

Jussi Mäkelä

ATEX-direktiivin vaikutus materiaalinkäsittelyn kasanteko- ja purkulaitteisiin kansallisella tasolla


Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Maaliskuu 2015




MAMK
University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

| | |
|---|---|
|  | Opinnäytetyön päivämäärä 30.3.2015 |
| Tekijä(t) Jussi Mäkelä | Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma |
| Nimeke ATEX-direktiivin vaikutus materiaalinkäsittelyn kasanteko- ja purkulaitteisiin kansallisella tasolla | |
| Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä on käyty läpi, miten ATEX-direktiivi vaikuttaa materiaalinkäsittelyn kasanteko- ja purkulaitteisiin kansallisella tasolla. Työssä ei oteta huomioon projektikohtaisia erityistarpeita. Työntarkoituksena oli selvittää ATEX-vaatimusten ns. nollatasovaatimus. Työssä keskityttiin pääsääntöisesti maanpäällä pölyn aikaansaamiin räjähdysvaarallisiin tiloihin, mutta sivuttiin myös muita tapauksia, kuten kaasun aiheuttamien räjähdysvaarallisten tilojen ja niiltä suojattujen laitteiden merkintöjen eroja vastaaviin pölyräjähdysvaarallisten alueiden tiloille ja niiltä suojattujen laitteiden merkinnöille. Työ tehtiin tutkimalla ATEX-direktiivejä, SFS -standardeja sekä julkaisuja, joissa käsitellään räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteita ja -asennuksia. Näistä dokumenteista poimittiin kyseisiin laitteisiin vaikuttavat kohdat joihin sitten viitattiin työn lopussa. Työssä koottiin suunnitteluun ja asennukseen liittyvät perusvaatimukset yhteen, jolloin räjähdysvaarallisiin tiloihin toimitettavien laitteiden suunnittelijoiden on helpompi ja nopeampi päästä alkuun, jos heillä ei ole aikaisempaa kokemusta kyseisistä laitteista ja niiden suunnittelusta räjähdysvaarallisille alueille. Työssä onnistuttiin tekemään laajoista aiheeseen liittyvistä dokumenteista tiivis paketti, jonka avulla suunnittelija pysty aloittamaan suunnittelun ja tarvittaessa nopeasti löytämään tarkennuksia varsinaisista viitatuista dokumenteista. | |
| Asiasanat (avainsanat) ATEX, räjähdysvaarallinen tila, pöly, laitevalinta, laitevaatimukset, räjähdys-suojusrakenteet | |
| Sivumäärä 63 | Kieli Suomi |
| Huomautus (huomautukset liitteistä) Liitteiden lukumäärä on 1. | |
| Ohjaavan opettajan nimi Keijo Kiljala | Opinnäytetyön toimeksiantaja Sandvik Mining and Construction Oy, Hollolan yksikkö |

DESCRIPTION

| | |
|---|---|
|  | Date of the barchelor's thesis 30.3.2015 |
| Author(s) Jussi Mäkelä | Degree programme and option Electrical engineering |
| Name of the barchelor's thesis ATEX-directive affect to material handling stacker and reclaimers machines on national level | |
| Abstract <p>In this thesis ATEX-directive affecting material handling stacker and reclaimers machines at the national level has been examined. No specific project has been discussed. The purpose of the thesis was to give an idea of the minimum level requirements for ATEX. Special emphasis was placed on ground facilities with the risk of explosion because of dust.</p> <p>The thesis was made by studying ATEX-directives, SFS -standards and other publications that deal with the design and installations in risky facilities. The main points from these documents were used in this thesis and applied to real machines at the end of the thesis.</p> <p>The basic requirements for the design and installation were compiled together in this thesis so it would be easier for designers to start designing machines for risky facilities.</p> | |
| Subject headings, (keywords) ATEX, explosive atmosphere, dust, equipment selection, system requirements, explosion protection structures | |
| Pages 63 | Language Finnish |
| Remarks, notes on appendices 1 | |
| Tutor Keijo Kiljala | Bachelor's thesis assigned by Sandvik Mining and Construction Oy, Hollola |

SISÄLTÖ

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LAITTEITA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET | 2 |
| 2.1 | ATEX-laitedirektiivi 94/9/EY ja sitä vastaava suomalainen lainsäädäntö.... | 2 |
| 2.2 | Olosuhteita koskevat määräykset | 3 |
| 2.3 | Räjähdyssuojausasiakirja..... | 4 |
| 3 | RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT..... | 5 |
| 3.1 | Turvallisuusperiaatteet..... | 5 |
| 3.2 | Tilaluokitus kaasuilla..... | 5 |
| 3.3 | Tilaluokitus räjähdyskelpoiselle pöly-ilmaseokselle | 6 |
| 3.4 | Tilaluokkien tunnistamismenettely räjähdyskelpoiselle pöly-ilmaseokselle. | 6 |
| 3.5 | Päästölähteet sekä niiden tunnistus ja luokitus..... | 7 |
| 3.6 | Tilaluokat..... | 8 |
| 3.7 | Vaihtoehtoinen riskiarviointimenetelmä sisältäen Ex-laitteiden räjähdysuojautasot (EPL)..... | 10 |
| 3.8 | Tilaluokkien laajuus pöly-ilmaseokselle | 12 |
| 4 | RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LAITEVALINTA JA SÄHKÖLAITTEET | 14 |
| 4.1 | Laitevaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden arviointi..... | 14 |
| 4.2 | Räjähdyssuojaurakenteet..... | 15 |
| 4.3 | Ympäristön lämpötilan vaikutukset..... | 18 |
| 4.3.1 | Maksimi pintalämpötilan rajoittaminen | 18 |
| 4.4 | Ex-sähkölaitteiden merkinnät | 19 |
| 4.4.1 | Ex-merkintä pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa..... | 20 |
| 4.4.2 | Rakennekohtaiset lisämerkinnät | 22 |
| 5 | SÄHKÖASENNUSVAATIMUKSET..... | 24 |
| 5.1 | Laitevalinnan periaatteet..... | 24 |
| 5.1.1 | Laitevalinta pölyn syttymislämpötilan ja ympäristönlämpötilan mukaan..... | 24 |
| 5.1.1.1 | Pölykerroksista johtuva lämpötilan rajoittuminen..... | 25 |
| 5.1.2 | Säteilevien laitteiden valinta pölytiloissa..... | 27 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5.1.3 | Ultraäänilaitteiden laitteiden valinta pölytiloissa..... | 27 |
| 5.1.4 | Valaisimet ja pistokytkimet pölytilassa | 28 |
| 5.2 | Sähköinen suojaus | 29 |
| 5.3 | Hätäpoiskytkentä ja erottaminen | 30 |
| 5.4 | Maadoitus ja potentiaalintasaus | 30 |
| 5.5 | Johtojärjestelmät | 31 |
| 5.5.1 | Joustavat liitokset pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa | 31 |
| 5.5.2 | Taipuisat kaapelit | 32 |
| 5.5.3 | Kaapelien liitännät laitteisiin | 32 |
| 5.5.4 | Kaapelien asennusvaatimukset | 32 |
| 5.5.5 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”d” – Räjähdyspaineen kestävä kotelointi | 33 |
| 5.5.6 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e” -Varmennettu rakenne.. | 34 |
| 5.5.7 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Luonnostaan vaarattomat laitteet..... | 35 |
| 5.5.7.1 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Kaapelit | 36 |
| 5.5.7.2 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien liittäminen | 41 |
| 5.5.7.3 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien maadoitus | 42 |
| 5.5.7.4 | Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien varmentaminen..... | 43 |
| 5.6 | Moottorin ohjaukset..... | 45 |
| 5.6.1 | Suorat moottorin ohjaukset..... | 45 |
| 5.6.1.1 | Suorat moottorin ohjaukset - Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e”..... | 45 |
| 5.6.2 | Moottorin ohjaus pehmokäynnistimellä | 46 |
| 5.6.2.1 | Moottorin ohjaus pehmokäynnistimellä – Lisävaatimukset suojausmenetelmille ”d” ja ”e” sekä suojausranteille ”p” ja ”n”..... | 46 |
| 5.6.3 | Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä..... | 47 |
| 5.6.3.1 | Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä – Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”d” ja ”p”..... | 48 |

| | | |
|---------|--|----|
| 5.6.3.2 | Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä - Lisävaatimukset suojausmenetelmälle "e" | 49 |
| 5.6.3.3 | Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä - Räjähdyssuojausrakenne "pD" | 49 |
| 5.6.3.4 | Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä - Räjähdyssuojausrakennetta "n" koskevat lisävaatimukset | 50 |
| 6 | RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT- LAITE SUOJAUS PAINEISTETULLA HUONEELLA "P" | 50 |
| 7 | MEKANIIKAN VAATIMUKSET | 51 |
| 7.1 | Ex-tilojen mekaanisten laitteiden vaatimuksia | 51 |
| 7.2 | Mekaanisten laitteiden turvallisuuden varmistaminen | 53 |
| 7.2.1 | Käyttöohjeiden tiedot..... | 54 |
| 8 | ASENNUKSIA KOSKEVAT ASIAKIRJAT..... | 54 |
| 9 | KASANTEKOLAITTEEN TOIMINTA, SEN OSAT JA ATEX-KARTOITUS | 56 |
| 9.1 | Tripperikuljetin | 57 |
| 9.2 | Puomikuljetin..... | 57 |
| 9.3 | Portaali..... | 58 |
| 9.4 | Kaapelikela ja kaapelivaunut..... | 58 |
| 9.5 | Sähkökontti | 59 |
| 10 | KASANPURKULAITTEEN TOIMINTA, SEN OSAT JA ATEX-KARTOITUS | 59 |
| 10.1 | Portaali; kiinteä -ja kääntyvä puoli | 60 |
| 10.2 | Kolakuljetin | 60 |
| 10.3 | Kaapelikela ja kaapelivaunut..... | 61 |
| 10.4 | Sähkökontti | 61 |
| 11 | YHTEENVETO | 61 |
| | LÄHTEET | |
| | LIITE | |
| | 1. Ylivirtarelemoduulin SPCJ 3C3 käänteisaikaylivirtaportaan ominaiskäyrästä | |

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Sandvik Mining and Construction Oy:n Hollolan yksikköön, jonka toimialana on materiaalinkäsittelyjärjestelmien ja niihin liittyvien projektien pääsuunnittelu, hallinta ja toteutus. Yksiköllä ei ole omaa valmistusta eikä asennusta, vaan ne ostetaan alihankintana yrityksen ulkopuolelta. Myös suurin osa perussuunnittelusta ostetaan ulkopuolelta. Aihealue on kohdistettu kasanteko- ja purkulaitteiden suunnittelemiselle räjähdysvaaralliselle alueelle, kun räjähdysvaaran aiheuttaa pöly-ilmaseos. Työssä sivutaan myös muita räjähdysvaaran lähteitä, mutta keskitytään pölyyn.

Pölyräjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksista ei ole tehty niin paljon selvityksiä kuin esimerkiksi kaasuräjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksista. Yleensä tutkielmat ja jopa standardit käsittelevät kaasuräjähdykseltä suojausta, ja pölyräjähdysvaarallisten tilojen käsittely on ainakin vielä joltain osin kesken, kun verrataan kaasuun. Työssä käsitellään aluksi, mitä ATEX ja räjähdysvaaralliset tilat tarkoittavat teoriassa ja mitä tulee suunnittelussa ottaa huomioon. Lopussa on esitetty viittaukset kasanteko- ja purkulaitteiden suunnittelussa huomioitaviin, teoriaosassa käsiteltyihin kohtiin. Työn tarkoituksena on nostaa esille ATEX-direktiivin vaikutus materiaalinkäsittelyn kasanteko- ja purkulaitteisiin kansallisella tasolla eli mikä on ns. direktiivin minimivaatimustaso, kun jätetään projektikohtaiset erityisvaatimukset pois. Työ voi toimia myös hyvänä perustana, kun ruvetaan käymään läpi projektikohtaisia erityisvaatimuksia.

Työ perustuu ATEX-direktiiveihin, standardeihin sekä julkaisuihin, joissa käsitellään räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteita ja -asennuksia. Tässä työssä on pyritty tarkastelemaan räjähdysvaarallisia tilanteita silmällä pitäen ympäristöjä, joissa Sandvikin toimittamia kasanteko- ja purkulaitteita käytetään. Luonnostaan vaarattomien piirien osalta räjähdysvaaraa jouduttiin käsittelemään suurimmaksi osaksi kaasun näkökulmasta, koska pölyä käsittelevät erityisehdot ovat vielä standardien tekijällä työn alla. Myöskään yli 1 kV:n järjestelmiin ei tässä työssä paneuduttu.

2 RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LAITTEITA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

2.1 ATEX-laitedirektiivi 94/9/EY ja sitä vastaava suomalainen lainsäädäntö

EU:n direktiivissä vahvistetaan jäsenvaltioille tavoitteet, mutta kuitenkin niin, että jäsenvaltiot voivat itse valita keinot, joilla ne saavutetaan. Direktiivi on siis jäsenmaita sitova lainsäädäntövelvoite, jonka tavoitteiden mukaiseksi jäsenmaan lainsäädäntö on muutettava asetettuun määräpäivään mennessä. (Euroopan komissio 2012.)

Atex-laitedirektiivi 94/9/EY koskee räjähdysvaarallisissa normaali-ilmanpaineisissa ympäristöissä ilmaseoksissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita, joissa on syttymislähde. Räjähdysvaarallisen tilanteen voi aiheuttaa palava pöly, höyry, sumu tai kaasu yhdessä ilman kanssa. Direktiivi koskee sekä sähkö- että mekaanisia laitteita, itsenäisiä suojausjärjestelmiä, laitekoonpanoja sekä ohjaus-, säätö- ja turvalaitteita, jotka on tarkoitettu käytettäviksi räjähdysvaarallisten tilojen ulkopuolella, mutta ovat kuitenkin katsottu olevan tarpeellisia suojausjärjestelmien ja ATEX-laitteiden turvallisen toiminnan kannalta. ATEX on lyhenne ja tulee ranskankielisistä sanoista atmosphères explosibles. (TUKES 2012.)

ATEX-laitedirektiiviä ei käytetä Suomessa sellaisenaan, vaan se on otettu käyttöön säädöksillä, jotka ovat:

- kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä (918/1996).
- asetus räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä (917/1996).

Räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja uusia tuotteita voidaan ottaa käyttöön, pitää kaupan tai luovuttaa toiselle vain, kun ne ovat määräysten mukaisia. ATEX-laitesäädösten vaatimukset koskevat Ex-tiloissa laitteista rakennettuja laitekoonpanoja, käytettäväksi tarkoitettuja laitteita (kuten koneita), suojausjärjestelmiä sekä laitteiden että suojausjärjestelmien turvallisen toiminnan kannalta tarpeellisia säätö-, ohjaus- ja turvalaitteita sekä komponentteja. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- sähkökomponentit- ja laitteet
- polttomoottorit

- trukit
- pneumaattiset laitteet
- moottori/pumppuyhdistelmät
- vaihteistot
- pumput.

ATEX-laitedirektiivi koskee siis muitakin kuin vain sähkölaitteita. Perinteisesti sähkölaitteita on pidetty suurimpana vaaranlähteenä, mutta mekaanisten laitteiden aiheuttamat vaarat ovat tulleet tärkeämmäksi kokonaisturvallisuuden kannalta sähkölaitteiden kehityttyä.

Ex-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja järjestelmiä ja laitteita voidaan myydä ja valmistaa vain, jos ne täyttävät ATEX-laitesäädösten vaatimukset, joita ovat mm:

- laiteluokkaa ja –ryhmää kuvaava merkintä
- erityinen Ex-merkintä ja CE-merkintä
- EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- vaatimustenmukaisuuden arviointi
- laiteluokka- ja laiteryhmäkohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Laitteet jaetaan kahteen ryhmään I ja II. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivospölyyn (metaani) ja/tai kaasuun. Ryhmän I laitteet jaetaan vielä kahteen laiteluokkaan M1 ja M2. Ryhmään II kuuluvat sitten laitteet, joita on tarkoitettu käytettäväksi muissa paikoissa kuin kaivoksissa. Ryhmän II laitteet jaetaan vielä kolmeen eri laiteryhmään (1, 2 ja 3) riippuen siitä, miten suurta turvallisuustasoa vaaditaan. (SFS 604-1 2010, s 6-7.)

2.2 Olosuhteita koskevat määräykset

Euroopan Parlamentin ja Neuvoston ATEX-olosuhdedirektiivin 1999/92/EY, annettu 16.12.1999, 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) (Eur-Lex 2000). Tämä saatettiin kansallisesti voimaan Valtioneuvoston asetuksella (576/2003) 1.9.2003 ja on asetettu sekä työturvallisuus-

lain (738/2002) että räjähdysvaarallisista aineista (263/1953) nykyisin kemikaaliturvallisuus lakiin (390/2005). Tästä seuraa kaksi lainsäädäntökokonaisuutta ja kaksi valvontalinjaa.

Keskeisiä asioita olosuhteita koskevissa määräyksissä ovat räjähdysuojausasiakirja sekä johtamisjärjestelmä eli toiminnan vaatimukset. Räjähdysuojausasiakirja sisältää riskien selvittämisen ja arvioinnin, tilojen luokittelun, laitteiden valintaan ja hankintaa sekä käyttöön ja tilanteen säilyttämiseen sekä tiedottamisen kehittämiseen liittyviä asioita. Räjähdysuojausasiakirjan laadinta kuuluu työnantajan/ toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin, ja se on laadittava ennen räjähdysvaarallisessa tilassa tehtävän työn aloittamista. Johtamisjärjestelmä taas sisältää ohjeita, opetusta ja ohjausta sekä työluopien ja edellytysten toteamista. Lisäksi siinä käsitellään uusien laitteiden tarkastukset ennen käyttöönottoa mukaan lukien merkinnät, hälytykset, varoitukset, suojaukset ja pelastumiset. (SFS 604-1 2010, 6-45.)

2.3 Räjähdysuojausasiakirja

Työnantajan velvollisuuksiin kuuluvan laitteiden asentamisen ja valinnan kannalta keskeinen vaatimus on räjähdysuojausasiakirjan laatiminen. Räjähdysuojausasiakirjassa on valtioneuvoston asetuksen (2003/576) 8 § mukaan esitettävä erityisesti:

1. että räjähdysvaara on määritetty ja sen merkitys arvioitu;
2. että asianmukaiset toimenpiteet toteutetaan tämän asetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi;
3. liitteen 1 (2003/576) mukaisesti luokitellut tilat;
4. tilat, joihin sovelletaan liitteessä 2 (2003/576) asetettuja vähimmäisvaatimuksia
5. että työpaikka on suunniteltu, työvälineet valittu ja niitä ja varoituslaitteita käytetään ja huolletaan siten, että turvallisuus otetaan asianmukaisesti huomioon, ja
6. että työvälineiden turvallisesta käytöstä huolehditaan siten kuin siitä erikseen säädetään.

Räjähdysuojausasiakirja on laadittava ennen kuin räjähdysvaarallisessa tilassa tehtävän työn aloittamista ja se tulee tarkastaa, jos työjärjestelyjä, työskentelytilaa tai työ-

välineitä muutetaan olennaisesti. Räjähdyssuojasiasiakirja voi olla osana muuta työpaikalle laadittua turvallisuusasiakirjaa. (SFS 604-1 2010, 11.)

3 RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT

3.1 Turvallisuusperiaatteet

Laitteistot, joissa palavia aineita varastoidaan ja käsitellään, tulisi suunnitella, hoitaa ja käyttää niin, että palavan aineen päästöjen kesto, määrä ja esiintymistaajuus pysyvät niin normaalitoiminnassa kuin poikkeustilanteissakin mahdollisimman pieninä ja samalla räjähdysvaarallisen tilan laajuus on minimissään.

On tärkeää tutkia ne osat järjestelmistä ja prosessilaitteista, joista palavan aineen päästöjä voi tapahtua ja harkita rakenteen muuttamista niin, että sellaisten aineiden päästöjen taajuus, määrä ja todennäköisyys minimoituvat. Nämä arvioinnit tulisi tehdä jokaisen laitosprosessin alkusuunnittelun yhteydessä ja ne tulisi myös ottaa huomioon ensisijaisena perusteena tilaluokitusselvityksessä. (SFS 604-1 2010, 7.)

3.2 Tilaluokitus kaasuilla

Tilaluokitus on menetelmä, jonka avulla luokitellaan ja arvioidaan tila, jossa voi esiintyä räjähdyskelpoisia kaasuilmasseoksia. Tilaluokitus helpottaa oikeiden laitteiden valintaa ja niiden asentamista sekä auttaa varmistamaan niiden turvallisen käytön siinä tilassa. Tilaluokitus ottaa huomioon myös höyryn ja kaasun syttymisominaisuudet, kuten syttymislämpötilan (lämpötilaluokka) ja syttymisenergian (kaasuryhmä).

Vain harvoin on yksinkertaisella itse laitoksen tai sen suunnitelman tutkimisella mahdollista päätellä mihin tilaluokkiin (tilaluokat 0, 1 ja 2) laitoksen eri osia luokitellaan. Ensimmäinen vaihe onkin esiintymistodennäköisyyden arviointi tilaluokkien 0, 1 ja 2 määritysten mukaisesti. Kun päästölähteen todennäköinen esiintymistaajuus, pituus, päästömäärä, kesto (ja siten päästölähteen luokka), ilmanvaihto ja muut tilaluokan laajuuteen ja/tai tyyppiin vaikuttavat tekijät on määritetty, voidaan varmemmin määrittää räjähdyskelpoisen kaasuilmasseoksen esiintymistodennäköisyys alueella. (SFS 604-1 2010, 57.)

3.3 Tilaluokitus räjähdyskelpoiselle pöly-ilmaseokselle

Pölyt muodostavat räjähdyskelpoisen ilmaseoksen vain pitoisuuksilla, jotka ilmenevät räjähdysalueella. Vaikka hyvin suuren pitoisuuden omaava pilvi ei olisikaan räjähdyskelpoinen, on silti olemassa vaara, että laskiessaan pitoisuus voi tulla räjähdysalueelle. Olosuhteista riippuen on mahdollista, että kaikki päästölähteet eivät välttämättä muodosta räjähdyskelpoista pöly-ilmaseosta. Pölyt, joita ei poisteta mekaanisesti ilmanvaihdon tai pölyimujärjestelmän avulla, laskeutuvat kasaumiksi ja kerroksiksi. On otettava huomioon, että pitoisuuden pieni tai laimea, jatkuva päästölähde voi ajan kanssa muodostaa vaarallisen pölykerroksen.

Koska räjähdyskelpoisia pölykerroksia ja pölypilviä voi esiintyä, kaikkia syttymislähteitä tulisi välttää. Tilaluokituksen valmistumisen jälkeen voidaan suorittaa riskiarviointi, jossa arvioidaan vaativatko räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttymisen seuraukset vielä korkeamman räjähdysuojaustason (EPL kts. kappale 3.7) laitteiden käyttämisestä vai riittääkö normaalia matalamman EPL-tason laitteiden käyttäminen.

Tilaluokitus perustuu useaan tekijään, joihin liittyviä tietoja voi joutua keräämään useasta eri lähteestä. Näitä tekijöitä ovat:

- Tieto siitä, onko kyseinen pöly palavaa vai ei
- Kyseisessä prosessissa käytettävien aineiden ominaistiedot
- Laitoksen yksittäisten kohteiden edustaman päästön luonne
- Laitoksen kunnossapito- ja käyttökäytäntö sisältäen siivouksen
- Muu turvallisuus- ja laitetieto (SFS 604-1 2010, 122).

3.4 Tilaluokkien tunnistamismenettely räjähdyskelpoiselle pöly-ilmaseokselle

Vaikka tilaluokkien määritelmät kattavat lähinnä vain pölypilvistä aiheutuvan vaaran, on myös pölykerrokset, jotka häiriintyessään voivat muodostaa pölypilven, otettava huomioon. Tilaluokkien tunnistamismenettely on seuraava:

1. Ensimmäisessä vaiheessa syttymislähteiden arviointia varten määritetään aineominaisuudet, joita ovat kosteuspitoisuus, hiukkaskoko, pölykerroksen ja pö-

lypilven syttymislämpötilat, pölynjohtavuus ja selvitetään onko aine yleensä palavaa sekä sen soveltuva pölyryhmä: Ryhmä IIIA palaville hahtuville, Ryhmä IIIB eristävälle pölylle tai Ryhmä IIIC johtavalle pölylle.

2. Toisessa vaiheessa selvitetään pölyä sisältävien laitteiden tai muiden pölyn päästölähteiden sijainti. Voi olla myös syytä tutustua laitoksen asemapiirustuksiin ja prosessikaavioihin. Lisäksi tähän vaiheeseen tulisi myös sisältyä pölykerrosten syntymismahdollisuuden selvittäminen.
3. Kolmannessa vaiheessa määritetään todennäköisyys sille syntyykö kirjatuista kohteista pölypäästöjä ja sitä kautta todennäköisyys räjähdyskelpoisten pölyilmaseosten esiintymiselle laitoksen eri osissa.

Vasta näiden vaiheiden jälkeen voidaan tilaluokat ja niiden laajuus määrittää. Päätökset tilaluokista sekä niiden laajuudesta sekä pölykerrosten esiintyminen tulee dokumentoida tilaluokituspiirustuksiin. (SFS 604-1 2010, 123.)

3.5 Päästölähteet sekä niiden tunnistus ja luokitus

Räjähdyskelpoisen pöly-ilmaseoksen aiheuttavat pölyn päästölähteet ovat paikkoja tai pisteitä, joista pöly voi nousta tai vapautua ilmaan niin, että voi muodostua räjähdyskelpoinen pöly-ilmaseos.

Kun päästön syntymismahdollisuus tiedetään, jokainen päästölähde täytyy tunnistaa sekä määrittää sille päästöluokka. Päästöluokat ovat:

- *jatkuva päästöluokka*: pölypilvi esiintyy jatkuvasti tai usein lyhyitä aikoja tai sen voidaan olettaa esiintyvän pitkiä ajanjaksoja
- *primäärinen päästöluokka*: päästö, jonka voidaan olettaa syntyvän satunnaisesti tai määrääjoin normaalikäytön aikana. Esimerkkinä avoimen säkkien tyhjennys- ja täyttöpaikan lähiympäristö.
- *sekundäärinen päästöluokka*: päästö, jonka ei oleteta esiintyvän normaalikäytössä ja jos sitä esiintyy, niin sitä tapahtuu vain lyhyen ajan ja harvoin. Esimerkkinä pölyävän aineen käsittelylaitos, jossa käsittelyn yhteydessä esiintyy pölykertymiä.

Tilaluokat voidaan määrittää räjähdyskelpoisen pöly-ilmaseoksen muodostumisen perusteella taulukon 1 mukaisesti. (SFS 604-1 2010, 123-124.)

TAULUKKO 1. Tilaluokkien määrittäminen palavan pölyn esiintymisen perusteella (SFS 604-1 2010, 124)

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

3.6 Tilaluokat

Työnantajan on luokiteltava räjähdysvaaralliset tilat asetuksen 2003/576 liitteen 1 mukaisesti. Kaasuräjähdysvaarallisessa tilassa luokat ovat 0, 1 ja 2 sekä pölyräjähdysvaarallisessa tilassa luokat ovat taas 20, 21 ja 22. Sähkölaitteiden asentaminen ja valinta voidaan tehdä ainoastaan tilaluokituksen pohjalta.

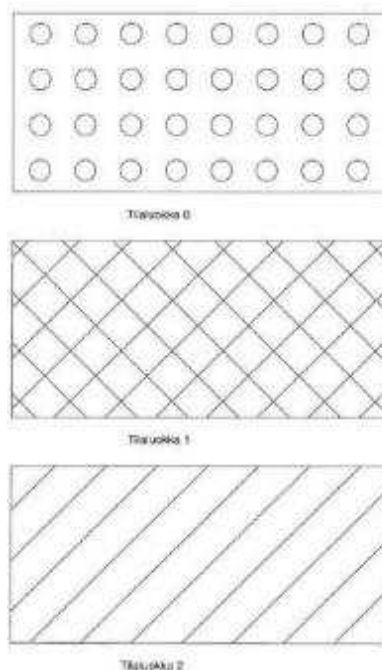
Räjähdysvaaralliset tilat jaetaan asetuksen 2003/576 liitteen 1 mukaan seuraaviin luokkiin:

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

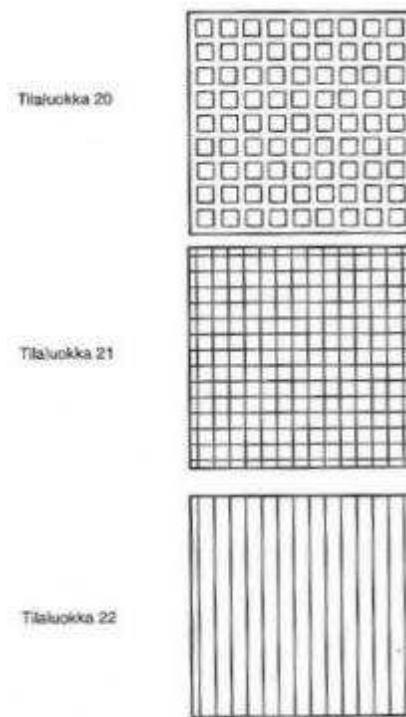
- *Tilaluokka 21:* Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
- *Tilaluokka 22:* Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Huomioitavaa on myös, että palavien aineiden pölyjen kasaantumia, kerrokset ja kertymät on otettava huomioon samoin kuin muut syyt, jotka saattavat aiheuttaa räjähdyskelpoisen ilmaseoksen. Tilaluokissa mainittavalla normaalitoiminnalla tarkoitetaan tilannetta, jossa laitteistoja käytetään suunnitteluarvojen sallimissa rajoissa. (SFS 604-1 2010, s 42.)

Kuvassa 1 esitetään SFS-EN 60079-10-1 standardin suositeltavat merkitsemistavat tilaluokille 0, 1 ja 2. Kuvassa 2 SFS-EN 60079-10-2 standardin suositeltavat merkitsemistavat tilaluokille 20, 11 ja 22.



KUVA 1. Tilaluokkien suositeltavat merkitsemistavat kaasulle (SFS 604-1 2010, 85)



KUVA 2. Tilaluokkien suositeltavat merkitsemistavat pöly-ilmaseokselle kaasulle (SFS 604-1 2010, 128)

3.7 Vaihtoehtoinen riskiarviointimenetelmä sisältäen Ex-laitteiden räjähdysuojaustasot (EPL)

Ex-laitteiden räjähdysuojaustasot on luotu mahdollistamaan nykyiselle laitevalintamenetelmälle vaihtoehtoinen menetelmä. Aikaisemmin laitevalintastandardissa oli mainittu selkeä yhteys räjähdysuojaurakenteen ja sen tilaluokan välillä, jossa laitetta voi käyttää. Laitteiden hyväksyttävyyys eri tilaluokkiin taas on historiallisesti perustunut räjähdysuojaurakenteisiin. Asennusstandardi IEC 60079-14 ei kuitenkaan ole otettu huomioon mahdollisesti syntyvän räjähdyn seurauksia.

Tilanne monimutkaistui standardin IEC 60079-26 ensimmäisen painoksen ilmestyessä, koska siinä esitettiin lisävaatimuksia sovellettavaksi laitteissa, jotka on tarkoitettu käytettäväksi tilaluokassa 0. Ennen sitä ainoa hyväksytty tekniikka tilaluokassa 0 oli ollut luonnostaan vaaraton tekniikka Ex ia. Sen jälkeen on huomattu, että on hyödyllistä merkitä ja tunnistaa kaikki laitteet niiden sisältämän syttymisriskin mukaisesti. Tämä antaa paremman mahdollisuuden käyttää tarvittaessa riskienarviointimenetelmää ja tekee laitevalinnan helpommaksi. (SFS 604-1 2010, 136.)

Riskienarviointimenetelmä Ex-laitteiden hyväksymiseksi on luotu vaihtoehtoiseksi menetelmäksi nykyiselle suhteellisen joustamattomalle ja rajoitetulle menetelmälle, joka liittää tilaluokat ja laitteet toisiinsa. Tämän mahdollistamiseksi on luotu räjähdys-suojaustasojen järjestelmä, ja nämä tasot pölyillä (Ryhmä III) määritellään ja tunnustetaan seuraavasti:

- **EPL Da:** Räjähdysvaarallisen pöly-ilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla on ”hyvin korkea” suojaustaso niin, että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä eikä harvinaisissa vikatilanteissa.
- **EPL Db:** Räjähdysvaarallisen pöly-ilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla on ”korkea” suojaustaso niin, että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä ja odotettavissa olevissa vikatilanteissa. Vikatilanteiden ei välttämättä tarvitse olla säännöllisesti esiintyviä.
- **EPL Dc:** Räjähdysvaaralliseen pöly-ilmaseokseen tarkoitettu laite, jolla ”korotettu” suojaustaso niin, että laite ei ole syttymislähde normaalikäytössä. Laite voi olla lisäksi siten suojattu, että se ei muodostu syttymislähteeksi säännöllisesti odotettavissa olevissa tapahtumissa.

Useimmissa tapauksissa, missä räjähdysten mahdolliset seuraukset ovat tyypillisiä, on tarkoitus, että eri tilaluokissa käytetään laitteita taulukon 2 mukaisesti. Laitteiden eri räjähdys-suojaustasojen on toimittava valmistajan näille määrittelemien toimintaparametrien puitteissa taulukon 3 mukaisesti. (SFS 604-1 2010, 137-138.)

TAULUKKO 2. Perinteinen räjähdys-suojaustasojen ja tilaluokkien suhde (SFS 604-1 2010, 138)

| Laitteen räjähdys-suojaustaso | Tilaluokka |
|--------------------------------------|-------------------|
| Ga | 0 |
| Gb | 1 |
| Gc | 2 |
| Da | 20 |
| Db | 21 |
| Dc | 22 |

TAULUKKO 3. Kuvaus syttymisriskiä vastaan aikaansaadusta suojauksesta kaasulla (Ryhmä II) ja pölyillä (Ryhmä III). (SFS 604-1 2010, 139)

| Aikaansaatu suojaus | Räjähdyssuojaustaso | Suojauksen suorituskyky | Toimintaehdot |
|---------------------|---------------------|--|--|
| | Ryhmä | | |
| Hyvin korkea | Ga | Kaksi itsenäistä suojauskeinoa tai laite on turvallinen vaikka kaksi toisistaan riippumatonta vikaa esiintyy yhtä aikaa. | Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 0, 1 ja 2. |
| | Ryhmä II | | |
| Hyvin korkea | Da | Kaksi itsenäistä suojauskeinoa tai laite on turvallinen vaikka kaksi toisistaan riippumatonta vikaa esiintyy yhtä aikaa. | Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 20, 21 ja 22. |
| | Ryhmä III | | |
| Korkea | Gb | Sopii normaalikäyttöön ja usein esiintyviin häiriöihin tai laitteisiin, joissa viat otetaan normaalisti huomioon. | Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 1 ja 2. |
| | Ryhmä II | | |
| Korkea | Dd | Sopii normaalikäyttöön ja usein esiintyviin häiriöihin tai laitteisiin, joissa viat otetaan normaalisti huomioon. | Laite pysyy toiminnassa tilaluokissa 21 ja 22. |
| | Ryhmä III | | |
| Korotettu | Gc | Sopii normaali käyttöön | Laite pysyy toiminnassa tilaluokassa 2. |
| | Ryhmä II | | |
| Korotettu | Dc | Sopii normaali käyttöön | Laite pysyy toiminnassa tilaluokassa 22. |
| | Ryhmä III | | |

3.8 Tilaluokkien laajuus pöly-ilmaseokselle

Pölyräjähdysvaaralliseksi luokitellun tilan laajuudeksi määritellään etäisyys joka suuntaan päästölähteen reunasta aina pisteeseen, jossa kyseessä olevan tilaluokan mukaista vaaraa ei katsota enää olevan. Pölypilven synnyttämää pöly-ilmaseosta ei normaalisti vielä katsota räjähdyskelpoiseksi, jos pölypitoisuus jää sopivan varmuusmar-

ginaalin verran pienemmäksi, kuin mitä räjähdyskelpoisen pöly-ilmaseoksen muodostumiselle vaadittu minimipitoisuus on.

Tilaluokan 20 laajuus käsittää kanavien, putkien sekä käsittely- ja tuotantolaitteiden sisäpuolisen tilan, mikäli siinä räjähdyskelpoinen pöly-ilmaseos vallitsee jatkuvasti, usein toistuen tai pitkiä aikoja. Mikäli edellä mainittujen suljettujen tilojen ulkopuolella vallitsee räjähdyskelpoinen pöly-ilmaseos jatkuvasti, niin sielläkin vaaditaan tilaluokka 20. (SFS 604-1 2010, 125.)

Useimmissa tapauksissa tilaluokan 21 laajuus taas voidaan määrittää tarkastelemalla ympäristössä olevia räjähdyskelpoisia pöly-ilmaseoksia aiheuttavia päästölähteitä seuraavasti:

- Joidenkin pölyn käsittelylaitteistojen sisätila, joissa räjähdyskelpoinen pöly-ilmaseos voi todennäköisesti esiintyä.
- Laitteiston ulkopuolella olevan primäärisen päästölähteen muodostaman luokitellun alueen laajuus riippuu monista pölyyn liittyvistä ominaisuuksista, kuten pölyn hiukkaskoosta, määrästä, virtausnopeudesta ja pölyn kosteuspitoisuudesta. Tämän alueen tulisi pysyä pienenä ja usein 1 m etäisyys päästölähteen ympärillä riittää tilaluokaksi 21.
- Mikäli pölyn leviäminen on estetty mekaanisilla rakenteilla (esim. seinillä jne.), niiden pintoja voidaan pitää luokitellun alueen rajoina.

Sisällä olevan rajaamattoman tilaluokan 21 (esim. säiliö, missä on avoin tarkastusluokku) ympärillä yleensä on tilaluokka 22.

Useimmissa tapauksissa tilaluokan 22 laajuus taas voidaan määrittää tarkastelemalla ympäristössä olevia räjähdyskelpoisia pöly-ilmaseoksia aiheuttavia päästölähteitä seuraavasti:

- Sekundäärisen päästölähteen muodostaman luokitellun alueen laajuus riippuu monista pölyyn liittyvistä ominaisuuksista, kuten pölyn hiukkaskoosta, määrästä, virtausnopeudesta ja pölyn kosteuspitoisuudesta. Tilaluokan oikean laajuuden määrittämiseksi tulee huomiota kiinnittää päästöön johtaviin olosuhteisiin sekä päästölähteeseen. Rakennuksen ulkopuolella (ulkotiloissa) tilaluokan

22 ulottuvuudet voivat vaihdella säätilasta, kuten sateesta, tuulesta jne., johtuen. Yleensä tilaluokan 22 laajuudeksi riittää 3m etäisyys tilaluokan 21 sekä itse päästölähteen ympärillä.

- Mikäli pölyn leviäminen on estetty mekaanisilla rakenteilla (esim. seinillä jne.), niiden pintoja voidaan pitää luokitellun alueen rajoina. (SFS 604-1 2010, 126.)

4 RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN LAITEVALINTA JA SÄHKÖLAITTEET

4.1 Laitevaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden arviointi

Laitteen vaatimuksenmukaisuuden arvioinnin tekeminen on laitteen valmistajan tai muun markkinoille saattajan velvollisuus. Eri laiteluokille sovellettavat vaatimuksenmukaisuuden arviointimenettelyt kuvataan laitesäädöksissä. Joissakin arviointimenettelyissä on mukana ilmoitettu laitos, joka on saanut toimintaoikeuden jonkin jäsenmaan kansalliselta viranomaiselta ja jonka tulee täyttää säädöksissä esitetyt vaatimukset. Komissio pitää ilmoitetuista laitoksista luetteloja ja Suomessa VTT Expert Services toimii ilmoitettuna laitoksena sähkökomponenttien ja -laitteiden osalta. (SFS 604-1 2010, 7.)

Vaatimuksenmukaisuuden osoitusmenettely riippuu laiteluokasta seuraavasti:

- **LAITELUOKKA 1 (M1):** EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX -hyväksytyt tuotannon laadunvarmistus tai ilmoitetun laitoksen tekemä tuotekohtainen tarkastus.
- **LAITELUOKKA 2 (M2): Sähkölaitteille ja polttomoottoreille** vaaditaan EY-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytyt tyyppimukaisuuden varmistus tai ATEX-hyväksytyt tuotteiden laadunvarmistus. Muiden laiteluokan 2 ja M2 laitteiden osalta on noudatettava valmistuksen sisäistä tarkastusta ja toimitettava laitetta koskevat tekniset asiakirjat ilmoitetulle laitokselle.
- **LAITELUOKKA 3:** Valmistuksen sisäinen tarkastus, jossa valmistaja tai muu markkinoille saattaja huolehtii itse vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. (SFS 604-1 2010, 7.)

Kaikissa laiteluokissa voidaan myös vaihtoehtoisesti soveltaa tuotekohtaista tarkastusta, jossa ilmoitettu laitos sekä tarkastaa että hyväksyy jokaisen valmistetun yksittäisen laitteen erikseen.

Eri laiteluokan tiloilla ja laitteilla, joissa niitä voidaan käyttää, on selkeä yhteys, mutta on oltava tarkka käsitteiden suhteen. Kaasuvaaralliset tilat on luokiteltu standardin SFS-EN 60079-10-1 mukaan luokkiin 0, 1 ja 2, jossa luokka 0 on vaativin. Tilaluokan 0 alueella voidaan käyttää laiteluokan 1 laitteita, tilaluokan 1 alueella käytetään laiteluokan 2 laitteita ja tilaluokassa 2 vastaavasti laiteluokan 3 laitteita.

Pölyvaaralliset tilat luokitellaan standardin SFS-EN 60079-10-2 mukaan, ja niissä tilaluokkaa 20 vastaa laiteluokka 1 tilaluokkaa 21 laiteluokka 2 ja tilaluokkaa 22 laiteluokka 3. Käytännössä sähkölaitteiden valinta tehdään standardin SFS-EN 60079-14 mukaisesti, jossa annetaan laitteille vaatimukset syttymislämpötilojen ja laiterakenteen mukaan. (SFS 604-1 2010, 8.)

4.2 Räjähdyssuojarakenteet

Räjähdyssuojaus voidaan toteuttaa käyttäen kahta erilaista pääperiaatetta. Ensimmäisessä huolehditaan, että vaarallista kipinää tai lämpötilaa ei synny. Tällä periaatteella toimivat varmennettu rakenne **Exe** ja luonnostaan vaaraton rakenne **Exi**. Toisen pääperiaatteen mukaisissa laitteissa eristetään vaarallinen kipinä tai lämpötila siten, että se ei voi sytyttää laitteen ulkopuolista räjähtävää seosta. Tähän laiteryhmää kuuluvat räjähdyspäineen kestävät laitteet **Exd**, massaan valetut laitteet **Exm**, suojaletteiset laitteet **Exp**, öljytäytteiset laitteet **Exo** ja hiekkatäytteiset laitteet **Exq**. Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo **ExtD**, kotelo on pölytiivis ja pöly-ilmaseos pidetään erossa syttymislähteistä ja kotelon pintalämpötila on rajoitettu. Erikoisrakenne **Exs** voidaan toteuttaa molemmilla pääperiaatteilla. (SFS 604-2 2009, 280-283; Sähköasennukset 3 2010, 119.)

Taulukossa 4 on esitetty EPL:n ja räjähdysuojarakenteiden välinen suhde ja taulukossa 5 sähkölaitteen valinta laiteryhmän mukaan.

TAULUKKO 4. Suojausluokkien ja EPL:ien välinen suhde (SFS 604-2 2009, 32)

| Räjähdyssuojaustaso (EPL) | Räjähdyssuojausrakenne | Tunnus | Standardi |
|---|---|--------------------------|------------------|
| Ga | Luonnostaan vaaraton | ”ia” | IEC 60079-11 |
| | 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 | | IEC 60079-28 |
| Gb | Räjähdyspaineen kestävä kotelointi | ”d” | IEC 60079-1 |
| | Varmennettu rakenne | ”e” | IEC 60079-7 |
| | Luonnostaan vaaraton | ”ib” | IEC 60079-11 |
| | Massaan valettu | ”m” ”mb” | IEC 60079-18 |
| | Öljytäytteinen | ”o” | IEC 60079-6 |
| | Paineistettu kotelointi | ”p”, ”px” tai ”py” | IEC 60079-2 |
| | Hiekkatäytteinen | ”q” | IEC 60079-5 |
| | Luonnostaan vaaraton kenttäväylä (FISCO) | | IEC 60079-27 |
| | Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne | | IEC 60079-28 |
| Gc | Luonnostaan vaaraton | ”ic” | IEC 60079-1 |
| | Massaan valettu | ”mc” | IEC 60079-18 |
| | Kipinöimätön | ”n” tai ”nA” | IEC 60079-15 |
| | Rajoitetusti hengittävä | ”nR” | IEC 60079-15 |
| | Energia rajoitus | ”nL” | IEC 60079-15 |
| | Kipinöivä laite | ”nC” | IEC 60079-15 |
| | Paineistettu kotelointi | ”pz” | IEC 60079-2 |
| | Kipinöimätön kenttäväylä (FNICO) | | IEC 60079-27 |
| Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne | | IEC 60079-28 | |
| Da | Luonnostaan vaaraton | ”iD” | IEC 60079-11 |
| | Massaan valettu | ”mD” | IEC 60079-18 |
| | Suojaus kotelointi | ”tD” | IEC 60079-31 |
| Db ja Dc | Luonnostaan vaaraton | ”iD” | IEC 60079-11 |
| | Massaan valettu | ”mD” | IEC 60079-18 |
| | Suojaus kotelointi | ”tD” | IEC 60079-31 |
| | Paineistettu kotelointi | ”pD” | IEC 61241-4 |

TAULUKKO 5. Kaasujen/höyryjen tai pölyjen räjähdysryhmien ja laiteryhmiä yhteensopivuus (SFS 604-2 2009, 33)

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

Räjähdyspaineen kestävässä rakenteessa (”d”) osat, jotka voivat sytyttää räjähdyskseen, on sijoitettu koteloon, joka kestää sen sisällä tapahtuneen räjähdyskseen paineen sekä estää räjähdyskseen laajenemisen kotelon ulkopuolelle. Kotelon sisäpuolella saa syntyä räjähdys, mutta kotelon kaikki saumat ja raot on tehty niin ahtaiksi ja pitkiksi, ettei niiden läpi ulos pääse tunkeutumaan kuumia tai kipinöiviä ainesosia ja että räjähdyskseen syntyvät kuumat kaasut ja lieskat jäähtyvät matkalla ulos kotelosta. Kotelon mekaanisen lujuuden on oltava riittävän suuri, jotta se kestää sisällä syntyvän räjähdyskseen, joka on normaalisti enintään 10 bar. (SFS 604-1 2010, 280.)

Varmennetussa rakenteessa (”e”) pyritään rakenteellisin keinoin saavuttamaan suurempi turvallisuus verrattaessa normaalirakenteisiin sähkölaitteisiin. Kyseinen rakenne sopii laitteille, joissa ei esiinny normaalikäytössä kipinöintiä, kuumia pintoja ja valokaaria. Niiden esiintyminen ulkopuolisten vaikutteiden tai vian johdosta on vaikeutettu. Tällainen rakenne sopii oikosulkumoottoreille, kytkentärasioille, haaroitusrasioille, valaisimille tms. kipinöimättömille laitteille. (SFS 604-1 2010, 281.)

Luonnostaan vaaratonta rakennetta (”i”) voidaan käyttää sellaisissa laitteissa, joiden tehontarve on niin pieni, ettei tämä teho kykene sytyttämään räjähdyskelpoista seosta tietyissä vikatapauksissa. Tähän päästään rajoittamalla virtapiiriin jännite ja virta sellaiseen arvoon, ettei synny kuumia pintoja eikä sytyttäviä kipinöitä. Laitteet on jaettu kolmeen luokkaan, joissa Ex ia ei aiheuta vaaraa kahden mielivaltaisen vian esiintyessä samanaikaisesti, Ex ib joka ei aiheuta vaaraa yhden mielivaltaisen vian sattuessa sekä Ex ic joka ei aiheuta vaaraa normaalitoiminnassa. Kyseisiä rakenteita käytetään lähinnä merkinanto- ja mittauslaitteissa. (SFS 604-1 2010, 282.)

Standardin IEC 60079-15 mukaisesti suunniteltu räjähdysuojusrakenne ("n") laite on tarkoitettu käytettäväksi tilaluokissa 2 jonka mukainen sähkölaite normaalissa käytössä sekä tietyissä, normaalista poikkeavissa olosuhteissa ei kykene sytyttämään sitä ympäröivää räjähdyskelpoista ilmaseosta. Näin ollen standardi käsitteleeekin pitkälti samoja suojausrakenteita, joita käytetään tilaluokassa 1. Vaatimustasoa on kuitenkin alennettu ja vikatilanteiden tarkastelu jätetty pois. (SFS 604-1 2010, 282 ; SFS 604-2 2009, 26.)

Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo ("tD") on pölytiivis. Kotelon pintalämpötila on rajoitettu ja räjähtävä pöly-ilmaseos pidetään erossa syttymislähteistä. (SFS 604-1 2010, 283.)

4.3 Ympäristön lämpötilan vaikutukset

Lämpötila-aluetta ei tarvitse merkitä sähkölaitteeseen, joka on suunniteltu käytettäväksi normaalilla ympäristön lämpötila-alueella $-20^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$. Tämän lämpötila-alueen ulkopuolelle suunniteltua laitetta, pidetään erikoislaitteena. Merkinnän tulee tällöin sisältää joko symbolin T_{amb} tai T_a yhdessä ympäristön lämpötilan ala- ja ylärajan kanssa. Jos tämä on epäkäytännöllistä symbolia "X" tulee käyttää ilmaisemaan poikkeavat, ympäristön lämpötilarajat sisältävät käyttöolosuhteet sertifikaatin tunnuksen jälkeen. Ympäristön lämpötila-alue voi siis olla rajoitettu, esim. $-10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq +10^{\circ}\text{C}$ tai korotettu $-40^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq +40^{\circ}\text{C}$. (SFS 604-1 2010, s 213.) Valmistajan tulisi lisäksi myös varmistua, että käytön erityisehtojen vaatimukset, yhdessä kaiken muun olennaisen tiedon kanssa päätyvät ostajan käyttöön (SFS 604-1 2010, 250).

4.3.1 Maksimi pintalämpötilan rajoittaminen

Ryhmän II sähkölaitteille määritetty maksimi pintalämpötila ei saa ylittää lämpötilaluokalle ilmoitettua raja arvoa (ks. taulukko 6), maksimi pintalämmölle ilmoitettua arvoa tai tarvittaessa sen kaasun syttymislämpötilaa, jonka altistamaksi laite on aiottu.

TAULUKKO 6. Maksimi pintalämpötilan luokitus ryhmän II sähkölaitteille (SFS 604-1 2010, 214)

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

Ryhmän III sähkölaitteille pintalämpötilan määrittäminen ilman pölykerrosta määritellään niin, että maksimi pintalämpötila ei saa ylittää ilmoitettua maksimilämpötilaa tai laitteen aiotulla käyttöpaikalla esiintyvän palavan pölyn muodostaman pilven tai kerroksen syttymislämpötilaa.

Ryhmän III sähkölaitteille pintalämpötilan määrittäminen pölykerros huomioiden maksimi pintalämpötila voidaan määrittää myös tietyn paksuiselle, T_L , pölykerrokselle, joka peittää laitteen kaikki pinnat, ellei sitten dokumenteissa ole toisin ilmoitettu. Laite on merkitty symbolilla ”X” ilmaisemaan tämä käytön erityisehto, joista lisää kappaleessa 4.4.1. (SFS 604-1 2010, 215.)

4.4 Ex-sähkölaitteiden merkinnät

IEC-standardien määrittelemien vaatimusten mukaan riittävät ja oikeat merkinnät ovat olennainen osa Ex-laitteiden turvallisuutta. Merkinnän on annettava mahdollisimman lyhyesti tieto sähkölaitteen pääominaisuuksista niin, että laitteiden huolto, hoito ja käyttö ovat asianmukaisia sekä niin, että oikea laite voidaan valita oikeaan paikkaan.

Perusvaatimukset merkinnästä on annettu standardin SFS-EN 60079-0 luvussa 29. Sieltä löytyy myös esimerkkejä yleisistä merkinnöistä. Jos sähkölaitteita pitää asentaa niin, että merkinnät eivät jää näkyviin on räjähdysuojauksen kannalta merkinnät käytävä ilmi tavalla tai toisella laitteen läheisyydessä. Uutta kilpeä ei saa asentaa sellaisella tavalla, että se voi vaikuttaa laitteen räjähdysuojaurakenteeseen. Epäilyttävissä tapauksissa onkin parasta kääntyä laitteen valmistajan puoleen.

Atex-laite-direktiivi edellyttää IEC-standardien merkintöjen lisäksi CE-merkintää sekä räjähdysuojauksen erityismerkintää ”epsilon ksi kuuskolmion sisällä” kuvan 3 mukaisesti. Jos tarkastuslaitos osallistuu tuotannon tarkastusvaiheeseen, CE-merkintään liitetään ilmoitetun tarkastuslaitoksen tunnusnumero. Lisäksi tulee huomioida, että vanhoissa EN 5XXXX-sarjan mukaisesti hyväksytyissä laitteissa EX-merkinnän tilalla EEx-merkki. IEC:hen pohjautuvissa EN 6XXXX-sarjan mukaisissa laitteissa taas on merkintä IEC:n mukaisesti Ex. (SFS 604-1 2010, 283.)



KUVA 3. Räjähdysuojauksen erityismerkintä (Inspecta 2013)

On oleellista, että tässä esiteltyä merkintäjärjestelmää sovelletaan ainoastaan Ex-komponentteihin tai sähkölaitteisiin, jotka ovat SFS-EN 60079-0 standardin luvussa 1 luettuja räjähdysuojaurakenteita koskevien, soveltuvien standardien mukaiset. (SFS 604-1 2010, 249.)

4.4.1 Ex-merkintä pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa

Ex-merkintään tulee sisältyä seuraavaa:

- a) tunnus Ex, jolla ilmaistaan, että sähkölaite on yhden tai useamman, SFS-EN 60079-0 standardin luvussa 1 luettujen erityisstandardien määrittämän räjähdysrakenteen mukainen
- b) asianomaisen räjähdysrakenteen tunnus:
 - ”ta”: suojaus koteloinnilla, (EPL Da)
 - ”tb”: suojaus koteloinnilla, (EPL Db)
 - ”tc”: suojaus koteloinnilla, (EPL Dc)
 - ”ia”: luonnostaan vaaraton, (EPL Da)
 - ”ia”: luonnostaan vaaraton, (EPL Da)
 - ”ib”: luonnostaan vaaraton, (EPL Db)
 - ”ic”: *luonnostaan vaaraton, (EPL Dc)- Valmisteltavana*
 - ”ma”: massa valettu, (EPL Da)

- ”mb”: massaan valettu, (EPL Db)
 - ”mc”: *massaan valettu, (EPL Dc) - Valmisteltavana*
 - ”p”: paineistettu kotelointi, (EPL Db tai Dc)
- c) laiteryhmä tunnus:
- IIIA, IIIB tai IIIC sähkölaitteille asennettaviksi pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin
- ”IIIB” merkittyä laitetta voidaan käyttää ryhmän IIIA laitetta vaativiin sovelluksiin ja vastaavasti ”IIIC”-merkittyä laitetta voidaan käyttää ryhmien IIIA ja IIIB laitteita vaativiin sovelluksiin
- d) maksimi pintalämpötila celsiusasteissa mittayksiköineen merkittynä kirjaimen ”T” jälkeen, (esim. T100°C). Kappaletta 4.3.1 soveltaen maksimi pintalämpötila T_L on merkittävä celsiusasteina mittayksikköineen yhdessä kerrospaksuuden L kanssa, joka merkitään alaviitteinä millimetreissä, (esim. T_{50} 300°C) tai merkinnän on sisällettävä ”X”-symboli osoittamaan vastaava käytön erityisehto.
- Kappaletta 4.3 soveltaen merkinnän tulee sisältää joko tunnuksen T_a tai T_{amb} yhdessä ympäristölämpötilan vaihtelualueen kanssa tai symbolin ”X” osoittamaan käytön erityisehdon.
- Ex-kaapeliläpivientejä, Ex-sulkutulppia ja Ex-kierresovittimia ei tarvitse merkitä maksimi lämpötilalla
- e) räjähdysuojaustasot, ”Da”, ”Db” tai ”Dc” soveltuvin osin
- f) kotelointiluokka (esim. IP54)

Ylläolevat kohdat a)...e) on sijoitettava listan mukaiseen järjestykseen erotettuna toisistaan lyhyellä välillä.

Liitännäislaite on sähkölaite, joka sisältää sekä luonnostaan vaarattomia että muita piirejä (SFS 604-1 2010, 284). Liitännäislaitteen, joka soveltuu asennettavaksi Ex-tilaan ja jonka energian rajoitus aikaansaadaan Ex-tilassa olevan kenttälaitteen sisällä, räjähdysrakenteen tunnus täytyy merkitä hakasulkeisiin, esim. Ex t[ia Da] IIIC T100°C Db. Mikäli liitännäislaitteen laiteryhmä poikkeaa kenttälaitteen laiteryhmästä, liitännäislaitteen laiteryhmä **täytyy** merkitä hakasulkeisiin, esim. Ex t[ia IIIC Da] IIIB T100°C Db. Tyypillinen käytännön esimerkki tälle on Zener-suojabarrieri, joka sijaitsee pölysuojatussa kotelossa.

Liitännäislaitteen, joka soveltuu asennettavaksi Ex-tilaan ja jonka energian rajoitus aikaansaadaan Ex-tilassa olevan kenttälaitteen ulkopuolella, räjähdysrakenteen tunnuksia **ei saa** merkitä hakasulkeisiin, esim. Ex t ia IIIC T100°C Db. Tyypillinen käytännön esimerkki tälle on pölysuojattu valaisin, jonka luonnostaan vaaraton valokenno on liiteyty vaarattomassa tilassa.

Liitännäislaitteen, joka ei sovellu asennettavaksi Ex-tilaan, sekä Ex-tunnus että räjähdysrakenteen tunnus **täytyy** merkitä samoihin hakasulkeisiin esim. [Ex ia Da] IIIC.

Laitteeseen, joka sisältää sekä liitännäislaitteen että luonnostaan vaarattoman laitteen eikä käyttäjän tarvitse tehdä mitään liitännäislaitteen luonnostaan vaarattomaan osaan, ei tule tehdä ”liitännäislaitte”-merkintää, elleivät räjähdysuojaustasot poikkea toisistaan. Esimerkiksi Ex ib t IIIC T100°C Db eikä Ex ib t [ib Db] IIIC T100°C, mutta Ex ia t [ia Da] IIIC T100°C Db on oikea merkintä, jos räjähdysuojaustasot poikkeavat toisistaan. Liitännäislaitteille, jotka eivät sovellu asennettaviksi Ex-tilaan, lämpötilaluokkaa ei merkitä.

Kun Ex-komponentin tai sähkölaitteen eri osissa on käytössä eri räjähdysuojausrakenteita, Ex-merkinnän tulee sisältää jokaisen käytetyn räjähdysuojausluokan tunnuksen. (SFS-EN 60079-0 2010, 64-65).

4.4.2 Rakennekohtaiset lisämerkinnät

Standardin SFS-EN 60079-0 mukaisten yleisten merkintöjen lisäksi vaaditaan myös eri Ex-rakenteiden erityisstandardeissa lisämerkintöjä, joilla varmistetaan tarkoitetun suojauksen säilyminen asennuksen jälkeen ja laitteen oikea käyttö. (SFS 604-1 2010, 284.) Alle on kerätty Exe-, Exd- ja Exi-rakenteiden lisämerkinnät.

Exe-rakenteen lisämerkinnät

- | | |
|---|---|
| 1 | Mitoitusjännite ja -virta |
| 2 | Käynnistys- ja nimellisvirran suhde (I_A/I_N) ja t_E -aika moottoreille ja vaihtovirtamagneeteille. |
| 3 | Mittalaitteilla ja mittamuuntajilla suurin oikosulkuvirta I_{SC} , jonka laite kestää käytössä |

- 4 Valaisimissa valolähteen tekniset tiedot ja tarvittaessa valolähteen mitat
- 5 Yleiskäyttöön tarkoitetuissa liitännäisasioissa ja -koteloidissa joko
- i. suurin sallittu haviöteho, tai
 - ii. jokaiselle liitinkoolle sallittu lukumäärä eri johdinpoikkipinnoilla ja virroilla
- 6 Mahdolliset käyttöalueen rajoitukset
- 7 Tiedot erityisistä suojalaitteista, jos niitä tarvitaan esim. lämpötilanvalvontaan tai käynnistykseen.
- 8 Paristoista rakennetyyppi, lukumäärä, nimellisvirta, varauskyky ja purkaus aika ja tarvittaessa varoitus ”Ei saa ladata räjähdysvaarallisessa tilassa”.
- 9 Lämmityslaitteissa käytetyn materiaalin lämmönkestävyysarvo T_p .
- 10 Ex-riviliittimissä sallittu johtimen poikkipinta-alue ja mitoitusjännite. (SFS 604-1 2010, 284.)

Exd-rakenteen lisämerkinnät

- 1 Standardin edellyttämät varoitusmerkinnät ja informatiiviset merkinnät, esim. kierretyyppi ja -koko. (SFS 604-1 2010, 284.)

Exi-rakenteen lisämerkinnät

- 2 Kun kyseessä on liitännäislaite, on tunnuksen Ex ia, Ex ib, Ex ic tai ia, ib tai ic oltava merkitty hakasulkuihin. Esim. [Ex ia] tai Ex [ia] (ks. 4.4.1).
- 3 Kaikki Exi-suojaukseen vaikuttavat sähköiset tekijät, kuten U_m , U_0 , C_0 , L_0 , C_i , L_i .
- 4 Luonnostaan vaarattoman sähkölaitteen ja liitännäislaitteen liitinkotelot, liittimet ja pistokytkimet on merkittävä selvästi ja niiden on oltava selvästi tunnistettavissa. Jos tähän

tarkoitukseen käytetään väriä, sen on oltava vaaleansininen.

5 Tarvittaessa IP-luokka. (SFS 604-1 2010, 284.)

5 SÄHKÖASENNUSVAATIMUKSET

5.1 Laitevalinnan periaatteet

Sähkölaitteen valitsemiseksi räjähdysvaaralliseen tilaan tarvitaan räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitus ja tarvittaessa pölyjen, kaasujen tai höyryjen sekä sähkölaitteiden räjähdysryhmät. Lisäksi tarvitaan lämpötilaluokka, mahdollisen höyryn tai kaasun syttymislämpötila sekä pölypilven minimisyttymisenergia ja minimisyttymislämpötila, pölykerroksen minimisyttymislämpötila ja ympäristön lämpötila sekä ulkoiset olosuhteet. (SFS 604-2 2009, 31.)

Taulukko 4 osoittaa laitteiden valinnan räjähdysuojaustason (EPL) mukaan ja taulukko 5 valinnan laiteryhmän mukaan.

Alle 3,5 m korkeudella räjähdysvaarallisen tilan yläpuolella olevien laitteiden, jotka voivat muodostaa pintalämpötiloja tai kuumia hiukkasia, on oltava kokonaan koteloituja tai varustettu sopivilla suojilla mahdollisten syttymislähteiden putoamisen estämiseksi räjähdysvaaralliseen tilaan. Tällaisia laitteita ovat sulakkeet, kytkimet, moottorit, lämmityslaitteet, lämmityselementit tai muuta vastaavat laitteet sekä kaiken tyyppisten purkauslamppujen lisälaitteet ja lamput.

5.1.1 Laitevalinta pölyn syttymislämpötilan ja ympäristönlämpötilan mukaan

Laitevalinta on tehtävä siten, että laitteen korkein pintalämpötila ei saavuta minkään, sen vaikutuspiirissä mahdollisesti olevan pölyn syttymislämpötilaa.

Ellei sähkölaitteen käyttölämpötila-alueita ole merkitty, laitetta saa käyttää vain lämpötila-alueella $-20^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$. Mikäli laitteen käyttölämpötila-alue on merkitty, laite on suunniteltu käytettäväksi tällä alueella. Mikäli ympäristönlämpötila on laitteelle sallitun lämpötila-alueen ulkopuolella tai on olemassa muista syistä johtuvia lämpöti-

lavaikutuksia, kuten auringon säteilystä tai prosessista johtuvia, tulee niiden vaikutus laitteeseen ottaa huomioon sekä tehdyt varotoimet on dokumentoitava. Kaapeliläpivienneillä ei normaalisti ole merkitty lämpötilaluokkaa tai käyttölämpötila-aluetta, mutta niillä on kuitenkin käyttölämpötila-alue ja sen oletetaan olevan välillä $-20^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$.

Pölykerroksilla on kaksi vaikuttavaa ominaisuutta kerrospaksuuden kasvaessa: lämmöneristyksen paraneminen ja minimisyttymislämpötilan aleneminen. Laitteelle sallittu suurin pintalämpötila määräytyy vähentämällä varmuusmarginaali kyseessä olevan pölyn minimisyttymislämpötilasta, jotka mitataan standardissa IEC 61241-20-1 esitetyillä menetelmillä, pölypilville ja 5mm pölykerroksille suojausrakenteen "tD" käytännölle A ja kaikille muille suojausrakenteille ja 12,5mm pölykerroksille suojausrakenteen "tD" käytölle B.

Asennuksille, joissa kerrospaksuudet ovat yllä mainittuja suurempia, suurin sallittu pintalämpötila on määritettävä ilmoittamalla käytetty kerrospaksuus ja kaikki vaikuttavat aineominaisuudet.

Pölypilvistä laitteeseen kohdistuva korkein pintalämpötila ei saa olla yli 2/3-osaa kyseessä olevan pöly-ilmaseoksen syttymislämpötilasta Celsius-asteina:

$$T_{\max} = 2/3 T_{\text{CL}} \quad (1)$$

jossa T_{CL} on pöly-ilmaseoksen minimisyttymislämpötila. (SFS 604-2 2009, 34-35.)

5.1.1.1 Pölykerroksista johtuva lämpötilan rajoittuminen

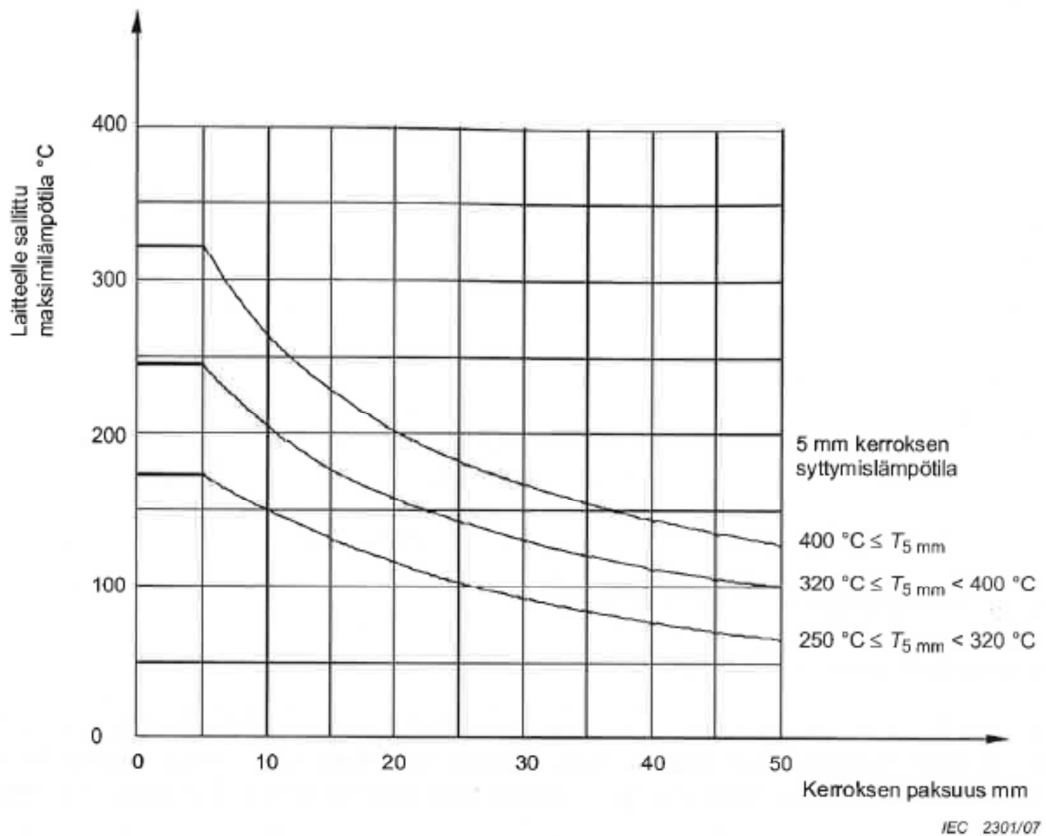
Käytännön A kotelointi sekä kaikki muut pölykerroksille tarkoitetut laitteet enintään 5 mm pölykerrokselle standardin IEC 61241-0 kohdan 23.4.4.1 mukaisesti pölyttömänä määritetty laitteen pintalämpötila ei saa ylittää arvoa, joka on 75°C pienempi kuin kyseessä olevan pölyn 5 mm kerroksen minimisyttymislämpötila:

$$T_{\max} = T_{5\text{mm}} - 75^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

jossa $T_{5\text{mm}}$ on 5mm pölykerroksen syttymislämpötila.

Yli 5 mm, mutta korkeintaan 50 mm pölykerroksilla käytännön A laitteille on suurinta sallittua pintalämpötilaa alennettava. Ohjeena esim. käytettäessä laitetta tilassa, jossa

olevan pölyn 5 mm kerroksen syttymislämpötila on yli 250°C, on sen suurinta sallittua pintalämpötilaa alennettava kuvan 4 mukaisesti.



KUVA 4. Suurimman sallitun pintalämpötilan aleneminen pöykerroksen paksuuden kasvaessa

Käytännön B laitekoteloinnissa enintään 12,5 mm pöykerrokselle standardin IEC 61241-1 kohdan 8.2.2.2 mukaisesti pöykerrosmenetelmällä määritetty laitteen pintalämpötila ei saa ylittää arvoa, joka on pienempi kuin kyseessä olevan pölyn 12,5 kerroksen minimisyttymislämpötila:

$$T_{\max} = T_{12,5\text{mm}} - 25^{\circ}\text{C} \quad (3)$$

jossa $T_{12,5\text{mm}}$ on 12,5mm pöykerroksen syttymislämpötila.

Niillä asennuksilla, joissa esiintyy yli 50 mm pöykerroksia ja on suojattu yllä olevien kriteerien mukaisesti, voidaan laitteen suurin sallittu pintalämpötila merkitä T_L -arvolla, joka viittaa sallittuun pöykerrokseen. Laitteen suurimman sallitun pintalämpötilan T_L on oltava vähintään 75°C alhaisempi kuin paksuudeltaan L olevan pöykerroksen syttymislämpötila. (SFS 604-2 2009, 35-37.)

5.1.2 Säteilevien laitteiden valinta pölytiloissa

Pölyvaarallisiin tiloihin asennettaviin laitteisiin, jotka säteilevät näkyvän valon aallonpituudella, sovelletaan kaikkia standardin SFS-EN 60079-14 vaatimuksia. Laitteisiin, jotka on asennettu ulkopuolelle mutta, jotka säteilevät pölyräjähdysvaaralliseen tilaan, sovelletaan vain standardin SFS-EN 60079-14 5.7 kohdan vaatimuksia.

Joissakin olosuhteissa pölyhiukkaset imevät itseensä säteilyä tehokkaista valolähteistä, kuten salamavalosta niin, että hiukkasista tulee syttymislähteitä pölykerroksille ja -pilville. Myös auringonvalo voi aiheuttaa syttymisen, jos kohteet, kuten esimerkiksi koverat peilit, keskittävät säteilyä.

Jotta säteilyä tuottavia laitteita voidaan käyttää tilaluokissa 20 ja 21, laitteet tulee olla testattu sekä niiden käyttö tilaluokissa 20 ja 21 sallittu näiden vaatimusten mukaisesti. Huolimatta tästä on varmistettava, että tilaluokkiin 20 ja 21 menevä tai niissä esiintyvä säteily ei edes harvoin esiintyvissä häiriötilanteissa missään kohdassa eikä missään vaiheessa säteilykeilaa ylitä seuraavia arvoja:

- $0,1 \text{ mJ/mm}^2$ pulssivalolähteille ja pulssilasereille, joiden pulssien väliaika on vähintään 5 s.
- 5 mW/mm^2 tai 35 mW jatkuvatoimisilla lasereilla sekä muilla jatkuvatoimisilla säteilylähteillä.

Säteilylähteitä, joiden pulssien välinen aika on pienempi kuin 5 s, on tässä suhteessa pidettävä jatkuvatoimisina säteilylähteinä.

Tilaluokassa 22 säteilyä tuottavia laitteita voidaan käyttää, kun säteilyteho tai säteilytiheys ei ylitä 35 mW tai 10 mW/mm^2 jatkuvasti ja $0,5 \text{ mJ/mm}^2$ pulsseille normaali-käytössä. (SFS 604-2 2009, 37-38.)

5.1.3 Ultraäänilaitteiden laitteiden valinta pölytiloissa

Pölyvaarallisiin tiloihin asennettaviin laitteisiin, jotka säteilevät näkyvän valon aallonpituudella, sovelletaan kaikkia standardin SFS-EN 60079-14 vaatimuksia. Laitteisiin, jotka on asennettu ulkopuolelle mutta, jotka säteilevät pölyräjähdysvaaralliseen tilaan, sovelletaan vain standardin SFS-EN 60079-14 5.8 kohdan vaatimuksia.

Ultraääntä käytettäessä suuri osa lähettimen äänienergiasta absorboituu nestemäiseen tai kiinteään aineeseen. Vaikutukselle alttiina oleva aine voi näin kuumentua ja äärimmäisessä tapauksessa, kuumentuminen voi ylittää syttymislämpötilan.

Turvallisuuden vuoksi on muun muassa huomioitava, että ultraäänilaitteissa käytettävissä pietsokiteistä on sähkövaraukset poistettava sopivia piirikomponentteja käyttäen.

Tilaluokissa 20 ja 21 voidaan käyttää ultraääntä vain, mikäli käytetty työskentelytapa on havaittu täysin sopivaksi kyseiseen tilaluokkaan alhaisen käytettävän ultraäänitehon perusteella. Tehotiheys äänikentässä ei saa ylittää $0,1 \text{ W/cm}^2$, eikä taajuus 10 MHz jatkuvatoimisilla äänilähteillä. Pulssimaisilla äänilähteillä tehotiheyden yläraja taas on 2 mJ/cm^2 , kun taas keskimääräinen tehotiheys ei saa ylittää $0,1 \text{ W/cm}^2$.

Käytettäessä tavallisia ultraääniantureita tilaluokassa 22 ei itse ultraäänen käytön suhteen ole tarpeen ryhtyä mihinkään erityisiin turvatoimiin syttymisvaaran suhteen, jos tuotetun äänikentän taajuus ei ylitä 10 MHz ja tehotiheys $0,1 \text{ W/cm}^2$. (SFS 604-2 2009, 38.)

5.1.4 Valaisimet ja pistokytkimet pölytilassa

Valaisimien valinnassa on otettava huomioon laiteryhmä, räjähdysuojaustaso (EPL) ja eri lämpötilaluokat, jos voidaan käyttää eritehoisia lamppuja.

Tiloissa, joissa vaatimuksena on EPL ”Da”, pistokytkimiä **ei saa** käyttää. Tiloissa, joissa vaatimuksena on EPL ”Db” ja ”Dc”, on niiden oltava standardin 61241-0 mukaisia ja niihin sovelletaan mm. seuraavia vaatimuksia. Huom. liittimiä, joita käytetään ”ExiD”-virtapiireissä, ei katsota pistokytkimiksi.

Pistokytkimiä on käytettävä yhdessä sopivien standardin SFS-EN 600079-14 kohdan 9.3.3 mukaisten joustavien liitännöiden kanssa.

Pistorasiat on asennettava niin, että pöly ei pääse kytkentäaukkoihin on pistotulppa sitten paikallaan tai ei. Pölyn sisäänpääsyn minimoimiseksi tilanteissa, joissa pölykan-

si jää vahingossa pois, on pistorasiat asennettava aukot alaspäin sellaiseen kulmaa, joka ei poikkea yli 60 astetta pystysuorasta. (SFS 604-2 2009, 41.)

Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e” tai suojausrakennetta ”n” loistelamppuväläisimä, joissa on elektroninen liitäntälaitte, ei saa käyttää paikoissa, joissa vaaditaan lämpötilaluokkaa T5 tai T6 tai missä ympäristölämpötila on yli 60°C (SFS 604-2 2009, 61, 81).

5.2 Sähköinen suojaus

Tämän kohdan vaatimukset eivät koske luonnostaan vaarattomia eivätkä energiarajoitettuja virtapiirejä.

Kaikki johdot ja sähkölaitteet on suojattava sekä maasulkujen ja oikosulkujen haitallisuilta vaikutuksilta, ja tämän lisäksi johdot on suojattava ylikuormitukselta.

Monivaiheisten sähkölaitteiden, kuten kolmivaihemootoreiden, käytössä on varmistettava käytön estyminen, mikäli yhden taikka useamman vaiheen katkeaminen voi aiheuttaa ylikuumenemistä.

Pyörivä sähkökone on lisäksi suojattava ylikuormitukselta, paitsi milloin se liikaa lämpenemättä kestää jatkuvaa käynnistysvirtaa mitoitusasteella ja -jännitteellä. Ylikuormitussuojan on oltava:

- a) jokaista vaihetta valvova kolmivaiheinen ylivirta-aikarele, joka asetetaan koneen mitoitusvirralla 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.

Muuntajat suojataan lisäksi ylikuormitukselta, paitsi milloin ne liikaa lämpiämättä kestävät jatkuvaa toisiopuolen oikosulkuvirtaa ensiöpuolen mitoitusasteella ja -

jännitteellä tai, kun niihin kytkettyjen kuormitusten perusteella ei ole odotettavissa ylikuormitusta. (SFS 604-2 2009, 46.)

5.3 Hätäpoiskytkentä ja erottaminen

Tämän kohdan vaatimukset eivät koske luonnostaan vaarattomia eivätkä energiarajoitettuja virtapiirejä.

Hätätilanteiden varalta räjähdysvaarallisen alueen ulkopuolella sopivassa kohdassa/kohdissa on oltava mahdollisuus katkaista sähkönsyöttö räjähdysvaaralliselle alueelle. Sähkölaitteita, joiden toiminnan jatkuminen on välttämätöntä vaaratilanteen pahenemisen estämiseksi, ei saa liittää hätäpoiskytkentäpiiriin, vaan sillä tulee olla erillinen piirinsä. Yleiseen sähkökytkentätilaan asennetut kytkinlaitteet kelpaavat normaalisti tässä tarkoitetuksi hätäpoiskytkentälaitteeksi. Hätäpoiskytkennän on erotettava kaikki syöttöjohdon virtapiirit mukaan lukien nollajohdin.

Turvallista työskentelyä varten jokainen ryhmäjohto tai virtapiiri on varustettava sopivalla erotuslaitteella. Erottaminen on tehtävä kaikissa johtimissa mukaan lukien nollajohdin. Kunkin erotuskohdan välittömässä läheisyydessä on oltava merkintä, josta selkeästi tunnistaa erotetun ryhmäjohtoon tai virtapiiriin. (SFS 604-2 2009, 48.)

5.4 Maadoitus ja potentiaalintasaus

TN-järjestelmää käytettäessä räjähdysvaarallisessa tilassa, sen on oltava tyyppi TN-S eli erillinen nollajohdin N ja suojajohdin PE, toisin sanoen suojajohdinta ja nollajohdinta ei saa kytkeä yhteen tai käyttää yhteistä johdinta. Siirryttäessä TN-C järjestelmästä TN-S järjestelmään suojajohdin on liitettävä potentiaalintasauskiskoon räjähdysvaarattomassa tilassa. (SFS 604-2 2009, 42.)

Räjähdysvaarallisen tilan asennuksissa on käytettävä potentiaalintasausausta. TN-, TT- ja IT- järjestelmien kaikki jännitteelle alttiit ja muut johtavat osat on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään. Potentiaalintasausjärjestelmä voi koostua metallisista suojajohdista, suojajohtimista, teräslanka-armeerauksista, metallisista kaapelivaipoista sekä metallirakenteiden osista, mutta siihen ei saa liittää nollajohdinta. Mikäli kaapeleiden suojavaippa tai armeeraus on maadoitettu vain räjähdysvaarallisen tilan ulko-

puolella, on tämä maadoituspaikka yhdistettävä räjähdysvaarallisen tilan potentiaalintasaus järjestelmään.

Jännitteelle alttiita osia ei jokaista tarvitse erikseen yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään, jos ne ovat suoraan yhteydessä tai johtavasti yhdistettynä putkistoon tai metallirakenteeseen, joka puolestaan on yhdistetty potentiaalintasausjärjestelmään.

Kaapeliläpivientä, joissa on vedonpoistolaite, joka puristaa kaapelin armeeraukseen tai suojaalmikointiin, voidaan käyttää potentiaalintasaukseen.

Exi-laitteiden metallikoteloita ei tarvitse yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään, elleivät staattisen sähkövarauksen purkaminen tai laiteohjeet sitä edellytä.

Pölyillä tilapäisessä potentiaalintasauksessa metalliosien välinen resistanssi voi olla suurempi kuin 10 mm^2 kuparijohdinta vastaava resistanssi. (SFS 604-2 2009, 43-44.)

5.5 Johtojärjestelmät

Kaapelointi on toteutettava täysin standardin SFS-EN 60079-14 kappaleen 9 vaatimusten mukaisesti, kuitenkin sillä poikkeuksella, että energiarajoitettujen ja luonnostaan vaarattomien asennusten osalta kohtia 9.3.1...9.3.6 ei tarvitse ottaa huomioon.

Kaapelit, joiden vaipan vetolujuus on pieni, ei saa käyttää räjähdysvaarallisessa tilassa paitsi putkeen asennettuna. Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävien kiinteän asennuksen kaapelien on sovelluttava käyttöpaikan ympäristöolosuhteisiin. Kaapeleiden on oltava kertamuovivaippaisia, kestumuovivaippaisia tai elastomeerivaippaisia. Niiden on oltava tiiviitä, pyöreitä ja niissä on oltava suulakepuristettu täytekerros ja mahdollisen täyteaineen on oltava vettä imemätöntä, tai mineraalieristettyjä metallivaippaisia, tai erityisrakenteisia, esim. litteitä kaapeleita, joiden yhteydessä käytetään sopivia kaapeliläpivientejä. (SFS 604-2 2009, 48.)

5.5.1 Joustavat liitokset pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa

Sellaisten kiinteiden laitteiden, joita voi olla joskus tarpeen siirtää jonkin verran, kuten esim. liukukiskoilla olevat moottorit, liitántakaapelit tulee asentaa siten, että ne salli-

vat tarpeellisen liikuttelun ilman, että on käytettävä siirrettäville laitteille tarkoitettuja kaapeleita tai että kaapelit vaurioituisivat. (SFS 604-2 2009, 49.)

5.5.2 Taipuisat kaapelit

Räjähdyksivaarallisessa tilassa käytettävät taipuisat kaapelit on valittava seuraavista vaihtoehdoista: tavalliset polykloropeenivaippaiset taipuisat kumikaapelit, tavalliset vahvat kumivaippaiset taipuisat kaapelit, vahvat polykloropeenivaippaiset taipuisat kumikaapelit, vahvat kumivaippaiset taipuisat kaapelit tai muovieristeiset kaapelit, joiden rakenne lujuudeltaan vastaa vahvoja kumivaippaisia kaapeleita.

Pelkästään peruseristettyjä johtimia saa käyttää jännitteisinä johtimina vain koteloissa, keskuksissa tai putkiasennusjärjestelmissä.

Tärinälle alttiina oleva putkiasennus tai kaapelointi on suunniteltava niin, että ne kestävät esiintyvän tärinän vaurioita. Kaapeleiden pintalämpötila ei saa ylittää asennuksen lämpötilaluokkaa.

Kiinteään pinta-asennukseen tarkoitettujen kaapeleiden palo-ominaisuuksien on täytettävä standardin IEC 60332-1-2 testivaatimukset, ellei kaapeleita asenneta hiekalla täytettyyn kaapelikouruun/-kanavaan, maahan tai ellei niitä ole muulla tavalla suojattu tulipalolta. (SFS 604-2 2009, 49-50.)

5.5.3 Kaapelien liitännät laitteisiin

Kaapelit tulee liittää sähkölaitteisiin ao. räjähdysuojaurakenteen vaatimuksia vastaavasti. Mikäli kaapeliläpiviennin sertifikaatissa on X-merkintä, tällaista kaapeliläpivienttiä saa käyttää ainoastaan kiinteässä asennuksessa. Jos tarvitaan lisävedonpoistoa estämään kaapelin aiheuttamat vääntö- ja vetorasitukset kotelon sisällä oleviin johdinliittimiin, on asennettava ulkoinen vedonpoistin enintään 300 mm päähän kaapeliläpiviennistä. Kartiokierteisiä kaapeliläpivienttejä ei saa käyttää sellaisissa koteloissa, joissa on kierteettömät läpivientiaukot. (SFS 604-2 2009, 50.)

5.5.4 Kaapelien asennusvaatimukset

Kytettäessä erityisesti hienolankaisia tai muutama lankaisia johtimia kytkentäpään kaikki johdinlangat on pidettävä koossa käyttämällä esim. johdinholkki, kaapelikenkää tai soveltuvaa liitääntä, Pelkkä tinajuotos ei riitä. Käytettävä johtimien liitääntätapa ei saa pienentää ao. laitteen räjähdysuojusrakenteen mukaisia ilma- ja pintavälejä.

Kaapelin jokaisen käyttämättömän, räjähdysvaaralliseen tilaan päättyvän, johtimen pää on joko luotettavasti eristettävä tai maadoitettava käyttämällä tähän soveltuvaa liitintä. Pelkkä teipillä eristäminen ei ole sallittua. Energiarajoitettuihin ja luonnostaan vaarattomiin virtapiireihin ei sovelleta edellä mainittua vaatimusta (ks. 5.5.7)

Käyttämättömät asennusputkille tai kaapeleille tarkoitetut läpivientiaukot on suljettava ao. räjähdysuojusrakenteen vaatimukset täyttävillä sulikutulpilla.

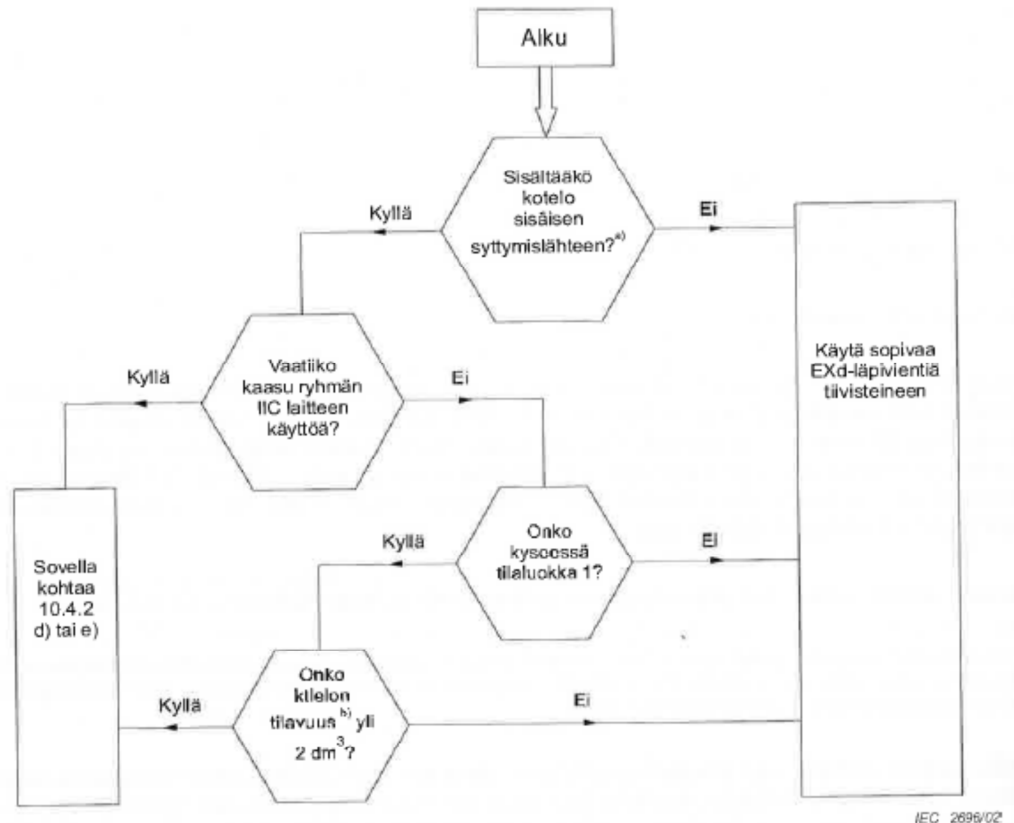
Kaapeleiden jatkamista räjähdysvaarallisella alueella tulisi välttää, mikäli se vain on mahdollista. Jos jatkaminen on välttämätöntä, liitoksen on sovelluttava käyttötilanteen asettamiin sähköisiin, mekaanisiin sekä ympäristöolosuhteiden vaatimuksiin ja sen on lisäksi oltava tilaluokan räjähdysuojusvaatimukset 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.

Kaapelireitit on valittava niin, että ne eivät ole alttiina liikkuvan pölyn aiheuttamalle kitkalle ja sitä kautta staattisen sähkön muodostumiselle. Staattisen varauksen kertyminen kaapelien pinnalle on estettävä. Kaapelit on asennettava mahdollisuuksien mukaan niin, että niille kertyy minimimäärä pölyä ja että ne ovat puhdistettavissa. (SFS 604-2 2009, 52-53.)

5.5.5 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”d” – Räjähdyspaineen kestävä kotelointi

Mikäli kaapeli viedään suoraan Exd-laitteeseen, on kaapeliläpiviennin täytettävä jokin seuraavista vaatimuksista:

- a) Standardin IEC 60079-1 mukainen läpivientitarvike, joka on hyväksytty osana laitetta, joka puolestaan on testattu yhdessä kyseessä olevan kaapelityypin kanssa.
- b) Mikäli standardin SF-EN 60079-14 kohdan 9.3.1 (a) mukainen kaapeli on riittävän kompakti, voidaan käyttää tiiviste renkaalla varustettuja standardin IEC 60079-1 mukaisia Exd-läpivienti tarvikkeita kuvan 5 mukaisesti.



KUVA 5. Exd-kaapeliläpivientitarvikkeiden valintakaavio kohdan 5.5.5 b) mukaiselle kaapelille

Kuvan 5 vaatimuksia ei tarvitse noudattaa, jos kaapeliläpivienti täyttää standardin IEC 60079-1 vaatimukset ja kyseessä olevalle kaapelityypille on testattu, että toistuvat palavan kaasun syttymiset kotelon sisällä eivät aiheuta syttymistä kotelon ulkopuolella. (SFS 604-2 2009, 55-56.)

5.5.6 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e” -Varmennettu rakenne

Varmennettua rakennetta olevia koteloita, joilla on vain Ex-komponenttihyväksyntä (U-merkintä), ei saa asentaa, vaan niillä tulee aina olla kokonaisuuden käsittävä lai-

tesertifikaatti. Paljaita jännitteisiä osia sisältävien koteloiden on oltava kotelointiluokaltaan vähintään IP54. Eristettyjä osia sisältävien koteloiden on sitä vastoin oltava vähintään IP44.

Koteloihin voidaan tehdä lisäreikiä kaapeliläpivienneille, jos se on sallittua valmistajan dokumentaatioissa. Kaapelien yhdistäminen Exe-laitteisiin on tehtävä käyttäen kaapeliläpivientitarvikkeita, jotka soveltuvat kyseessä olevalle kaapelille ja täyttää standardin IEC 60079-0 vaatimukset. Käyttämättä jääneet läpivientiaukot on suljettava standardin IEC 60079-1 vaatimukset täyttävillä sulkutulvilla, jotka täyttävät IP54 kotelointiluokan tai tilassa edellytettävän kotelointiluokan vaatimukset riippuen siitä kumpi on korkeampi.

Ellei laitetta koskevissa valmistajan asiakirjoissa ole erikseen sallittu, ei eri poikkipintaisia johtimia saa kytkeä samaan liittimeen, ellei niitä ensin ole yhdistetty puristusliittimellä tai muulla valmistajan määrittämällä tavalla. Oikosulun välttämiseksi riviliittimissä olevien vierekkäisten johtimien kesken, jokaisen johtimen eristyksen tulee ulottua liittimen metalliosiin asti. (SFS 604-2 2009, 58-59.)

5.5.7 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Luonnostaan vaarattomat laitteet

Lisävaatimukset ”iD”-laitteille ovat vasta valmisteilla, joten seuraavassa osiossa käsitellään vain ”ia”-, ”ib”- ja ”ic”-laitteita koskevat lisävaatimukset. Luonnostaan vaarattomien piirien asennuksessa tulee ottaa huomioon peruserävaatimukset täysin erilainen asennusfilosofia. Verrattuna muiden räjähdysuojattujen laitteiden asennuksiin, joissa on huolehdittu, että sähköinen energia pysyy asennetussa järjestelmässä niin, että räjähdysvaarallisessa ympäristössä ei tapahdu syttymistä, luonnostaan vaaraton piiri on suojattava ulkopuolelta tulevalta sähköenergialta niin, että piirin turvallisen energian raja-arvoja ei ylitetä, vaikka piirissä tapahtuisi oiko-, maasulkuja tai katkoksia.

Tämän periaatteen mukaisesti luonnostaan vaarattomien piirien asennusvaatimusten tarkoituksena on ylläpitää ja aikaansaada erotus muihin piireihin nähden. Ellei toisin ole mainittu Exi-piirien vaatimuksia sovelletaan kaikkiin räjähdysuojaustasoihin eli ”ia”, ”ib” ja ”ic”.

Liitännäislaitteiden on mieluummin oltava sijoitettu vaarallisen tilan ulkopuolelle, tai mikäli ne asennetaan räjähdysvaaralliseen tilaan, ne on suojattava standardin SFS-EN 60079-14 luvun 5 mukaisesti muulla sopivalla räjähdysuojaurakenteella, joka sopii liitännäislaitteiden mahdollisesti edustamille sytytyslähteille. Sähkölaitteita, jotka on kytketty liitännäislaitteiden ei-luonnostaa vaarattomiin liittimiin, ei saa syöttää jännitelähteestä, jonka jännite on suurempi kuin liitännäislaitteen arvokilvessä ilmoitettu U_m . Syötön prospektiivinen oikosulkuvirta ei saa ylittää 1500 A.

Mikäli suurempia virtoja voi esiintyä, voidaan prospektiivista oikosulkuvirtaa rajoittaa syöttöpiirin asennettavalla sulakesuojauksella.

Mikäli liitännäislaitteeseen merkitty U_m on pienempi kuin 250 V, on se asennettava seuraavasti:

- a) SELV tai PELV-järjestelmään, mikäli U_m on enintään 50 Vac tai 120 Vdc, tai
- b) käyttäen IEC 61558-2-6 tai teknisesti vastaavan standardin vaatimukset täyttävää suojaerotusmuuntajaa, tai
- c) liittämällä suoraan IEC 60950, IEC 61010-1 tai teknisesti vastaavan standardin vaatimukset täyttävään laitteeseen, tai
- d) kytkemällä suoraan paristoon tai akkuun

Komponentit sekä Exi-laitteiden ja liitännäislaitteiden, kuten suojarajoittimet, johdotus tulisi normaalisti asentaa vähintään luokan IP20 koteloihin suojaan asiattomalta vahingolta ja häirinnältä, ellei laitedokumentaatiossa edellytetä tiiviimpää kotelointia.

Kaikki laitteet, mitkä muodostavat osan Exi-järjestelmää, tulisi, mikäli mahdollista, olla tunnistettavissa kuuluviksi tähän järjestelmään. Kohdan SFS 60079-14 12.2.2.6 vaatimustenmukaisuus saattaa riittää tunnistettavuuden toteutumiseen (ks. 5.5.7.1). (SFS 604-2 2009, 61-62.)

5.5.7.1 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Kaapelit

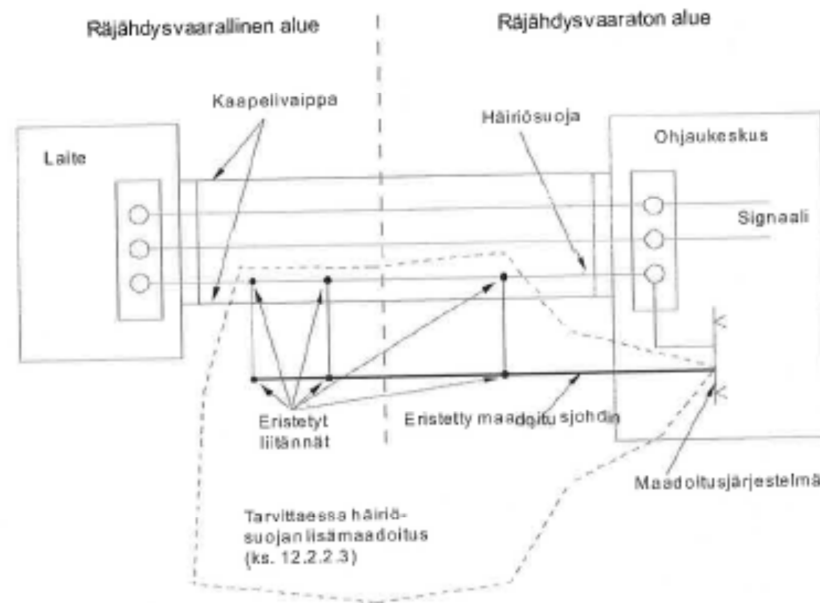
Exi-virtapiireissä on käytettävä eristettyjä kaapeleita, joiden eristys maan ja johtimien, suojavaipan ja johtimien ja maan ja suojavaipan välillä kestää testijännitteen 500 Vac tai 750 Vdc. Räjähdysvaarallisella alueella yksittäisten johtimien halkaisija ei saa olla

pienempi kuin 0,1 mm. Tätä sovelletaan myös hienolankaisten johtimien yksittäisiin lankoihin.

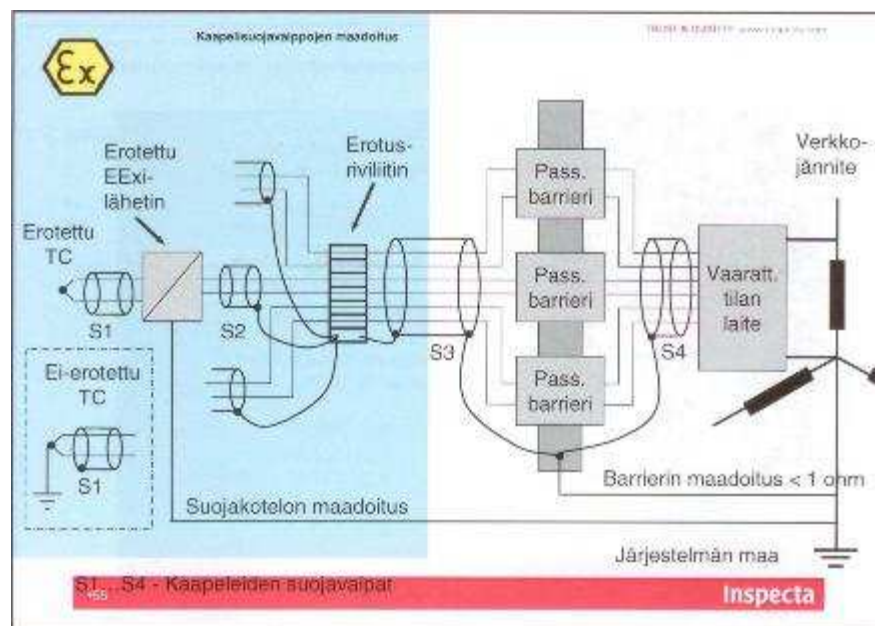
Erityistapauksia lukuun ottamatta, tulee kaapelien häiriösuojat, mikäli niin tarvitaan, yhdistää johtavasti maahan vain yhdessä pisteessä, tavallisesti piirin räjähdysvaarattomalla alueella olevassa päässä. Tällä vaatimuksella estetään se, että suojavaipoissa ei kulkisi mahdollisesti sytyttävä silmukkavirta, mikäli piirin välillä on eroa paikallisen maan potentiaalissa.

Mikäli maadoitetussa Exi-piirissä on käytetty häiriösuojalla varustettua kaapelia, tulee tämän kaapelin häiriösuoja maadoittaa samaan pisteeseen suojaamansa Exi-piirin kanssa. Mikäli maasta eristetyssä Exi-piirissä tai siitä galvaanisesti erotetussa osapiirissä on käytetty häiriösuojalla varustettua kaapelia, tulisi suojavaippa liittää potentiaalintasausjärjestelmään yhdessä pisteessä.

- 1) Mikäli erityisyyt vaativat häiriösuojan maadoittamista useammasta pisteestä, se voidaan tehdä kuvan 6 ja 7 mukaisesti edellyttäen, että
 - eristetty maadoitusjohdin on vahva (normaalisti vähintään 4 mm², mutta 16 mm² saattaa olla sopivampi liitoksia ajatellen)
 - eristetyn häiriösuojan ja maadoitusjohtimen kokonaisuus on yhdistetty vain yhdessä ja samassa pisteessä, ja normaalisti kaapelin siinä päässä, joka on räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella
 - eristetty maadoitusjohdin täyttää standardin SFS-EN 60079-14 kohdan 9.3.7 vaatimukset
 - eristetyn maadoitusjohtimen yhteyteen asennetun kaapelin induktanssi/resistanssi suhde (L/R) on määritettävä ja sen on täytettävä standardin SFS-EN 60079-14 kohdan 12.2.5 vaatimukset (ks. 5.5.7.4)



KUVA 6. Johtavien häiriösuojien maadoitus



KUVA 7. Kaapelisuojaavaippojen maadoitus (Inspecta 2013)

- 2) Jos asennus on toteutettu ja sen kuntoa ylläpidetään siten, että voidaan olla varmoja, että virtapiirin kumpikin pää (Ex-alueella ja vaarattomalla alueella oleva) ovat samassa potentiaalissa, voidaan niin halutessa kaapelien häiriösuojat maadoittaa kaapelin molemmissa päissä. Mikäli on tarpeen, voidaan maadoitus tehdä myös missä tahansa pisteessä päiden välillä.

Armeeraus tulisi normaalisti yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään kaapelireitin kummassakin päässä käyttäen kaapeliläpivientejä tai vastaavia. Mikäli kaapelireitillä

on välikoteloita tai muita laitteita, armeeraus normaalisti kytketään samalla tavalla potentiaalintasausjärjestelmään näissä pisteissä. Mikäli armeerausta ei kytketä potentiaalintasausjärjestelmään kaapelireitin varrella, on huolehdittava, että armeerauksen sähköinen johtavuus kaapelireitin päästä päähän säilyy.

Mikäli armeerauksen potentiaalintasausta kaapeliläpiviennissä ei ole käytännön syistä mahdollista tai mikäli suunnitteluvaatimukset eivät salli, on huolellisesti vältettävä potentiaalintasausjärjestelmän ja armeerauksen välillä mahdollisesti esiintyvien potentiaalierojen aiheuttama sytyttävä kipinöinti. Joka tapauksessa armeerauksesta on oltava ainakin yksi johtava yhteys potentiaalintasausjärjestelmään. Kaapeliläpivienti, joka eristää armeerauksen maasta, on asennettava vaarattomaan tilaan tai alueelle, jonka EPL-taso on ”Gc”. (SFS 604-2 2009, 63-64.)

Exi-virtapiirien asennukset tulee toteuttaa niin, että niiden luonnostaan vaarattomuuteen eivät vaikuta vahingollisesti ulkoiset magneetti- tai sähkökentät, joita voivat aiheuttaa mm. läheiset yksijohtimiset suurvoimakaapelit tai voimansiirtojohdot. Tämä voidaan aikaan saada esim. käyttämällä parikierrettyjä ja/tai suojattuja johtimia tai ylläpitämällä riittävä etäisyys magneetti- tai sähkökentän aiheuttajaan.

Exi-kaapelit on asennettava sekä räjähdysvaarallisella että vaarattomalla alueella niin, että Exi-piirien kaapelit eivät voi tarkoituksellisesti kytkeytyä Exi-suojaamattomien virtapiirien kaapeleihin. Tämä voidaan aikaansaada joko:

- a) Exi-kaapelit ovat erillään kaikista muista kaapeleista tai
- b) kaapelit on sijoitettu niin, että ne ovat suojassa mekaanisilta vaurioilta, tai
- c) kaapelit ovat metallisella suojavaipalla varustettuja tai armeerattuja (eli kaikki Exi-virtapiirien kaapelit ovat armeerattuja tai kaikki Exi-suojaamattomien virtapiirien kaapelit ovat armeerattuja).

Monijohtimisen kaapelin jokainen käyttämätön johdin tulee joko

- a) eristää luotettavasti toisistaan ja maasta kaapelin molemmissa päissä sopivia liittimiä käyttämällä tai

- b) mikäli monijohtimisen kaapelin muut piirit on maadoitettu, maadoittaa samassa pisteessä kuin saman kaapelin muut Exi-piirit, mutta kaapelin toisessa päässä eristää luotettavasti toisistaan tai maasta sopivia liittimiä käyttämällä.

Exi-virtapiirien kaapelit on merkittävä, jotta ne tunnistettaisiin Exi-piiriin kuuluviksi. Jos merkintään käytetään kaapelivaipan väriä, värin on oltava vaaleansininen. Näin merkityjä kaapeleita ei saa käyttää muihin tarkoituksiin sellaisessa paikassa tai sellaisella tavalla, mikä voisi vähentää tai haitata Exi-piirien luotettavaa tunnistettavuutta.

Jos Exi-kaapelit tai kaikki muut kaapelit ovat armeerattuja tai metallisuojaalla tai – vaipalla varustettuja, ei Exi-kaapeleita tarvitse merkitä.

Säätö- ja mittauslaitteiden koteloissa, jakokeskuksissa, kytkinlaitteistoissa jne., joissa vaarana on, että Exi-kaapelit sekoitetaan muiden virtapiirien nollajohtimiin, on käytettävä vaihtoehtoisia merkintätapoja. Näitä ovat:

- Exi-johtimien kokoaminen yhteiseen vaalean siniseen johdinsuojaan
- merkitseminen
- järjestäminen selkeästi eritilaan.

Monijohdinkaapeleissa voi olla useampia kuin yksi Exi-virtapiiri. Johtimien eristyspaksuuden on oltava riittävä johtimen eristeaine ja halkaisija huomioon ottaen. Minimipaksuuden tulee olla 0,2 mm. Johdineristyksen on kestettävä kestijännite, jonka tehollisarvo on kaksi kertaa Exi-piirien nimellisjännite, kuitenkin vähintään 500 Vac.

Monijohdinkaapeleina käytettävien kaapelien on kestettävä vähintään seuraavat testijännitteiden tehollisarvot:

- 500 Vac (tehollisarvo) tai 750 Vdc yhteen kytkettyjen häiriösuojan ja/tai armeerauksen ja kaikkien yhteen kytkettyjen johtimien välillä
- 1000 Vac (tehollisarvo) tai 1500 Vdc lukumäärältään puoliksi jaettujen johdinnippujen (nipun johtimet yhteen kytkettyinä) välillä. Tätä testiä ei tehdä monijohdinkaapeleille, joissa on parikohtaiset johtavat suojavaipat.

Jännitetesti on tehtävä kyseessä olevan kaapelistandardin mukaisesti. Mikäli testiä ei ole määritelty, se on suoritettava standardin IEC 60079-11 luvun 10.6 mukaisesti. (SFS 604-2 2009, 64-66.)

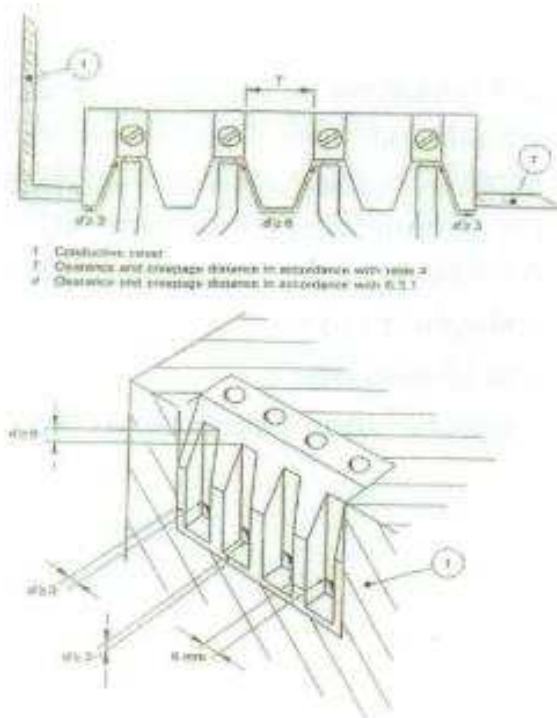
5.5.7.2 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien liittäminen

Exi-piirien liittimet on erotettava muiden piirien liittimistä valitsemalla alla mainituista a) tai b):

- a) Kun erotus toteutetaan etäisyyttä käyttäen, tulee liittinten välisen ilmvälän olla vähintään 50 mm. Johdin- ja liitinjärjestelyssä on huolellisesti varmistuttava siitä, että jos johdin irtoaa, piirien välinen kosketus on epätodennäköistä.
- b) Kun erotus toteutetaan eristävää erotuslevyä tai maadoitettua metallilevyä käyttäen, käytetyn erotuslevyn tulee joko ulottua vähintään 1,5 mm päähän kotelon seinämistä tai aikaansaada jokaisesta kohdasta vähintään 50 mm etäisyys liittinten välille.

Liitettyjen johtimien paljaiden johtavien osien ja maadoitettujen metalliosien tai muiden johtavien osien välisen ilmvälän tulee olla vähintään 3 mm (ks. kuva 8).

Eri Exi-piirien liittimien paljaiden johtavien osien ja niihin liitettyjen johtimien paljaiden osien välisen ilmvälän tulee olla vähintään 6 mm (ks. kuva 8). (SFS 604-2 2009, 66-67.)



KUVA 8. Exi-liitäntöjen pinta- ja ilmvälit (Inspecta 2013).

Exi-piirien liittimet on merkittävä ja jos merkintään käytetään väriä, sen on oltava vaaleansinistä (SFS 604-2 2009, 67).

5.5.7.3 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien maadoitus

Exi-piirit voivat olla joko maasta erotettuja tai yhdistettyjä yhdestä pisteestä potentiaalintasausjärjestelmään, mikäli sellainen on olemassa koko Exi-piirien asennusalueella. Asennustapa on valittava valmistajan ohjeiden ja piirien toimintavaatimusten mukaisesti.

Useampi kuin yksi maadoituspiste on sallittu, mikäli piiri on galvaanisesti jaettu osapiireihin, joilla jokaisella on vain yksi maadoituspiste. Mikäli laite on maadoitettu ja sen liitännäislaitteen maadoituspisteen välillä on potentiaalintasausjohdin, niin tämän luvun ensimmäisessä kappaleessa mainittuja vaatimuksenmukaisuutta ei vaadita. Jos potentiaalintasausjohtimia käytetään, niiden tulee olla poikkipinnaltaan vähintään 4 mm² kuparia, tapaukseen sopivia, kiinteästi asennettuja, mekaanisesti riittävästi suojattuja, ilman pistokeliittimiä ja käytettyjen liittimien tulee olla (IP-luokkaa lukuun ottamatta) suojausluokan ”e” vaatimusten mukaisia.

Exi-piireissä ilman galvaanista erotusta olevien suojarajoittimien, kuten Zener-suojien, maadoitusliittimet on:

- a) kytkettävä potentiaalintasausjärjestelmään lyhintä mahdollista reittiä tai
- b) TN-S järjestelmässä kytkettävä hyvin maadoitettuun pisteeseen varmistaen, että impedanssi yhdistyspisteestä järjestelmän syöttöpisteen maadoituselektrodiin on alle 1 Ω. Tämä voidaan aikaansaada käyttämällä erillistä maadoituselektrodia tai kytkemällä pääkeskuksen maadoituskiskoon.

Maadoituskytkennän poikkipinnan on oltava vähintään kaksi erillistä johdinta, jotka jokainen on mitoitettu suurimman mahdollisen jatkuvan virran mukaan. Jokaisen johdinten poikkipinnan on oltava vähintään 1,5 mm² Cu tai yksi johdin, jonka poikkipinta on vähintään 4 mm² Cu. Jos maadoitusyhteys tapahtuu liitältä koteloiden kautta, on erityisesti huolehdittava maadoitusyhteyden katkeamattomuus. (SFS 604-2 2009, 67-68.)

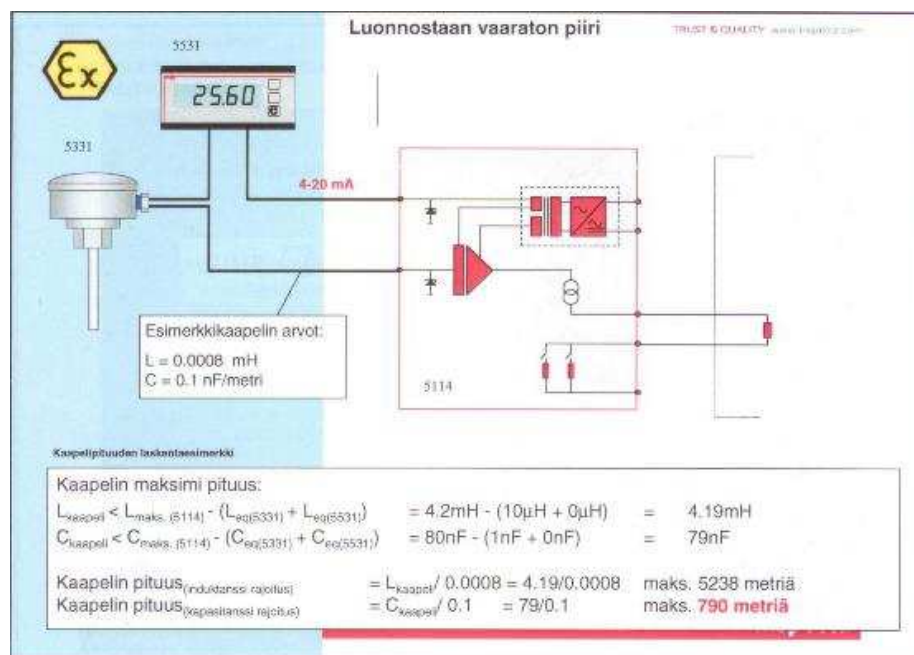
5.5.7.4 Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”i” – Exi-piirien varmentaminen

Ellei koko Exi-piirin parametreja määrittelevää järjestelmäsertifikaattia ole saatavilla, on noudatettava kokonaisuudessaan standardin SFS-EN 60079-14 kohdan 12.2.5 alakohtia joista seuraavassa poimintoja.

Järjestelmän suunnittelijan on laadittava järjestelmän kuvaus, jossa on esitetty järjestelmän sähköiset parametrit kaapelien parametrit mukaan lukien ja käytetyt laitteet. Esitystapaa ei ole tarkkaan määrätty ja siten sen voi sisällyttää kaavioihin, piirustuksiin, huolto-ohjeisiin tai vastaaviin huolto-ohjeisiin.

Mikäli piirissä on huomattava määrä energiaa varastoituneena sekä induktansseihin että kapasitansseihin, kapasitiivisesti varastoitunut energia voi vahvistaa induktanssia syöttävää teholähdettä. Kaapeleiden jakaantunut kapasitanssi ja induktanssi tiedetään vähemmän sytyttäväksi kuin komponenttien kapasitanssi tai induktanssi.

Kaikkien piiriin liitettyjen laitteiden kokonaiskapasitanssi ja -induktanssi määritetään summaamalla yhteen piiriin kytkettyjen Exi-laitteiden sisäänmenokapasitanssit ja induktanssit ja järjestelmään kuuluvien yksinkertaisten laitteiden kokonaisinduktanssit ja -kapasitanssit. Kuvassa 9 on esimerkki kaapelipituuden laskentaesimerkiksi.



KUVA 9. Exi-piirin kaapelipituuden laskentaesimerkki (Inspecta 2013).

Jokaisen Exi-laitteen sallitun syöttöjännitteen U_i , -virran I_i ja -tehon P_i arvojen on oltava suurempia tai yhtä suuria kuin vastaavien liitännäislaitteen ulostulojännitteen U_o , -virran I_o ja -tehon P_o arvojen. Lämpötilaluokan selvittämiseksi yksinkertaisten laitteiden suurin lämpötila voidaan määrittää käyttäen liitännäislaitteen P_o arvoa. Lämpötilaluokka voidaan määrittää:

- käyttäen taulukkoa 7 tai
- laskemalla kaavalla:

$$T = P_o \cdot R_{th} + T_{amb} \quad (3)$$

missä

T on pintalämpötila, P_o on liitännäislaitteeseen merkitty teho, R_{th} on lämpöresistanssi (K/W) (komponentin valmistajan ko. asennusolosuhteille ilmoittama) ja T_{amb} on ympäristön lämpötila (normaalisti 40°C) sekä käyttäen taulukkoa 8. (SFS 604-2 2009, 68-70.)

TAULUKKO 7. Lämpötilaluokan T4 varmistaminen komponentin koon ja ympäristölämpötilan mukaan (SFS 604-2 2009, 70)

| Kokonaispinta-ala ilman kytkentäjohtimia | Lämpötilaluokan T4 vaatimukset (perustuen 40°C ympäristölämpötilaan) |
|---|--|
| $< 20 \text{ mm}^2$ | Pintalämpötila $\leq 275^\circ\text{C}$ |
| $\geq 20 \text{ mm}^2 \geq 1000 \text{ mm}^2$ | Pintalämpötila $\leq 200^\circ\text{C}$ |
| $\geq 20 \text{ mm}^2$ | Teho enintään 1,3 W* |
| *pienennettynä arvoon 1,2 W ympäristönlämpötilan ollessa 60°C tai arvoon 1,0 W ympäristölämpötilan ollessa 80°C | |

TAULUKKO 8. Lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys kaasuilla ja höyryillä

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

5.6 Moottorin ohjaukset

Pyörivät koneet luokitellaan käyttöluokkiin S1-S10 standardin IEC 60034-1 mukaisesti. Valittaessa pyöriviä sähkökoneita tulee ottaa huomioon vähintään seuraavat seikat: käyttöluokka, taajuusalue ja käyttöluokka, lämmön siirtyminen käytettävästä laitteesta, voiteluaineiden ja laakerien käyttöikä sekä erityisluokka. (SFS 604-2 2009, 41.)

Moottorin sähköisen suojauksen osalta tulee toimia kohdan 5.2 mukaan.

5.6.1 Suorat moottorin ohjaukset

5.6.1.1 Suorat moottorin ohjaukset - Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e”

Kohdan 5.2 a) vaatimusten täyttämiseksi on käänteishidasteisen ylikuormitus suojan oltava sellainen, että kuormitusvirran valvonnan lisäksi se erottaa lukkiutuneen moottorin verkosta arvokilpeen merkityssä ajassa t_E . Moottorin haltijalla on oltava suojalaitteen virta-aikaominaiskäyrästä (ks. liite 1), joka antaa laukaisujan mittausvirran ja käynnistysvirran funktiona.

Käyrästä tulee ilmaista viiveaika kylmästä tilasta lähtien suhteutettuna 20°C ympäristölämpötilaan ja vähintään käynnistysvirtasuhteille (I_A/I_N) alueella 3...8. Suojalaitteen laukaisujan on vastattavakkyseisiä arvoja ± 20 % tarkkuudella.

Yhden vaiheen katkeamisen varalta kolmiokytkettyjen sähkökoneiden ominaisuuksiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Tähtikytketyistä sähkökoneista poiketen kolmiokytketyn moottorin käynnistyminenkin voi pienellä käynnistyskuormalla onnistua em. vaiheviasta huolimatta, jolloin vikatilanne voi vallita pitkiä aikoja paljastumatta. Tästä syystä kolmiokytketyt sähkökoneet on varustettava vaihesymmetriavalvonnalla, joka havahtuu vaiheviasta ennen koneen liiallista lämpenemistä.

Vaativiin käynnistysolosuhteisiin ja usein käynnistettäväksi tarkoitettuja moottoreita voidaan käyttää vain, kun sopivat suojalaitteet varmistavat, ettei rajalämpötilaa ylitetä. Käynnistyskatsotaan olevan vaativa, jos virrasta riippuva käänteishidasteinen ylikuormitusuoja kytkee moottorin verkosta ennen kuin se saavuttaa mitoituspyörimisnopeutensa. Yleensä tämä tapahtuu, jos kokonaiskäynnistysaika ylittää arvon $1,7 t_E$.

Exe-moottorin suojalaitteen tulisi kohdan 5.2 vaatimusten lisäksi:

- 1) valvoa jokaisen vaiheen virtaa
- 2) suojata moottori tiukasti ylikuormitukselta sen käydessä täydellä kuormalla

Virrasta riippuvat, käännteishidasteiset ylikuormitussuojat voidaan sallia käyttötyypin S1 koneille, jotka käynnistyvät harvoin ja kevyellä kuormituksella.

Kohdan 5.2 b) vaatimusten täyttämiseksi suojalaitteisiin yhdistettyjen käämien lämpötila-antureiden on sovelluttava koneen lämpenemissuojaukseen myös koneen lukkiutuessa. Käämeihin asennettujen lämpötila-antureiden käyttö koneen rajalämpötilan valvontaan on sallittu vain, jos se on mainittu koneen asiakirjoissa. (SFS 604-2 2009, 59-60.)

5.6.2 Moottorin ohjaus pehmokäynnistimellä

5.6.2.1 Moottorin ohjaus pehmokäynnistimellä – Lisävaatimukset suojausmenetelmille ”d” ja ”e” sekä suojausranteille ”p” ja ”n”

Pehmokäynnistyksellä syötettyjen moottoreiden on täytettävä toinen seuraavista vaatimuksista:

- 1) moottori on tyyppitestattu sitä koskevissa dokumenteissa eritellyn pehmokäynnistimen ja tarpeellisten suojalaitteiden kanssa tai
- 2) moottoria ei ole tyyppitestattu yhdessä pehmokäynnistimen kanssa. Tässä tapauksessa moottori on varustettava suoralla lämpötilan valvonta keinolla (tai laitteella) käyttäen käämeihin asennettuja lämpötila-antureita, mitkä on määriteltä moottorin dokumenteissa, tai jollain muilla tehokkailla tavoilla, jotka rajoittavat moottorikotelon pintalämpötilaa, tai nopeuden rajoituslaite varmistaa, että moottorin käyntiinlähdössä sallittua pintalämpötilaa ei ylitetä. Lämpötilan valvonnan tai oikean käynnistyksen tehokkuus on todettava ja dokumentoitava. Suojalaitteen on katkaistava moottorin virtapiiri. (SFS 604-2 2009, 51, 61, 76, 81.)

5.6.3 Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä

Vaihtuvalla jännitteellä ja taajuudella taajuusmuuttajaa käyttäen syötettyjen moottorien asennuksessa ja valinnassa on otettava huomioon tekijät, jotka voivat pienentää jännitettä liittimissä. Myös muut vaaratekijät on otettava huomioon.

Taajuusmuuttajan ulostulossa oleva suodatin saattaa aiheuttaa koneen liittimissä jännitteen putoamisen. Alentunut jännite kasvattaa moottorin jättämää ja virtaa ja siten sekä roottorin ja staattorin lämpötila nousee. Tämä lämpötilan nousu voi olla huomattavin vakiokuormituksella. Huomioon otettavia asioita ovat virran ja jännitteen taajuusspektri ja niiden aiheuttamat laakerivirrat, lisähäviöt, ylijänniteilmiöt ja suurtaajuusmaadoitusten tarve. (SFS 604-2 2009, 41.)

Räjähdyksenvaarallisten tilojen sähköasennusten standardit eivät tällä hetkellä käsittele yksityiskohtaisesti taajuusmuuttajakäyttöä. SESKON standardikomitea SK 31 suosittelee noudatettavaksi taulukon 9 menettelytapoja.

TAULUKKO 9. Taajuusmuuttajien käyttö EX-tiloissa

| Tilaluokka Kaasut ja nesteet/Pölyt | | | | | |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|------------|------------------|
| | Exe | Exd | Exp | Exn | Ex t |
| 1/21* | 1 | 1 tai 2 | 1 tai 3 | 4 | 1, 2 tai 3 |
| 2/22* | 1 | 1 tai 2 | 1 tai 2 | 1, 2 tai 5 | 1, 2, 3 tai 5 |

*Tilaluokissa 21 ja 22 on aina käytettävä Ex tD-merkittyä moottoria.

Taulukon 9 numeroiden 1-5 selitykset:

1. Hyväksytään edellyttäen, että yhdistelmän (moottori, taajuusmuuttaja, suojauslaitteet) suojausten toiminta on testattu tai laskennallisesti varmistettu. Tilaluokissa 1 ja 21 laskennasta tai testauksesta on oltava puolueettoman testauslaitoksen antama todistus (ATEX -tyyppihyväksyntä koko yhdistelmälle).
2. Hyväksytään edellyttäen, että moottori on sen valmistajan tai hänen valtuuttamansa kolmannen osapuolen toimesta varustettu suoralla lämpötilan valvontakeinolla (tai laitteella), tai muilla yhtä tehokkailla keinoilla. Suojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi käämeihin asennettavilla lämpötila-antureilla. Lau-

kaisurajat on määritettävä niin, etteivät koneen Ex-suojusrakenteen kannalta oleelliset pintalämpötilat ylitä vaaraa aiheuttavan aineen määäämiä raja-arvoja ottaen huomioon Ex-suojusrakenteen mukaiset vika- ja käyttötilanteet. ATEX-hyväksytyn suojalaitteen on toimiessaan kytkettävä moottori virrattomaksi, joko avaamalla kontaktori, joka on mitoitettu kaksinkertaiselle moottorin nimellisvirralle tai ohjaamalla muuttajan ATEX-hyväksytyä turvapiiriä. Moottori-muuntajayhdistelmää ei tarvitse testata yhdessä.

3. Hyväksytään edellyttäen, että moottorin suojatuuletetun kotelon ulkopinnan (laakerien) lämpötilaa valvotaan ATEX-hyväksytyllä (Exe-, Exd- tai Exi) lämpötila-antureilla. ATEX-hyväksytyn suojalaitteen on toimiessaan kytkettävä moottori virrattomaksi, joko avaamalla kontaktori, joka on mitoitettu kaksinkertaiselle moottorin nimellisvirralle tai ohjaamalla muuttajan ATEX-hyväksytyä turvapiiriä. Moottori-muuntajayhdistelmää ei tarvitse testata yhdessä.
4. Ei hyväksytä
5. Hyväksytään edellyttäen, että moottori on varustettu suoralla lämpötilan valvontakeinoilla (tai laitteella) käyttäen esim. käämeihin asennettuja lämpötila-antureita, jotka on määritelty moottorin dokumenteissa, tai muilla yhtä tehokkailta tavoilla, jotka rajoittavat moottorin lämpötilaa. Lämpötila-anturien toimintalämpötila on oltava riittävän alhainen, jotta moottorin Ex-suojusrakenteen kannalta oleellisissa osissa ei ylitetä vaaraa aiheuttavasta aineesta riippuvia suurempia sallittuja lämpötila-arvoja. Suojalaitteen on toimiessaan kytkettävä moottori virrattomaksi, joko avaamalla turvapiiri tai ohjaamalla muuttajan turvapiiriä. Turvapiirin ei tarvitse olla ATEX-hyväksyty, eikä kontaktoria tarvitse ylimitoittaa. Moottori-muuntajayhdistelmää ei tarvitse testata yhdessä.

Päävirtapiirin kontaktorin mitoitus tilaluokassa 2 kontaktori mitoitetaan $1 \times I_e$. Tilaluokassa 1 kontaktorin mitoitus $2 \times I_e$, jos taajuusmuuttajassa ei ole ATEX-hyväksytyä turvapiiriä. Kun taajuusmuuttajassa on ATEX-hyväksyty turvapiiri, päävirtapiirissä ei tarvitse käyttää kontaktoria. (SFS 604-2 2009, s 287.)

5.6.3.1 Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä – Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”d” ja ”p”

Muuttuvalla jännitteellä ja taajuudella syötettyjen moottoreiden on täytettävä toinen seuraavista vaatimuksista:

- 1) moottori on tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä standardin IEC 60079-0 mukaisissa dokumenteissa eritellyn muuttajan ja tarpeellisten suoja-laitteiden kanssa, tai
- 2) moottoria ei ole tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä muuttajan kanssa. Tässä tapauksessa moottori on varustettava suoralla lämpötilan valvon-ta keinolla (tai laitteella) käyttäen käämeihin asennettuja lämpötila-antureita, mitkä on määritelty moottorin dokumenteissa, tai jollain muilla tehokkailla ta-voilla, jotka rajoittavat moottorikotelon pintalämpötilaa. Lämpötilan valvon-nassa on otettava huomioon käytön vaatima momentti, teho, nopeusalue ja taa-juus ja sen tehokkuus on todennettava ja dokumentoitava. Suojalaitteen on toimiessaan katkaistava moottorin virtapiiri. (SFS 604-2 2009, 57, 76.)

5.6.3.2 Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä - Lisävaatimukset suojausmenetelmälle ”e”

Muuttuvalla jännitteellä ja taajuudella taajuusmuuttajaa käyttäen syötettyjen mootto-reiden on oltava tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä taajuusmuuttajan ja tarpeellisten suojalaitteiden kanssa (SFS 604-2 2009, 61).

5.6.3.3 Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä – Räjähdyssuojausrakenne ”pD”

Muuttuvalla jännitteellä tai taajuudella syötettyjä Ex pD moottoreiden on täytettävä toinen seuraavista vaatimuksista:

- a) Moottori on varustettava suoralla lämpötilan valvontakeinolla (tai -laitteella) käyttäen käämeihin asennettuja lämpötila-antureita, jotka on määritelty moot-torin dokumenteissa tai jollain muilla tehokkailla tavoilla, jotka rajoittavat moottorikotelon pintalämpötilaa. Suojalaitteen on toimiessaan katkaistava moottorin virtapiiri. Moottori – muuttajayhdistelmää ei tarvitse testata yhdessä.

- b) Moottorin on oltava tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä dokumenteissa eritellyn muuttajan ja tarpeellisten suojalaitteiden kanssa. (SFS 604-2 2009, 78.)

5.6.3.4 Moottorin käynnistys taajuusmuuttajakäytöllä – Räjähdyssuojaurakennetta ”n” koskevat lisävaatimukset

Muuttuvalla jännitteellä ja taajuudella syötettyjen moottoreiden on täytettävä toinen seuraavista vaatimuksista:

- a) Moottorin on oltava tyyppitestattu standardin IEC 60079-15 mukaisesti kyseessä olevan taajuusmuuttajan tai ulostulovirraltaan ja -jännitteeltään vastaavan taajuusmuuttajan kanssa tai
- b) moottoria ei ole tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä muuttajan kanssa. Tässä tapauksessa moottori on varustettava suoralla lämpötilan valvonta keinolla (tai laitteella) käyttäen käämeihin asennettuja lämpötila-antureita, mitkä on määritelty moottorin dokumenteissa, tai jollain muilla tehokkailla tavoilla, jotka rajoittavat moottorikotelon pintalämpötilaa. Lämpötilan valvonnassa on otettava huomioon käytön vaatima momentti, teho, nopeusalue ja taajuus ja sen tehokkuus on todennettava ja dokumentoitava. Suojalaitteen toimissa moottori on kykettävä virrattomaksi. Vaihtoehtoisesti moottorin lämpötilaluokka on määritetty laskemalla standardin IEC 60079-15 mukaisesti. (SFS 604-2 2009, s 80.)

6 RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT- LAITE SUOJAUS PAINEISTETULLA HUONEELLA ”P”

Standardissa IEC 60079-13 Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room “p”, käydään läpi räjähdysvaarallisella alueella sijaitsevan huoneen vaatimuksista suojata huoneessa olevia laitteita ulkopuolella esiintyviltä mahdollisilta räjähdyskelpoisilta kaasu- ja/tai pöly-ilmaseoksilta. Kyseistä standardia ei ole käännetty suomen kielelle, enkä saanut kyseistä standardia sisällysluetteloita lukuun ottamatta käyttöni.

Standardissa käsitellään huoneeseen kohdistuvien yleisten vaatimuksien lisäksi, mitä tulee ottaa huomioon huoneen rakenteissa, mekaanisissa lujuuksissa, ovissa, aukoissa, läpivienneissä ja tiivisteissä sekä ilmanotoissa, ilmanpoistoissa ja kanavissa. Standardissa käsitellään vielä erikseen huoneeseen tulevan puhtaan ilman syöttö, puhdistuspuhallukset ja puhdistus, lämpötilarajat sekä turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset, turvalaitteet ja sähkön katkaisut. Lisäksi standardi käsittelee huoneen sijoittumisen räjähdysvaaralliselle alueelle myös sen mukaan, onko alueella sisäinen syttymislähde vai ei. (IEC 60079-13, 2012.)

7 MEKANIIKAN VAATIMUKSET

7.1 Ex-tilojen mekaanisten laitteiden vaatimuksia

Laitteen valmistajan on tunnistettava ne liikkuvat osat, jotka voivat aiheuttaa värähtelyjä, hankausta tai iskuja (mekaanista kipinöintiä). Iskujen, kitkan tai hankaavien prosessien johdosta kiinteistä materiaaleista voi erottua hiukkasia, ja ne voivat tulla kuumiksi. Tällaiset hiukkaset (kipinät) voivat sytyttää palavia höyryjä ja kaasuja sekä tiettyjä pöly-ilma seoksia. Kerrostuneessa pölyssä kipinät voivat aiheuttaa kyttemistä, ja tämä voi olla räjähdyskelpoisen ilmaseoksen syttymisen syy.

Standardissa SFS-EN 13463-1 arvioidaan yksittäisten iskukipinöiden mahdollisuutta mahdollisina syttymislähteinä. Metalliosien välisiä yksittäisiä iskuja ei tarvitse ottaa huomioon mahdollisina syttymislähteinä, jos seuraavat ehdot täyttyvät pois lukien sellaiset tapaukset, joissa syttymislähteen alkuperä on hiominen ja kitka:

- a) iskunopeus on pienempi kuin 1 m/s ja suurin mahdollinen iskuenergia on pienempi kuin 500 J ja
 - i. alumiinia, magnesiumia ja titaania ei käytetä yhdessä ferriittisen teräksen kanssa, tai
 - ii. alumiinia käytetään yhdessä ruostumattoman teräksen kanssa ($\geq 16,5\%$ Cr) vain, jos teräs ei voi ruostua eikä rautaoksidia ja/tai ruostehiukkasia voi kerrostua pinnalle (ruostumattoman

teräksen asianmukaiset viitetiedot on esitettävä käyttöohjeissa ja teknisessä dokumentaatiossa), tai

- iii. kovaterästä ei käytetä yhdessä kovateräksen kanssa, tai
- iv. kovaterästä ei käytetä, jos se voi iskeytyä graniittiin, tai
- v. alumiinia käytetään yhdessä alumiinin kanssa vain, jos ruostehiukkasia ja/tai rautaoksidia ei voi kerrostua pinnalle

Kovateräksellä tarkoitetaan joko kaikenlaista karkaistua terästä tai muun tyyppistä terästä, jonka kovuusarvo $HC \geq 2000$.

tai

- b) käytettäessä kipinöimättömien metallien yhdistelmää on iskunopeus enintään 15 m/s ja suurin mahdollinen iskuenergia on vähemmän kuin 60 J kaasuhöyry-ilmaseoksella ja vähemmän kuin 125 J pöly-ilmaseoksella

Kipinöimättömiä metalleja ovat esim. kupari (Cu), sinkki (Zn), tina (Sn), lyijy (Pb), muutamat messingit (CuZn) ja pronssi (CuSn), jotka ovat hyvin lämpöä johtavia ei-rautametalleja ja vaikeasti hapettuvia.

Jos yksittäinen isku on energialtaan pienempi kuin taulukossa 10 olevat iskuenergiat, voidaan olettaa, että syttymisriski on riittävän pieni ollakseen hyväksyttävä. Iskun seurauksena syntyneitä syttymislähteitä ei tarvitse ottaa huomioon aktiivisina syttymislähteinä, jos iskunopeus on vähemmän kuin 15 m/s ja suurin mahdollinen potentiaalienergia on vähemmän kuin taulukossa 10 esitetyt arvot. (Inspecta 2013.)

TAULUKKO 10. Yksittäisiskun energian raja-arvot laiteluokille 1D, 2D ja 3D (Inspecta 2013).

| Laiteluokka | Yksittäisen iskun energiarajat | |
|-------------|--------------------------------|--|
| | Ei kipinöivät metallit | Muut metallit lukuun ottamatta kohdassa 6.1 a) eriteltäviä |
| 1D | 125 Nm | 20 Nm |
| 2D ja 3D | 500 Nm | 80 Nm |

7.2 Mekaanisten laitteiden turvallisuuden varmistaminen

Syttymisvaaran arvioinnissa varmistetaan, että SFS-EN 13463 -standardiperheen vaatimukset tulevat laitteessa huomioitua. Laitteen valmistajan on huomioitava käyttöohjeissa kaikki laitetta koskevat käyttöolosuhteet (esim. värähtely, korroosio, kova käsittely, kosteuden vaikutukset, ympäristön lämpötilan ja paineen vaihtelut sekä kemiallisten aineiden vaikutukset). Koko laitteelle ja sen kaikille osille on tehtävä dokumentoitu vaara-analyysi, jossa määritetään potentiaaliset syttymislähteet, jotka on lueteltu standardissa SFS-EN 1127-1.

Räjähdyssuojausrakenteita tai suojaustoimenpiteitä on harkittava ja/tai sovellettava seuraavassa järjestyksessä.

- varmista, ettei syttymislähteitä voi muodostua
- varmista, etteivät syttymislähteet voi tulla aktiivisiksi
- estä räjähdyskelpoista ilmaseosta saavuttamasta syttymislähdettä
- pidätä räjähdys ja estä liekkien eteneminen.

Syttymislähteitä ovat kuumat pinnat, liekit, kuumat hiukkaset ja kaasut, mekaaniset kipinät, staattinen sähkö, sähkölaitteet, sähkömagneettiset aallot, sähköiset harhavirrat mukaa lukien katodinen suojaus, salama, optinen säteily, ultraääni, paineiskut ja puristus sekä lämpöä synnyttävät reaktio, kuten itsesytyminen.

Syttymisvaaran arvioinnin on perustuttava soveltuvin osin seuraaviin tietoihin:

- laitteen kuvaus
- tarkoitettu käyttö
- materiaalit ja niiden ominaisuudet
- rakennepiirustukset ja eritelvät
- kaikki tehdyt merkitykselliset oletukset (esim. kuormat, lujuudet ja varmuuskertoimet)
- tehtyjen laskelmien tulokset
- asentamista, käyttötoimintaa ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset

Syttymisvaaran arvioinnin tulokset on raportoitava kokonaisuudessaan selkeästi ja kattavalla tavalla. Edellä mainittujen kohtien lisäksi raportin tulee sisältää myös seuraavat tiedot:

- tunnetut vaarat ja niiden syyt
- tunnistettujen syttymisvaarojen poistamiseksi tai pienentämiseksi toimeenpannut toimenpiteet
- lopullisen syttymisvaaran merkityksen arvioinnin tulokset
- arviointitulosten perustelut, jos ne eivät ole itsestään selviä
- seurauksena oleva laiteluokitus ja tarkoitetun käytön edellyttämät turvallisuuteen liittyvät rajoitukset (Inspecta 2013).

7.2.1 Käyttöohjeiden tiedot

Käyttöohjeiden tiedot ovat samat, jotka on merkitty laitteeseen, lukuun ottamatta sarjanumeroa, mahdollisesti täydennettynä kunnossapitoa helpottavilla tiedoilla. Käyttöohjeissa on turvallisuusohjeet koskien käyttöönottoa, käyttöä, kokoonpanoa ja purkamista, kunnossapitoa (huolto ja toiminta vaaratilanteissa), paikalleen asentamista ja säätöä.

Tarvittaessa käyttöohjeissa tulee olla maininta laitteen käytöstä aiheutuvista erityisistä vaaroista, perehdyttämisohjeet sekä tarvittavat ohjeet, joiden avulla voidaan epäilyksettä päättää, voiko osoitettuun luokkaan kuuluvaa laitetta käyttää turvallisesti tilassa ja siinä odotettavissa olevissa käyttöolosuhteissa. Nämä tiedot syntyvät suoritettavan syttymisvaaran arvioinnin tuloksena. (Inspecta 2013.)

8 ASENNUKSIA KOSKEVAT ASIAKIRJAT

On varmistettava, että kaikki asennukset täyttävät sekä niitä koskevien sertifiointidokumenttien että standardin SFS-EN 60079-14 vaatimukset. Lisäksi asennusten on täytettävä muutkin niitä koskevat erityisvaatimukset. Tätä varten jokaisesta asennuksesta tulisi laatia varmennusasiakirja, ja se tulisi pitää ko. tilassa tai säilyttää muualla.

Räjähdyksenvaarattoman tilan sähköasennusten tarvitsemien tietojen lisäksi uudisasennuksen tai olemassa olevan järjestelmän laajennuksen oikeaan toteutukseen tarvitaan seuraavat tiedot soveltuvien osin:

- tilaluokitusasiakirjat (ks. IEC 61241-10 ja IEC 60079-10), joista ilmenee räjähdysvaarallisten tilojen luokitus ja tilojen laajuus (ja suurimmat sallitut pölykerrosten paksuudet, jos vaaran aiheuttaa palava pöly)
- vaihtoehtoisesti syttymisen seurauksen arviointitulokset (ks. 6.2 sekä taulukot 2 ja 3)
- asennus- sekä kytkentäohjeet
- sähkölaitteisiin liittyvät erityisehdot, esim. sähkölaitte, jonka hyväksymistunnuksessa on lisämerkintä ”X” (ks. 4.3) tai joku muu merkki
- Exi-suojauksen järjestelmäkuvaukset (ks. 5.5.7.4)
- valmistajan/valtuutetun asiantuntijan vakuutus
- laitteen oikeaan asentamiseen tarvittava tieto sellaisessa muodossa, että se soveltuu asennushenkilöstön käyttöön (ks. IEC 60079-0 kohta: ”Ohjeet”)
- tarkastukseen tarvittava tieto, esim. laitteiden, varaosien ja teknisten tietojen luettelo ja sijainti (ks. IEC 60079-17)
- asiaankuuluvat laskentatiedot, esim. instrumenttien tai analysaattorirakennusten huuhteluarvot
- sähkölaitteen korjaamiseen tarvittava tieto, mikäli korjaus jää huoltoliikkeen tai käyttäjän tehtäväksi (ks. IEC 60079-19)
- tarvittaessa höyryjen ja kaasujen luokittelu sähkölaitteiden räjähdysryhmien tai alaryhmien mukaisesti
- kyseessä olevien höyryjen ja kaasujen itsesyttymislämpötilat ja lämpötilaluokat
- ulkoiset olosuhteet ja ympäristölämpötila.

Lisävaatimukset koskien pölytiloja:

- dokumentit liittyen laitteen soveltuvuuteen olosuhteisiin ja tilaan, joihin se joutuu. Näitä ovat esim. ympäristö- ja pintalämpötilatiedot, räjähdysrakenne, IP-luokka ja korroosion kestävyys

- materiaaliominaisuudet, mukaan lukien pölyn ominaisresistanssi, pölypilven minimisyyttymisenergia ja minimisyyttymislämpötila sekä pölykerroksen minimisyyttymislämpötila
- piirustus, josta selviää johdotusjärjestelmän tyyppi ja yksityiskohdat
- tiedot eri räjähdysuojaurakenteiden vaatimukset täyttävien kaapeliläpivientien valintakriteereistä
- virtapiirien tunnistamiseen liittyvät piirustukset tai kaaviot.

Varmennusasiakirjat voivat olla joko paperilla tai sähköisessä muodossa. Hyväksyttävä dokumentaation esitystapa voi vaihdella eri maiden lainsäädännön mukaan. (SFS 604-2 2009, 29-30.)

9 KASANTEKOLAITTEEN TOIMINTA, SEN OSAT JA ATEX-KARTOITUS

Kasantekolaite eli stacker (kuva 10) koostuu rungosta (portaalista), jota voidaan ajaa kiskoja pitkin ajokoneistojen avulla koko varastokasan pituudella. Portaali liikuttaa mukanaan tripperiä, jonka kautta kulkevalla yard-kuljettimen hihnalla saadaan materiaali lastattua puomikuljettimelle. Puomikuljettimella, joka on 90 asteen kulmassa kiskoihin nähden, saadaan materiaali ajettua kentälle varastokasaan. Puomikuljetinta voidaan nostaa sekä laskea hydraulisynterin avulla.

Laitteen ATEX-kartoitus tulee pohjautua tilaajan tekemään riskienarviointiin tilasta, jonne laite tullaan asentamaan. Katso kappale 3 ”Räjähdysvaaralliset tilat”.



KUVA 10. Kasantekolaite eli Stacker (Sandvik Mining and Construction)

9.1 Tripperikuljetin

Yard-kuljetin tuo kasattavaa materiaalia stackerille. Tripperi nostaa yard-kuljetin hihnan stackerin ”hännän” kohdalta ylös ja laskee takaisin alas puomikuljettimen kohdalta. Tripperikuljettimella ei siis ole omaa hihnaa. Tripperikuljettimella olevia ATEX:n kannalta tarkasteltavia asioita ovat anturointi, valaistus ja niiden kaapelointi sekä hihnan pyörimisnopeus. Anturointi koostuu hihnan sivuvahdeista, lastaussuppilon tukosvahdista, hätä-seis -vajereista sekä merkinantolaitteista.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset.

9.2 Puomikuljetin

Puomikuljetin siirtää tripperikuljettimen tuoman materiaalin kasaan. Puomikuljettimella on oma hihna, jota pyörittää sähkömoottori ja puomia nostetaan ja lasketaan hydraulisylinterin avulla. Moottorin ohjauksessa käytetään joko suoraa käynnistystä tai taajuusmuuttajaohjausta. Puomikuljettimella olevia ATEX:n kannalta tarkasteltavia asioita ovat anturointi, valaistus, oikosulkumoottori ja niiden kaapelointi sekä hihnan pyörimisnopeus. Anturointi koostuu hihnan sivuvahdeista, puomin asennon valvontarajoista, kasan pinnanvalvonta-antureista, hihnan pyörimisvahdista, hätä-seisvajereista ja -napeista sekä merkinantolaitteista ja hihnakuljettimen paikallisohjauskotelosta.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset. Taajuusmuuttajaa käytettäessä on huomioitava vielä jarruvastuksen käyttö ja sijoittaminen.

9.3 Portaali

Portaalissa eli laitteen rungossa on sähkömoottoreilla varustetut siirtopyörät, joilla laitetta liikutetaan kiskojen päällä. Portaalin päälle on asennettu myös mahdollinen kaapelikela (ks. 10.4) sekä yhdistetty valvomo- ja sähkötilakontti (ks. 10.5). Moottoreiden ohjauksessa käytetään taajuusmuuttaja ohjausta ja yhdellä taajuusmuuttajalla ohjataan useampaa moottoria. Portaalilla olevia ATEX:n kannalta tarkasteltavia asioita ovat anturointi, valaistus, oikosulkumoottorit ja niiden kaapelointi sekä mahdolliset kiskopihdit ja myrskylukitus riippuen, onko laite sijoitettu sisä- vai ulkotilaan. Anturointi koostuu liikkeen paikannus antureista sekä kiskopihtien ja myrskylukkojen asento vahdeista, hätä-seis-vaijereista/napeista sekä merkinantolaitteista.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset. Taajuusmuuttajaa käytettäessä on huomioitava vielä jarruvastuksen käyttö ja sijoittaminen.

9.4 Kaapelikela ja kaapelivaunut

Laitteen sähkönsyöttö tuodaan joko käyttäen motorisoitua kaapelikelaa tai vedettäviä/työnnettäviä kaapelivaunuja. Molempiin sisältyy maassa oleva kiinteä kytkentäkotelo. Moottorin ohjauksessa käytetään joko suoraa käynnistystä tai taajuusmuuttaja ohjausta. Kaapelikelalla olevia ATEX:n kannalta tarkasteltavia asioita ovat anturointi, oikosulkumoottori ja niiden kaapelointi. Anturointi koostuu kaapelin liikkeen valvontaantureista.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset.

9.5 Sähkökontti

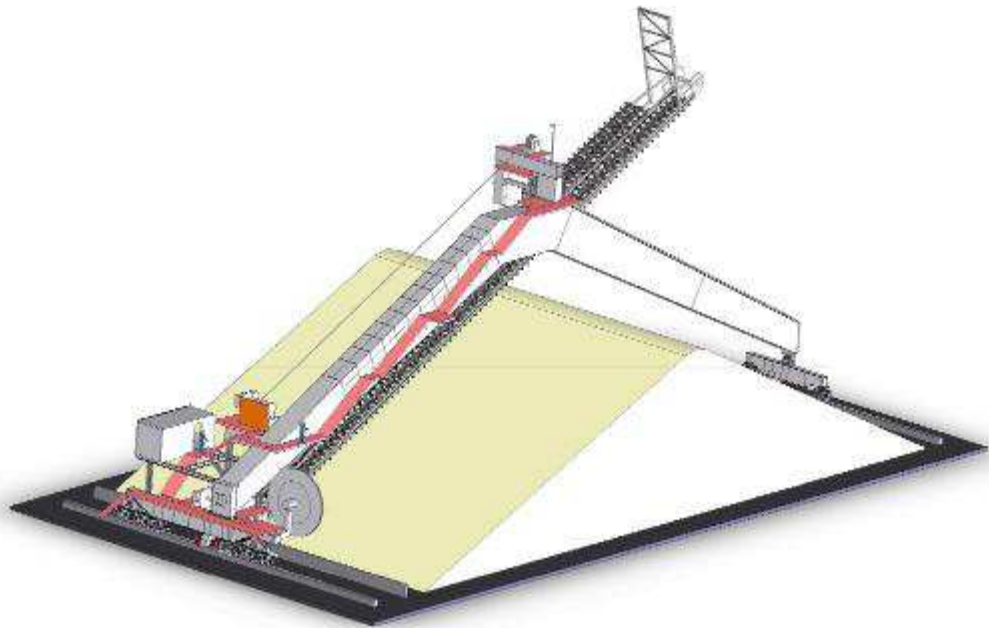
Sähkökontti koostuu yleensä kolmesta eri tilasta: tuulikaapista, valvomosta ja sähkötilasta. Tuulikaapin tarkoitus on estää kontissa olevan ylipaineistuksen karkaamisen. Valvomosta löytyy laitteen paikallisohjauspulpetti. Sähkötilasta löytyy niin logiikka kuin sähkökeskukset sekä hydraulikkayksikkö.

Sähkökontin vaatimuksissa on otettava huomioon kappaleessa 6 käsitellyt asiat.

10 KASANPURKULAITTEEN TOIMINTA, SEN OSAT JA ATEX-KARTOITUS

Kasanpurkulaite eli reclaimer (kuva 11) koostuu siltamaisesta rungosta (portaalista), jota voidaan ajaa kiskoja pitkin ajokoneistojen avulla koko varastokasan pituudella. Portaalin rungon alapuolella on kolakuljetin, jota voidaan nostaa ja laskea köysinostimen avulla. Kolakuljetin purkaa materiaalia kasan pinnasta pudottaen sen kiskojen suuntaisesti olevalle yard-kuljettimelle, joka vie materiaalin eteenpäin.

Laitteen ATEX-kartoitus tulee pohjautua tilaajan tekemään riskienarviointiin tilasta, jonne laite tullaan asentamaan. Katso kappale 3 ”Räjähdyksivaaralliset tilat”.



KUVA 11. Kasanpurkulaite eli Reclaimer (Sandvik Mining and Construction)

10.1 Portaali; kiinteä -ja kääntyvä puoli

Kiinteän puolen osalta vastaavuus löytyy kohdasta 10.4. Stackeriasta poiketen reclaimerin rungossa on molemmilla puolilla kasaa sähkömoottoreilla varustetut siirtopyörät, joilla laitetta liikutetaan kiskojen päällä. Kääntyvällä puolella tarkoitetaan sitä, että kasan ylittävää palkkia ei ole hitsattu tai pultattu portaaliin kiinni, vaan se pystyy hie-man kääntymään siellä. Kääntyvän puolen siirtopyörien moottoreiden ohjaus tehdään omalla taajuusmuuttajalla. Kohdan 10.4 olevien antureiden lisäksi kääntyvällä puolella on anturit puomin asennon valvonnalle sekä portaalin paikallisohjauksotelo.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset. Taajuusmuuttajaa käytettäessä on huomioitava vielä jarruvastuksen käyttö ja sijoittaminen.

10.2 Kolakuljetin

Kolakuljetin on kuljetin, jonka alaketjun kolat siirtävät materiaalia kasasta yardkuljettimelle. Kolakuljetin on saranoitu vetopäästään roikkuen vaijereiden varassa, ja sitä voidaan nostaa ja laskea vaijerinostimen avulla. Kolakuljettimen moottorinohjauksessa käytetään joko suoraa käynnistystä, pehmokäynnistystä tai taajuusmuuttajaohjausta. Vaijerinostimen moottorinohjauksessa käytetään taajuusmuuttajaa. Kolakuljetinissä olevia ATEX:n kannalta tarkasteltavia asioita ovat anturointi, valaistus, oikosulkumoottorit ja niiden kaapelointi. Anturointi koostuu puomin asennon valvontarajoista, kasan pinnanvalvonta-antureista, kolakuljettimen pyörimis/kolavahdista, vaijerin- ja ketjunkireysvahdeista, hätä-seis-napeista sekä merkinantolaitteista.

Näiden valinnassa, asentamisessa ja käytössä on otettava huomioon kappaleessa 4 käsitellyt vaatimukset räjähdysvaarallisten tilojen laitevalinnoista ja sähkölaitteista sekä kappaleessa 5 sähköasennukseen liittyvät vaatimukset että kappaleessa 7 olevat mekaaniset vaatimukset. Taajuusmuuttajaa käytettäessä on huomioitava vielä jarruvastuksen käyttö ja sijoittaminen.

10.3 Kaapelikela ja kaapelivaunut

Katso kohta 10.4.

10.4 Sähkökontti

Katso kohta 10.5.

11 YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin kasanteko- ja purkulaitteiden sijoittamisesta pölyräjähdysvaaralliselle alueelle huomioitavia asioita liittyen pääsääntöisesti sähkö- ja automaatio-suunnitteluun, komponenttivalintoihin ja asennukseen, kun vaatimuksena ei ole projektikohtaiset vaatimukset, vaan pelkästään ATEX-direktiivien ja SFS-standardien räjähdysvaarallisia tiloja koskevat vaatimukset kansallisella tasolla. Koska kyseessä on kansainvälinen yritys ja työn dokumentteina on käytetty SFS -standardeja, lisäksi työnaikana otsikkoon maininnan kansallisesta tasosta.

Työssä todettiin, että ATEX -direktiivien ja standardien vaatimukset eivät ole yksiselitteisiä, vaan niissä on otettava aina huomioon jokaisen tapauksen erityispiirteet, jotka saattavat jättää joltain osin tulkinnan varaa toteutukseen eli ns. harmaita alueita. Vaikka työssä ei suoraan verrattu perusvaatimuksia mahdollisiin projektikohtaisiin vaatimuksiin, niin kokemukseni mukaan perusvaatimukset vaativat toimittajalta huomattavasti vähemmän ja näin ollen kustannukset, kun täytetään ainoastaan perusvaatimukset, jäävät komponenttien, kaapeleiden ja asennusten osalta pienemmiksi.

Sähkötiloihin liittyen minulla ei ollut mahdollista saada IEC 60079-13 -standardia käsiini kokonaisuudessaan, vaan jouduin tyytymään vain pintaraapaisuun käymällä läpi kyseisen standardin sisällysluetteloon perustuen, mitä kyseinen standardi sisältää. Standardista ei ole myöskään saatavilla suomenkielistä käännöstä. Mutta koska työni rupesi muutenkin jo paisumaan, näkisin, että kyseisen standardin tarkempi tarkastelu tulisi tehdä erillisenä työnä.

Kokemattoman sähkö- ja automaatio suunnittelijan tulisi tutustua ensiksi tähän dokumenttiin ennen suunnittelun aloittamista, minkä jälkeen mahdolliset tarkennukset asioihin on helposti löydettävissä viitatuista lähteistä.

LÄHTEET

Euroopan komissio. WWW-dokumentti.

http://ec.europa.eu/eu_law/introduction/what_directive_fi.htm. Päivitetty 25.6.2012.

Luettu 27.10.2014

TUKES. WWW-dokumentti. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko->

[jahissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX-Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/](http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-jahissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX-Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/). Päivitetty 17.9.2012. Luettu 27.10.2014

Eur-Lex. WWW-dokumentti. <http://eur->

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:023:0057:0064:fi:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:023:0057:0064:fi:PDF). Päi-

vitetty 28.1.2000. Luettu 27.10.2014

SFS-KÄSIKIRJA 604-1. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet. 2010. Helsinki: Suomen Standardiliitto SFS Ry.

Sähköasennukset 3. 2010. Espoo: Sähköinfo Oy.

SFS-KÄSIKIRJA 604-2. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto. 2009. Helsinki: Suomen Standardiliitto SFS Ry.

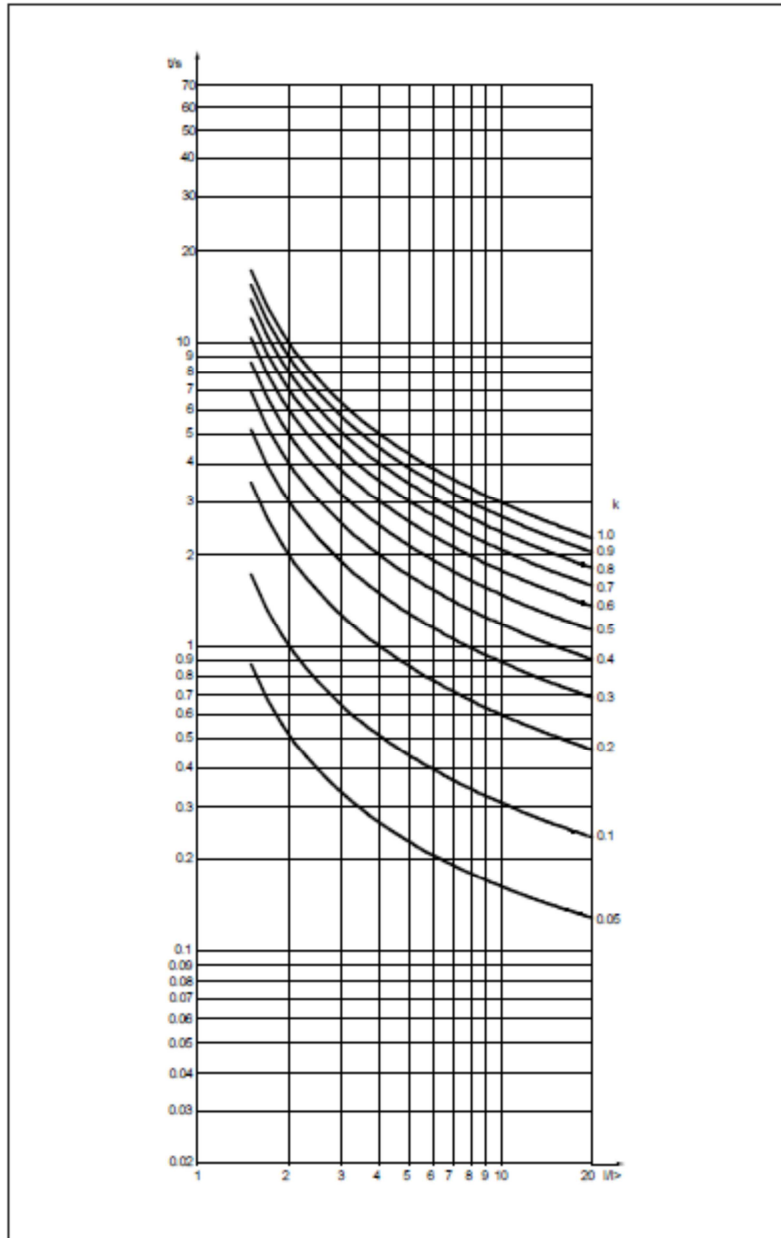
Inspecta 2013. Räjähdyksvaarallistentilojen ja laitteiden turvallisuus. Yrityskohtainen koulutus 21.3.2013. Hollola.

SFS-EN 60079-0, Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet, yleiset vaatimukset. 2010. Helsinki: Suomen Standardiliitto SFS Ry.

IEC 60079-13. Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room “p”, Edition 1.0 2010-10. <http://www.scribd.com/doc/101118312/info-iec60079-13-ed1-0-b>. Päivitetty 26.07.2012. Luettu 6.3.2015

Ylivirtarelemoduulin käänteisaikaylivirtaportaan ominaiskäyrästä

Ylivirtarelemoduulin SPCJ 3C3 käänteisaikaylivirtaportaan ominaiskäyrästä



- I - releen mittaama virta
- I> - ylivirtaportaan asettelu-arvo
- t - releen toiminta-aika
- k - aseteltava kerroin