

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / Koneautomaatio

Tomi Mikkonen

EXTOR-SUODATINYKSIKÖN ATEX-SUUNNITTELUOHJE

Insinööriyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

MIKKONEN, TOMI	Extor-suodatinyksikön ATEX-suunnitteluohje
Insinööri	48 sivua + 2 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Simo Ollila
Toimeksiantaja	Extor Oy
Huhtikuu 2011	
Avainsanat	ATEX-standardi, pölynpoisto, räjähdysvaarallinen tila, sähkölaite

Insinööriyön tavoitteena oli luoda Extor Oy:lle pölynpoistojärjestelmiä koskeva ATEX-suunnitteluohje sähkölaitteiden osalta. Suunnitteluohjeissa perehdytään laitteiden tilaluokitukseen ja tilaluokituksen asettamiin vaatimuksiin sekä sähköisten komponenttien että niiden asennusten osalta. Työssä esitellään keskeisimmät ATEX-menetelmät ja -vaatimukset pölynpoistojärjestelmien suunnittelussa.

Tämän ATEX-suunnitteluohjeen tavoitteena on helpottaa pölynpoistojärjestelmän suunnittelua räjähdysvaaralliseen tilaan. Suunnittelun edellytyksenä on ATEX-lainsäädännön tunteminen.

Työssä perehdytään aluksi yleisesti siihen, mitä ATEX on, mitä se koskee ja mitä se edellyttää. Työssä kuvataan pölyn aiheuttamia vaaroja ja niiden välttämiseen käytettyjä menetelmiä. Näiden lisäksi esitellään ohjeita laitteelle vaadittavan tilaluokituksen luomiseksi sekä käydään läpi tilaluokkiin sopivat laitteet ja asennustavat. Laitteen merkintä ja dokumentointi, sekä laitteen tarkastusvaatimukset esitellään myös tässä työssä. Esimerkkilaitteistona käytetään Extor 3000 pölynpoistojärjestelmää. ATEX-suunnitteluohjeen on tarkoitus edesauttaa turvallisen laitteen luomista räjähdysvaaralliseen tilaan.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

MIKKONEN, TOMI

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

April 2011

Keywords

Extor Dust Removal System ATEX design guideline

48 pages + 2 pages of appendices

Simo Ollila, Senior Lecturer

Extor Oy

ATEX standard, dust removal system, explosive atmosphere, electrical apparatus

The objective of this engineering work was to create dust extraction systems for the design of instruction ATEX electrical equipment for Extor Oy. The design guidelines focus on equipment status classification and space requirements set by the classification of electrical components and their installation. The paper presents the main methods and ATEX requirements for the design of dust extraction systems.

The aim of this ATEX planning guide is to facilitate the design of dust extraction systems for explosive atmospheres. The design requires knowledge of the ATEX legislation.

The first section of the paper discusses what ATEX is and what it requires. The work describes the dangers caused by dust and the methods used to avoid them. In addition, the paper presents instructions required to create a single device-specific classification and goes through area in classes, suitable equipment and installation methods. The device labeling and documentation, as well as equipment inspection requirements are also presented here. The device used in this example is Extor 3000 dust removal system. The ATEX planning guide is meant to help secure the device in explosive atmospheres.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
1.1	Yleistä	7
1.2	Työn taustat	7
2	ATEX	7
2.1	ATEX-lainsäädäntö	7
2.2	ATEX-direktiivit	8
2.3	ATEX-laitedirektiivi	8
2.4	ATEX-olosuhdedirektiivi	8
2.5	EX-tila	9
2.6	ATEX-tilaluokat	9
2.7	EX-laite	10
2.8	ATEX-laiteluokat	11
2.9	Laiteluokkien ja tilaluokkien välinen suhde	12
3	SÄHKÖ PÖLYRÄJÄHDYSVAARALLISESSA TILASSA	12
3.1	Sähkölaitteiden valinta	13
3.2	Yleisvaatimukset	13
3.3	Sallitut laitteet	14
3.4	Valinta pölyn ominaisuuksien ja tilaluokan mukaan	15
3.5	Laitteiden valinta suojausrakenteen mukaisesti	15
4	PÖLY	17
4.1	Räjähdysvaarallinen pölyilmaseos	17
4.2	Pölykerrokset	17
4.3	Pölyilmaseoksen sytyttimet	18
5	ESIMERKKILAITE EXTOR 3000	19
5.1	Laitteen kuvaus	19
5.2	Ilmanpuhdistus	19

5.3	Suodattimen puhdistus	19
6	TILALUOKITTELU, ESIMERKKINÄ EXTOR 3000	20
6.1	Yleistä	20
6.1.1	Pölyn ominaisuuksien selvittäminen	21
6.1.2	Tilojen tunnistaminen	21
6.1.3	Pölyn esiintymistodennäköisyyden arviointi	22
6.1.4	Tilaluokituksen tekeminen	22
6.1.5	Dokumentointi	22
6.1.5.1	Yleistä	22
6.1.5.2	Piirustukset, tiedostot ja taulukot	23
6.2	EXTOR 3000	24
7	SÄHKÖASENNUSTEN JA LAITTEIDEN VAATIMUKSET, ESIMERKKINÄ EXTOR 3000	25
7.1	Yleistä	25
7.1.1	Laitteiden valintaan tarvittavat tiedot	26
7.1.2	EPL	26
7.1.3	Räjähdyssuojaustasot	27
7.1.4	Laitteiden käyttö tiloissa, jotka vaativat räjähdysuojaustasoa (EPL)	28
7.2	Lämpötila	29
7.2.1	Pölykerros	30
7.2.1.1	Käytäntö A: kotelointi ja kaikki muut pölykerroksille tarkoitetut laitteet	30
7.2.1.2	Käytäntö B: laitekotelointi enintään 12,5 mm:n pölykerroksille	31
7.2.1.3	Paksu pölykerros	31
7.2.2	Pölypilvi	32
7.3	Potentiaalintasaus	33
7.4	Sähköinen suojaus	34
7.5	Johtojärjestelmät	34
7.5.1	Kaapelit	34

7.5.2	Putkiasennusjärjestelmät	36
7.5.3	Asennusvaatimukset	37
7.6	EXTOR 3000 -suunnittelu ja laitevalinnat	39
8	ATEX-TARKASTUS, DOKUMENTOINTI JA MERKINTÄ	39
8.1	Tarkastukset	39
8.1.1	Käyttöönottotarkastus ja -mittaukset	40
8.1.2	Konemittaukset ja testit	40
8.2	Tekninen dokumentaatio	41
8.3	Ex-laitteiden merkinnät, IEC-standardien vaatimukset	43
8.3.1	ATEX-direktiivin mukaiset lisämerkinnät	43
8.3.2	Standardin SFS-EN 60079-0 mukaiset merkinnät	43
8.3.3	Ex-merkintä pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa	44
8.3.4	Räjähdyssuojaurakenteiden yhdistelmä	45
9	YHTEENVETO	46
	LÄHTEET	47
	LIITTEET	
	Liite 1. Ex-laitteen merkinnät	
	Liite 2. ATEX-laitteen merkintätapa	

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Tämän insinööriyön tavoitteena on luoda Extor Oy:lle pölynpoistojärjestelmiä koskeva ATEX-suunnitteluohje. Sen on tarkoitus toimia ohjeena yritykselle ja antaa tietoa suunnittelijalle. Aihe rajoittuu laitesuunnittelijan kannalta tärkeisiin ATEX-standardeihin ja niiden sähkölaitteita koskeviin vaatimuksiin.

Insinööriyössä tutkitaan standardien edellyttämää tilaluokitusmenettelyä ja niitä vaatimuksia, jotka kohdistuvat laitteisiin ja niiden asennuksiin. Lisäksi käydään läpi pölyn ominaisuudet, laitteiden merkinnät ja tarkastukset. Esillä ovat myös laitteista tehtävät dokumentit. Insinööriyö pohjautuu ATEX-lainsäädäntöön, normeihin ja standardeihin.

1.2 Työn taustat

Extor Oy on suodatusjärjestelmien johtava valmistaja, erikoisalueenaan vaikeiden pölyjen poisto. Yritys on perustettu 1976 ja päätoimipaikka sijaitsee Kotkassa sekä alue-toimisto Tampereella.

Yrityksen toiminta-ajatuksena on luoda lisäarvoa asiakkaille puhtaan työympäristön kautta. Innovaatioon ja tutkimukseen perustuva jatkuva kehitys on tehnyt Extor-suodatusjärjestelmistä pölynpoiston huipputasoa. Extor on toimittanut järjestelmiään yli 2 500 kotimaiselle ja kansainväliselle asiakkaalle.

Aihe insinööriyöhön tuli ollessani Extorilla kesätöissä kesällä 2010. Aloitettuani työt ilmeni tarve ATEX-ohjeisiin. Keskusteltuani suunnitteluinsinööri Jouni Vartiaisen kanssa syntyi idea toteuttaa suunnitteluohje yrityksen tarpeisiin.

2 ATEX

2.1 ATEX-lainsäädäntö

Uusi ATEX-lainsäädäntö (ATEX = atmosphères explosibles) astui voimaan vuonna 2003. ATEX-lainsäädäntö pitää sisällään määräykset räjähdysvaarallista tiloista sekä

niissä työskentelystä. Lisäksi ATEX:ssa on turvallisuusvaatimuksia, jotka koskevat näissä tiloissa olevien laitteiden suunnittelua ja rakennetta. Kaikki tilat, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran tilaan syntyvien normaali-ilmanpaineisten kaasu-ilmaseosten tai pölykaasuseosten vuoksi, luokitellaan räjähdysvaarallisiksi tiloiksi. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa, energian tuotannossa, kemian teollisuudessa ja lääketeollisuudessa käytettävät tilat. (1.)

2.2 ATEX-direktiivit

Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (olosuhdedirektiivi) käytetään nimitystä ATEX. Nämä Euroopan yhteisön direktiivit koskevat räjähdysvaarallisia tiloja (Ex-tiloja), niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. Näiden direktiivien tarkoituksena on suojella työntekijöiden turvallisuutta ja terveyttä, yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia sekä mahdollistaa Ex-laitteiden turvallinen vapaa kauppa. (2;3.)

2.3 ATEX-laitedirektiivi

ATEX-laitedirektiivi 94/9/EY koskee laitteiden ja suojausjärjestelmien käyttöä räjähdysvaarallisissa normaali-ilmanpaineisissa ilmaseoksissa. Direktiivi sisältää määräykset uusien tuotteiden suunnittelusta, valmistamisesta, markkinoille saattamisesta sekä käyttöönotosta. Direktiivi 94/9/EY koskee sähkölaitteita, mekaanisia laitteita, itsenäisiä suojausjärjestelmiä, turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä osittain myös yksittäisiä komponentteja sekä laitteista koottuja laitekoonpanoja. Suomessa on aiemmin, vuodesta 1996 lähtien, noudatettu kansallista lainsäädäntöä: valtioneuvoston asetus (VNp917/1996) sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (KTMp 918/1996). Uusi ATEX-laitedirektiivi astui voimaan Suomessa 1.7.2003 ja on toimeenpantu saman sisältöisenä EU:n alueella. (2.)

2.4 ATEX-olosuhdedirektiivi

ATEX-olosuhdedirektiivi 1999/92/EY koskee sellaisia tuotantolaitoksia ja työpaikkoja, joissa räjähdyskelpoiset ilmaseokset voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. ATEX-olosuhdedirektiivin perusteella räjähdysvaarallisille tiloille on tehtävä tilaluokitus.

Luokituksen perusteella määräytyvät tiloissa jo olevien, sinne asennettavien tai sinne tilapäisesti tuotavien laitteiden turvallisuusmääräykset. Direktiivin kansallinen asetus (VNa 576/2003) tuli voimaan 1.9.2003, ja se koskee uusia räjähdysvaarallisia tiloja sekä vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. Takautuvasti direktiivi tuli voimaan 30.6.2006 ja koskee myös vanhoja käytössä olevia tiloja. (3.)

2.5 EX-tila

Räjähdysvaarallisella tilalla tarkoitetaan tilaa, *jossa voi esiintyä räjähdyskelpoista ilmaseosta siinä määrin, että erityiset suojelutoimenpiteet työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojelemiseksi taikka yleisen turvallisuuden ylläpitämiseksi tai henkilö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi ovat tarpeen.* (4.)

EX-tilalle on laadittava räjähdysuojausasiakirja. Asiakirja laaditaan työntekijöiden työturvallisuuden parantamiseksi. Siinä on esitettävä muun muassa räjähdysvaaran arviointi ja tilojen luokittelu sekä asianmukaisten laitteiden käyttö.. EX tiloja on muun muassa kemianteollisuudessa ja energian tuotannossa. (5.)

2.6 ATEX-tilaluokat

Räjähdysvaaralliset tilat luokitellaan räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistiheyden ja keston perusteella. Kuvassa 1 näkyy eri tilaluokat ja niiden määritelmät.

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

Kuva 1. ATEX-tilaluokat (5).

2.7 EX-laite

Ex laitteella tarkoitetaan *konetta, kojetta, kiinteää tai liikkuvaa laitetta, niiden valvonta- ja säätölaitetta ja varoitus- tai estojärjestelmää, jota itsenäisesti tai yhdessä jonkin muun laitteen kanssa käytetään energian tuottamiseen, siirtämiseen, varastointiin, mittaamiseen, ohjaukseen tai muuntamiseen aineiden käsittelemiseksi ja joka omien mahdollisten syttymislähteidensä takia saattaa aiheuttaa räjähdysvaaran.* (6.)

Ex-laitteita on kaikki sellaiset koneet ja laitteet, jotka on tarkoitettu käytettäväksi Ex-tiloissa. Myös näiden laitteiden räjähdysuojauksen kannalta tarpeelliset turva-, säätö-

ja ohjauslaitteet, jotka voivat sijaita Ex-alueen ulkopuolella, luetaan Ex-laitteeksi. Ex-laitteita ovat muun muassa sähkölaitteet ja -asennukset, pumput, trukit ja polttomootorit. Ex-laitteiden on täytettävä olennaiset säädöksissä määritellyt terveys- ja turvallisuusvaatimukset. ATEX-lainsäädännön pyrkimyksenä on pyrkiä yhdenmukaisiin standardeihin. Laitesuunnittelussa rakenneperiaatteiden perusstandardit ovat EN 13463-1 (mekaaniset laitteet) ja EN 50014 (sähköiset laitteet). Noudattamalla standardeja taataan olennaiset turvallisuusvaatimukset suunnittelussa, testauksessa ja rakentamisessa. Laitteista on muun muassa käytävä ilmi, millaisiin tiloihin (tilaluokkaan) laite on hyväksytty, CE-merkintä ja Ex-merkintä, laiteryhmää ja -luokkaa kuvaava merkintä. Laitteivaatimuksia ovat esimerkiksi laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset. (5.)

2.8 ATEX-laiteluokat

ATEX-laiteluokat jakautuvat ryhmiin 1. hiilikaivoslaitteet ja 2. teollisuuslaitteet. Kuvasssa 2 näkyy ryhmät ja niiden laiteluokat.

HIILIKAIIVOSLAITTEET-RYHMÄ I

Laiteluokka M1:	Erittäin korkea turvallisuustaso. Laitteet voivat olla toiminnassa räjähdyskelteisessä seoksessa
Laiteluokka M2:	Korkea turvallisuustaso. Laitteet kytketään jännitteettömiksi räjähdyskelteisen ilmaseoksen esiintyessä.

TEOLLISUUSLAITTEET-RYHMÄ II

Laiteluokka 1:	Erittäin korkea turvallisuustaso. Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelteinen seos esiintyy jatkuvasti tai pitkiä aikoja (Tilaluokat 0 ja 20).
Laiteluokka 2:	Korkea turvallisuustaso. Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelteinen seos esiintyy todennäköisesti normaalikäytössä (Tilaluokat 1 ja 21).
Laiteluokka 3:	Normaali turvallisuustaso. Laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdyskelteinen pitoisuus esiintyy epätodennäköisesti ja silloinkin vai harvoin ja lyhytaikaisesti (Tilaluokat 2 ja 22).

Kuva 2. ATEX-laiteluokat (7).

2.9 Laiteluokkien ja tilaluokkien välinen suhde

Laiteluokituksen avulla voidaan valita kuhunkin tilaluokkaan sopiva laite tai suojausjärjestelmä (5). Kuva kolme antaa tarkemman ja havainnollisemman käsityksen tilaluokituksista ja niiden välisestä suhteesta.

Laiteluokka	Tilaluokka	Ilmaseos	Käyttävissä myös tilaluokassa
1	0	kaasu, höyry, sumu	1 ja 2
2	1	kaasu, höyry, sumu	2
3	2	kaasu, höyry, sumu	—
1	20	pöly	21 ja 22
2	21	pöly	22
3	22	pöly	—

Kuva 3. Laiteluokkien ja tilaluokkien välinen suhde (5).

3 SÄHKÖ PÖLYRÄJÄHDYSVAARALLISESSA TILASSA

Useissa teollisuuden prosesseissa syntyy huomattava määrä pölyä. Näistä monet ovat palavia pölyjä, jotka syttyessään voivat palaa nopeasti ja huomattavalla räjähdysnopeudella, mikäli ilma-pölyseossuhde on siihen sopiva. Tästä syystä on tarpeen suojata ne sähkölaitteet, joiden ympärillä on räjähdyskelpoista ilmaseosta, niin että syttymistodennäköisyys pienenee. Sähkölaitteissa mahdollisia syttymislähteitä ovat valokaaret ja kipinät, kuumat pinnat ja kipinät. Sähkölaitteen turvallisuus voidaan varmistaa joko niin, että laite asennetaan, mikäli mahdollista, räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolelle tai niin, että valitaan, asennetaan ja huolletaan sähkölaitteita kyseessä olevaa tilaa koskevien suositusten ja menetelmien mukaisesti. (8, 11–12.)

Palavat pölyt voivat syttyä sähkölaitteista useilla tavoilla: Mikäli laitteen pinnan lämpötila on korkeampi kuin kyseessä olevan pölyn alin syttymislämpötila, on syttymisvaara olemassa. Lämpötila, jossa pöly voi syttyä palamaan, riippuu pölyn ominaisuuksista, onko pöly seoksena ilmassa vai kerroksena, pölykerroksen vahvuudesta ja lämmön lähteen muodosta. Pöly voi syttyä myös valokaarista tai kipinäistä sähköisissä osissa, kuten esimerkiksi kytkimissä ja liittimissä. Syttymisen voi myös aiheuttaa kertynyt staattinen sähkö purkaus, säteilyenergia eli sähkömagneettinen säteily tai laitteeseen liittyvät kitkasta aiheutuvat kipinät. (8, 11–12.)

Syttymisvaaran välttämiseksi on huolehdittava siitä, että lämpötila pidetään standardissa esitettyjen raja-arvojen alapuolella silloin, kun räjähdysvaarallisessa tilassa on pintoja, joille voi kertyä pölyä tai jotka voivat olla kosketuksissa pölypilven kanssa. Kaikki ne kipinöivät sähköiset komponentit, tai komponentit joiden lämpötila ylittää standardin lämpötilarajat, tulee koteloida niin, että pölyn sisään tunkeutuminen estyy riittävästi. Virtapiirien energia voidaan myös rajoittaa niin, että vältetään sellaiset valokaaret, kipinät tai lämpötilat, jotka voisivat sytyttää palavan pölyn. Kaikki muut syttymislähteet on vältettävä. (8, 11–12.)

3.1 Sähkölaitteiden valinta

Tässä kohdassa käsitellään sähkölaitteiden yleisimpiä valintaan liittyviä vaatimuksia pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa. Tarkemmat valintaan ja asennukseen liittyvät asiat käsitellään myöhemmin laitevalintojen yhteydessä. Laitteiden ja asennusten tulee myös täyttää yleiset sähkölaitteita koskevat vaatimukset, esimerkiksi IP-luokitukset.

3.2 Yleisvaatimukset

Sellaiset tilat, joissa on vaarallisia määriä syttyvää pölyä, hahtuvia tai kuituja ilmassa, luokitellaan räjähdysvaarallisiksi tiloiksi. Räjähdysvaaralliset tilat on jaettu palavilla pölyillä tilaluokkiin 20, 21 ja 22 standardin IEC 61241-10 mukaisesti. Tilaluokitus helpottaa sekä sopivien laitteiden että sähköasennusten suunnittelua. (8, 22.)

Sähkölaitteet tulee sijoittaa, mikäli mahdollista, räjähdysvaarattomaan tilaan. Mikäli tämä ei ole mahdollista, ne tulee pyrkiä sijoittamaan vähiten vaaralliseen tilaan. Sähköasennusten on täytettävä soveltuvat normaalitilojen asennusvaatimukset myös räjähdysvaarallisissa tiloissa. Nämä vaatimukset saattavat olla kuitenkin riittämättömät räjähdysvaarallisissa tiloissa. Asennettaessa sähkölaitteita ja asennusmateriaaleja räjähdysvaaralliseen tilaan tulee ottaa huomioon tehon, jännitteen, virran, taajuuden, käyttötavan ja muiden ominaisuuksien osalta mitoitusarvot ja käyttää ja noudattaa niitä sallituissa rajoissa. Erityisesti tulisi varmistaa, että jännite ja taajuus vastaavat käyttöpaikan arvoja ja että lämpötilaluokitus tukeutuu oikeaan jännitteeseen, taajuuteen ja niin edelleen. (8, 22.)

Räjähdysvaarallisen tilan kaikki sähkölaitteet ja johdot on valittava ja asennettava standardin SFS-EN 60079-14 mukaisesti. Laitteet on asennettava asennusohjeita nou-

dattaen ja lisäksi on huolehdittava siitä, että vaihdettavien tarvikkeiden, esimerkiksi lamppujen, tyypit ja nimellisarvot ovat oikeat. Asennustyö ja laitteet on tarkastettava ennen käyttöönottoa standardin IEC 60079-17 mukaisesti. Asennuksen suunnittelussa sekä laitteiden ja materiaalien asennuksessa tulisi ottaa huomioon tarkastamisen helpous ja kunnossapito (IEC 60079-17). (8, 22.)

Poikkeuksellisissa olosuhteissa, esimerkiksi tutkimuksessa ja tuotekehityksessä, käytettävien laitteiden ja järjestelmien ei tarvitse täyttää tämän standardin vaatimuksia, jos räjähdysuojattuja laitteita ei ole saatavissa näihin tiloihin. Edellytyksenä tälle on, että laite tai järjestelmä on pätevän tahon valvonnassa ja että yksi tai useampi alla mainituista ehdoista täyttyy:

- *on varmistettu, ettei räjähdyskelpoista kaasuseosta esiinny, tai*
- *on varmistettu, että ao. laitteisto kytkeytyy irti sähköverkosta räjähdyskelpoisen kaasuseoksen esiintyessä. Tällöin on myös varmistettava, ettei syttymistä voi tapahtua sähköverkosta erottamisen jälkeen, esim. kuumien pintojen takia, tai*
- *on varmistettu, ettei koelaitteistossa syntynyt tulipalo tai räjähdys aiheuta vaaraa henkilöille eikä ympäristölle.*
- *Lisäksi nämä toimenpiteet on kirjalliseen muotoon laatinut pätevä taho, joka:*
 - *tuntee tämän standardin sekä muiden asianmukaisten standardien vaatimukset sekä asennussuositukset koskien sähkölaitteiden ja -järjestelmien käyttöä räjähdysvaarallisissa tiloissa, ja*
- *voi hankkia käyttöönsä kaiken tässä varmistamisessa tarvittavan tiedon. (8, 23.)*

3.3 Sallitut laitteet

Turvallisuuden varmistamiseksi on pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet suojattava vähintään yhdellä alla mainituista räjähdysuojaurakenteista:

- *a) pölyn poissulkeva, syttymisen pitävä kotelointi (Ex tD) standardin IEC 61241-1 mukaisesti*
- *b) massaan valettu rakenne (Ex mD) standardin IEC 61241-18 mukaisesti*

- c) luonnostaan vaaraton rakenne (Ex iD) standardin IEC 61241-11 mukaisesti
- d) paineistettu kotelointi (Ex pD); paineistettu kotelointi, joka täyttää pölyräjähdysvaarallisen tilan vaatimukset standardin IEC 61241-2 mukaisesti. (9, 28.)

3.4 Valinta pölyn ominaisuuksien ja tilaluokan mukaan

Valittaessa sähkölaitteita tilaluokkiin 20, 21 ja 22 tarvitaan seuraavat tiedot:

- a) Alueen luokittelu, eli tilaluokitus
- b) Kyseessä olevan pölyilmaseoksen syttymislämpötila tai alin pölyilmaseoksen syttymislämpötila, jos tilassa on useampia palavia aineita.
- c) Tarvittaessa kyseessä olevan pölyilmaseoksen minimisyttymisenergia, tai alin minimisyttymisenergia, jos tilassa on useampia palavia aineita.
- d) Pölyn ominaisresistanssi (johtavuus). (9, 28.)

3.5 Laitteiden valinta suojausrakenteen mukaisesti

Standardissa SFS-EN-61241-14 on suojausrakenteen, ”suojaus koteloinnilla tD”, osalta esitetty vaatimukset kahdelle erilaiselle käytännölle, käytäntö A ja käytäntö B. Tavoitteena on saavuttaa yhtäläinen suojaustaso. Kuvassa 4 on käytännön A ja B vaatimukset.

Käytäntö A	Käytäntö B
Kirjoitettu periaatteessa suorituskykyvaatimusten muotoon	Kirjoitettu sekä suorituskyky- että ohjaavien määräysten muotoon
Suurin sallittu pintalämpötila määräytyy 5 mm pölykerroksen syttymislämpötilaan ja asennusvaatimukset vaativat 75 °C turvamarginaalin pintalämpötilan ja kyseessä olevan pölyn syttymislämpötilan välillä.	Suurin sallittu pintalämpötila määräytyy 12,5 mm pölykerroksen syttymislämpötilaan ja asennusvaatimukset vaativat 25 °C turvamarginaalin pintalämpötilan ja kyseessä olevan pölyn syttymislämpötilan välillä.
Vaadittu suojaus pölyn sisään tunkeutumista vastaan saadaan aikaan käyttämällä joustavia tiivisteitä liitoksissa ja hankaavia tiivisteitä pyörivissä tai liikkuvissa akseleissa tai ohjausvivuissa. Laitteen tiiveys pölyä vastaan määritetään standardin IEC 60529 – IP-luokitus mukaisesti.	Vaadittu suojaus pölyn sisään tunkeutumista vastaan saadaan aikaan määrättyillä liitospintojen leveyksillä ja rakomitoilla, ja akselien ja ohjausvipujen tapauksissa määrättyillä pituuksilla ja kiinteiden ja liikkuvien osien välisillä halkaisija mittojen eroilla. Laitteen tiiveys pölyä vastaan määritetään käyttäen jaksollista lämpötestiä.

Kuva 4. Käytäntö A ja B (9, 10).

Laitteet on rakennettava ja testattava tässä standardissa esitettyjen eri osien vaatimusten mukaisesti. Riippuen pölykerrosten muodostumisesta on niiden suurimman salli-

tun pintalämpötilan oltava standardin annetuissa rajoissa. Ja suojausrakenteella ”tD” pintalämpötilan on oltava sallituissa rajoissa riippuen siitä, onko kyseessä käytäntö A vai B. Kuva 5 laitteiden valinta suojausrakenteen mukaisesti. (9, 34.)

Pölyn tyyppi	Tilaluokka 20	Tilaluokka 21	Tilaluokka 22
Johtamaton	tD A20	tD A20 tai tD A21	tD A20 tai tD A21 tai tD A22
	tD B20	tD B20 tai tD B21	tD B20 tai tD B21 tai tD B22
	iaD	iaD tai ibD	iaD tai ibD
	maD	maD tai mbD	maD tai mbD
Johtava	tD A20	tD A20 tai tD A21	tD A20 tai tD A21tD tai A22 IP6X
	tD B20	tD A20 tai tD B21	tD A20 tai tD B21
	iaD	iaD tai ibD	iaD tai ibD
	maD	maD tai mbD	maD tai mbD
		pD	pD

Kuva 5. Taulukko suojausrakenteista (9, 34).

Pölyn poissulkeva kotelointi ”tD” on pölytiiviskotelointi, joka estää kaikkien havaittavissa olevien pölyhiukkasten sisään tunkeutumisen. Sillä voidaan myös tarkoittaa pölysuojaista kotelointia, joka ei täysin estä pölyn sisään tunkeutumista, mutta sisään pääsevän pölyn määrä ei vaaranna laitteen turvallista toimintaa. (9, 16.)

Massaanvalu ”mD” on suojausrakenne, jossa osat, joiden kipinöinti tai kuumat pinnat voivat sytyttää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen, on valettu massan sisään niin, että vältetään pölykerroksen tai -pilven syttyminen. (9, 16.)

Luonnostaan vaaraton rakenne ”iD” on suojausrakenne, jossa laitteiden ja johtojen sähköenergiaa on rajoitettu niin, että lämpenemisen tai kipinöinnin seurauksena ei syttymistä voi tapahtua. (9, 16.)

Suojausrakenne ”pD” (paineistus) tarkoittaa tekniikkaa, jossa kotelon sisällä ylläpidetään ylipaineista suojakaasu ja estetään näin räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostuminen. (9, 18.)

4 PÖLY

4.1 Räjähdysvaarallinen pölyilmaseos

Ilman ja pölyn muodostamaa syttyvää seosta kutsutaan räjähdyskelpoiseksi pölyilmaseokseksi. Tässä seoksessa palaminen leviää koko pölyilmaseokseen syttymisen jälkeen. Pölyräjähdys tapahtuu siis silloin, kun koko pölyilmaseos palaa. Voimakasta paineennousua ei kuitenkaan välttämättä tapahdu. Pölyräjähdykset eli pölyjen hulumahdukset voivat olla erittäin vaarallisia, koska se mahdollistaa palon nopean leviämisen. (10, 2.)

4.2 Pölykerrokset

Puupölykerrokset aiheuttavat pölyräjähdysriskin. Räjähdyskykyinen pölypilvi voi muodostua pölykerroksesta ilmaan esimerkiksi ilmavirtauksesta tai paineilmalla puhdistettaessa. Rakenteiden tärinä saattaa myös pudottaa rakenteen päälle pudonnutta pölyä niin, että ilmaan muodostuu räjähdyskykyinen pölypilvi. Jo yhden millimetrin paksuinen pölykerros voi noustessaan ilmaan pölypilvenä, muodostaa räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen. Ensimmäinen huonetilassa tapahtuva pölyräjähdys voi nostaa ilmaan lisää pölykerroksia ja aiheuttaa näin sekundaarisia pölyräjähdyksiä. Usein pölykerrostumien aiheuttamaa riskiä vähätellään tai sitä ei huomata, vaikka on todettu, että useissa suurpaloissa juuri pölykerrostumat ovat aiheuttaneet räjähdysmäisen tulipalon. Pölykerros toimii eristeenä lämpötuottavan laitteen pinnalla, jolloin laite saattaa ylikuumentua ja päällä oleva pölykerros syttyä. Jo yli viiden millimetrin paksuiset pölykerrokset on otettava huomioon mahdollisina räjähdyskelpoisten pölyilmaseosten synnyttäjinä, mikäli olosuhteet muodostuvat sopiviksi. (10, 8.)

4.3 Pölyilmaseoksen sytyttimet

Räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen syttyminen tapahtuu jo pienestä energiasta. Mitä hienompaa pöly on, sitä pienemmällä energialla se syttyy. Sytyttimenä voi toimia esimerkiksi hiukkanen, jossa on riittävästi energiaa. Sopivissa olosuhteissa hienojakoisella puupölyllä syttymiseen tarvitaan energiaa vain muutama millijoule (mJ). Staattinen sähkö on oleellinen riskitekijä: sivutuotetta siirrettäessä pneumaattisesti pölyputkistossa aiheutuu sivutuotteen hankautuminen ja sen seurauksena sähköisiä varauksia. Tällainen kipinä pystyy sytyttämään räjähdyskelpoisen pölypilven. Myös mekaaniset kipinät ja kuumat pinnat ovat tyypillisiä sytytysläheteitä. (10, 14.)

Pölykerrokset voivat syttyä laitteen lämpenemisen seurauksena. Laitteen päällä oleva pöly toimii eristeenä, ja huonon jäähtymisen takia lämpötila voi nousta liikaa. Pölykerrostuma syttyy aluksi hehkumalla. Hehkuva pöly toimii itsessään sytytysläheteinä, ja jos pölykerros muodostaa pölyilmaseoksen, se voi räjähtää. (10, 14.)

Sytyttimen lämpötilan tulee olla riittävän korkea, vaikka räjähdysvaarallinen pölyilmaseos syttyykin pienellä energialla. Pölyilmaseoksen syttymislämpötilaa pidetään 400 °C:na. Mikäli pölyilmaseoksessa olevan syttymislähteen lämpötila on tätä alempi, pölyilmaseos ei kykene syttymään. (10, 15.)

On kuitenkin huomioitava, että alhaisenkin lämpötilan pitkä vaikutusaika, useita tunteja, voi sytyttää pölykerrostuman huomattavasti alhaisemmassa lämpötilassa kuin mitä pölyilmaseoksen syttyminen edellyttää. Myös kerroksen paksuus vaikuttaa pölykerrostuman syttymiseen. Mitä paksumpi kerros, sitä alhaisemmassa lämpötilassa voi hehkuminen alkaa. Jo pintalämpötilan ollessa 100–125 °C on tilannetta pidettävä vaarallisena. Syttymisvaaraa lisäävät paksut, huonosti lämpöä johtavat pölykerrostumat ja ulkopuoliset lämmönlähteet. Pölyn hehkuminen synnyttää lisää lämpöä, jolloin pölykerroksen lämpötila nousee niin korkeaksi, että se pystyy sytyttämään pölyilmaseoksen tai ympäristö syttyy hehkumisen seurauksena. (10, 15.)

5 ESIMERKKILAITTE EXTOR 3000

5.1 Laitteen kuvaus

EXTOR 3000 on ATEX-luokiteltu integroitu suodatin ja puhallinyksikkö, joka on suunniteltu erityisesti kevyille pölyille kuten puupölylle. Pölynpisto- ja suodatinjärjestelmä koostuu sähkömoottorin ohjaamasta imupuhaltimesta, suodattimista, suodattimen puhdistusjärjestelmästä, pölynkeräysastiasta ja pölynkeräysletkusta lisävarusteineen. (11.)

5.2 Ilmanpuhdistus

Suodatuslaitteiston ilmanpuhdistus tapahtuu kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa ilmasta erotetaan suuremmat partikkelit laitteiston sykloniosassa keräilyastiaan. Toisessa vaiheessa pöly suodattuu imuilmasta suodattimien läpi laitteiston suodattinyksikössä. Kolmannessa vaiheessa suodatettu ilma johdetaan kontrollisuodattimen läpi. Puhdas ilma palautetaan työtilaan. (11.)

5.3 Suodattimen puhdistus

Suodattimien puhdistus tapahtuu seuraavasti. Paineilmatoiminen puhdistuslaite puhdistaa suodattimia kuuden suodattimen ryhmissä kymmenen sekunnin välein käyden läpi kaikki suodattimet. Puhdistus tapahtuu käytön aikana sekä imuyksikön pysähtyttyä, jolloin se suorittaa loppupuhdistuksen. Paineilmasäiliön lataannuttua laite kehittää paineilmaiskun, joka ohjataan suodattimien sisäpinnalle normaalia imuvirtaussuuntaa vastaan osastoidun kanaviston kautta. Puhdistuslaitetta ohjataan ohjelmoitavanlogiikan avulla, joten puhdistusjakson pituutta ja paineiskujen tiheyttä voidaan säätää. Säiliön ansiosta puhdistuslaite toimii 160 l/min ilmantuotolla, minimipaine 6 on baaria, maksimipaine 9 baaria. Kuvassa 6 on Extor 3000 suodatusjärjestelmä. (11.)



Kuva 6. Extor 3000 (11).

6 TILALUOKITTELU, ESIMERKKINÄ EXTOR 3000

6.1 Yleistä

Tässä kappaleessa käsitellään pölynpoistojärjestelmän tilaluokan valintaa. Tilaluokitus tehdään helpottamaan sekä sopivien sähkölaitteiden valintaa että sähköasennusten suunnittelua. Esimerkkinä tilaluokitellusta laitteesta toimii EXTOR 3000 - pölynpoistojärjestelmä. Tilaluokan määrittämisen työvaiheet voivat olla esimerkiksi seuraavanlaiset:

- Pölyn ominaisuuksien selvittäminen
- Tilojen tunnistaminen
- Pölyn esiintymistodennäköisyyden arviointi

- Tilaluokituksen tekeminen
- Dokumentointi.

Laitesuunnittelussa voi olla lähtökotana suunnitella laite tiettyyn tilaluokkaan. Tässä tapauksessa tilaluokitus helpottuu, koska lähtökodat määrittelevät minimi-tilaluokan. Esimerkkilaitteen osalta on lähtökohtana ollut vaatimus toteuttaa tilaluokan 22 laite, joka soveltuu kevyille palaville pölyille. Laitteen kaikille tiloille on kuitenkin tehtävä edellä mainitunlainen menettely tilojen luokitteluksi, koska laitteen toiminnan luonteesta johtuen laitteessa voidaan tarvita korkeampaa luokitusta.

6.1.1 Pölyn ominaisuuksien selvittäminen

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään, onko aine palavaa, ja syttymislähteiden arviointia varten määritetään aineominaisuudet, joita ovat hiukkaskoko, kosteuspitoisuus, pölypilven ja pölykerroksen minimi syttymislämpötilat, pölyn sähkönjohtavuus. (12, 20.)

Tieto siitä onko pöly palavaa vai ei. Pölyn syttymisominaisuudet voidaan varmistaa laboratoriotestein tulevan standardin IEC 60079-20-2 mukaisesti.

Esimerkkilaitte Extor 3000 on suunniteltu kevyille pölyille, erityisesti puupölyille. Tästä voidaan olettaa, että laitteessa esiintyvä pöly on todennäköisimmin puupölyä.

6.1.2 Tilojen tunnistaminen

Tilojen löytämiseksi laitteen rakennetta tarkastellaan ja etsitään tilakokonaisuuksia, jotka muodostavat laitteen. Suodatinyksiköstä voi löytyä seuraavanlaisia tiloja: laitteen ympäristö, imukanavisto, säiliö, sykloniosa, suodattimen jälkeinen osa, pääsuodattimen ja kontrollisuodattimen välinen tila sekä laitteen ympäristö. Osaa tiloista voidaan pitää yhtenä tilana kuten esimerkiksi sykloni ja säiliöosa.

Extor 3000:ssa tiloja on neljä: likainen puoli eli säiliö ja sykloniosa, pääsuodattimien ja kontrollisuodattimen välinen tila, kontrollisuodattimen jälkeinen tila ja laitteen ympäristö.

6.1.3 Pölyn esiintymistodennäköisyyden arviointi

Tässä vaiheessa tutkitaan pölyn esiintymistiheyttä ja pitoisuutta laitteistossa olevissa tiloissa. Esimerkkilaitteessa Extor 3000 on neljä tilaa. Ensimmäinen tila on suodattimen likainen osa, joka käsittää keräyssäiliön ja sykloniosan. Toinen tila sijaitsee pääsuodattimen ja kontrollisuodattimen välissä. Kolmas tila on kontrollisuodattimen jälkeinen tila. Neljäs tila on laitteen ympäristö.

Ensimmäisessä tilassa pölyä esiintyy jatkuvasti pieninä määrinä laitteiston ollessa käytössä. Pölynpitoisuudet kasvavat vaarallisiksi puhdistussyklin ollessa toiminnassa. Puhdistussykli voi toistua useita kertoja päivässä laitteen käyttöasteesta riippuen. Pölyä myös kertyy kerroksiksi erinäisiin kohtiin tässä tilassa. (11.)

Toisessa tilassa voi esiintyä pieniä määriä pölyä normaalissa käytössä, mutta määrät ovat hyvin pieniä eivätkä aiheuta vaarallisia pitoisuuksia. Vaarallisia pitoisuuksia voi esiintyä esimerkiksi suodattimen rikkoontuessa. (11.)

Kolmannessa tilassa voi esiintyä pieniä määriä pölyä normaalissa käytössä, mutta määrät ovat hyvin pieniä eivätkä aiheuta vaarallisia pitoisuuksia. Vaarallisia pitoisuuksia voi esiintyä esimerkiksi suodattimen rikkoontuessa. (11.)

Neljännessä tilassa, joka on laitteen ympäristö, voi esiintyä pieniä määriä pölyä riippuen laitteen toimintaympäristöstä. (11.)

6.1.4 Tilaluokituksen tekeminen

Aikaisempien hankittujen tietojen ja tulosten avulla voidaan nyt suorittaa tilaluokitus. Tilaluokan selville saamiseksi tarkastellaan aiempien kohtien tietoja, ja niiden pohjalta voidaan todeta, minkä luokan kriteerit kukin tila täyttää.

6.1.5 Dokumentointi

6.1.5.1 Yleistä

Tässä kohdassa 6.1.5.1 Yleistä viitataan standardin SFS-EN 60079-10-2 sivun 28 tietoihin. Tilaluokitus ja siihen johtaneet eri välivaiheet täytyy kaikki dokumentoida.

Kaikkiin käytettyihin olennaisiin tietoihin on oltava viittaukset. Näitä tietoja ovat esimerkiksi

a) soveltuviin ohjeiden ja standardien suositukset

b) arviointi kaikkien päästölähteiden aiheuttamasta pölyn hajaantumisesta

c) prosessiparametrit, jotka vaikuttavat räjähdyskelpoisten pöly-ilmaseosten ja pölykerrosten muodostumiseen

d) prosessin käyttöön ja kunnossapitoon liittyvät parametrit

e) siivousohjelmat.

Tilaluokitus selvityksen tulokset sekä kaikki siihen myöhemmin tehdyt muutokset on kirjattava varmennusasiakirjatiedostoon. Kaikkia laitoksen käyttämiä prosessiaineita koskevat, tilaluokituksessa käytetyt ominaisuudet tulee luetteloida. Tietoihin tulisi kuulua esimerkiksi

— *pölypilvien syttymislämpötilat*

— *pölykerrosten syttymislämpötilat*

— *pölypilven minimisyttymisenergia*

— *pölyryhmä*

— *räjähdysrajat*

— *sähkönjohtavuus*

— *kosteuspitoisuus*

— *hiukkaskoko.*

6.1.5.2 Piirustukset, tiedostot ja taulukot

Tilaluokitusdokumentit voivat olla paperi- tai sähköisessä muodossa, ja niiden tulisi sisältää kaikki tasopiirustukset poikkileikkauksineen, jotka osoittavat sekä tilaluokkien tyypit että niiden laajuudet, pölykerrokset ja niiden sallitut paksuudet sekä pölypilvien ja pölykerrosten minimisyttymislämpötilat. Dokumentoinnin tulisi sisältää myös muita merkitseviä tietoja, kuten

a) päästölähteiden sijainnit ja tunnistetiedot. Suurissa ja monimutkaisissa laitoksissa tai prosessialueilla voi olla hyödyllistä merkitä tai numeroida päästölähteet, jotta viittaukset tilaluokituspiirustusten ja -tiedostojen välillä ovat mahdollisia

b) tieto siivouskäytännöstä ja muista ehkäisevistä toimista, joilla tehtyyn tilaluokituksen päästään

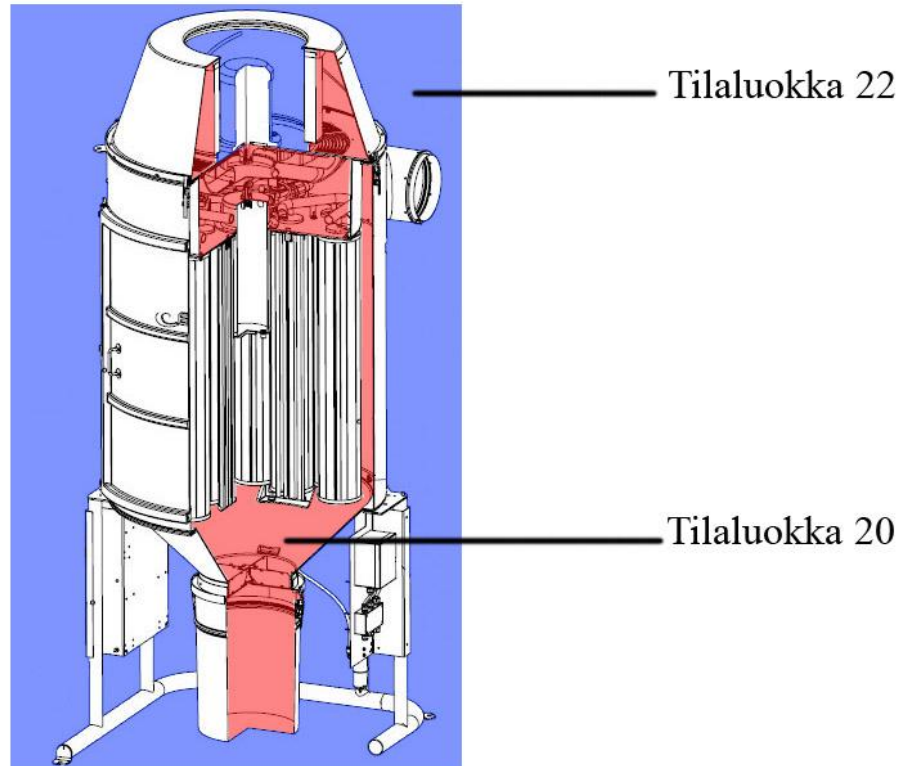
c) ohjeistukset sekä tilaluokituksen ylläpitämiseksi ja säännölliseksi tarkastamiseksi että muutoskäytännöksi, kun prosessiaineet, -menetelmät ja -laitteet muuttuvat

d) luettelo tilaluokituksen jakelusta

e) perusteet, joihin tilaluokkien ja pölykerroksien tyypistä ja laajuudesta päätettäessä on tukeuduttu. (12, 28.)

6.2 EXTOR 3000

Likainen puoli: säiliö ja sykloniosa	Tilaluokka 20
Pääsuodattimien ja kontrollisuodattimen välinen tila	Tilaluokka 20
Kontrollisuodattimen jälkeinen tila	Tilaluokka 22
Laitteen ympäristö	Tilaluokka 22



Kuva 7. Extor 3000 -tilaluokitukset (11).

7 SÄHKÖASENNUSTEN JA LAITTEIDEN VAATIMUKSET, ESIMERKKINÄ EXTOR 3000

7.1 Yleistä

Sähkölaitteet on pyrittävä sijoittamaan räjähdysvaarattomaan tilaan. Jos sijoittamista räjähdysvaaralliseen tilaan ei voida välttää, on pyrittävä sijoittamaan laitteet vähiten vaaralliseen tilaan. (8, 22.)

Räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennusten on noudatettava myös soveltuvia normaalitilojen asennusvaatimuksia. Kuitenkin normaalitilojen asennusvaatimukset voivat olla riittämättömät räjähdysvaarallisissa tiloissa olevien sähköasennusten kannalta. Räjähdysvaarallisen tilan kaikkien sähkölaitteiden ja johtojen valinnassa ja asennuksessa on noudatettava standardin niille asettamia vaatimuksia. (8, 22.)

Asennusten suunnittelussa tulisi ottaa huomioon myös tarkastus ja kunnossapito näkökohdat, niin että näiden toimenpiteiden toteuttaminen olisi helppoa. (IEC 60079-17). (8, 22.)

7.1.1 Laitteiden valintaan tarvittavat tiedot

Sähkölaitteen valitsemiseksi räjähdysvaaralliseen tilaan koskien muita kuin kaapeleita ja asennusputkia tarvitaan seuraavat tiedot:

- *räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitus*
- *tarvittaessa kaasujen, höyryjen tai pölyjen luokitus sekä sähkölaitteiden räjähdysryhmät*
- *lämpötilaluokka tai mahdollisen kaasun tai höyryn syttymislämpötila*
- *pölypilven minimisyttymislämpötila ja minimisyttymisenergia sekä pölykerroksen minimisyttymislämpötila*
- *ulkoiset olosuhteet ja ympäristön lämpötila. (8, 25.)*

7.1.2 EPL

Nykyisen rajoittuneen ja joustamattoman laitevalintamenetelmän vaihtoehdoksi on luotu riskinarviointimenetelmä Ex-laitteiden hyväksymiseksi. Tämä uusi räjähdys- suojaustasojen järjestelmä ilmaisee laitteen sisältämän syttymisriskin riippumatta siitä, mikä on laitteen räjähdys- suojausrakenne. (8, 91.)

Laitteiden räjähdys- suojaustasojen (Equipment protection level EPL) ja tilaluokkien välinen suhde. Jos tilaluokitusdokumentaatioissa on esitetty vain tilaluokat, noudatetaan EPL:n ja tilaluokkien suhteen taulukkoa 1.

Taulukko 1. Räjähdys- suojaustasot (EPL), kun vain tilaluokat on määritelty (8, 25).

Tilaluokka	Laitteen räjähdys- suojaustaso (EPL)
20	"Da"
21	"Da" tai "Db"
22	"Da", "Db" tai "Dc"

Taulukko 2. EPL:n ja räjähdysuojusrakenteiden välinen suhde (8, 26).

EPL	Räjähdysuojusrakenne	Tunnus	Standardi
"Da"	Luonnostaan vaaraton	"iD"	IEC 60079–11
	Massaan valettu	"mD"	IEC 60079–18
	Suojaus koteloinnilla	"tD"	IEC 60079–31
"Db"	Luonnostaan vaaraton	"iD"	IEC 60079–11
	Massaan valettu	"mD"	IEC 60079–18
	Suojaus koteloinnilla	"tD"	IEC 60079–31
	Paineistettu kotelointi	"pD"	IEC 61241-4
"Dc"	Luonnostaan vaaraton	"iD"	IEC 60079–11
	Massaan valettu	"mD"	IEC 60079–18
	Suojaus koteloinnilla	"tD"	IEC 60079–31
	Paineistettu kotelointi	"pD"	IEC 61241-4

Räjähdysuojustasot (EPL) vastaavat ATEX-laiteluokkia, itse asiassa määritelmät ovat identtiset. Vastaavuudet:

— EPL 'Da' vastaa ATEX-luokkaa 1D

— EPL 'Db' vastaa ATEX-luokkaa 2D

— EPL 'Dc' vastaa ATEX-luokkaa 3D (8, 98.)

7.1.3 Räjähdysuojustasot

Räjähdysuojustaso "Da"

Räjähdysvaaralliseen pölyilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla on "hyvin korkea" suojustaso, niin että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä eikä harvinaisissa vika-tilanteissa. (8, 91.)

Räjähdyssuojaustaso ”Db”

Räjähdyssvaaralliseen pölyilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla on ”korkea” suojaustaso, niin että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä ja odotettavissa olevissa vika-tilanteissa. Vikatilanteiden ei välttämättä tarvitse olla säännöllisesti esiintyviä. (8, 92.)

Räjähdyssuojaustaso ”Dc”

Räjähdyssvaaralliseen pölyilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla on ”korotettu” suojaustaso, niin että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä. Laite voi olla lisäksi siten suojattu, että se ei muodostu syttymislähteeksi säännöllisesti odotettavissa olevissa tapauksissa. (8, 92.)

7.1.4 Laitteiden käyttö tiloissa, jotka vaativat räjähdysuojaustasoa (EPL)

Rähdysuojaustaso (EPL) ”Da”

Sähkölaitteita ja piirejä voidaan käyttää tiloissa, jotka vaativat räjähdysuojaustasoa ”Da”, jos laite on joko merkitty vastaavasti EPL ”Da” tai laite vastaa räjähdysuojausrakenteeltaan taulukossa 2 EPL ”Da”:lle esitettyjä vaatimuksia. Asennuksen on täytettävä tämän standardin kyseessä olevalle suojausrakenteelle sovellettavat vaatimukset. (8, 27.)

Räjähdyssuojaustaso (EPL) ”Db”

Sähkölaitteita ja piirejä voidaan käyttää tiloissa, jotka vaativat räjähdysuojaustasoa ”Db”, jos laite on joko merkitty vastaavasti EPL ”Da” tai ”Db” tai laite vastaa räjähdysuojausrakenteeltaan taulukossa 2 EPL ”Da”:lle tai ”Db”:lle esitettyjä vaatimuksia. Asennuksen on täytettävä tämän standardin kyseessä olevalle suojausrakenteelle sovellettavat vaatimukset. Mikäli laite, joka täyttää räjähdysuojaustason ”Da”-vaatimukset, on asennettu tiloihin, jotka vaativat vain räjähdysuojaustasoa ”Db”, se on asennettava täysin suojausrakenteidensa vaatimusten mukaisesti ottaen huomioon erilliselle suojausrakenteille asetetut lisävaatimukset. (8, 27.)

Räjähdyssuojaustaso (EPL) ”Dc”

Sähkölaitteita ja piirejä voidaan käyttää tiloissa, jotka vaativat räjähdysuojaustasoa (EPL) ”Dc”, jos laite on joko merkitty EPL ”Da” tai ”Db” tai ”Dc” tai laite vastaa jotakin taulukossa 2 esitettyä räjähdysuojaurakennetta. Asennuksen on täytettävä tämän standardin kyseessä olevalle suojausrakenteelle sovellettavat vaatimukset. Mikäli laite, joka täyttää räjähdysuojaustason ”Da” tai ”Db” vaatimukset, on asennettu tiloihin, jotka vaativat vain räjähdysuojaustasoa ”Dc”, se on asennettava täysin suojausrakenteidensa vaatimusten mukaisesti ottaen huomioon erilliselle suojausrakenteille asetetut lisävaatimukset. (8, 27.)

Taulukko 3. Kuvaus syttymisriskiä vastaan aikaansaadusta suojauksesta (8, 93).

Aikaansaatu suojaus	Räjähdyssuojaustaso Ryhmä	Suojauksen suorituskyky	Toimintaehdot
Hyvin korkea	Da Ryhmä III	Kaksi itsenäistä suojauskeinoa tai laite on turvallinen vaikka kaksi toisistaan riippumatonta vikaa esiintyy yhtä aikaa.	Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 20, 21 ja 22
Korkea	Db Ryhmä III	Sopii normaalikäyttöön ja usein esiintyviin häiriöihin tai laitteisiin, joissa viat otetaan normaalisti huomioon.	Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 21 ja 22
Korotettu	Dc Ryhmä III	Sopii normaalikäyttöön	Laite pysyy toiminnassa tilaluokassa 22

7.2 Lämpötila

Laitevalinta räjähdysvaaralliseen tilaan on tehtävä siten, että laitteen korkein pinta-
lämpötila ei saavuta minkään sen vaikutuspiirissä mahdollisesti olevan kaasun, höyryn
tai pölyn syttymislämpötilaa. (8, 28.)

7.2.1 Pölykerros

Pölykerroksilla on kaksi vaikuttavaa ominaisuutta kerrospaksuuden kasvaessa: lämmöneristyksen paraneminen ja minimisytymislämpötilan aleneminen. Laitteen suurin sallittu pintalämpötila muodostuu siten, että pölyn minimisytymislämpötilasta vähennetään varmuusmarginaali. Pölyn minimisytymislämpötila mitataan standardissa IEC 61241-20-1 esitetyillä menetelmillä. (8, 28.)

7.2.1.1 Käytäntö A: kotelointi ja kaikki muut pölykerroksille tarkoitetut laitteet

- Enintään 5 mm pölykerrokset

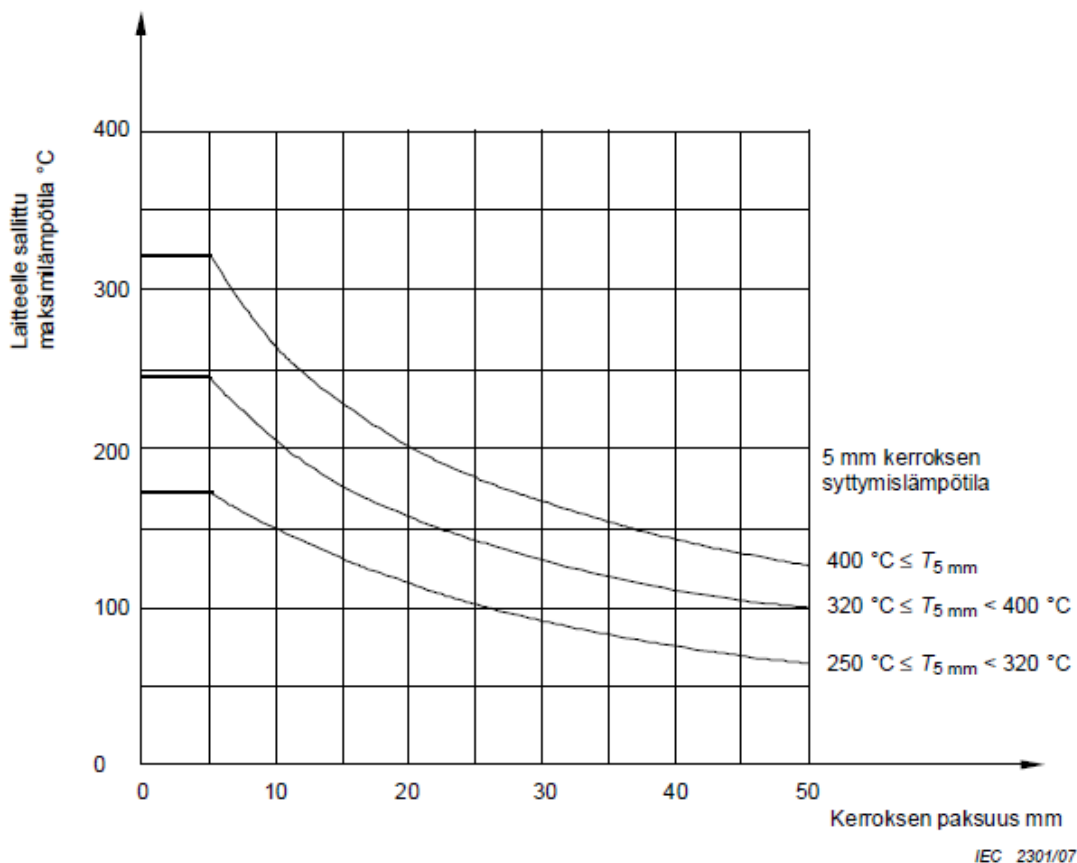
Standardin IEC 61241-0 mukaisesti pölyttömäksi määritetyn laitteen pintalämpötila ei saa ylittää arvoa, joka on 75 °C pienempi kuin kyseessä olevan pölyn 5 mm:n kerroksen minimisytymislämpötila:

$$T_{max} = T_{5\text{ mm}} - 75\text{ °C}$$

T_{5 mm} on 5 mm pölykerroksen syttymislämpötila

- Yli 5 mm ja alle 50 mm pölykerrokset:

Mikäli on niin, että muodostuu yli 5 mm, mutta alle 50 mm pölykerroksia käytännön A laitteille, täytyy suurinta sallittua pintalämpötilaa alentaa. Esimerkiksi käytettäessä laitetta tilassa, jossa olevan 5 mm:n pölykerroksen syttymislämpötila on yli 250 °C, on sen suurinta sallittua pintalämpötilaa alennettava alla olevan kuvan mukaisesti. (8, 29.)



Kuva 11. Syttymislämpötila (8, 30).

7.2.1.2 Käytäntö B: laitekotelointi enintään 12,5 mm:n pölykerroksille

Standardin IEC 61241-1 vaatimusten mukaisesti pölykerrosmenetelmällä määritetty laitteen pintalämpötila ei saa ylittää arvoa, joka on 25 °C pienempi kuin kyseessä olevan pölyn 12,5 mm kerroksen minimisyttymislämpötila:

$$T_{\max} = T_{12,5 \text{ mm:n}} - 25 \text{ °C}$$

T_{12,5 mm} on 12,5 mm pölykerroksen syttymislämpötila. (8, 30.)

7.2.1.3 Paksu pölykerros

Mikäli laitteen päälle tai ympärille muodostuu paksu pölykerros tai se jopa peittyy paksuun pölyyn, voi olla tarpeen käyttää paljon alhaisempaa pintalämpötilaa johtuen pölyn lämmöneristysvaikutuksesta. Tämä erityisvaatimus voidaan tehdä tehonrajoitus-

järjestelmällä, jossa on tai ei ole laitteen sisäistä lämpötilanvalvontaa, jonka tarve määräytyy standardin IEC 61241-0 mukaisesti.

Niissä asennuksissa, joissa esiintyy yli 50 mm pölykerroksia käytännön A mukaisesti koteloituilla ja kaikilla muilla tavoin suojatuilla laitteilla, tai yli 12,5 mm:n pölykerroksia käytännön B mukaisesti koteloituilla laitteilla, voidaan merkitä laitteen suurin sallittu pintalämpötila TL -arvolla, mikä viittaa sallittuun pölykerrokseen. Jos laite on merkitty TL -arvolla tarkoittaen kerrospaksuutta, on pölykerroksen syttymislämpötilan T_{5mm} :n sijasta käytettävä arvon L paksuisen pölykerroksen syttymislämpötilaa. Laitteen suurimman sallitun pintalämpötilan TL täytyy olla vähintään 75 °C alhaisempi kuin paksuudeltaan L olevan pölykerroksen syttymislämpötila. (8, 30–31.)

7.2.2 Pölypilvi

Laitteen korkein pintalämpötila ei saa olla yli 2/3-kyseessä olevan pöly-ilmaseoksen syttymislämpötilasta:

$$T_{\max} = 2/3 \text{ TCL}$$

TCL on pöly-ilmaseoksen minimisyttymislämpötila. (8, 29.)

Taulukko 4. Lämpötilaluokka (8, 28).

Lämpötilaluokka	Maksimi pintalämpötila
T 1	450 °C
T 2	300 °C
T 3	200 °C
T 4	135 °C
T 5	100 °C
T 6	85 °C

7.3 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasausta on käytettävä räjähdysvaarallisen tilan asennuksissa. TN-, TT- ja IT- järjestelmien jännitteelle alttiit sekä muut johtavat osat on liitettävä potentiaalintasausjärjestelmään. Potentiaalintasausjärjestelmä voi koostua suojajohtimista, metallisista kaapelivaipoista, metallisista suojaputkista, teräslanka-armeerauksista sekä metallirakenteiden osista. Potentiaalintasausjärjestelmään ei saa liittää nollajohtimia. Liitokset tulee varmistaa löystymisen estämiseksi. Jos kaapeleiden armeeraus tai suojavaippa on maadoitettu vain räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella esimerkiksi sähkökeskushuoneessa, on tämä maadoituspaikka liitettävä räjähdysvaarallisen tilan potentiaalintasausjärjestelmään. (8, 37.)

Jännitteelle alttiita osia ei kutakin erikseen tarvitse yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään, mikäli ne ovat suoraan yhteydessä tai johtavasti yhdistettynä metallirakenteeseen tai putkistoon, jos tämä on puolestaan yhdistetty potentiaalintasausjärjestelmään. Ex-laitteiden metallikoteloita ei tarvitse yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään, silloin kun laiteohjeet tai staattisen sähkövarauksen purkaminen ei sitä vaadi. Potentiaalintasausjärjestelmään ei saa yhdistää katodisuojausjärjestelmiä sisältäviä asennuksia, ellei järjestelmää suunniteltaessa ole erityisesti huomioitu katodisuojausta. (8, 37.)

7.4 Sähköinen suojaus

Johdot on suojattava ylikuormittumiselta ja oikosulkujen sekä maasulkujen haitallisilta vaikutuksilta. Kaikki sähkölaitteet täytyy suojata sekä oikosulkujen että maasulkujen haitallisilta vaikutuksilta. Oikosulku- ja maasulkusuojalaitteiden on oltava sentyyppisiä, että automaattinen palautuminen vikatapauksessa on estetty. Nämä vaatimukset eivät koske luonnostaan vaarattomia tai energiarajoitettuja virtapiirejä.

Monivaiheisten sähkölaitteiden, esimerkiksi kolmivaihemootoreiden, käytössä on varmistettava käytön estyminen, jos yhden tai useamman vaiheen katkeaminen mahdollisesti aiheuttaa ylikuumentumista. Mikäli sähkölaitteen automaattinen laukaisu aiheuttaa suurempaa turvallisuusriskiä kuin pelkkä syttymisvaara yksinään olisi, voidaan automaattisen laukaisun asemesta käyttää hälytintä. Hälyttimen käyttö edellyttää sitä, että toiminta voidaan havaita välittömästi ja korjaustoimenpiteisiin ryhdytään heti.

Pyörivä sähkökone täytyy suojata ylikuormittumiselta, mutta jos se liikaa lämpenemättä kestää jatkuvaa käynnistysvirtaa mitoitusjännitteellä ja -taajuudella sitä ei tarvitse suojata. Ylikuormitussuojan on oltava:

a) jokaista vaihetta valvova kolmivaiheinen ylivirta-aikarele, joka asetellaan koneen mitoitusvirralle ja joka toimii korkeintaan 2 tunnissa 1,2-kertaisella mitoitusvirralla, mutta joka kuitenkin ei toimi 2 tunnissa 1,05-kertaisella nimellisvirralla, tai

b) lämpötilan valvontalaite, jossa lämpötilanmittaus tapahtuu suoraan koneeseen asennetuilla lämpötila-antureilla, tai

c) muu vastaava laite. (8, 40)

7.5 Johtojärjestelmät

7.5.1 Kaapelit

Kaapeloinnin on noudatettava standardin SFS-EN 60079-14 vaatimuksia täysin. Luonnostaan vaarattomien ja energiarajoitettujen asennusten osalta standardi sallii poikkeuksia.

Jos alumiinia käytetään johdinmateriaalina, on johdinpoikki­pinnan oltava vähintään 16 mm² ja käytettävä vain alumiinille tarkoitettuja liitintarvikkeita. Nämä vaatimukset eivät koske luonnostaan vaarattomia ja energiarajoitettuja asennuksia. Liitäntöjen kohdalla on varmistettava, että tarvittavat pinta- ja il­mavälit eivät pienene alumiinijoh­timien liittämiseen tarvittavien lisätoimien takia. (8, 42.)

Sellaista kaapelia, jonka vaipan vetolujuus on pieni, ei saa käyttää räjähdysvaarallises­sa tilassa, paitsi putkeen asennettuna.

Räjähdysvaarallisessa tilassa olevien kiinteiden asennusten kaapelien on sovelluttava käyttöpaikan ympäristöolosuhteisiin. Kaapeleiden on oltava:

a) kestomuovivaippaisia, kertamuovivaippaisia tai elastomeerivaippaisia. Niiden on oltava pyöreitä, tiiviitä ja niissä on oltava suulakepuristettu täytekerros ja mahdolli­sen täyteaineen on oltava vettä imemätöntä tai

b) mineraalieristettyjä metallivaippaisia tai

c) erityisrakenteisia, esim. litteitä kaapeleita, joiden yhteydessä käytetään sopivia kaapeliläpivientejä. (8, 42.)

Joitakin kiinteitä laitteita voi olla joskus tarpeen siirtää jonkin verran, esimerkiksi liu­kukiskoilla olevat moottorit. Näiden laitteiden liitäntäkaapelit on asennettava siten, et­tä ne sallivat tarpeellisen liikuttelun ilman, että kaapelit vaurioituvat, tai muutoin on käytettävä siirrettäville laitteille sopivia kaapeleita. Jos kiinteän asennuksen kaape­lointi ei salli tarvittavaa liikuttelua, on kiinteän asennuksen ja laitteen väliin asennet­tava riittävästi suojattu liitäntärasia laitteen yhdistämiseksi kiinteään asennukseen. Sil­loin, kun käytetään taipuisaa metalliputkea, on putken ja siihen kuuluvien liittimien oltava sellaisia, että kaapelille ei aiheudu vauriota. Maadoitus- tai potentiaalitasausyh­teyden on säilyttävä riittävänä. Taipuisa metalliputki ei yksin ole riittävä maadoitus­johtimeksi. Taipuisan putken täytyy olla pölytiivis, ja se ei saa heikentää kytkettävän laitteen kotelon tiiviyttä. (8, 43.)

Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävät taipuisat kaapelivaihtoehdot ovat

- *tavalliset vahvat kumivaippaiset taipuisat kaapelit*

- *tavalliset polykloropeenivaippaiset taipuisat kumikaapelit*
- *vahvat kumivaippaiset taipuisat kaapelit*
- *vahvat polykloropeenivaippaiset taipuisat kumikaapelit*
- *muovieristeiset kaapelit, joiden rakenne lujuudeltaan vastaa vahvoja kumivaippaisia taipuisia kaapeleita.*

Peruseristettyjä johtimia saa käyttää jännitteisinä johtimina vain keskuksissa, kotelois-
sa tai putkiasennusjärjestelmissä. (8, 43)

Kaapelien asennuksessa tulisi pyrkiä siihen, että kaapelit ja tarvikkeet asennettaisiin mahdollisimman hyvin suojaan mekaanisilta rasituksilta, korroosiolta, kemiallisilta rasituksilta, lämpövaikutuksilta ja UV-säteilyn vaikutuksilta. Jos edellä mainitunlaisilta altistuksilta ei voi välttyä, on rasituksilta suojauduttava esimerkiksi käyttämällä asennusputkia tai kaapelit on valittava olosuhteiden vaatimusten mukaisesti. Jos kaapelointi tai putkiasennus altistuu tärinälle, täytyy asennus suunnitella siten, että tärinästä ei aiheudu vauriota. Kaapeleiden pintalämpötila ei saa ylittää asennuksen lämpötilaluokkaa. (8, 44.)

Kaapelit on liitettävä sähkölaitteisiin räjähdysuojusrakenteen vaatimuksia noudattaen. Silloin, kun kaapeliläpiviennin sertifikaatissa on X-merkintä, tällaista kaapeliläpiviennin saa käyttää vain kiinteässä asennuksessa. Jos tarvitaan lisävedonpoistoa estämään kaapelin aiheuttamat veto- ja vääntörasitukset kotelon sisällä oleviin johdinliitimiin, on käytettävä ulkoista vedonpoistinta, joka saa sijaita enintään 300 mm:n päässä kaapeliläpiviennistä. Ilman X-merkintää olevat kaapeliläpiviennit on tarkoitettu ainoastaan siirrettäville laitteille. (8, 44.)

7.5.2 Putkiasennusjärjestelmät

Putkien yhteydessä on käytettävä sulkumuhveja räjähdysvaarallisen tilan rajalla, jotta kaasujen ja nesteiden siirtyminen räjähdysvaarallisesta tilasta vaarattomaan tilaan estyy. Räjähdysvaarallisen tilan ja sulkumuhvin välillä ei saa sijaita mitään putkiyhdyttä tai liitosta. Sulkumuhvin täytyy muodostaa tiivistys kaapelin ulkovaipan ympärille, jos käytetään tiiviisti täytettyä kaapelia, tai tiivistettävä putken sisällä olevat yksittäiset

johtimet. Tiivistyksen täytyy täyttää seuraavat vaatimukset: ei kutistu kovettuessaan, ei päästä läpi räjähdysvaarallisella alueella esiintyviä kemikaaleja sekä kestää niiden vaikutukset. Kotelointiluokkavaatimusten täyttämiseksi saattaa olla tarpeen tiivistää putken ja kotelon välinen liitos. (8, 45.)

Putkiasennuksen kaikki kierreliitokset on kiristettävä huolella työkalua käyttäen. Silloin, kun putkitusta käytetään myös suojajohtimena, kierreliitoksen pitää pystyä johtamaan vikavirta, joka oikeanlaisilla sulakkeilla tai suojakatkaisijalla varustetussa piirissä voi esiintyä. Jos putkiasennus asennetaan korroosiota aiheuttavaan ympäristöön, täytyy sen olla joko korroosion kestävä materiaalia tai riittävästi korroosiolta suojattu. Sellaisten materiaaliyhdistelmien, jotka saattavat aiheuttaa galvaanista korroosiota, täytyy välttää. (8, 45.)

Putkiin voidaan asentaa vaipattomia yksi- tai monijohtimisia kaapeleita. Jos putkeen täytyy asentaa kolme tai useampia kaapeleita, kaapeleiden yhteenlaskettu poikkipinta-ala eristys mukaan lukien saa olla korkeintaan 40 % putken poikkipinta-alasta.

Laajat putkiasennuksiin liittyvät kotelot täytyy varustaa laitteilla, jotka riittävästi huolehtivat kondenssiveden poistosta. Lisäksi kaapelien eristeiden täytyy olla riittävän vedenkestävää materiaalia. Kotelointiluokkavaatimusten täyttämiseksi voidaan joutua käyttämään sulkumuhvin lisäksi tiivistystä putken ja kotelon välillä.

Silloin, kun putkea käytetään vain mekaanisena suojana ”avoin putkiasennus”, ei sen tarvitse täyttää tämän luvun vaatimuksia. Kuitenkin on ryhdyttävä varotoimiin käyttäen sopivia putkien tiivistystarvikkeita räjähdysvaarattoman tilan rajalla, jotta varmistetaan, siltä että räjähdyskelpoinen ilmaseos ei pääse siirtymään putkia pitkin räjähdysvaarattomaan tilaan. (8, 45.)

7.5.3 Asennusvaatimukset

Silloin, kun kahden vaarattoman tilan välinen johdotus kulkee räjähdysvaarallisen tilan kautta, räjähdysvaarallisessa tilassa olevan johtojärjestelmän osan on täytettävä samat vaatimukset, joita edellytetään kyseisessä räjähdysvaarallisessa tilassa. (8, 46.)

Kytettäessä muutamalankaisia ja erityisesti hienolankaisia johtimia kytkentäpään kaikki johdinlangat täytyy pitää koossa käyttämällä esimerkiksi kaapelikenkää, joh-

dinholkkia tai muuta soveltuvaa liittintä. Pelkkää tinajuotosta ei saa käyttää. Johtimien liitöntä tapa ei saa pienentää laitteen räjähdysuojusrakenteen mukaista poikkipinta-alaa tai ilmaväliä. (8, 46.)

Kaapelin jokaisen käyttämättömän räjähdysvaaralliseen tilaan päättyvän johtimen pää on maadoitettava tai luotettavasti eristettävä käyttämällä sopivaa liittintä. Pelkällä teipillä eristäminen ei ole sallittua. Nämä päättämistä koskevat vaatimukset eivät koske luonnostaan vaarattomia ja energiarajoitettuja piirejä. (8, 46.)

Käyttämättömät kaapeleille tai asennusputkille tarkoitetut läpivientiaukot on suljettava räjähdysuojusrakenteen vaatimustenmukaisilla sulkutulvilla. Niiden on täytettävä standardin IEC 60079-0 vaatimukset. Tulpan tulee olla sellainen, että sen voi poistaa ainoastaan työkalulla. (8, 46.)

Kaapeleiden jatkamista räjähdysvaarallisella alueella tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää. Silloin, kun kaapelia on pakko jatkaa, täytyy liitoksen soveltua käyttötilanteen asettamiin mekaanisiin, sähköisiin sekä ympäristöolosuhteiden vaatimuksiin. Lisäksi liitoksen on

- *oltava tilaluokan räjähdysuojusvaatimukset täyttävässä kotelossa, tai*
- *milloin liitokseen ei kohdistu mekaanista rasitusta, oltava valettuna epoksiin tai massaan tai suojattuna joko lämmöllä tai kylmänä kutistuvilla muoviletkuilla valmistajan ohjeiden mukaisesti.*

Johdinliitokset pois lukien liitokset, jotka sijaitsevat räjähdyspaineen kestävässä sähkölaitteeseen liittyvässä asennusputkessa tai ovat osana Exi-piiriä, saa toteuttaa vain varmennetuilla ruuviliittimin, puristusliittimin, hitsaamalla tai kovajuottamalla. Tinausta saa käyttää, jos yhteen liitettävät päät on ennen juottamista liitetty mekaanisesti sopivalla tavalla toisiinsa. (8, 47.)

Kaapelien asennus on mahdollisuuksien mukaan tehtävä siten, että pölyä kertyy mahdollisimman vähän ja pöly olisi helposti puhdistettavissa. Silloin kun, kaapelit sijaitsevat kouruissa, kanavissa tai putkissa, palavan pölyn pääsy tai kerääntyminen niihin on estettävä. Jos pölykerroksia pääsee muodostumaan kaapeleille ja kerrokset heikentävät ilmankiertoa, on kaapelien kuormitettavuuden alentuminen otettava huomioon erityisesti silloin, kun tilassa on alhaisen syttymislämpötilan omaavia pölyjä. (8, 47.)

7.6 EXTOR 3000 -suunnittelu ja laitevalinnat

Extor 3000 -suunnittelussa on pyritty välttämään sähkölaitteiden ja sähköisten komponenttien sijoitusta pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa ja sijoittamaan ne vähemmän vaaralliseen tilaan. Likainen puoli (tilaluokka 20) eli säiliö ja sykloniosa sekä pää- ja kontrollisuodattimen välinen tila ei sisällä aktiivisia syttymislähteitä. Sähkölaitteet ja komponentit on sijoitettu vaarattomimpiin tiloihin (tilaluokka 22).

Imuysikkö sisältää seuraavia sähkölaitteita ja komponentteja: Kontrollisuodattimen jälkeinen tila: oikosulkumoottori ja sen vaatima kaapelointi. Kontrollisuodattimen ja pääsuodattimen välinen tila sisältää magneettiventtiileitä kolme kappaletta. Imuysikkön ulkopuoleisessa tilassa on ohjainyksikkö. Imuysikkön kaikki laitteet ovat luokkaa EX II 3D c T=125°C.

8 ATEX-TARKASTUS, DOKUMENTOINTI JA MERKINTÄ

8.1 Tarkastukset

Räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennukset omaavat erityisominaisuuksia, jotka on erityisesti suunniteltu soveltumaan kyseisiin käyttöolosuhteisiin. Käyttöpaikan turvallisuuden takia on oleellista, että nämä erityisominaisuudet säilytetään asennusten koko käyttöiän ajan. (13, 11.) Tämän takia asennukset vaativat käyttöönottotarkastuksen ja joko

a) käytön aikaiset, säännölliset kunnossapitotarkastukset tai (13, 11)

b) ammattitaitoisen henkilökunnan suorittaman jatkuvan valvonnan (13, 11).

Laitteen valmistajan velvollisuus on tehdä laitteelle vaatimusten mukaisuuden arviointi. Vaatimusten mukaisuus osoitusmenettely toteutetaan eri laiteluokissa seuraavasti:

Laiteluokka 1: EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytty tuotannon laadunvarmistus tai ilmoitetun laitoksen tuotekohtainen tarkastus.

Laiteluokka 2: Sähkölaitteille vaaditaan EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytty tuotteiden laadunvarmistus tai ATEX-hyväksytty tyyppimukaisuuden varmistus.

Laiteluokka 3: Valmistuksen sisäinen tarkastus, jossa valmistaja tai muu markkinoille saattaja huolehtii itse vaatimuksen mukaisuuden osoittamisesta.

Kaikissa laiteluokissa on mahdollista käyttää vaihtoehtoisesti tuotekohtaista tarkastusta, jossa ilmoitettu laitos tarkistaa ja hyväksyy jokaisen valmistetun yksittäisen laitteen erikseen. (5.)

8.1.1 Käyttöönottotarkastus ja -mittaukset

Ennen käyttöönottoa sähkölaitteistolle täytyy tehdä käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastuksessa selvitetään, että sähkölaitteistosta ei aiheudu sähköturvallisuuslaissa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Tarkastuksesta rakentajan on laadittava pöytäkirja sähkölaitteiston haltijan käyttöön. Pöytäkirjaa ei vaadita lain määrittelemien pienten kohteiden tarkastuksista ja mittauksista. (14.)

Tarkastuspöytäkirjasta pitää käydä ilmi: kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten sekä määräystenmukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten, testausten ja mittausten tulokset. Tarkastuspöytäkirjan allekirjoittaa tarkastuksen tekijä. Käyttöönottotarkastuksen tarkoitus on todentaa, että valittu räjähdysuojaurakenne ja asennus ovat oikeat. (14.)

Sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa täytyy silmämääräisen tarkastuksen lisäksi suorittaa käyttöönottomittaukset. Käyttöönottomittaukset sisältävät suojalaitteiden testaukset, oikosulkuvirtojen mittaukset, suojajohdon jatkuvuusmittaukset, eristysvastusmittaukset, resistiivisyysmittaukset, sekä tarpeen mukaan muita mittauksia. (14.)

8.1.2 Konemittaukset ja testit

Kun kone on suunniteltu ja rakennettu siten, että se täyttää terveys- ja turvallisuusvaatimukset, sekä koneen sähkölaitteet on tarkastettu ja mitattu, koneelle on tehty vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Vaatimuksenmukaisuusvakuutus on valmistajan vakuutus laitteen direktiivinmukaisuudesta. Koneeseen voidaan kiinnittää CE-merkintä. (14.)

Koneiden sähkölaitteiden käyttöönotossa on suoritettava koneen tuotestandardin mukaiset testit. Silloin, kun tuotestandardi puuttuu, täytyy koneelle tehdä standardissa

SFS-EN 60204-1 esitetyt testit. Nämä testit ovat: 1. tarkastus, että sähkölaitteisto on dokumenttien mukainen, 2. suojamaadoituspiirin jatkuvuuden toteaminen, 3. eristysvastusmittaus, 4. jännitekoe, 5. suojaus varausjänniteiltä ja 6. toimintakoe. (14.)

8.2 Tekninen dokumentaatio

SFS-EN 13463-1 -standardi määrittää laitteista tehtävät dokumentit koskien muita kuin sähkölaitteita. Nämä dokumentit ovat seuraavat:

- *Laitemerkinnät*
- *Huoltoinformaatio*
- *Käyttöönotto-, käyttö-, kokoamis-, purku-, huolto-, asennus- ja säätöohjeet*
- *Tiedot vaara-alueista*
- *Mitoitus ja raja-arvot*
- *Käytön erityisehdot*
- *Väärinkäyttötilanteiden erittely*
- *Tiedot lisälaitteista*
- *Käyttökoulutusohjeet tarvittaessa*
- *Turvajärjestelmien testaus- ja ylläpito-ohjeet*
- *Ohjeet käännetään käyttäjään kielelle/kielille. (15.)*

Näiden yleisten dokumenttien lisäksi tulee laitteesta tehdä dokumentit SFS-EN 60079-0 standardin määräysten mukaan. Valmistajan tulee laatia dokumentit, jotka täydellisesti ja oikein määrittävät sähkölaitteiden räjähdysturvallisuuteen vaikuttavat näkökohdat. (16, 90.)

Seuraavissa kohdissa viitataan standardin SFS-EN 60079-0 sivulla 138 oleviin tietoihin. Dokumenttien tulee sisältää ohjeita, joista vähintään seuraavat:

- *yhteenvedo sähkölaitteen merkintätiedoista, lukuun ottamatta sarjanumeroa täydennettynä kaikella soveltuvalla lisätiedolla, jolla helpotetaan kunnossapitoa (esim. maa-hantuojan, huoltoliikkeen ym. osoitteet)*
- *turvallisuusohjeet, kuten*
 - *käyttöönotto-ohjeet*
 - *käyttöohjeet*
 - *kokoonpano- ja purkamisohjeet*
 - *kunnossapito-, tarkastus- ja korjausohjeet*
 - *asennusohjeet*
 - *säätöohjeet*
- *tarvittaessa koulutusohjeet*
- *yksityiskohtaiset tiedot, joihin tukeutuen voidaan päättää, voidaanko laitetta käyttää turvallisesti aiotulla alueella ja suunnitelluissa käyttöolosuhteissa*
- *sähkö- ja paineparametrit, maksimipintalämpötilat ym. raja-arvot*
- *soveltuvin osin käytön erityisehdot standardin EN 60079-0 kohdan 29.2 mukaan*
- *soveltuvin osin kaikki erityiset käyttöolosuhteet, mukaan lukien esimerkkejä käyttövirheistä, joita kokemuksen perusteella voi esiintyä*
- *tarvittaessa keskeiset ominaisuudet työkaluista, joita voidaan käyttää laitteen yhteydessä*

- *luettelo standardeista julkaisupäivämäärineen, joiden vaatimukset laitteen on ilmoitettu täyttävän. Sertifikaatti riittää tämän vaatimuksen täyttämiseksi.*

8.3 Ex-laitteiden merkinnät, IEC-standardien vaatimukset

Oikeat ja riittävät merkinnät ovat tärkeä osa Ex-laitteiden turvallisuutta. Merkinnän täytyy antaa mahdollisimman lyhyesti tieto sähkölaitteen pääominaisuuksista, niin että oikea laite voidaan valita oikeaan paikkaan ja niin että laitteiden käyttö, hoito ja huolto ovat asianmukaisia. (17, 283.)

Standardissa SFS-EN 60079-0 on annettu merkinnästä perusvaatimukset. Siinä on annettu myös esimerkkejä yleisistä merkinnöistä. Lisäksi laitekohtaisista standardeista löytyy täydentäviä merkintävaatimuksia. Jos sähkölaite täytyy asentaa niin, että merkinnät eivät jää näkyviin, on räjähdysuojauksen kannalta olennaiset merkinnät tultava ilmi tavalla tai toisella laitteen läheisyydestä. Uutta kilpeä ei saa asentaa niin, että se voi mahdollisesti vaikuttaa laitteen räjähdysuojaurakenteeseen. (17, 283.)

8.3.1 ATEX-direktiivin mukaiset lisämerkinnät

Atex-laitedirektiivi edellyttää ICE-standardien merkintöjen lisäksi CE-merkintää ja räjähdysuojaukseen erityismerkintää EX kuusikulmion sisällä. CE-merkintään liitetään ilmoitetun tarkastuslaitoksen tunnusnumero, jos tämä laitos osallistuu tuotannon tarkastusvaiheeseen. (17, 283.)

8.3.2 Standardin SFS-EN 60079-0 mukaiset merkinnät

Seuraavissa kohdissa viitataan standardin SFS-EN 60079-0 sivuilla 120 ja 122 olevaan tietoon. Merkinnän tulee sisältää seuraavat tiedot:

a) *valmistajan nimi tai rekisteröity tavaramerkki*

b) *valmistajan antama tyyppimerkintä*

c) *sarjanumero, poikkeuksena*

— liitántatarvikkeet (kaapeliläpiviennit, sulkutulpat, kierresovittimet ja läpivientiholkit)

— hyvin pienet sähkölaitteet, joissa merkintätilaa on rajoitetusti

(Valmistuserän numeroa voidaan pitää sarjanumeron vaihtoehtona.)

d) sertifikaatin julkaisijan nimi tai merkki sekä sertifikaatin tunnus seuraavassa muodossa: sertifikaatin julkaisuvuoden kaksi viimeistä numeroa, joita seuraa merkki “.” ja jota seuraa sertifikaatin yksilöllinen, ao. julkaisuvuoteen kuuluva nelinumeroinen tunnus

e) jos on tarpeen ilmaista laitteen käytölle erityisehtoja, symboli “X” tulee merkitä sertifikaatin tunnuksen jälkeen. Laitteeseen voidaan liittää näkyvä opastava merkintä vaihtoehtona vaatimukselle ”X”-merkinnästä

f) erityiset Ex-merkinnät pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin. Näitä Ex-merkintöjä tulee käyttää toisistaan erillisinä eikä yhdistelmänä

g) kaikki muut ko. räjähdys-suojusrakenteita koskevien erityisstandardien määrittämät merkinnät luvun 1 mukaan.

8.3.3 Ex-merkintä pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa

Seuraavissa kohdissa viitataan standardin SFS-EN 60079-0 sivulla 124 oleviin tietoihin. Ex-merkintään tulee sisältyä seuraavaa:

a) tunnus *Ex*, jolla ilmaistaan, että sähkölaitte on yhden tai useamman räjähdys-suojusrakenteen mukainen

b) asianomaisen räjähdys-suojusrakenteen tunnus:

— “ta”: suojaus koteloinnilla, (EPL Da)

— “tb”: suojaus koteloinnilla, (EPL Db)

— “tc”: suojaus koteloinnilla, (EPL Dc)

- "ia": luonnostaa vaaraton, (EPL Da)
- "ib": luonnostaa vaaraton, (EPL Db)
- "ic": luonnostaa vaaraton, (EPL Dc) – Valmisteltavana
- "ma": massaan valettu, (EPL Da)
- "mb": massaan valettu, (EPL Db)
- "mc": massaan valettu, (EPL Dc) – Valmisteltavana
- "p": paineistettu kotelointi, (EPL Db tai Dc)

c) laiteryhmän tunnus:

- IIIA, IIIB tai IIIC sähkölaitteille asennettaviksi pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin

d) maksimipintalämpötila celsiusasteissa mittayksikköineen merkittynä kirjaimen "T" jälkeen.

Maksimipintalämpötila TL on merkittävä celsiusasteina mittayksikköineen yhdessä kerrospaksuuden L kanssa, joka merkitään alaviitteenä millimetreissä (esim. T500 320 °C), tai merkinnän on sisällettävä symboli "X" osoittamaan vastaava käytön erityisehto.

e) räjähdys-suojautusot, "Da", "Db", tai "Dc", soveltuvin osin

f) kotelointiluokka (esim. IP54).

8.3.4 Räjähdys-suojaurakenteiden yhdistelmä

Silloin, kun sähkölaitteen tai Ex-komponentin eri osissa käytetään eri räjähdys-suojaurakenteita, Ex-merkinnässä tulee olla jokaisen käytetyn räjähdys-suojausluokan tunnus. Tunnukset täytyy merkitä aakkosjärjestykseen erotettuna toisistaan pienellä välillä. Jos yhdistettynä on liitännäislaite, sen räjähdys-suojaurakenteen tunnus merkitään tarvittaessa hakasulkeisiin. Liitännäislaitteen tunnukset merkitään laitteen vastaavien tunnusten jälkeen. (16, 126.)

9 YHTEENVETO

Insinööriyön tavoite ATEX-suunnitteluohjeen luomisesta onnistui suhteellisen hyvin, vaikka ATEX-asiat olivatkin uusia eivätkä sähkölaitteistot ja asennukset täysin vastaakaan koulutusohjelman opetusta. Aiemmasta sähköasentajan koulutuksesta sekä suuntautumisesta koneautomaatioon oli kuitenkin hyötyä työssä.

Valitettavasti tämän työn toteuttamisvaiheessa yrityksessä ei ollut yhtään uutta ATEX-luokiteltua laitetta suunnitteluvaiheessa. Uuden luokitellun laitteen suunnitteluvaiheisiin mukaan pääsemisestä olisi ollut apua käytännönläheisyyden ja esimerkkien hankkimiseksi työhön. Standardeissa esitettyjen asioiden saaminen sellaiseen muotoon, missä asiasisältö pysyy oikeana, osoittautui hankalaksi. Näistä haasteista huolimatta ohjeista onnistuttiin toteuttamaan sellainen kokonaisuus, josta käy ilmi suodatusjärjestelmien suunnittelijalle tarpeellinen sekä olennainen tieto. Yrityksestä toivottiin työhön myös selvitettäväksi muutamaa poikkeusmenettelyä, mutta näitä menettelyjä ei voitu selvittää. Eräs näistä menettelyistä oli ilman ATEX-hyväksyntää olevan IP 65 -luokan kotelon käyttö suojausmenetelmänä tilaluokassa 22. Poikkeusmenettelyjä ei kyetty selvittämään, koska yrityksen ilmoittama tietolähde oli siirtynyt eläkkeelle. Muista tietolähteistä ei löytynyt vahvistusta kyseisiin kohtiin, tästä ja ajan riittämättömydestä johtuen nämä kohdat jätettiin pois.

LÄHTEET

1. Räjähdyksvaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokitusten ATEX-standardit. Saatavissa: <http://www.metsta.fi/adds/esite/atex.pdf> [viitattu 2.2.2011].
2. Euroopan unionin virallinen lehti. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/9/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1994L0009:19940509:FI:PDF> [viitattu 3.2.2011].
3. Euroopan unionin virallinen lehti. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0092:20000128:FI:PDF> [viitattu 3.2.2011].
4. Valtioneuvoston asetus 576/2003. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030576> [viitattu 3.2.2011].
5. ATEX-räjähdeopas. Turvatekniikan keskus. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/atex_rajahdeopas.pdf [viitattu 4.2.2011].
6. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 918/1996. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960918> [viitattu 4.2.2011].
7. ATEX direktiivi. Saatavissa: <http://labkotec-fi-bin.directo.fi/@Bin/3c5ff87581741ed9c5f2e1cedbc62b97/1304015898/application/pdf/128411/Atex-esite.pdf> [viitattu 17.2.2011].
8. SFS-EN 60079-14. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen.
9. SFS-EN 61241-14 . Pölyräjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 14: Valinta ja asennus.

10. Laaksonen, E. 2005. Puupölyjen aiheuttama palo- ja räjähdysvaara ja sen torjuminen. IF Vahinkovakuutusyhtiö Oy, Riskienhallinta. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/atex/atex_tietoa/Documents/puupoly.pdf [viitattu 22.3.2011].
11. Vartiainen, J. Haastattelu 15.1. – 20.4.2011. Kotka: Extor Oy.
12. SFS-EN 60079-10-2. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Räjähdysvaaralliset tilat.
13. SFS-EN 60079-17. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito.
14. EM-Sähköpalvelu. Käyttöönottotarkastus, käyttöönottomittaukset ja konemittaukset. Saatavissa: <http://www.em-sahkopalvelu.fi/palvelut.htm> [viitattu 28.4.2011].
15. Inspecta Finland Oy. Koulutusmateriaali Extor Oy:lle.
16. SFS-EN 60079-0. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Yleiset vaatimukset.
17. SFS-käsikirja 604-1. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet.

