkastus, moduuli G

4.3 Standardit

Standardeilla ovat yhteisesti hyväksytyjä käsitteitä, menetelmiä ja määritelmiä, siitä miten jokin asia kannattaa tai pitää tehdä. Standardeja noudattamalla voidaan nopeuttaa työtä, vähentää virheitä sekä saada parempia tuloksia aikaan. Standardit parantavat tuotteiden laatua, turvallisuutta ja yhteensopivuutta. Standardien avulla voidaan siis varmistua, että haluttu asia tai toimenpide saadaan tehtyä ikään kuin oikein. (Mitä standardi tarkoittaa? n.d.; Standardeista n.d.)

Suunnittelijat käyttävät työkaluinaan standardeja. Standardien ansiosta tuotteet, palvelut ja menetelmät sopivat juuri siihen käyttötarkoitukseen mihin ne on suunniteltu. Standardeja noudattamalla suunnittelija voi varmistua siitä, että laitteelle asetetut vaatimukset saadaan täytettyä. Standardi määräytyy luonnollisesti suunniteltavan kohteen mukaisesti. (Vatula 2017, 8)

Ex-tiloille- ja laitteille on laadittu omat standardit. Näiden standardien avulla räjähdysvaarallisia tiloja suunnittelevat ja rakentavat tahot voivat varmistua siitä, että tilat ja laitteet suunnitellaan ja valmistetaan oikein. Standardit sisältävät myös paljon tietoa esimerkiksi laitteiden valintaan ja asennukseen liittyen, mikä on hyödyksi kunnossapidon- ja tuotannon henkilöstölle.

Standardeihin tehdään muutoksia, niitä kumotaan ja uusia standardeja tuodaan esille. Esimerkiksi tätä opinnäytetyötä tehdessä sähkösaattojen yleisiä- ja testausvaatimuksia koskeva standardi SFS-EN 60079-30-1 esiintyi kumottuna standardina.

Räjähdyksvaarallisia tiloja, laitteita ja erilaisia asennuksia koskevat standardit on esitetty taulukossa 3. Taulukkoon kerätyt standardit on haettu SFS-Online-palvelun kautta.

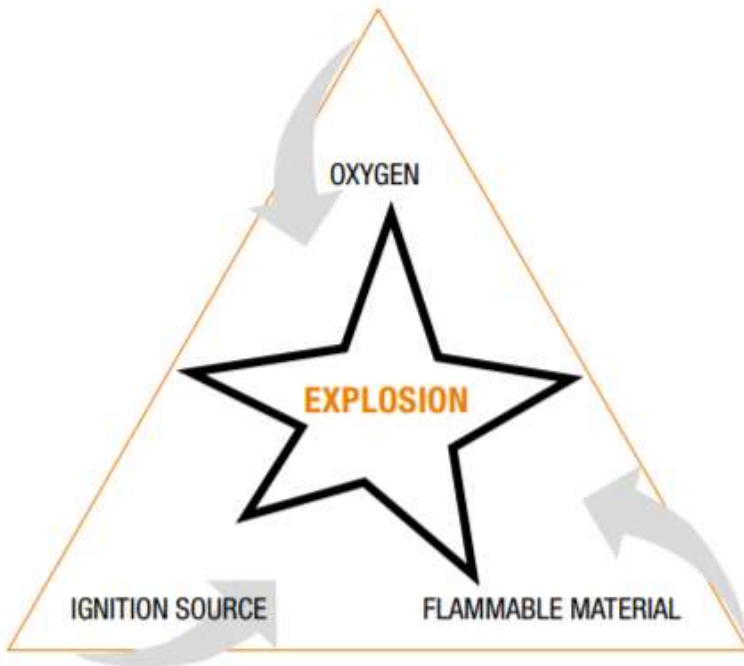
Taulukko 2 Taulukko räjähdysvaarallisia tiloja ja niiden laitteita koskevia standardeista.

Tunnus	Standardin numero	Standardin aihealue	Vahvistettu
SFS-EN	1127-1	Räjähdysvaaralliset tilat. Räjähdysten esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät	23.8.2019
SFS-EN	13237	Räjähdysvaaralliset tilat. Räjähdysvaarallissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termejä ja määritelmiä	10.12.2012
SFS-EN	60079-0 + A11	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleisvaatimukset.	26.4.2019
SFS-EN	60079-10-2:2015	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pölyräjähdysvaaralliset tilat.	10.8.2015
SFS-EN IEC	60079-10-1:2021	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-1: Tilaluokitus. Kaasuräjähdysvaaralliset tilat	19.2.2021
SFS-EN	60079-14:2015 + AC2016	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen.	27.4.2015
SFS-EN	60079-17:2014	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito.	16.6.2014
SFS-EN	60079-19:2019	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 19: Laitteiden korjaus, huolto ja paikkaus.	20.12.2019
SFS-EN	60079-30-2:2017	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 30-2: Sähkösaatot. Soveltamisohjeita suunnitteluun, asentamiseen ja kunnossapitoon.	4.8.2017
SFS-EN ISO/IEC	80079-34:2020	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 34: Laatujohtojärjestelmien soveltaminen laitevalmistuksessa	3.4.2020
SFS-EN ISO	80079-36:2016 + AC:2019	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset	15.4.2016
SFS-EN ISO	80079-37:2016	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 37: Räjähdysvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Muut kuin sähköiset suojaustyyppit. Suojaus rakenteellisella turvallisuudella "c", suojaus syttymislähteiden valvonnalla "b", suojaus nesteeseen upottamalla "k"	15.4.2016

5 ATEX-lainsäädäntö työpaikalla

5.1 Räjähdyksvaaran aiheuttavat aineet

Räjähdyksen mahdollisuus kasvaa silloin kun normaalin ilmanpaineen alaisuudessa esiintyy palavaa ainetta, ilmaa sekä syttymislähde. (Basic concepts for explosion protection n.d., 3)



Kuvio 4 Räjähdykskolmio (Basic concepts for explosion protection n.d., 3)

Kun palava aine ja normaalipaineinen ilma muodostavat keskenään seoksen, voi muodostua ilma-seos, jota kutsutaan räjähdyskelpoiseksi ilmaseokseksi. Ilmaseoksesta muodostuu räjähdysvaarallinen silloin, kun ympäristö mahdollistaa seoksen syttymisen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ympäristössä missä on räjähdyskelpoinen ilmaseos, on myös syttymislähde. Räjähdyks voi tapahtua silloin, kun räjähdyskelpoinen ilmaseos (palava aine + ilma) pääsee kosketuksiin syttymislähteen kanssa. Mekaanisen metsäteollisuuden alalla syntyy paljon puupölyä, joka voi aiheuttaa esimerkiksi suodattimissa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia. Energian tuotannon puolella räjähdyskelpoisen ilmaseoksen voi aiheuttaa esimerkiksi hiilipöly. (KOM 515 2003, 3)

Palavalla aineella tarkoitetaan tämän kehitystyön tapauksessa kaasua, sumua, höyryä tai pölyä. Palaville aineille on annettu viralliset määritelmät:

- Palava neste on nestemäinen kemikaali, jonka leimahduspiste on max. 100 °C.
- Palavalla kaasulla on syttymisalue ilman kanssa 20 °C lämpötilassa, kun ollaan normaalipaineisella alueella.
- Palavat pölyt ovat peräisin palavista aineista kuten hiilestä, puusta, alumiinista, sokerista, jauhoista tai viljasta. Materiaalin on oltava hienojakoista, jotta räjähtävä seos voi muodostua.

(A 682/1990, 4§; ATEX-starttipaketti 2017)

5.2 Tilaluokitus

Räjähdyksvaarallisille tiloille on tehtävä tilaluokitus, jonka tarkoituksena on nimensä mukaisesti luokitella jokin ympäristö tai tila. Tilaluokituksen perusteella tilaan on mahdollista tuoda vain niitä laitteita, jotka täyttävät tilaluokan asettamat turvallisuusvaatimukset. Standardeja, esimerkkejä sekä erilaisia laskentamenetelmiä hyödynnetään tilaluokituksen teossa. Pölyräjähdysvaarallisten tilojen luokituksessa käytetään apuna standardia SFS-EN 60079-10-2 ja kaasuräjähdyksvaarallisissa tilojen tapauksissa standardia SFS-EN 60079-10-1. (ATEX-starttipaketti 2017, 15)

Tilaluokituksia tehdessä, on hyvä muistaa, että on otettava huomioon myös ilmanvaihto ja tuuli. Ilmanvaihto tai tuuli voivat aiheuttaa esimerkiksi pölykerroksen nousun ilmaan. Toisaalta ilmanvaihdolla voidaan myös vähentää tilan riskiä. Tästä lisää kohdassa 5.3.

Pölyräjähdysvaaralliset tilat

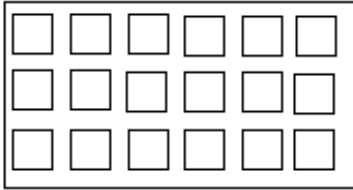
Pölyt muodostavat räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen, kun ilmaseoksen pitoisuus on räjähdysalueella. Mikäli törmätään tilanteeseen, missä esimerkiksi suuri pölypilvi pölähtää ilmaan, sen pitoisuus voi olla korkea, mutta pitoisuus ei välttämättä ole räjähdysalueella. Kun pöly laskeutuu, myös pitoisuus voi laskea, mahdollisesti räjähdysalueelle, mikä aiheuttaa vaaratilanteen. Pölyn räjähdystekniset parametrit-aulukko on esitetty liitteessä 6. (The basics of dust-explosion protection. N.d, 7.; Lehtonen 2018, 26).

Pölyräjähdysvaaralliset tilat jaetaan tilaluokkiin 0, 21 ja 22. Tilaluokitus määräytyy sen mukaan, miten usein räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy tarkasteltavassa tilassa. Tilaluokka 20 tarkoittaa tilaa, jossa seos esiintyy lähes jatkuvasti. Tilaluokka 21 määritellään tilaksi, jossa seos esiintyy satunnaisesti. Tilaluokassa 22 ilmaseos esiintyy harvoin ja lyhyitä aikoja. Tilaluokitus voidaan esittää myös kuvana tai kuviona. Tilaluokat ja niiden määritelmät on esitetty taulukossa 3 ja kuviossa 4. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11)

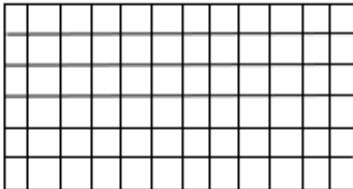
Taulukko 3 Pöly-ilmaseoksen tilaluokat ja niiden määritelmät (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11;ATEX-starttipaketti 2017, 17)

Tilaluokka	Määritelmä
20	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + palava pöly) esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti ja usein.
21	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + palava pöly) esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
22	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + palava pöly) esiintyy normaaliloissa epätodennäköisesti ja sen esiintyminen kestää vain lyhyen ajan.

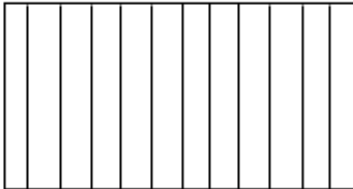
Tilaluokka 20:



Tilaluokka 21:



Tilaluokka 22:



Kuvio 5 Pölyräjähdysvaarallisten tilojen kuvio-merkintä. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 18; Hakala 2018, 21)

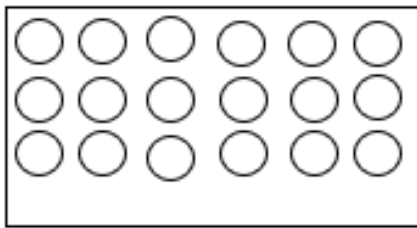
Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat

Kaasuräjähdyksvaarallisissa tiloissa räjähdysvaarallisen ilmaseoksen on muodostanut kaasu ja ilma. Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat jaetaan tilaluokkiin 0, 1 ja 2. Tilaluokkien ilmaisemisessa voidaan käyttää myös piirustusmerkintöjä. (SFS-EN IEC 60079-10-1:2021, 28)

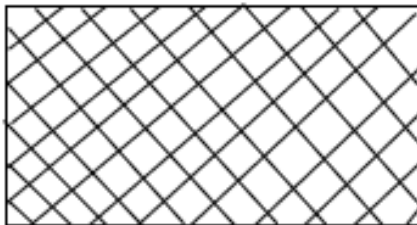
Taulukko 4 Kaasu-ilmaseoksen tilaluokat ja niiden määritelmät. (SFS-EN IEC 60079-10-1:2021, 11; ATEX-starttipaketti 2017, 16)

Tilaluokka	Määritelmä
0	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + kaasu) esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
1	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + kaasu) esiintyy normaalitilassa satunnaisesti.
2	Räjähdyskelpoinen ilmaseos (ilma + kaasu) esiintyy normaalioloissa epätodennäköisesti ja sen esiintyminen kestää vain lyhyen ajan.

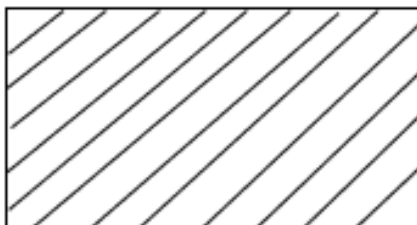
Tilaluokka 0:



Tilaluokka 1:



Tilaluokka 2:



Kuvio 6 Kaasuräjähdyksvaarallisten tilojen kuvio-merkintä. (SFS-EN IEC 60079-10-1-2021, 31; Hakala 2018, 21)

5.3 Ilmanvaihdon toteutus- ja merkitys räjähdysvaarallisessa tilassa

Mikäli kohteessa on kemikaaleille tarkoitettuja käsittely- ja varastointitiloja, tulee ne varustaa sellaisella ilmanvaihdolla, etteivät kemikaalit voi aiheuttaa vaaraa terveydelle eikä kaasun, nesteen, höyryn, sumun tai pölyn syttymisen. Tällaisten tilojen ilmanvaihdon tulee olla myös erillään muiden tilojen ilmanvaihtoon nähden. (20.12.2012/856, 40§; Heinonen 2020, 16)

Ilmanvaihdolla on iso merkitys räjähdysvaarallisen tilan räjähdysriskin pienentämisessä. Ilmanvaihdon avulla tilassa olevat palavat aineet voidaan poistaa tai niiden määrää voidaan laskea merkittävästi. Oikein mitoitetulla ja toimivalla ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa tilaluokitukseen, millä taas on vaikutusta laitteiden valintaan. Ihannelanteessa ilmanvaihdolla voidaan poistaa tai pienentää päästö niin pieneksi, että tilaluokitukselle ei ole enää tarvetta. (Heinonen 2020, 15)

Ilmanvaihto voidaan jakaa painovoimaiseen ilmanvaihtoon, jonka toiminta perustuu lämpötilaeroon ulkoilman ja sisäilman välillä ja koneelliseen ilmanvaihtoon, jossa ilmanvaihto toteutetaan koneella. Koneellinen ilmanvaihto voidaan toteuttaa ns. kohdeimuna, jossa kaasu tai pöly poistetaan nopeasti päästölähteen läheisyydestä. Kohdeimua voidaan käyttää, mikäli päästölähde on rajautunut pienelle alueelle. Esimerkkinä kohdeimusta voidaan käyttää trukkien tankkauspistettä, jossa kohdeimun avulla vapautuvia kaasuja voidaan ohjata ulos tilasta.

(Heinonen 2020, 15; Korhonen 2013; 8)

5.4 Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet

Työnantaja on vastuussa oikeiden sähkölaitteiden sekä mekaanisten laitteiden valinnasta räjähdysvaaralliseen tilaan. Laittevalintoihin saattavat osallistua myös laitteiden suunnittelijat sekä rakentajat. Laitteiden valinnan perusteena toimii tilaluokitukset, ellei räjähdysuojasiasiakirjassa muuta ilmene. Luokitelluissa tiloissa tulee käyttää vain sinne sopivan laiteluokan laitetta, mikäli ne soveltuvat kaasulle, höyrylle, sumulle tai pölylle. (ATEX-opas - Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015, 9–11)

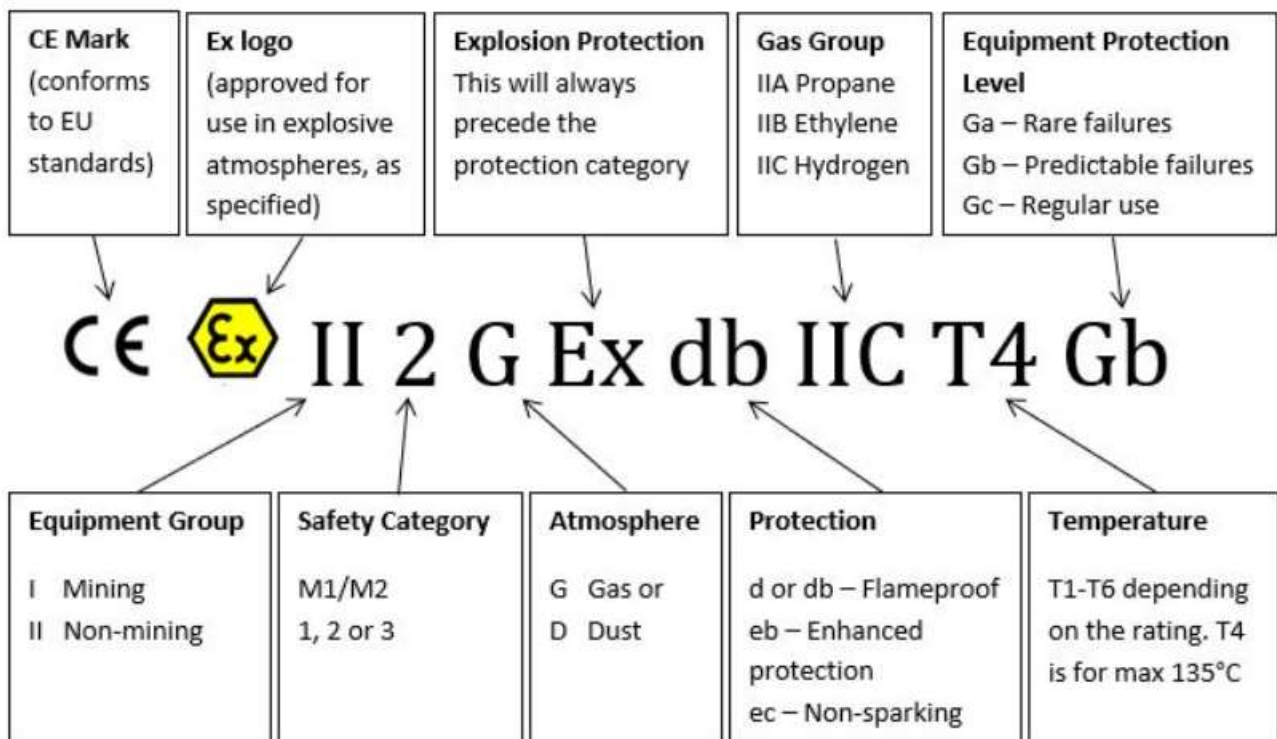
Räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden tulee täyttää terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Terveys- ja turvallisuusvaatimuksia on esitetty aiheeseen liittyvissä standardeissa ja direktiiveissä. Laitteiden suunnittelussa ja rakentamisessa on noudatettava asetuksia, lakeja, standardeja, jotta turvallisuusvaatimukset täyttyvät. (L 16.12.2016/1139, 6§)

Räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden valinta perustuu tilaluokitukseen. Tilaluokitus asettaa myös erilaisia vaatimuksia tilojen laitteille. (ATEX-starttipaketti 2017)

Räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävillä ja niihin tarkoitetuilla laitteilla on oltava seuraavat merkinnät:

- Laitteen tunnistamista helpottava merkintä (tyyppi-, erä- tai sarjanumero)
- Valmistusvuosi
- Valmistaja, rekisteröity tuotenimi tai rekisteröity tavaramerkki, osoite
- Maahantuojan nimi, rekisteröity tuotenimi tai rekisteröity tavaramerkki, mikäli valmistaja tulee EU-alueen ulkopuolelta
- CE-merkintä ja tuotannon laadunvarmistuksessa mukana ollut ilmoitettu laitos
- Ex-merkintä
- Laiteryhmä
- Laiteluokka
- Palavan aineen merkintä (G=kaasu, höyry tai sumu; D=pöly)

(ATEX-starttipaketti 2017)



Kuvio 7 Esimerkki Ex-laitteen merkinnän rakenteesta. (Useful information on ATEX n.d.)

5.4.1 Mekaanisten laitteiden valinta

Mekaanisella laitteella tarkoitetaan muita kuin sähkölaitteita. Mekaanisia laitteita ovat esimerkiksi kytkimet, pumput, vaihdelaatikat ja erilaiset moottorit (hydrauliset sekä pneumaattiset). Mekaanisten laitteiden valinnassa ohjaa standardi SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019. Kyseinen standardi ei kuitenkaan huomioi käsityökaluja, käsin käytettäviä laitteita eikä paikallaan olevia itsenäisiä prosessiin kuuluvia laitteita, kuten säiliöitä, putkia eikä käsiventtiileitä. (Hakala T, 2018, Liite 2/13)

Laiteryhmät ja niiden merkinnät

Standardi SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019 jakaa mekaaniset laitteet laiteryhmiin. Mekaanisten laitteiden osalta laiteryhvät ovat I, II ja III. Laiteryhvät jakautuvat käyttökohteen mukaisesti. Ryhmän I laitteet soveltuvat kaivoskaasuille alttiisiin tiloihin, ryhmän II laitteet on suunniteltu ja rakennettu toimimaan kaasuräjähdyksivaarallisissa tiloissa pl. kaivoskaasuille alttiit kaivokset ja ryhmän III laitteet on tarkoitettu pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin pl. kaivoskaasuille alttiit kaivokset. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)

Taulukko 5 Mekaanisten laitteiden jakaminen laiteryhmiin. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)

Laiteryhmä	Käyttökohte
I	Kaivokset, kaivoskaasuille altistuvat kohteet
II	Kaasuräjähdyksivaaralliset tilat pl. kaivoskaasuille alttiit kaivokset
III	Pölyräjähdysvaaralliset tilat

Laiteryhmien II ja III laitteet jaetaan alaryhmiin. Alaryhmiin jako perustuu laitteen suunnitellun käyttökohteen altistavan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen ominaisuuksien mukaan. Laiteryhmien jako alaryhmiin on esitetty taulukoissa 6 ja 7. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)

Taulukko 6 Mekaanisten laitteiden ryhmän II alaryhvät. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)

Alaryhmä	Kaasu
IIA	Propani
IIB	Etyleeni
IIC	Vety

Taulukko 7 Mekaanisten laitteiden ryhmän III alaryhvät. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 17)

Alaryhmä	Pöly
IIIA	Palavat hahtuvat
IIIB	Palavat hahtuvat ja eristävä pöly
IIIC	Palavat hahtuvat, eristävä pöly ja johtava pöly

Lämpötilaluokat

Standardin SFS-EN ISO 80079-36:2016 mukaan mekaanisille laitteille sopiva lämpötilahaarukka on välillä -20 °C ... $+40\text{ °C}$. Mikäli laite on käytössä tällä lämpötilavälillä, se ei tarvitse ympäristön lämpötila-alueen merkintää.

Standardi SFS-EN ISO 80079-36:206 asettaa ryhmän I laitteille seuraavia vaatimuksia koskien pintalämpötiloja:

- 150 °C raja sellaisella pinnalla, jolle voi kertyä hiilipölyä. Pintalämpötila ei saa ylittää tätä arvoa
- 450 °C raja sellaisella pinnalla, jolle hiilipölyä ei todennäköisesti kerääny. Pintalämpötila ei saa ylittää tätä arvoa.

(SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 22)

Taulukko 8 Ryhmän II laitteiden jako lämpötilaluokkiin. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 23)

Lämpötilaluokka	Maksimi pintalämpötila °C
T1	≤ 450
T2	≤ 300
T3	≤ 200
T4	≤ 135
T5	≤ 100
T6	≤ 85

Ryhmän III laitteet tulee olla määritetty todellisen maksimi pintalämpötilan mukaisesti. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 24)

Räjähdyssuojaustasot- ja rakenteet

Mekaanisten laitteiden menettelytavat koskien räjähdysuojaustason vahvistamista on esitetty niinkään standardissa SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019.

Taulukko 9 Mekaanisten laitteiden EPL-luokitukset. (SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019, 16)

Ryhmän I räjähdysuojaustaso (EPL)	EPL Ma EPL Mb
Ryhmän II räjähdysuojaustaso (EPL)	EPL Ga EPL Gb EPL Gc
Ryhmän III räjähdysuojaustaso (EPL)	EPL Da EPL Db EPL Dc

Taulukko 10 Mekaanisten laitteiden räjähdysuojusrakenteet ja niiden tunnuksset. (SFS-EN ISO 80079-37:2016, 8-9; SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019)

Räjähdysuojusrakenne	Tunnus
Rakenteellinen turvallisuus	c
Syttymislähteiden valvonta	b
Räjähdyspaineen kestävä kotelointi	d
Nesteeseen upottaminen	k
Paineistettu kotelo	p
Kotelointi	t

5.4.2 Sähkölaitteiden valinta

Standardi SFS-EN IEC 60079-0:2019 asettaa vaatimuksia räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden rakenteeseen-, testaukseen- ja merkintöihin. Räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet jaetaan laiteryhmiin niiden käyttökohteen mukaisesti.

Alla on listattuna, mitä standardin SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016 mukaan on otettava huomioon, kun sähkölaitetta valitaan räjähdysvaaralliseen tilaan:

- Tilaluokitus (Tarvittaessa räjähdysuojaustasovaatimukset)
- Sähkölaitteiden laiteryhmä tai alaryhmä
- Lämpötilaluokka tai syttymislämpötilat kaasulle tai höyrylle
- Pölypilven minimisyttymislämpötila ja minimisyttymisenergia sekä pölykerroksen minimisyttymislämpötilasta
- Laitteiden käyttötapa
- Ulkoiset olosuhteet
- Ympäristön lämpötila

(SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 33)

Ex-laitteet jaetaan laiteryhmiin sekä laiteluokkiin käyttökohteen sekä olemassa olevan tai halutun suojauksen tason mukaisesti. Laitteet jaetaan laiteryhmiin I ja II. Laiteryhmän I laitteet on suunniteltu kaivostoimintaan ja kaivostoiminnan maapäällisiin osiin, joissa räjähdysvaaran aiheuttajana toimii kaasu, metaani. Kaivostoiminnassa räjähdysvaaran voi aiheuttaa myös hiilipöly. Laiteryhmän I laitteet jaetaan suojelun tasosta riippuen laiteluokkiin M1 (erittäin korkea suojelun taso) ja M2 (korkea suojelun taso). (Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet – ATEX n.d.)

Laiteryhmän II laitteet on suunniteltu toimimaan Ex-tiloissa, joissa räjähdysvaaran aiheuttaa kaasu, höyry, sumu tai pöly. Niin ikään laiteryhmän II laitteet jaetaan laiteluokkiin: 1 (erittäin korkea suojelun taso), 2 (korkea suojelun taso) ja 3 (tavallinen suojelun taso). Laiteryhmän II laitteiden laiteluokissa ilmoitetaan etuliitteet "G" (gas) ja "D" (dust). Laitteiden jakaminen laiteryhmiin, laiteluokkien sekä käyttökohteiden ja suojauksen tason mukaan on esitetty taulukossa 11.

(Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet – ATEX n.d.)

Taulukko 11 Laiteryhmät, laiteluokat sekä niiden käyttökohteet ja suojauksen tasot. (Vatula M, 2017, 26; Direktiivi 2014/34/EU, Liite 1)

Laiteryhmä	Laiteluokka	Käyttökohte ja suojauksen taso.
I	M1	Laitteet on tarkoitettu kaivostöihin ja kaivosten maanpäällisiin osiin. Erittäin korkea suojelun taso.
	M2	Laitteet on tarkoitettu kaivostöihin ja kaivosten maanpäällisiin osiin. Korkea suojelun taso.
II	1G, 1D	Laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa ilman ja kaasujen, höyryjen tai sumujen taikka ilman ja pölyjen seosten aiheuttamat räjähdystilat ovat jatkuvasti tai pitkiä aikoja taikka toistuvasti läsnä. Erittäin korkea suojelun taso.
	2G, 2D	Laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa kaasujen, höyryjen ja sumujen aiheuttamat tai pölyjen ja ilman seosten aiheuttamat räjähdystilat todennäköisesti satunnaisesti ilmenevät. Korkea suojelun taso.
	3G, 3D	Laitteet on tarkoitettu ympäristöön, jossa kaasujen, höyryjen ja sumujen aiheuttamat tai pölyjen ja ilman seosten aiheuttamat räjähdystilat ovat epätodennäköisiä ja ilmetessään esiintyvät epäsäännöllisesti ja lyhytaikaisesti. Tavallinen suojelun taso.

Ryhmän II laitteet voidaan jakaa alaluokkiin räjähdyskelpoisen kaasuilmaseoksen ominaisuuksien mukaisesti. Alaryhmät on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 12 Sähkölaitteiden ryhmän II alaryhmät. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 35)

Alaryhmä	Kaasu
IIA	Propaani
IIB	Eteeni
IIC	Vety ja asetyleeni

Laiteryhmän III laitteet on tarkoitettu pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin, lukuun ottamatta kaivoskaasuille alttiita kaivoksia. Laiteryhmän III laitteet jaetaan alaryhmiin taulukon 14 mukaisesti:

Taulukko 13 Sähkölaitteiden ryhmän 3 alaryhmät. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 36)

Alaryhmä	Pöly
IIIA	Palavat hahtuvat
IIIB	Eristävät pölyt
IIIC	Johtavat pölyt

Taulukko 14 Alaryhmien ja laitteiden yhteensopivuus. (Hakala 2018, 24; (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 36)

Räjähdyssryhmä	Soveltuva 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 15 Tilaluokkien ja laiteluokkien välinen yhteys laiteryhmän II laitteille. (ATEX-starttipaketti 2017)

Tilaluokka	Laiteluokka
0	II 1 G
1	II 1 G, II 2 G
2	II 1 G, II 2 G, II 3 G
20	II 1 D
21	II 1 D, II 2 D
22	II 1 D, II 2 D, II 3 D

Räjähdysvaarallisen tilojen laitevalinnat on tehtävä niin, että laitteen korkein mahdollinen pintalämpötila ei saavuta vaikutusalueella olevan kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilaa. Jos laitteelle ei ole annettu käyttölämpötila-alueita, laitetta saa käyttää vain lämpötilavälillä -20 °C ... +40 °C. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 36)

Lämpötilaluokat

Ryhmän I sähkölaitteiden pintalämpötilalle on annettu seuraavia ehtoja:

- 150 °C raja sellaisella pinnalla, jolle voi kertyä hiilipölyä. Pintalämpötila ei saa ylittää tätä arvoa
- 450 °C raja sellaisella pinnalla, jolle hiilipölyä ei todennäköisesti kerääny. Pintalämpötila ei saa ylittää tätä arvoa.

(SFS-EN IEC 60079-0:2019, 37)

Taulukko 16 Ryhmän II laitteiden lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 36)

Tilaluokituksen edellyttämä lämpötilaluokka	Kaasun tai höyryn syttymislämpötila	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

Räjähdyssuojaustasot

Räjähdyssuojaustasoilla ilmaistaan sitä, kuinka suurella todennäköisyydellä laite toimii syttymislähteenä. EPL tulee sanoista "equipment protection level".

Taulukko 17 Räjähdyssuojaustasot tilaluokitusten mukaan. (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 33)

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"

Etuliite "G" tarkoittaa kaasua ja "D" tarkoittaa pölyä. Räjähdyssuojaustason tunnuksessa "a" tarkoittaa erittäin korkeaa turvallisuustasoa, "b" korkeaa turvallisuustasoa ja "c" korotettua turvallisuustasoa. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 27)

Räjähdyssuojaurakenteet ovat laitteen rakenteen sisältämiä ratkaisuja, joiden avulla pyritään estämään laitteen ympärillä olevan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttyminen. Sähkölaitteiden räjähdysuojaustasojen ja räjähdysuojaurakenteiden välinen yhteys on esitetty tämän työn liitteessä 7. (SFS-EN IEC 60079-0:2019, 34)

5.5 Riskin arviointiprosessi

Räjähdyksivaarallisiin tiloihin on tehtävä riskin arviointi. Riskin arvioinnilla pyritään kartoittamaan ja selvittämään tilaan kohdistuvat räjähdysvaarat, räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen- ja todennäköisyys sekä olemassa olevat syttymisvaarat.

Riskin arviointiprosessia ja räjähdyskelpoisen ilmaseoksen estoja, ennakoitua ja suojausta käsitellään standardeissa SFS-EN 1127-1:2019 ja SFS-EN 1127-2:en. Standardia SFS-EN 1127-1:2019 ohjeistaa menetelmät räjähdyskelpoisen ilmaseoksen tunnistamiseksi ja arvioimiseksi. Standardi antaa myös ohjeita suunnittelulle sekä rakenneratkaisuiden valinnoille. (SFS-EN 1127-1:2019)

Riskin arviointiprosessissa on otettava ainakin seuraavat asiat:

- Räjähdyksivaarojen tunnistaminen
- Räjähdykskelpoisen ilmaseoksen esiintymistodennäköisyys
- Syttymisvaarojen tunnistus
- Syttymislähteiden esiintyminen
- Mahdollisen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen vaikutusten arviointi
- Riskin- ja suojaustason saavuttamisen arviointi
- Riskin pienentämistoimenpiteet ja niiden arvioinnit

(SFS-EN 1127-1:2019, 7)

Syttymislähteiden tunnistaminen

Ensimmäiseksi on määriteltävä mitkä ovat mahdollisia syttymislähteitä ja mitkä näistä syttymislähteistä liittyvät laitteisiin. Käyttökohteessa, jokaisen syttymislähteen merkitys on arvioitava. Syttymislähteitä voivat olla:

- Kuumat pinnat
- Liekit tai kuumat kaasut
- Mekaanisesti syntyneet iskut, kipinät, kitka ja hionta
- Sähkölaitteet ja komponentit
- Sähköiset hajavirrat, katodinen korroosiosuojaus
- Staattinen sähkö
- Salamapurkaukset
- Radiotaajuiset (RF) sähkömagneettiset aallot alueella $10^4 \text{ Hz} \dots 3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$
- Sähkömagneettiset aallot alueella $3 \cdot 10^{11} \text{ Hz} \dots 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- Ionisoiva säteily
- Ultraääniaallot
- Adiabaattinen puristus ja paineaallot
- Eksotermiset reaktiot ml. pölyjen itsesytytys

(SFS-EN 1127-1:2019, 11–16, Basic concepts for explosion protection, 5-6)

Syttymislähteiden tunnistamisessa ja arvioinnissa on otettava huomioon myös syttymislähteen aktivoitumistodennäköisyys. Aktivoitumistodennäköisyydet jaetaan esiintymistiheyden mukaisesti:

- Jatkuvasti tai toistuvasti
- Harvoin
- Hyvin harvoin
- Normaalitoiminnassa
- Toimintahäiriöiden yhteydessä
- Harvinaisten toimintahäiriöiden seurauksena

(SFS-EN 1127-1:2019, 10)

Kun syttymislähteiden tunnistaminen ja arviointi on saatu valmiiksi, tulee määrittää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttymisominaisuudet. Olennaisia tietoja ovat:

- Pienin syttymisenergia
- Alin syttymislämpötila räjähdyskelpoisella pöly-ilmaseoksella
- Räjähdyskelpoisen kaasu-ilmaseoksen itsesyttymislämpötila

(SFS-EN 1127-1:2019, 10)

Räjähdyksen vaikutusten arviointi

Räjähdyksen vaikutusten arviointi on oleellinen tieto, sillä räjähdysten seurauksena on iso riski, että syntyy henkilö- ja omaisuusvahinkoja. Räjähdyksen vaikutusten arviointi on myös olennainen tieto vaara-alueen koon arvioinnissa. Räjähdyksestä seuraavia vaikutuksia ovat:

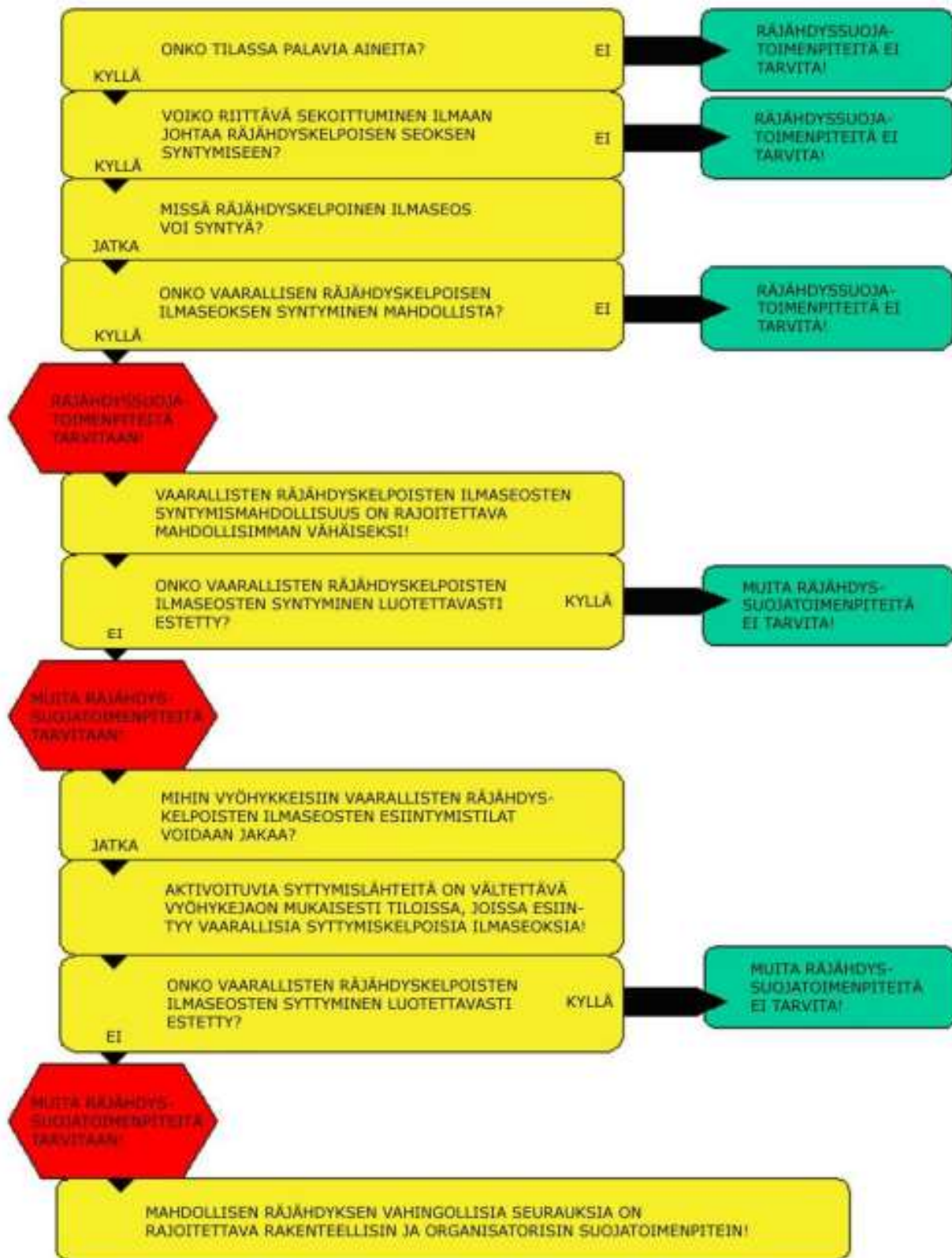
- Paineaallot
- Liekit ja kuumat kaasut
- Lämpösäteily
- Lentävät esineet ja kappaleet
- Vaaraa aiheuttavat päästöt

(SFS-EN 1127-1:2019, 10)

Räjähdyksen seurauksena voi syntyä ihmisiin, eläimiin tai omaisuuteen kohdistuvaa vahinkoa. Räjähdyksen vaikutuksen seurauksena syntyviin mahdollisiin vahinkoihin vaikuttavat:

- Palavan aineen kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet
- Räjähdyskelpoisen ilmaseoksen määrä ja mahdolliset räjähdystä rajoittavat toimenpiteet
- Ympäristö
- Kotelointien ja tukirakenteiden lujuus
- Henkilöstön suojalaitteet- ja suojarusteet
- Kohteiden (jotka altistuvat vaaralle) fysikaaliset ominaisuudet

(SFS-EN 1127-1:2019, 10)



Kuvio 8 Räjähdyksriskien arviointiprosessi (ATEX-starttipaketti 2017, 6; KOM 515 2003, 9)

5.5.1 Riskin pienentämistoimenpiteet

Riskin pienentämistoimenpiteet voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: räjähdysten estoon ja suojaukseen. Räjähdyskelpoisten ilmaseosten läsnäolon estämistä voidaan lähteä tavoittelemaan joko muokkaamalla palavan aineen pitoisuutta räjähdysalueen ulkopuolelle tai muokkaamalla happipitoisuutta hapen rajapitoisuuden alapuolelle. On myös olennaista välttää syttymislähteitä. Suojaustoimenpiteiden tavoitteena on pysäyttää räjähdys tai rajoittaa sen vaikutusalueita. Suojaustoimenpiteitä ovat esimerkiksi eristys, tuuletus, tukahdutus ja suojausrakentaminen. (SFS-EN 1127-1:2019, 16)

Vaaran aiheuttavan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen välttäminen on aina ensisijainen tavoite, kun halutaan pienentää riskiä. Mikäli räjähdyskelpoinen ilmaseos on läsnä usein, on syttymislähteiden torjuntaan keskityttävä sitäkin enemmän. Mikäli mahdollista, palavat aineet pitäisi korvata palamattomilla aineilla. Tämä voi olla kuitenkin hyvin haastavaa, ellei jopa mahdotonta. (SFS-EN 1127-1:2019, 16)

Kuten hyvin monella teollisuuden alalla, palavien aineiden muodostumista on lähes mahdotonta välttää. Tällöin on kiinnitettävä huomiota palavien aineiden määrään sekä pitoisuuksiin. Tällä tavoitellaan sitä, että laitteiden, komponenttien sekä suojausjärjestelmien sisälle ei kertyisi vaarallista määrää räjähdyskelpoista ilmaseosta. (SFS-EN 1127-1:2019, 16–17)

Laitteiden, komponenttien ja suojausjärjestelmien turvallisuutta voidaan parantaa ja vahvistaa poistamalla vaaratekijät ja/tai riskiä pienentämällä. Standardi SFS-EN 1127-1:2019 määrittelee millä keinoin turvallisuustasoa voidaan parantaa:

- Käyttötarkoituksen huomioiva suunnittelu
- Turvalaitteiden käyttö
- Käyttöopastus
- Mikä tahansa muu estävä toimenpide

(SFS-EN 1127-1:2019, 5)

5.6 Räjähdyssuojausasiakirja

Räjähdyssuojausasiakirja kokoaa yhteen kaikki oleellimmat tiedot koskien räjähdysturvallisuutta. Asiakirjaan kerätään tietoa koskien riskien arvioinnista sekä käytössä olevista suojaustoimenpiteistä. Räjähdyssuojausasiakirjassa kuvataan myös ne toimet, joilla räjähdysten vaikutuksia pyritään rajoittamaan ja ennalta ehkäisemään. Räjähdyssuojausasiakirja on pidettävä ajan tasalla. Jos työtiloja, työvälineitä tai muita työhön liittyviä järjestelyjä muutetaan, on syytä tarkastaa, onko räjähdysuojausasiakirjaa päivitettävä. (Räjähdyssuojausasiakirja n.d., 1; 576/2003, 8§)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 1999/92/EY mukaan räjähdysuojausasiakirjassa on esitettävä ainakin seuraavia asioita:

- Räjähdyssvaaran määrittely ja sen arviointi
- Asianmukaiset toimenpiteet direktiivin 1999/92/EY saavuttamiseksi
- Tilojen luokitukset
- Tilat, joihin sovelletaan liitteessä II asetettuja vähimmäisvaatimuksia
- Työpaikan, työvälineiden ja varolaitteiden asianmukainen suunniteltu. Edellä mainittuja on myös käytettävä ja huollettava siten, että turvallisuus otetaan huomioon.

(Direktiivi 1999/92/EY; A 576/2003, 8§)

Taulukko 18 Räjähdyssuojausasiakirjan laatimisen vaiheet (Räjähdyssuojausasiakirja 2012, 2)

Vaihe	Tehtävä
1.	Räjähdyssuojausasiakirjan laatimisessa ensimmäisenä vaiheena on selvittää yrityksessä käytössä olevat syttyvät nesteet, syttyvät kaasut ja syttyvät pölyt. Voivatko nämä aiheuttaa työpaikalla räjähdyskelpoisia ilmaseoksia?
2.	Missä tilanteissa räjähdyskelpoinen ilmaseos voi syntyä? Millainen vaikutus mahdollisesta räjähdyksestä voi syntyä?
3.	Selvitetään ja toteutetaan toimenpiteet, joilla voidaan estää räjähdyskelpoisen ilma-seoksen syntyminen.
4.	Räjähdyssvaarallisten tilojen luokittelu
5.	Mekaanisten laitteiden ja sähkölaitteiden listaaminen tilaluokitellulla alueella. Laitteiden vaatimuksenmukaisuuden arviointi.
6.	Räjähdyssuojaustoimenpiteiden selvitys ja toteutus
7.	Esitä räjähdysuojausasiakirjaan liittyvät muut tiedot

Taulukko 19 Ohjeita räjähdysuojasiasiakirjan laatimiseen. (Lehtonen 2018, 18-34)

Vastuuhenkilöt ja työntekijöiden määrä	Ketkä ovat vastuussa räjähdysvaarallisten tilojen toiminnasta? Työntekijöiden määrä.
Pohjapiirustus ja poistumistiet	Asiakirjaan liitetään pohjapiirustus, josta selviää poistumistiet. Lisäksi voidaan liittää pohjapiirustus, jossa on esitetty esimerkiksi ensiapupisteiden tai sammuttimien sijainnit.
Toimintojen kuvaukset	Tässä kohdin pyritään selittämään esimerkiksi työpisteeseen kohdistuvat vaarat. Olennaista on nostaa esille räjähdysvaaraan liittyvät asiat. Mistä rakenteista työpiste koostuu? Onko tilassa räjähdysvaaraa kasvattavia tekijöitä?
Siivous ja ilmanvaihto	Miten tilassa/työpisteellä on toteutettu siivous? Kuinka usein siivous toteutetaan? Mitä kohteita siivotaan? Miten ilmanvaihto on toteutettu?
Räjähdykelpoiset ilma-seokset	Räjähdykelpoisten ja räjähdysvaarallisten ilmaseosten määritelmät. Pölyn räjähdystekniset parametrit- taulukko. Taulukko on liitteenä 1.
Syttymislähteet	Mitä syttymislähteitä tarkastelukohteessa on? Syttyminen voi tapahtua: <ul style="list-style-type: none"> • Prosessilaitteiden toiminnan seurauksena, • Sähkölaitteiden toiminnan seurauksena, • Työvälineiden käytön seurauksena tai • Vika- ja häiriötilanteissa.

Riskin arviointi	<p>Riskin arvioinnin esittäminen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Räjähdyssvaarojen tunnistaminen, • Syttymisvaarojen tunnistaminen, • Räjähdyksen vaikutusten arviointi ja • Riskin pienentämistoimenpiteet.
Räjähdyssvaarallisten tilojen luokitukset	Räjähdyssvaarallisten tilojen luokitusten esittäminen. Tämän voi esittää esimerkiksi taulukon muodossa.
Laiteluokitukset	Laitteiden luokitukset. Tämä voidaan esittää myös räjähdys- ja suojausasiakirjan liitteenä. Räjähdyssuojausasiakirjaan voidaan liittää laitteiden merkintään ja valintaan liittyviä ohjeita, jotka helpottavat kunnossapitoa.
Selvitys toteutuneista räjähdys- ja suojautustoimenpiteistä, tekniset toimenpiteet	<p>Mitä teknisiä toimenpiteitä tarkastelukohteessa tehdään räjähdys- ja suojauksen kasvattamiseksi?</p> <p>Esimerkkejä teknisistä toimenpiteistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laitteiden maadoitus (kipinäsuihkun esto) • Palopellit (estää palon leviämisen)
Selvitys toteutuneista räjähdys- ja suojautustoimenpiteistä, organisatoriset toimenpiteet	<p>Millaisia organisatorisia toimenpiteitä tarkastelukohteessa on räjähdys- ja suojauksen kasvattamiseksi?</p> <p>Esimerkkejä organisatorisista toimenpiteistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Työohjeet • Joidenkin töiden ulkoistaminen (esim. tulitöiden) • Räjähdyssvaarallisten tilojen merkintä
Käytössä olevat työvälineet ja varusteet	<p>Mitä työvälineitä käsiteltävässä kohteessa käytetään?</p> <p>Mitä työvarusteita käsiteltävässä kohteessa käytetään?</p>

Taulukkoon 20 on kerätty tietoa ja ohjeita räjähdys- ja suojausasiakirjan laatimista varten. Taulukon lähteinä on käytetty Metsä Wood, Suolahden vaneritehtaiden olemassa olevia asiakirjoja sekä Mikko Lehtosen laatimaa opinnäytetyötä räjähdys- ja suojausasiakirjan laatimisesta.

6 Toteutus

6.1 Lähtötilanne ja tavoitteet

Toimeksiantaja oli todennut olemassa olevien räjähdysuojausasiakirjojen toimivan huonosti ja niiden sisältö ei palvellut tuotannon- ja kunnossapidon henkilöstöä tarpeeksi hyvin. Toimeksiantaja halusi siis Metsä Woodin havu- ja koivuvaneritehtaille sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle uudistetut asiakirjat.

Kehitysprojektin tavoitteet määriteltiin heti alussa. Tavoitteena oli luoda selkeät dokumentit, joista selviäisi kunnossapidolle oleelliset asiat koskien räjähdysvaarallisia tiloja- ja niiden laitteita. Toimeksiantaja esitti tavoitteiksi asiakirjojen ulkoisen ulkoasun parantaminen, yksiselitteisyyden parantaminen sekä kunnossapidon huomioiminen asiakirjojen sisällössä. Kehitystyön tekijälle annettiin hyvin tilaa ja ns. vapaat kädet projektin toteuttamiselle.

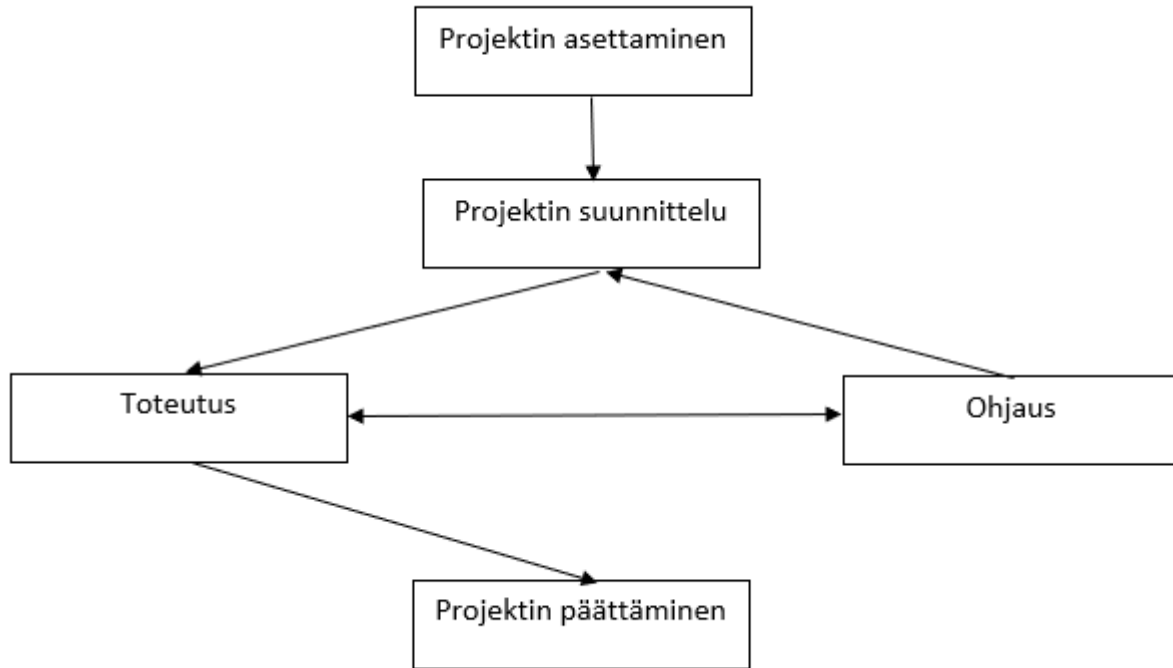
Toimeksiantajan esittämien toiveiden mukaisesti projektin aineistoa kerättäisiin mahdollisimman paljon henkilöiltä, jotka työskentelevät tehdasalueella. Tällä tavoin asiakirjoista voitaisiin saada mahdollisimman hyvin palvelevat ja juuri sellaiset kuin halutaan.

6.2 Kehitysprojektin eteneminen

Kehitysprojektin toteutusaikataululle oli annettu melko paljon liikkumavaraa, sillä toimeksiantajalla oli jo olemassa vanhat räjähdysuojausasiakirjat, ja uudistettuja asiakirjoja haluttiin rakentaa rauhassa ja huolella. Vanhat räjähdysuojausasiakirjat olivat tuotettu tehdasalueelle vuosina 2004 ja 2005.

Heti projektin alussa järjestetyssä palaverissa määriteltiin projektin tavoitteet sekä rajaukset. Tässä vaiheessa toimeksiantaja avasi hieman omia toiveitaan, joita opinnäytetyön tekijä lähtisi tavoittelemaan. Suuremmissa projekteissa projektin asettamisvaiheessa voi olla tarpeen muodostaa selvitys projektin kannattavuudesta. Tässä projektissa ei kuitenkaan näin toimittu.

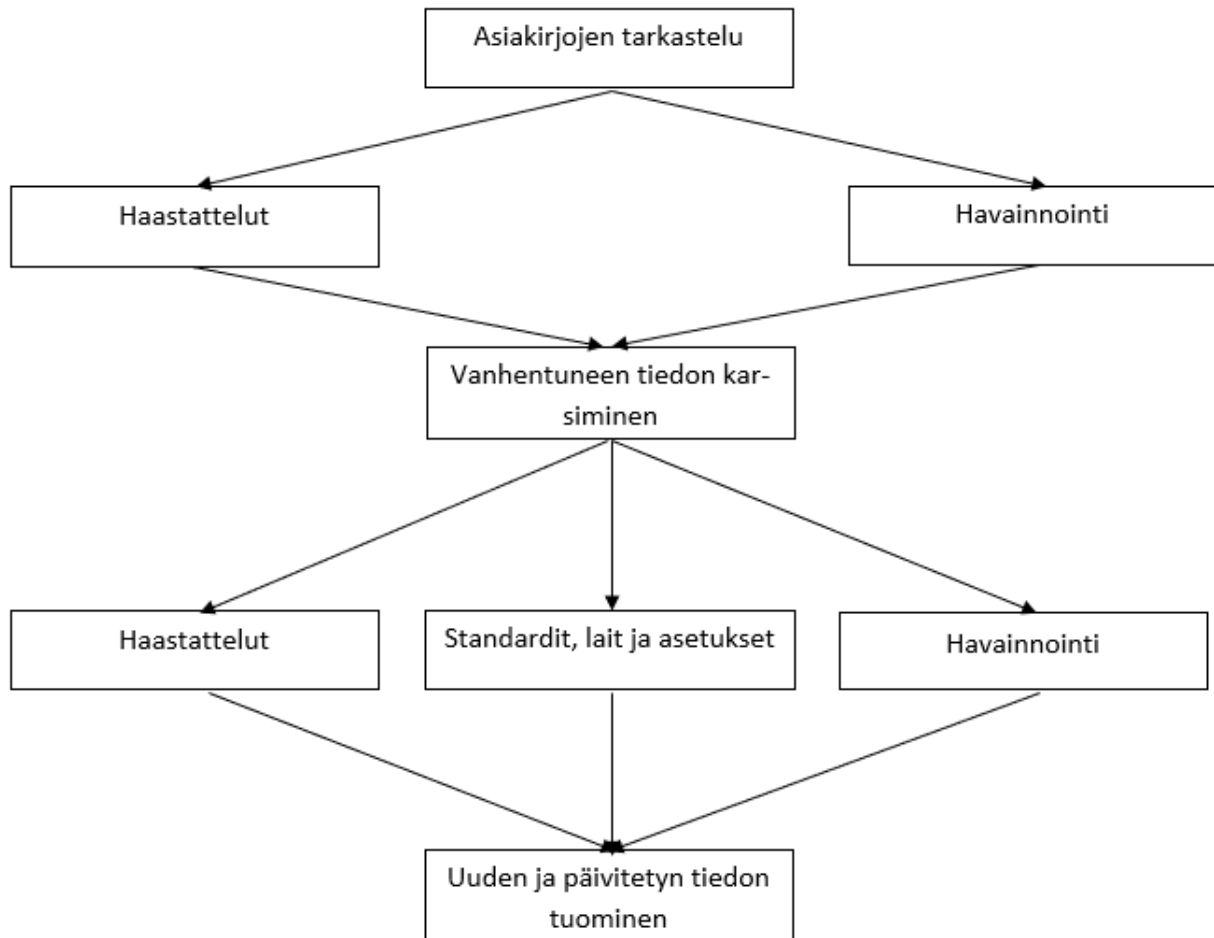
Projektin asettamisen jälkeen lähdettiin suunnittelemaan työn toteuttamista. Työlle tehtiin aikataulusuunnitelma, johon kirjattiin jokaiselle viikolle omat tehtävänsä. Aikataulusuunnitelma esiteltiin myös toimeksiantajalle. Aikataulusuunnitelmaan oli kirjattu omat viikkonsa aineiston hankinnalle, uusien asiakirjojen rakentamiselle sekä mahdollisille palaverille. Kun projektista oli saatu valmiiksi tarpeeksi kattava ja selkeä suunnitelma, voitiin lähteä toteuttamaan projektia.



Kuvio 9 Projektin vaiheet. (Hietikko 2015, 53)

Projektin toteutusvaiheessa ensimmäinen tehtävä oli lähteä tutkimaan havu- ja koivuvaneritehtaiden sekä voimalaitoksen olemassa olevia räjähdysuojausasiakirjoja. Vanhat asiakirjat toimivat projektissa myös ensimmäisinä konkreettisina aineistoina. Tästä aineistosta kirjattiin ylös muistiinpanoja asiakirjojen ulkoasusta ja rakenteesta. Vanhoja asiakirjoja tutkiessa selvisi heti, että niitä olisi hyvä päivittää ja uudistaa. Muistiinpanojen pohjalta ryhdyttiin suunnittelemaan ensimmäiseksi asiakirjojen ulkoasun ja rakenteen uudistamista. Tämän uudistuksen tavoitteena oli muokata asiakirjoja ulkoasultaan selkeimmiksi ja ”siistimmiksi”. Asiakirjojen siistiminen ja selkeyden kasvattaminen oli yksi toimeksiantajan toiveista.

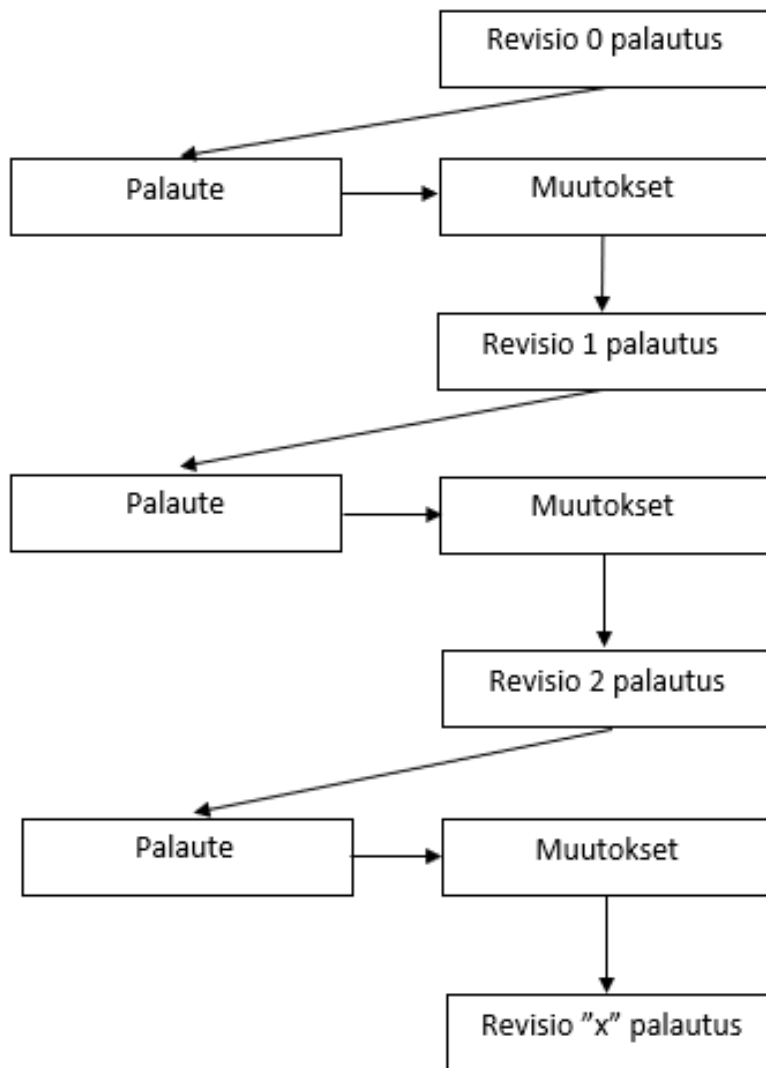
Kun asiakirjojen ulkoasuista saatiin selkeämpiä, lähdettiin tutkimaan asiakirjojen konkreettista sisältöä. Tavoitteena oli luoda sisällöstä sellainen, jota oli helppo tulkita ja sen antama informaatio oli yksiselitteistä. Lisäksi tarkoituksena oli karsia asiakirjojen sisällöstä vanhentunut tieto ja korvata se uusimmalla mahdollisella tiedolla.



Kuvio 10 Miten asiakirjojen sisältöä päivitettiin?

Kunnossapidon huomioiminen asiakirjojen sisällössä oli yksi merkittävimmistä uudistuksista. Toimeksiantajan esittämän toiveen mukaisesti uudistetuissa räjähdysuojasiakirjoissa olisi määriteltävä kunnossapidon henkilöstölle omat oppaat, joiden avulla esimerkiksi laitevalinnat olisivat helpompi tehdä. Oppaat päätettiin rakentaa koskien sähkölaitteita sekä mekaanisia laitteita. Lisäksi rakennettiin yleinen osio koskien tilaluokituksia. Aineistoa hankittiin kunnossapidon asiantuntijoiden haastattelujen kautta, sekä standardeista, laeista sekä asetuksista.

Projektissa käytettiin apuna asiakirjojen revisiointia. Uudistetuista asiakirjoista toimitettiin toimeksiantajalle ensin revisio 0. Tämän jälkeen toimeksiantaja antoi palautteen ja kehitysehdotuksen. Tämän jälkeen toimeksiantajalle toimitettiin revisio 1. Tätä menettelytapaa jatkettiin niin pitkään, kunnes toimeksiantaja oli tyytyväinen uudistettuihin asiakirjoihin. Lopuksi palautettiin viimeinen revisio, jota voitiin pitää varsinaisena lopputuotteena. Revisiointimenetelmän malli on esitetty kuviossa 6. Kuviossa Revisio "x" esittää valmista lopputuotetta. Tällä tapaa toteutettu projekti varmistaa sen, että asiakas saa juuri sellaisen lopputuotteen kuin haluaa.



Kuvio 11 Kehitysprojektissa käytetyn revisiointimenetelmän eteneminen.

Projektin toteuttamista helpotti merkittävästi se, että työskentelin havuvaneritehtaalla, tuotannon työtehtävissä opinnäytetyön tekemisen yhteydessä. Pääsin siis työskentelemään projektin kehityskohteissa lähes päivittäin.

7 Kehitysprojektin tulokset ja niiden arviointi

7.1 Saavutetut tulokset

Kehitysprojektin tuloksena syntyi uudistetut räjähdysuojausasiakirjat havuvaneritehtaalle, koivu- vaneritehtaalle sekä voimalaitokselle. Kehitysprojektin alussa määriteltiin projektille alustava aikataulu, jonka mukaan uudistetut räjähdysuojausasiakirjat olisivat toimeksiantajalla kevään 2021 aikana. Tähän aikatauluun pääseminen onnistui hienosti.

Räjähdysuojausasiakirjoihin on sisällytettävä käyttökohteen kaikki oleellinen tieto koskien räjähdysuojauksia ja räjähdysturvallisuutta. Joskus asiakirjoihin saattaa päätyä tietoa, joka ei ole niin oleellista, että se pitäisi asiakirjoihin sisällyttää. Yksi tämän opinnäytetyön tavoitteista oli karsia ja päivittää räjähdysuojausasiakirjojen sisältö. Vanhojen asiakirjojen sisällön läpikäynnillä ja haastattelujen avulla saatiin hyvin tietoa siitä, että mitä materiaalia asiakirjoista voitaisiin ottaa pois ja mitä materiaalia kannattaa päivittää.

Asiakirjojen ulkoasu- ja yksiselitteisyys ovat isossa roolissa, kun puhutaan tärkeistä asiakirjoista. Asiakirjojen on oltava selkeitä, ja niiden tulee antaa lukijalle selkeä viesti. Mikäli asiakirjan sisältö ei ole oikein, tai se voidaan tulkita väärin, voi ihmisille tai ympäristölle aiheutua suurtakin vahinkoa. Esimerkiksi väärin tehty laitevalinta tai tilaluokitus voi aiheuttaa tapahtumaketjun, jolla voi olla kohtalokkaita seurauksia. Tehdasalueen räjähdysuojausasiakirjat ovat kovassa käytössä tuotannon- ja kunnossapidon henkilöstön osalta, joten heidän tarvitsema tieto on oltava esillä asiakirjoissa selkeästi ja yksiselitteisesti. Tuloksena syntyi selkeämmät ja ”siistimmät” asiakirjat.

Uudistettujen räjähdysuojausasiakirjojen sisältö rakentui samalle pohjalle jokaisessa kehityskohde- teessa. Eroavaisuudet asiakirjojen sisällöissä liittyi pääosin toimintojen kuvauksiin, poistumisteihin ja luokituksiin. Uudistettujen räjähdysuojausasiakirjojen sisältö rakentui seuraavasti:

Taulukko 20 Uudistettujen räjähdysuojasiasiakirjojen sisältö.

Historiatiedot	Räjähdysuojasiasiakirjan historiatiedot.
Johdanto	Asiakirjan laatijan nimi. Asiakirjan hyväksyjän nimi. Asiakirja toteutettu osana opinnäytetyötä. Asiakirja voidaan liittää osaksi pelastussuunnitelmaa.
Vastuuhenkilöt	Vastuuhenkilöiden nimet, puhelinnumerot ja sähköpostit.
Poistumistiet, ensiaputarvikkeet sekä sammutuskalusto	Poistumisteiden sijainti – kuva. Ensiaputarvikkeiden sijainti – kuva. Sammutuskaluston sijainti – kuva.
Toimintojen kuvaukset	Konelinja- ja prosessikohtaiset toimintojen kuvaukset.
Siivous ja ilmanvaihto	Siivouksen- ja ilmanvaihdon toteuttaminen.
Räjähdyskelpoiset ilmaseokset	Miten standardit määrittelevät räjähdyskelpoiset ilmaseokset?
Syttymislähteet	Syttymislähteiden nimeäminen.
Riskin arviointi	Konelinja- ja prosessikohtaiset riskien arvioinnit.
Luokitukset	Räjähdysvaarallisten tilojen luokitukset taulukoituina.
Selvitys toteutuneista räjähdysuojastoimenpiteistä, tekniset toimenpiteet	Tekniset toimenpiteet räjähdysen ennaltaehkäisyssä ja torjunnassa.
Laiteluokitukset ja laitevalinnat	Oppaat laitevalinnoille.
Selvitys toteutuneista räjähdysuojastoimenpiteistä, organisatoriset toimenpiteet	Organisatoriset toimenpiteet räjähdysen ennaltaehkäisyssä ja torjunnassa.
Käytössä olevat työvälineet ja varusteet	Käytössä olevien työvälineiden ja varusteiden nimeäminen.
Lähteet	Asiakirjojen rakentamisessa käytetyt lähteet.

Räjähdysuojasiasiakirjat tulisi rakentaa niin, että niitä olisi tulevaisuudessa helppo muokata. Mikäli tarkasteltavaan kohteeseen tehdään tulevaisuudessa muutoksia tai investointeja, joilla on vaikutusta räjähdysuojaukseen tai räjähdysvaarallisuuteen, on siitä tehtävä tarvittava muutos räjähdysuojasiasiakirjaan.

Jokaiseen uudistettuun asiakirjaan, heti dokumentin alkuun laadittiin taulukko, johon muutoksen tekijä laittaa merkinnän, tehdessään asiakirjaan muutoksia. Taulukkoon laitetaan merkintä tehdystä muutoksesta, muutoksen tekijän allekirjoitus ja tarkastajan allekirjoitus. Tällä tavalla pysytään perillä siitä, kuka on tehnyt asiakirjaan muutoksia. Uskon, että asiakirjojen helppo muokattavuus ja muokkausten kirjaaminen kasvattaa dokumentin elinikää ja ennen kaikkea helpottaa asiakirjojen kanssa työskentelyä.

Asiakirjojen alussa mainittiin vastuuhenkilöt sähkötoille, mekaanisen kunnossapidon töille sekä yleisestä turvallisuudesta vastaavalle. Vastuuhenkilöiden puhelinnumerot sekä sähköpostit kirjattiin myös asiakirjoihin.

Historiatiedot ja revisiomerkinnot

Tällä sivulla kerrotaan tämän dokumentin historia- ja revisiotiedot. Kun räjähdysuojasiasiakirjaa muokataan, tulee siitä laittaa merkintä taulukkoon. Muista päivittää sisällysluettelo, muutoksenteon yhteydessä.

PVM	Tehty muutos	Muutoksenteon allekirjoitus	Tarkastajan allekirjoitus

Kuvio 12 Uudistettujen asiakirjojen historiatieto-taulukko.

Räjähdysuojasiasiakirjoihin liitettiin ilmasta otettu valokuva, jossa on kuvattuna tehdasalue. Kuvaan on muokattu poistumistiet sekä yhteinen kokoontumispaikka. Tällä tavoin voidaan selkeästi esittää poistumisteiden sijainnit valokuvaa hyödyntäen. Lisäksi räjähdysuojasiasiakirjoihin liitettiin pohjapiirustuskuvat, joista selvisi ensiaputarvikkeiden sijainnit sekä palokaluston sijainnit (Liite 3) (Salassa pidettävä).



Kuvio 13 Tehdasalueen poistumistiet sekä yhteinen kokoontumispaikka. (Alkuperäinen kuva Salkojärvi M n.d.)

Uudistettuihin räjähdysuojausasiakirjoihin lisättiin selkeät konelinja- ja prosessikohtaiset toimintojen kuvaukset. Toimintojen kuvauksissa määriteltiin selkeästi yksityiskohdat konelinjasta tai prosessista. Toimintojen kuvauksessa määriteltiin materiaaleja, joita tilassa on tai materiaaleja, joista tila on rakennettu. Lisäksi toimintojen kuvauksessa listattiin merkittävimmät laitteet. Kuviot 12 ja 13 näyttävät hakkuritilan viereisen sähkötilan sekä havuvaneritehtaan purusuodattimen toimintojen kuvaukset.

4.4 Hakkuritilan viereinen sähkötila

Sijaitsee hakkuritilan vieressä, erillisenä sähkötilana.

- Tila on palo-osastoitu tuotantotilasta
- Betonilattia
- Betonisokkeli
- Muurattu seinä kahdella sivulla
- Siporex-elementti seinä kahdella sivulla
- Tilassa sprinklaus

Tilassa on:

- Kaapelihyllyjä
- Loisteputkivalaisimia
- Alasajokeskuksia

Kuvio 14 Esimerkki toimintojen kuvauksesta. (Hakkuritilan viereinen sähkötila).

4.18 Havuvaneritehtaan purusuodatin

Havuvaneritehtaan purusuodin on letkusuodin ja se sijaitsee ulkona tehtaan pihalla. Suodin on suljettu rakenne. Suotimen alaosassa on kolakuljetin, joka pudottaa sulkusyöttimelle ja siitä edelleen pudotus puhaltimen painepuolelle. Pneumaattisesti puru voidaan ajaa pölysiiloon tai siirtokonteineriin.

- Suotimen sisälle on sprinklaus.
- Suotimessa olevat ovet ovat räjähdysluukkuja.
- Tulevissa linjoissa on palopellit, ei takaiskuläppiä
- Suotimen palossa suljetaan palopellit.
- Purusuotimen rungossa on suora maadoitus.
- Turvakytkimet IP 65.

Purusuotimen pölyinen puoli on tilaluokkaa 20. Muut laitteistot eivät edellytä tilaluokitusta.

Purusuotimen ympäristö ei edellytä tilaluokitusta.

Kuvio 15 Esimerkki toimintojen kuvauksesta. (Havuvaneritehtaan purusuodin)

Räjähdyssuojasiasiakirjoissa listattiin tehdaskohtaiset mahdolliset syttymislähteet. Syttymislähteellä tarkoitetaan pöly-ilmaseoksen tai kaasu-ilmaseoksen sytyttävää lähdettä. Syttymislähteinä voivat toimia prosessilaitteet, sähkölaitteet, työvälineet tai vika- ja häiriötilanteet. Esimerkki syttymislähteiden merkinnästä löytyy kuviosta 15.

7 Syttymislähteet

Prosessilaitteet:

- Hiomakoneet
- Sahat
- Telakuivaimet
- Lankakuivaimet

Sähkölaitteet:

- Sähkölaitteiden ylikuormittuminen
- Rajakytkimet
- Pistorasiat (Kytkevävaiheen kipinöinti)

Työvälineet:

- Tulityövälineet (Hitsaus, leikkaus, lämmitys, juottaminen, puhallus)
- Mekaaninen puhdistus (Teräksinen työväline voi aiheuttaa kipinän)

Vika- ja häiriötilanteet:

- Laakerivaurio, ja siitä seurauksena ylikuumentuminen
- Irronnut materiaali-, osa tai ulkopuolinen esine, joka voi aiheuttaa hankautumisen, iskeytymisen. (Seurauksena kipinöinti tai ylikuumentuminen)

Kuvio 16 Syttymislähteiden määrittely räjähdysuojasiasiakirjoissa.

Käyttökohteiden räjähdysvaarallisten tilojen luokitukset on oltava esitettynä selkeästi räjähdysuojasiasiakirjoissa. Tämä toteutettiin taulukkoratkaisulla, jossa määriteltiin konelinja sekä sen tilaluokka. Yksinkertainen taulukko helpottaa asiakirjojen lukua. Räjähdysvaarallisten tilojen luokitus koivuvaneritehtaalla löytyy liitteestä 1 (Salassa pidettävä).

Toimeksiantajan toiveena oli, että asiakirjoissa otettaisiin huomioon kunnossapidon toiminta. Asiakirjojen liitteiksi päätettiin rakentaa kunnossapidolle oppaat laitevalintoihin liittyen. Oppaat rakennettiin sähkölaitteille sekä mekaanisille laitteille. Nämä oppaat sijoitettiin räjähdysuojasiasiakirjojen loppuun liitteiksi, josta nämä on helppo ottaa esille kunnossapitotöitä tehden- tai suunnitellen.

Ohjeet rakennettiin räjähdysvaarallisia tiloja- ja niiden laitteita koskevien standardien sekä muiden tutkimuksien avulla. Ohjeet sähkö- ja mekaanisten laitteiden valinnoille löytyvät liitteistä 4 ja 5 (Sassa pidettävät).

Asiakirjojen sisällössä listattiin myös teknisiä- ja organisatorisia toimenpiteitä räjähdysten ennaltaehkäisyyn ja torjuntaan liittyen. Myös käytössä olevista työvälineistä ja työntekijöiden varusteista laadittiin oma osio. Lopuksi listattiin asiakirjojen rakentamisessa käytetyt lähteet.

7.2 Toimeksiantajalle annetut tulevaisuuden kehitysehdotukset

Opinnäytetyön/kehitysprojektin tarkoituksena oli parannella ja kehittää olemassa olevaa tuotetta. Toimeksiantajalle annettavia varsinaisia tulevaisuuden kehitysehdotuksia syntyi varsin vähän projektin ja aiheen luonteen takia.

Yleisenä ohjeena voidaan kuitenkin pitää, että räjähdysuojauksesta ja räjähdysturvallisuudesta on hyvä pitää huolta koko ajan. Mikäli räjähdysuojauksessa- tai turvallisuudessa tapahtuu muutoksia, on niistä tehtävä tarvittavat muutokset räjähdysuojausasiakirjoihin. Tämän merkitys kasvaa entistään, mikäli asiakirjoihin on sisällytetty esimerkiksi kunnossapidolle oleellista materiaalia. Esimerkiksi tilaluokituksen vaihtuessa, myös laitevalinta voi muuttua. Toimeksiantajaa tässä tilanteessa tukee se, että uudistetut asiakirjat rakennettiin niin, että niitä on helppo muokata.

7.3 Tulosten luotettavuus

Kehittämistutkimusta ei voida suoraan luonnehtia omaksi tutkimusotteekseen, jonka takia luotettavuustarkastelu voi osoittautua haasteelliseksi. Jos kehittämistutkimuksessa on käytetty kvalitatiivista tutkimusotetta, sovelletaan tällöin kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden määritelmiä. (Kananen 2015, 111)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arvioimisessa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- Vahvistettavuus
- Arvioitavuus/dokumentaatio
- Tulkinnan ristiriidattomuus
- Luotettavuus
- Saturaatio

(Kananen 2015, 113)

Vahvistettavuudella tarkoitetaan sitä, että aineisto ja tutkimustulokset vahvistetaan jonkin ulkopuolisen toimesta. (Kananen 2015, 113). Tätä menetelmää hyödynnettiin paljon tämän työn tulosten luotettavuuden arvioinnissa sekä varmistamisessa, ja sitä voidaan pitää merkittävimpanä menetelmänä. Haastattelujen ja havainnointien kautta hankittu aineistoa voidaan pitää luotettavana, sillä haastateltavat ovat asiantuntijoita ja havainnoinnit on vahvistettu ammattilaisilla. Tämä nostaa tulosten luotettavuutta.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa uudistetut räjähdysuojausasiakirjat Metsä Woodin Suolahden vaneritehtaiden tehdasalueelle sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle. Toimeksiantaja esitti projektin alussa toiveensa koskien uudistettuja asiakirjoja, joiden pohjalta lähdettiin työstämään projektia eteenpäin.

Lopputuotteena valmistui uudistetut räjähdysuojausasiakirjat havu- ja koivuvaneritehtaille sekä Kumpuniemen Voima Oy:n voimalaitokselle. Merkittävimpinä uudistuksina vanhoihin asiakirjoihin on selkeämpi ulkoasu, yksiselitteinen informaatio sekä kunnossapitohenkilöstön huomioiminen asiakirjojen sisällössä. Kunnossapidon huomioimisella tarkoitetaan laitevalintoja koskevia ohjeita. Tulevaisuuden kehitysehdotuksia on melko vaikea antaa projektin ja aiheen luonteesta johtuen. Kuitenkin yleisenä tulevaisuuden ohjeena voidaan pitää sitä, että räjähdysuojausasiakirjojen, kuten myös muidenkin asiakirjojen sisältö on hyvä pitää ajan tasalla.

Projektin alussa asetettiin kysymykset, joihin oli tarkoitus saada vastaukset ja samalla viedä vastaukset toimeksiantajan tuotteeseen. Millainen on hyvä räjähdysuojausasiakirja? Mitä tietoa räjähdysuojausasiakirjoihin on sisällytettävä? Mielestäni projektin lähtötilanteeseen nähden voidaan todeta, että näihin kysymyksiin saatiin hyvin vastauksia. Heti projektin alussa, olemassa olevia räjähdysuojausasiakirjoja tarkastelemalla saatiin paljon vastauksia muun muassa siihen, että millainen on hyvä räjähdysuojausasiakirja. Mielestäni hyvä räjähdysuojausasiakirja on sellainen, joka sisältää selkeästi esitettyinä tärkeät informaatiot. Samalla löydettiin paljon vastauksia siihen, että mitä tietoa räjähdysuojausasiakirjoissa tulisi olla. Kun kysymyksiin oltiin saatu vastauksia, ne vietiin toimeksiantajan tuotteeseen, jota oltiin kehittelemässä.

Työn valmistumiselle asetettiin tavoiteaikataulu, joka oli kevät 2021. Aikataulu oli kuitenkin melko joustava, sillä toimeksiantajalla oli jo olemassa olevat ja täysin toimivat räjähdysuojausasiakirjat. Tavoiteaikataulu tuntui aluksi melko tiukalta ja haastavalta, mutta loppujen lopuksi kovan työn ja oma-aloitteisuuden kautta projekti saatiin päätökseen aikataulun mukaisesti.

Työn toteuttamista helpotti merkittävästi se, että vaneritehtaiden sekä voimalaitoksen tuotantoprosessit ovat minulle töiden ja opintojen kautta melko tuttuja. Aikaisemmin hankittu osaaminen helpotti myös merkittävästi aineiston hankintaa. Työskentelin opinnäytetyötä tehdessä Metsä Woodin Suolahden havuvaneritehtaalla, joka mahdollisti sen, että pääsin työskentelemään yhdessä projektin kehityskohteista lähes joka päivä. Tämä mahdollisti myös sen, että F2F-palaverien pitäminen sekä mahdollisten tehdaskierrosten toteuttaminen oli entistä helpompaa. Kolmivuorotyön ja opinnäytetyön yhdistäminen tuntui välillä melko kuormittavalta, mutta hyvän aikataulusuunnittelun sekä hyvien arkirutiinien avulla projekti eteni oikein mallikkaasti. Lisäksi koronapandemia sekä tehdasalueen muut kiireet sekoittivat pakkaa omalla tavallaan.

Lähteet

A 576/2003. Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta. Viitattu 9.5.2021. <http://finlex.fi>.

A 682/1990. Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista. Viitattu 6.5.2021. <http://www.finlex.fi>.

A 20.12.2012/856. Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista. Viitattu 9.5.2021. <http://finlex.fi>.

ATEX-luokitukset. N.d. Tietoa ATEX-luokituksista. Saato-verkkosivut. Viitattu 27.1.2021. <https://saato.fi/tekniset-artikkelit/atex-luokitukset/>

ATEX-opas - Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus. 2015. Tukesin laatiman ATEX-oppaan PDF-versio. Tukesin verkkosivut. Julkaistu 2015. Viitattu 13.1.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-opas.pdf/73c4dc8f-edbd-4c25-8ef9-6cfdef86717d/ATEX-opas.pdf>

ATEX-starttipaketti. 2017. Tukesin laatima ATEX-starttipaketti. Tukesin verkkosivut. Viitattu 12.1.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-starttipaketti-2017.pdf/b440ed57-218e-4eda-a5b9-42df468e0b5f/ATEX-starttipaketti-2017.pdf>

Basic concepts of explosion protection. 2018. Perustietoa ATEX: ista. Bartec:in laatima PDF-tiedosto. Viitattu 10.5.2021. <https://www.bartec.de/en/downloads/safety-academy/ex-protection.pdf>

Direktiivi 2014/34/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita ja suojajärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta (uudelleenlaadittu). Euroopan unionin virallinen lehti 29.3.2014. Viitattu 27.1.2021. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/PDF/?uri=OJ:JOL_2014_096_R_0309_01&from=EN

Direktiivi 1999/92/EY. 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 unionin virallinen lehti 28.1.2000. Viitattu 9.2.2021.

Direktiivi 2014/34/EU. 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) Euroopan unionin virallinen lehti 29.3.2014. Viitattu 24.2.2021

Eskola J, Suoranta J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 1. painos. Osuuskunta Vastapaino. Viitattu 9.5. <https://janet.finna.fi>. Ellibs

EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus. N.d. Tietoa EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutuksesta. Tuke-sin-verkkosivut. Viitattu 15.3.2021. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukai-suus/eu-vaatimustenmukaisuusvakuutus#fe7fd636>

Hakala, T. 2018. Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteiden suojaustason tarkastelu. Opinnäytetyö AMK. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Energia- ja ympäristötekniikka. Viitattu 24.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018121721895>

Heinonen, E. 2020. Atex-tilojen ilmanvaihto. Opinnäytetyö AMK. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Talotekniikan koulutus. Viitattu 16.3.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020061418668>

Hietikko, E. 2015. Tuotekehitystoiminta. Kolmas painos. BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Huhtanen, K. 2016. Puun pölypolton optimointi arinakattilassa. Opinnäytetyö AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, energiatekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 24.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016053010701>

Järvenpää, E. 2006. Laadullinen tutkimus. SoberIT jatko-opintoseminaari. Helsingin teknillisen korkeakoulun tuotantotalouden osasto. Powerpoint-esitys. Viitattu 27.3.2021. <https://www.cs.tut.fi/~ihtesem/k2007/materiaali/luento4.pdf>

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Suomen Yliopistopaine Oy – Juvenes Print. Viitattu 8.5.2021. <https://janet.finna.fi>. Booky.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas: miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Suomen Yliopistopaine Oy – Juvenes Print. Viitattu 4.5.2021. <https://janet.finna.fi>. Booky.

KOM 515 2003. Komission tiedonanto: 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.

Korhonen, S. 2013. Ilmanvaihto räjähdysvaarallisissa tiloissa. Opinnäytetyö AMK. Metropolia ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 16.3.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201305219799>

Laadullinen analyysi. 2015. Tietoa laadullisesta analyysistä. Jyväskylän yliopiston Koppa-palvelu. Viitattu 29.3.2021. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/laadullinen-analyysi>

L 16.12.2016/1139. Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuudesta. Viitattu 1.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161139>

Lehtonen, M. 2018. Räjähdyssuojasiasiakirja. Opinnäytetyö AMK. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 28.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201802162534>

Liukko, T. 2020. Metsä Woodin siirtyminen ETJ+ -järjestelmästä ISO50001:2018. Opinnäytetyö AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Energia- ja ympäristötekniikka. Viitattu 28.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202002172527>

Metsästä maailmalle. N.d. Metsä Groupin verkkosivut. Viitattu 2.5.2021. <https://www.met-sagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>

Mitä standardi tarkoittaa? N.d. SFS-palvelun verkkosivut. Viitattu 9.2.2021. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Ojasalo, K., Moilanen, T., & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3.–4. painos. Sanoma Pro Oy: Helsinki. Viitattu 4.5.2021. <https://janet.finna.fi, Elib>

Räjähdyssuojasiasiakirja. 2012. Tietoa räjähdysuojasiasiakirjan rakentamisesta ja sen sisällöstä. Pohjois-Savon Pelastuslaitoksen laatima PDF-tiedosto. Julkaistu 11.10.2012. Viitattu 24.2.2021. http://www.pspelastuslaitos.fi/js/upload/1450264993_R%C3%A4j%C3%A4hdysuojasiasiakirja.pdf

Räjähdyssvaaralliset tilat. N.d. Tietoa räjähdysvaarallisista tiloista Tukesin verkkosivuilla. Viitattu 12.1.2021. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdyssvaaralliset-tilat#fe7fd636>

Räjähdyssvaarallisten tilojen laitteet - ATEX. N.d. Tietoa räjähdysvaarallisten tilojen laitteista. Tukesin verkkosivut. Viitattu 27.1.2021. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdyssvaaralliset-tilat/rajahdyssvaarallisten-tilojen-laitteet-atex#fe7fd636>

Salkojärvi, M. 2021. Materiaalia koskien räjähdysuojasiasiakirjoja. Sähköpostiviesti 1.2.2021. Vastaanottaja P. Siekinen. Opinnäytetyön toimeksiantajan lähettämää materiaalia koskien projektia.

SFS-EN 1127-1:2019. Räjähdyssvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 23.8.2019. Viitattu 14.2.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN 13237:2012. Räjähdyssvaaralliset tilat. Räjähdyssvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termejä ja määritelmiä. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 10.12.2012. Viitattu 30.1.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN IEC 60079-0:2019. Räjähdyssvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 26.4.2019. Viitattu 9.2.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN 60079-10-2:2015. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 10–2: Tilaluokitus. Pölyräjähdyksvaaralliset tilat. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 8.10.2015. Viitattu 30.1.2021 <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN IEC 60079-10-1:2021. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 10–1: Tilaluokitus. Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 19.2.2021. Viitattu 8.5.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS-Online

SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 27.4.2015. Viitattu 11.2.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN ISO 80079-36:2016 + AC:2019. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 36: Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Perusmenetelmät ja vaatimukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Vahvistettu 15.4.2016. Viitattu 13.2.2021. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

Standardeista. N.d. Perustietoa standardeista Suomen standardoimisliiton verkkosivuilla. Viitattu 10.5.2021. <https://sfs.fi/standardeista/>

Tekniset asiakirjat ja EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Tarkastettu 26.3.2021. EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Euroopan unionin virallinen verkkosivusto. Viitattu 6.5.2021. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/compliance/technical-documentation-conformity/index_fi.htm

The basics of dust-explosion protection. N.d. Technical safety parameters of dusts. R-Stahlin verkkosivut. Viitattu 4.5.2021. https://www.rstahl.com/fileadmin/Dateien/tgus/Documents/ExProtection_Dust-Basics.pdf

Useful information on ATEX. N.d. Tietoa ATEX-merkinnöistä. Michael smith engineers ltd verkkosivut. Viitattu 15.2.2021. <https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/atex>

Vatula, M. 2017. ATEX-direktiivin mukainen suunnittelu, Case: bulk-kuljetin. Opinnäytetyö AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Automaatioteknologian koulutusohjelma. Viitattu 28.2.2021. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017060712765>

Liitteet

Liite 1. Koivuvanerihtehtaan räjähdysvaarallisten tilojen luokitukset (Salassa pidettävä)

Liite 2. Havuvaneritehtaiden toimintojen kuvaukset (Salassa pidettävä)

Liite 3. Tehdasalueen pohjapiirustus (Sammuttimien sijainnit ja nosto-ovien merkinnät) (Salassa pidettävä)

Liite 4. Pölyn räjähdystekniset turvallisuusparametrit (The basics of dust-explosion protection. N.d.; Lehtonen 2018)

Ominaisuus	Määritelmä/kuvaus	Huomautukset
Partikkelin koko	Pölypartikkelin ollessa yli 400 µm se ei ole herkästi syttyvä. Partikkelikoon ollessa välillä 20 µm – 400 µm luokitellaan se herkästi syttyväksi.	Isompien pölypartikkelien siirto ja prosessointi aiheuttaa usein hankausta, joka tuottaa pienempiä pölypartikkeleita.
Syttyvän pölyn pitoisuus	Kuten kaasut, pölyt ovat syttyviä tietyillä pitoisuuksilla: Alempi syttymisraja: 20...60 g/m ³ ilmaa. Ylempi syttymisraja: 2...6 kg/m ³ ilmaa.	Nämä parametrit vaihtelevat suuresti. Herkästi syttyvät pölyt saattavat leimahtaa alle 15 g/m ³ seoksissa.
Suurin räjähdyspaine	Yksinkertaisissa suljetuissa astioissa herkästi syttyvä pöly voi aiheuttaa räjähdyspaineen 6 ja 10 baarin väliltä.	Harvinaisemmissa, kuten kevyen metallipölyn, tapauksissa räjähdyspaine saattaa ylittää 20 barin paineeseen.
K_{St}-arvo	Tämä on luokitettava parametri, joka määrittää räjähdysherkkyyden. Se kuvaa pölyilmaseoksen räjähdyspaineen suurinta nopeutta 1 m ³ astiassa.	Tämä kuvaus on perusta laskettaessa purkautumisen painetta.
Kosteus	Pölyn kosteus on merkittävä tekijä syttymiseen ja räjähdykseen. Vaikkei tarkkoja parametreja ole olemassa, tiedetään että kosteampi pöly vaatii korkeamman syttymisenergian ja se muodostaa pyörteitä vähemmän.	
Pienin syttymisenergia E_{min}	Pienin energiamäärä, jonka kipinä vaatii sytyttääkseen räjähtävän pölyilmaseoksen määritellyissä olosuhteissa.	Jokainen kipinä ei saa syttymistä aikaan. Ratkaiseva tekijä on pölyilmaseoksen sitoutunut riittävä energia, joka käynnistää syttymisen. Muokattua `Hartmann tube`a käytetään pienimmän syttymisenergian määrittämiseen.
Syttymislämpötila T_I	Matalin lämpötila, jossa lämmitetty taso sytyttää pölyilmaseoksen lyhyessä kontaktissa.	Astian muoto, jossa syttymislämpötila on mitattu, on kriittinen. Saattaa olla oletettua, että syttyminen eri tavalla muotoiluilla pinnoilla on käytännössä mahdollista vain korkeammilla lämpötiloilla. Pölyn tapauksessa lämpötilaluokka on 410 ja 500 asteen välillä.
Hehkumislämpötila T_S	Pinnan matalin lämpötila, jossa 5 mm pölykerros on syttyvä.	Hehkumislämpötila kuvaa ominaista syttymistä ohkaisilla pölykerroksilla. Jos kerros on ohuempi tai syttymislähde on täysin pölyn peitossa, muuttaa se hehkumislämpötilaa täysin, joskus laskee sitä huomattavasti. Kokemukset ovat osoittaneet, että hehkumislämpötila laskee lähes lineaarisesti, kun paksuus kasvaa. T_S on joskus merkittävästi matalampi kuin T_I , ilmassa leijuva pölypilvi.

Liite 5. Sähkölaitteiden räjähdysuojaustasojen ja räjähdysuojaurakenteiden välinen yhteys (SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016, 34-35)

EPL	Räjähdysuojaurakenne	Tunnus	Standardi	Sopivat tilaluokat
"Ga"	Luonnostaan vaaraton	"ia"	IEC 60079-11	0, 1 ja 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"	Räjähdyspaineen kestävä koteloointi	"d"	IEC 60079-1	1 ja 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 koteloointi	"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"	IEC60079-15	
	Energia rajoitus	"nL"	IEC 60079-15	
	Kipinöivä laite	"nC"	IEC 60079-15	
	Paineistettu koteloointi	"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 ja 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	21 ja 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