

RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN ASENNUSVAL- VONTA

Jani Uusitalo

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)
2021

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jani Uusitalo	Vuosi	2021
Ohjaaja	Ins. (YAMK) Heikki Isometsä		
Toimeksiantaja	Insinööritoimisto Ases Oy		
Työn nimi	Räjähdyksivaarallisten tilojen asennusvalvonta		
Sivu- ja liitesivumäärä	54 + 10		

Räjähdyksivaarallisten tilojen sähköasennukset sekä asennusvalvonta poikkeavat monilta osin perussähköasennuksista. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa on paljon eri määräyksiä ja rajoitteita, jotka on otettava huomioon sekä suunnittelu- että asennusvaiheessa. Jotta asennuksissa vältyttäisiin uudelleen rakentamiselta, on syytä tutustua räjähdyksivaarallisten tilojen standardeihin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä räjähdyksivaarallisiin tiloihin asennusvalvonnan perusopas. Oppaaseen on kerätty räjähdyksivaarallisten tilojen standardeista SFS-EN 60079 ja SFS-käsikirjoista poimintoja yleisiin asennusteknisiin kysymyksiin räjähdyksivaarallisten tilojen asennuksista. Tämä työ tehtiin lisäämään tietoa räjähdyksivaarallisten tilojen asennuksista asennustarkastajille sekä asentajille Insinööritoimisto ASES Oy:lle. Työ tehtiin räjähdyksivaarallisten tilojen asennusvalvonnan yhteydessä projektin edetessä, jolloin työhön saatiin mukaan mahdollisimman kattavasti koko projektin aikana nousseet kysymykset ja havainnot.

Työn tuloksena saatiin opinnäytetyö, joka toimii sellaisenaan asennusvalvonnan oppaana antaen hyvät perusteet ja lähtötiedot sellaiselle, joka ei ole tehnyt suunnittelua, asennuksia tai asennusvalvontaa ATEX-tiloihin. Oppaan lisäksi tämän työn ohessa tehtiin myös tarkastuspöytäkirja räjähdyksivaarallisiin tiloihin. Työn aikana havaitut puutteet standardikirjassa SFS 604-1 on ilmoitettujen Suomen standardisoimisliittoon, jossa parhaillaan harkitaan, uusitaanko kirja vai tehdäänkö siitä uusi painos.

Asiasanat

ATEX, asennusvalvonta, räjähdyksivaarallinen tila, sähkö

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jani Uusitalo	Year	2021
Supervisor	Heikki Isometsä, MEng		
Commissioned by	Insinööritoimisto Ases Oy		
Subject of thesis	Installation Supervision of Potentially Explosive Atmospheres		
Number of pages	54 + 10		

The electrical installations and installation supervision of potentially explosive atmospheres differ in many respects from basic electrical installations. There are many different regulations and restrictions that must be considered during the design and installation phase. To avoid the need of rebuilding, it is advisable to familiarize oneself with the standards.

The purpose of this thesis was to make a guide for supervising installation in potentially explosive atmospheres. This guide contains a collection of excerpts from standards SFS EN 60079 and SFS manuals, answering frequently asked questions regarding technical issues found during the installation. This thesis was done to increase information about the installation of explosive atmospheres for ASES Oy installation inspectors and installers. The work was carried out along with the installation supervision of explosive atmospheres as the project progressed, in which case the questions and observations that arose during the entire project were included in the work as comprehensively as possible.

As a result, the guide contains a good starting point and basis for those not familiar with the design, installation or installation supervision falling under the ATEX directive. In addition, a template for inspection report was created to go with the manual. The shortcomings in the standards book SFS 604-1, identified during the work, have been reported to the Finnish Standards Association, who are currently considering whether to renew the book or to make a new edition.

Key words ATEX, Installation supervision, explosive atmospheres, electricity

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT	8
2.1	ATEX-laitedirektiivi 2014/34/EU	8
2.2	Laitevaatimukset	9
2.3	Työolosuhdedirektiivi 1999/92/EU	10
2.4	Räjähdyssuojausasiakirja	10
2.5	Räjähdyksvaarallisten tilojen sähköasennuksia koskevat määräykset ..	11
2.5.1	Vastuuhenkilön tiedot ja taidot	12
2.5.2	Työntekijät (laitevalinta ja asennus)	12
2.5.3	Suunnittelijat (suunnittelu ja laitevalinnat)	13
2.6	Tilaluokat	13
2.6.1	Päästölähteet	14
2.6.2	Tilaluokkien suositellut esitystavat	15
3	LAITEVALINNAT	18
3.1	Laiteryhmät ja laiteluokat	19
3.2	Räjähdyksryhmät	19
3.3	Räjähdyssuojarakenteet	20
3.3.1	Räjähdykspaineen kestävä rakenne "d"	21
3.3.2	Paineistettu rakenne "p"	21
3.3.3	Öljytäytteinen rakenne "o"	23
3.3.4	Varmennettu rakenne "e"	23
3.3.5	Hiekkatäytteinen rakenne "q"	25
3.3.6	Luonnostaan vaaraton rakenne "i"	26
3.3.7	Massavalurakenne "m"	27
3.3.8	Pölyräjähdyksvaarallisen tilan tiivis kotelo "t"	27
3.3.9	Eriyisrakenne "s"	28
3.4	Lämpötilaluokka T	28
3.5	Räjähdyssuojaustaso EPL	29
3.6	Lisämerkintä X	29
4	ASENNUSVALVONTA	30
4.1	Kaapelityyppi ja asennus	30
4.2	Kaapelin sähköiset parametrit	32

4.3	Läpiviennit	34
4.3.1	Lisävaatimukset Ex "d"-koteloiden läpiviennille	36
4.3.2	Lisävaatimukset räjähdysuojusrakenteelle "t"- suojaus kotelolla	38
4.3.3	Lisävaatimukset muille kuin Ex "d, Ex "t" ja Ex "nR" läpiviennille ..	38
4.4	Kytkeä.....	38
4.5	Potentiaalintasaus ja maadoitus	39
4.6	Häiriösuojaus	41
4.7	Kotelot	43
4.8	Laiteasennusten valvonta	45
4.8.1	Asennustarkastus.....	47
4.8.2	Tarkastuspöytäkirja	48
4.8.3	Mittaukset.....	49
4.9	Käyttöönottotarkastus	49
5	KÄYTTÖÖNOTTO	50
6	POHDINTA.....	51
	LÄHTEET.....	53
	LIITTEET	54

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

EX	ATEX tilaluokiteltu laite
ATEX	Atmosphere Explosible; Räjähdyksvaarallinen tila
EPL	Equipment protection level, laitteen räjähdys- suojaustaso
Exd	Räjähdyspaineen kestävä rakenne
Exe	Varmennettu rakenne
Exi	Luonnostaan vaaraton rakenne
Exm	Massavalurakenne
Exn	Suojausrakenne
Exo	Öljytäytteinen rakenne
Exp	Paineistettu rakenne
Exq	Hiekkatäytteinen rakenne
Exs	Erikoisrakenne
Ext	Pölyvaarallisen tilan tiivis kotelo
TLJ	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään ATEX-tilojen asennusvalvontatyön aikana. Työn tarkoituksena on tehdä opas räjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksista asennusvalvonnan ja asennusten tueksi. Työ on osa ammattitaidon kehittämisen prosessia, jonka tarkoituksena on laajentaa osaamista prosessitekniikan ja automaatiotekniikan saralta sähkövoimainsinöörin tehtäviin.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä perusopas asennusvalvonnan ja asennusten tukena sekä antaa vastauksia usein esille nouseviin kysymyksiin koskien standardien mukaisia ATEX-tilojen asennuksia. Työn alussa luvussa 2 käsitellään yleisesti räjähdysvaarallisten tilojen direktiivejä ja perusteita. Luvussa 3 käydään läpi laitevalintoja ja niissä käytettävien merkintöjen tarkoituksia. Näitä tietoja tarvitaan olennaisesti räjähdysvaarallisten tilojen asennusvalvonnassa, jotta tiedetään laitteiden täyttävän tilaluokitusten määrittelemät vaatimukset.

Luvussa 4 käsitellään asennusvalvontaa räjähdysvaarallisissa tiloissa. Luvussa 5 mainitaan käyttöönoton ensiaskeleet, jotka kuuluvat osaltaan asennusvalvonnan viimeiseen vaiheeseen. Käyttöönoton kylmä- ja kuumatestaus sekä prosessin tuotantoajoon saattaminen jätetään tästä työstä pois, sillä se kuuluu käyttöönoton piiriin eikä niinkään asennusvalvontaan.

2 RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT

Räjähdyksvaarallisia tiloja ovat sellaiset tilat, joissa esiintyy tai joissa saattaa olla räjähdyskelpoista kaasua- tai pölyseosta siinä määrin, että se aiheuttaa laitteiden rakenteille, asennukselle ja käytölle erityisvaatimuksia. Tällaisiin räjähdysvaarallisiin nesteitä, kaasuja tai pölyjä sisältäviin tiloihin, missä sähköisistä tai mekaanisista ilmiöistä voi aiheutua räjähdys tai tulipalo ja joka uhkaa aiheuttaa vahinkoa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle, on tehty määräyksiä ja standardeja, joilla vahinkoja pyritään minimoimaan. (SFS-käsikirja 604-1 2018, 6.)

2.1 ATEX-laitedirektiivi 2014/34/EU

Nykyinen ATEX-laitedirektiivi on vuodelta 2014, joka korvasi edeltävän laitedirektiivin 94/9/EY (1994). ATEX-laitedirektiivin tarkoituksena on taata laitteiden vapaa kauppa sekä yhtenäistää räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien laitteiden ja koneiden turvallisuusvaatimukset EU:n jäsenvaltioissa ja ETA-valtioissa. Suomessa standardia ei ole otettu käyttöön sellaisenaan, vaan sitä sovelletaan seuraavanlaisilla säädöksillä:

- ”Laki räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuudesta (1139/2016) (ATEX laki)
- Valtioneuvoston asetus räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimustenmukaisuudesta (1439/2016).” (SFS-käsikirja 604-1 2018, 7.)

Näihin laitesäädösten piireihin kuuluvat räjähdysvaarallisissa tiloissa esimerkiksi sähkölaitteet, pumput, vaihteistot pumppu- ja moottoriyhdistelmät, pneumaattiset laitteet, trukit ja polttomoottorit. Aikaisemmin sähkölaitteita on pidetty suurimpana uhkana, mutta nykyisin sähkölaitteiden rakenteiden turvallisuuden kehittyminen on viety niin pitkälle, että kokonaisturvallisuuden tavoittelussa Ex-tiloissa on huomio kääntynyt mekaanisiin laitteisiin. (SFS-käsikirja 604-1 2018, 7.)

Koska Ex-tiloissa käytettävien laitteiden tulee täyttää olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, on niiden täytettävä seuraavat ATEX-laitesäädösten vaatimukset, jotta niitä voidaan valmistaa ja myydä. Vaatimuksia ovat muun muassa:

- ”Laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset
- Vaatimustenmukaisuuden arviointi
- EU-vaatimustenmukaisuuden arviointi
- CE-merkintä ja erityinen EX-merkintä
- Laiteryhmää ja luokkaa kuvaava merkintä” (SFS-käsikirja 604-1 2018, 8.)

2.2 Laittevaatimukset

Laitteen valmistajan tai muun laitteen markkinoille saattajan tulee tehdä vaatimustenmukaisuuden arviointi markkinoille tuotaville laitteille. Vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt, joita on sovellettava, on esitetty säädöksissä. Laiteluokasta riippuen on esitetty vaatimustenmukaisuuden osoitusmenettely seuraavanlaisesti:

- ”Laiteluokka 1 (ja M1): Laitteille vaaditaan EU-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytyt tuotannon laadunvarmistus tai ilmoitetun laitoksen tekemä tuotekohtainen tarkastus.
- Laiteluokka 2 (ja M2): Sähkölaitteille ja polttomoottoreille vaaditaan EU-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytyt tuotteiden laadunvarmistus tai ATEX-hyväksytyt tyyppimukaisuuden varmistus. 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 vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta.” (SFS-käsikirja 604-1 2018, 8.)

Vaihtoehtoisesti kaikissa laiteluokissa voidaan soveltaa tuotekohtaista tarkastusta, jossa jokainen yksittäinen laite tarkastetaan erikseen ilmoitetun laitoksen toimesta (SFS-käsikirja 604-1 2018, 8).

2.3 Työolosuhdedirektiivi 1999/92/EU

Työolosuhdedirektiivi asettaa minimivaatimukset räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelun parantamiseksi. Tämä direktiivi on saatettu voimaan kansallisesti valtioneuvoston säädöksellä ”räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaarantorjunnasta (576/2003)”. (SFS-käsikirja 604-1 2018, 12.)

Asetus on tullut voimaan 2003 ja se koskee ennen kaikkea työnantajan velvoitteita työntekijän suojelemiseksi. Näin ollen työnantajan on toteutettava seuraavat toimenpiteet työntekijän suojelemiseksi: (SFS-käsikirja 604-1 2018, 12.)

- ”Räjähdysvaarallinen tila on sellainen, että työ voidaan tehdä turvallisesti, ja
- räjähdysvaarallisessa tilassa varmistetaan asianmukainen valvonta vaaran merkityksen arviointia koskevien periaatteiden mukaisesti käyttäen asianmukaisia teknisiä välineitä.” (SFS-käsikirja 604-1 2018, 12.)

Tilojen räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamat mahdolliset vaarat on ensisijaisesti tunnistettava sekä selvitettävä niiden merkitykset ja niihin vaikuttavat tekijät. Ensisijainen toimenpide räjähdysten estämiseksi ja niiltä suojautumiseksi on estää räjähdyskelpoisten ilmaseosten muodostuminen. Mikäli tätä ei voida toiminnallisista syistä toteuttaa, on räjähdyskelpoisen kaasuseoksen syttyminen esitettävä. Kolmantena toimenpiteenä on työntekijöiden ja turvallisuuden varmistamiseksi vähentää räjähdysten vahingolliset vaikutukset. (SFS-käsikirja 604-1 2018, 13.)

2.4 Räjähdysuojausasiakirja

Räjähdysvaarallisista tiloista on tehtävä räjähdysuojausasiakirja, joka on laitteiden valinnan ja asentamisen kannalta keskeinen, ja se on laadittava aina ennen työskentelyn aloittamista räjähdysvaarallisissa tiloissa, ja mikäli työskentelytilaa, työvälineitä tai työjärjestelyjä muutetaan olennaisesti, on räjähdysasiakirja tällöin aina tarkistettava.

Räjähdyksiakirja voi olla osana muuta työpaikalla laadittavaa turvallisuuskiirjaa. Räjähdyksiakirjassa on esitettävä erityisesti asetuksen 8§ mukaan seuraavat asiat:

1. "räjähdyksiavaara on määritetty ja sen merkitys arvioitu
2. asianmukaiset toimenpiteet toteutetaan tämän asetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi
3. räjähdyksiavaaralliset tilat on luokiteltu liitteen 1 (SFS-käsikirja 604-1:2018, 29.) mukaisesti
4. tilat, joihin sovelletaan liitteessä 2 (SFS-käsikirja 604-1:2018, 30.) asetettuja vähimmäisvaatimuksia
5. 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." (SFS-käsikirja 604-1 2018, 13.)

2.5 Räjähdyksiavaarallisten tilojen sähköasennuksia koskevat määräykset

Sähköasennusten suunnittelua, laitevalintaa ja asentamista, joita käsitellään SFS-EN 60079-14:2015+AC:2016 standardissa, saavat tehdä vain henkilöt, jotka tuntevat koulutuksensa ja työkokemuksensa perusteella eri räjähdyssi suojaustyyppit ja asennustavat, laitteistoa koskevat säännöt ja määräykset sekä tilaluokituksen yleisperiaatteet. Tällaisen henkilön pätevyys on sovelluttava kulloinkin tehtävänä olevaan työhön. (SFS-EN 60079-14:2015+AC:2016, 32.)

2.5.1 Vastuuhenkilön tiedot ja taidot

Henkilöt, jotka ovat vastuussa laitteiden suunnittelusta, valinnasta ja asentamisesta räjähdysvaarallisiin tiloihin on omattava vähintään:

- a) ”soveltuvat sähkötekniikan yleistiedot
- b) kyky lukea, ymmärtää ja tarkastaa teknisiä piirustuksia
- c) käytännön ymmärrys räjähdysuojausperiaatteista ja tekniikoista
- d) räjähdysuojausalan relevanttien standardien ymmärrys ja kokemusta niiden käytöstä
- e) perustiedot laadunvarmistuksesta mukaan lukien auditointien periaatteet, dokumentointi sekä mittausten ja kalibroinnin jäljitettävyys.”

Vastuuhenkilöiden on varmistettava omien käytännöntaitojensa vastaavan työntekijältä vaadittavia vaatimuksia. (SFS-EN 60079-14:2015, 96.)

2.5.2 Työntekijät (laitevalinta ja asennus)

Työntekijän on omattava tehtävän laajuuden mukaan vähintään seuraavat asiat:

- a) räjähdysuojauksen peruseriaatteiden ymmärrys
- b) räjähdysuojausrakenteiden yleisperiaatteiden ja merkintöjen ymmärrys
- c) ymmärrys niistä laiterakenteiden tekijöistä, jotka vaikuttavat räjähdysuojaukseen
- d) ymmärrys sertifioinnista ja standardin SFS-EN 60079-14:2015 relevanteista osista
- e) standardin IEC 60079-17 tarkastus ja kunnossapitovaatimusten yleinen ymmärrys
- f) standardissa SFS-EN 60079-14:2015 mainittujen laitevalintojen ja asennuksien erityistekniikoiden tuntemus

- g) turvallisen erottamisen ja työlupakäytännön lisämerkityksen ymmärtäminen räjähdysuojauksessa. (SFS-EN 60079-14:2015, 96.)

2.5.3 Suunnittelijat (suunnittelu ja laitevalinnat)

Suunnittelijan on omattava tehtävän laajuuden mukaisesti vähintään:

- a) räjähdysuojauksen yleisperiaatteiden yksityiskohtaiset tiedot
- b) räjähdysuojaurakenteiden periaatteiden ja merkintöjen yksityiskohtaiset tiedot
- c) yksityiskohtaiset tiedot räjähdysuojaukseen vaikuttavista laiterakenteiden tekijöistä
- d) sertifiointin ja standardin SFS-EN 60079-14:2015 relevanttien osien yksityiskohtaiset tiedot
- e) ymmärrys käytännön taidoista, joita tarvitaan relevanttien räjähdysuojaurakenteisten laitteiden valmistelemiseksi ja asentamiseksi
- f) turvallisen erottamisen sekä työlupakäytännön lisämerkityksen yksityiskohtainen ymmärtäminen räjähdysuojauksessa
- g) standardissa SFS-EN60079-14:2015 mainittujen laitevalintojen ja asennuksien erityistekniikoiden yksityiskohtaiset tiedot
- h) standardin IEC 60079-17 tarkastus- ja kunnossapito vaatimuksien yleinen ymmärtäminen. (SFS-EN 60079-14:2015, 96.)

2.6 Tilaluokat

Tilaluokituksella arvioidaan ja luokitellaan tila, jossa mahdollisesti esiintyy räjähdyskelpoisia kaasuilmasseoksia. Tilaluokituksen avulla oikeiden laitevalintojen, asennustapojen ja laitteiden oikeanlaista käyttötapaa voidaan helpottaa sekä varmistaa laitteiden turvallinen käyttö tällaisessa tilassa.

Tilaluokituksissa otetaan huomioon pölyjen, kaasujen tai höyryjen syttymisominaisuudet kuten syttymislämpötila ja syttymisenergia. Tällä kaikella on päätavoitteena selvittää käytettävä tilaluokka sekä sen laajuus.

Suunniteltaessa laitteistoja, joissa käytetään, käsitellään tai varastoidaan palavia aineita, tulisi jo suunnittelussa pyrkiä minimoimaan päästöjen esiintymistiheys, aika ja määrä normaalitoiminnassa kuin myös poikkeustilanteissakin sekä suunnitteluteknisin keinoin minimoida räjähdysvaarallisten tilojen laajuus ja mahdolliset päästökohteet. Tilanteissa, joissa räjähdyskelpoinen kaasuseos voi esiintyä, tulisi kaasuseoksen esiintymistodennäköisyys eliminoida syttymislähteen läheisyydessä tai poistaa syttymislähde. Mikäli tätä ei voida toteuttaa, tulisi prosessilaitteet, järjestelmät ja menetelmät valita ja varustaa siten, että syttymislähteen ja räjähtävän kaasuseoksen yhtäaikainen esiintymistodennäköisyys jää hyväksyttävän pieneksi. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 14-15.)

Käytännössä prosesseissa, joissa käytetään palavia aineita, ei voida taata, että räjähdyskelpoista ilmaseosta ei koskaan esiintyisi tai etteivät laitteet koskaan muodostuisi syttymislähteiksi. Näin ollen, mikäli palavan aineen esiintymistodennäköisyys on suuri, on panostettava laitteisiin, joilla on mahdollisimman pieni todennäköisyys muuttua syttymislähteeksi. Toisaalta, mikäli palavien kaasuseoksien esiintymistodennäköisyys on pieni, voidaan käyttää alemman vaatimustason laitteita. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 15.)

Räjähdysvaaralliset tilat jaetaan tilaluokkiin 0, 1 ja 2 sekä räjähdysvaaraton tila, perustuen räjähdysvaarallisen seoksen esiintymistodennäköisyyteen, kestoon ja toistuvuuteen. Todennäköisyyteen vaikuttavat päästölähteen luokka sekä ilmanvaihto. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 15.)

2.6.1 Päästölähteet

Päästölähteet jaetaan jatkuva, primääri ja sekundääri päästölähteisiin räjähtävän seoksen esiintymistiheyden ja -todennäköisyyden suhteen. Tilaluokan määrittelee usein päästölähde. Tällainen lähestymistapa voidaan jakaa päästölähteiden tunnistamiseen, päästöluokan ja päästöjen määrittelyyn jokaiselle päästölähteelle käyttäen esiintymistiheyttä, todennäköisyyttä ja päästön kestoa, ilmavaih-

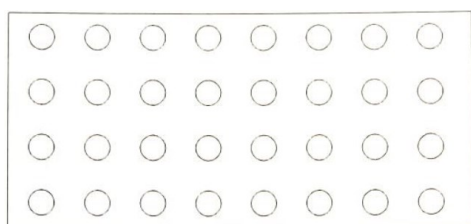
don ja laimenemisen tehokkuuden ja olosuhteiden arvioinnilla, tilaluokan määrittelyllä päästölähteen luokan ja ilmanvaihdon tai laimenemisen tehokkuudella sekä tilaluokan laajuuden määrittelyllä. (SFS-EN 60079-10-1:2015,16, 24.)

Mikäli kyseessä on avoin tila esimerkiksi ulkotila tai tuuletettu tila ja päästölähde on jatkuva, tulee tilaluokitukseksi 0, primäärisillä luokka 1 ja sekundäärisillä 2. Tilan hyvällä ilmavaihdolla voidaan laskea alueen tilaluokitusta lievempään tehokkaan laimenemisen vaikutuksesta esimerkiksi tilaluokasta 0 tilaluokkaan 1 tai tilaluokasta 1 tilaluokkaan 2. (SFS-EN 60079-10-1:2015,24-25.)

Tilaluokan alueellinen suuruus riippuu yleensä päästölähteen ominaisuuksista. Esimerkiksi kaasun ollessa ilmaa raskaampaa, se voi painua maanpinnan alapuolella oleviin tiloihin tai syvennyksiin. Tällaisia tapahtumia voidaan estää rakentamalla esteitä tai ylipaineistamalla tiloja räjähdysvaaralliseen tilaan nähden. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 25.)

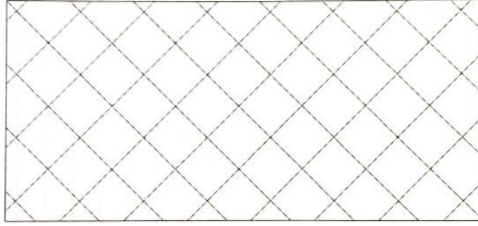
2.6.2 Tilaluokkien suositellut esitystavat

Eri tilaluokille on suositellut merkintätavat, joita olisi hyvä käyttää tilaluokkapiirustuksien yhteydessä. Tilaluokalle 0 tarkoitetaan tilaa, jossa räjähtävä kaasuseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein toistuvasti. Tilaluokan merkintätapa on esitetty kuviossa 1. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 10.)



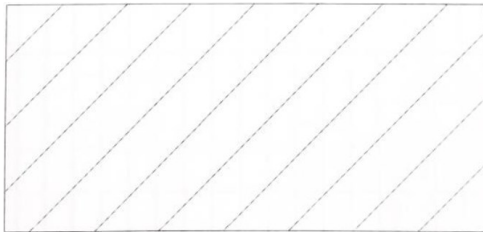
Kuvio 1. Tilaluokan 0 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 27.)

Kuviossa 2 on esitetty merkintätapa tilaluokalle 1, jolla tarkoitetaan tilaa, jossa räjähtävän kaasuseoksen voidaan olettaa esiintyvän satunnaisesti normaalikäytön aikana. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 10.)



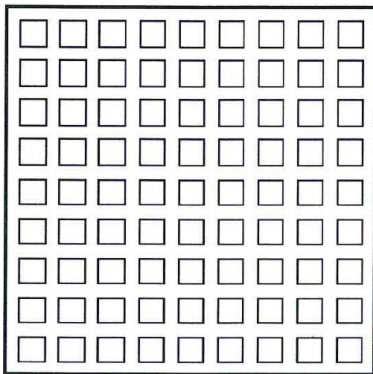
Kuvio 2. Tilaluokan 1 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 27.)

Tilaluokalla 2 tarkoitetaan tilaa, jossa räjähdyskelpoinen kaasuseos ei esiinny normaalikäytön aikana ja mikäli tällainen kuitenkin esiintyy, on sen esiintymisaika lyhyt. Tilaluokan 2 merkintätapa on esitetty kuviossa 3. (SFS-EN 60079-10-1 2015, 11.)



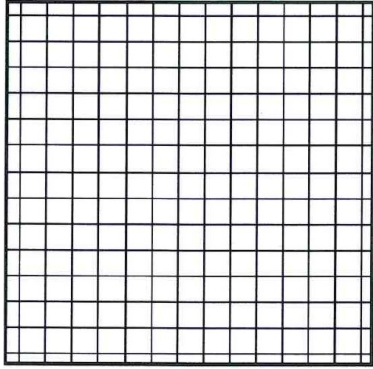
Kuvio 3. Tilaluokan 2 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 27.)

Tilaluokalla 20 tarkoitetaan tilaa, jossa esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein räjähdyskelpoinen palavanpölyn ja ilman pöyilmaseos (Kuvio 4) (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11).



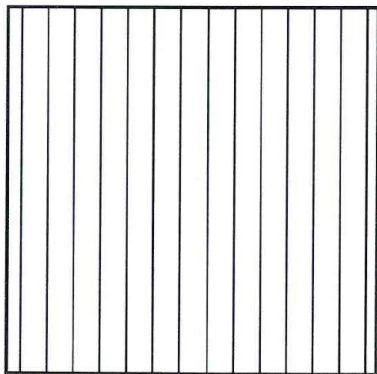
Kuvio 4. Tilaluokan 20 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 18.)

Tilaluokalla 21 tarkoitetaan tilaa, jossa ilman ja palavanpölyn muodostama räjähtävä ilmaseos esiintyy todennäköisesti normaalitoiminnassa satunnaisesti (Kuvio 5) (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11).



Kuvio 5. Tilaluokan 21 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 18.)

Tilaluokalla 22 tarkoitetaan tilaa, jossa palavan pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja lyhytkestoista (Kuvio 6) (SFS-EN 60079-10-2:2015, 11.).



Kuvio 6. Tilaluokan 22 merkintätapa. (SFS-EN 60079-10-2:2015, 18.)

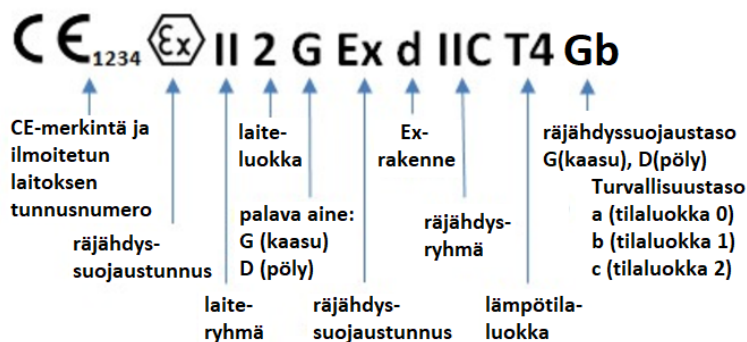
3 LAITEVALINNAT

Ennen kuin räjähdysvaarallisiin tiloihin voidaan valita oikeanlaiset laitteet tai siihen voidaan tehdä asennussuunnittelua, on tilaan tehtävä tilaluokitus. Jotta oikeat laitevalinnat voidaan suorittaa räjähdysvaarallisiin tiloihin, on tiedettävä seuraavat tiedot:

- ”räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitukset ja tarvittaessa räjähdys-suojastusvaatimukset
- tarvittaessa kaasujen, höyryjen tai pölyjen luokitus sekä sähkölaitteiden laiteryhmä tai alaryhmä
- lämpötilaluokka tai mahdollisen kaasun tai höyryn syttymislämpötila
- pölypilven minimisyttymislämpötila ja minimisyttymisenergia sekä pölykerroksen minimisyttymislämpötila
- laitteiden aiottu käyttötapa
- ulkoiset olosuhteet ja ympäristön lämpötila.” (SFS-käsikirja 604-2:2017, 41.)

Vaikka riskiarviointia ei räjähdysten suhteen olisikaan tehty, on silti suositeltavaa, että laitteiden EPL (Equipment protection level) kirjataan tilaluokituspiirustuksiin (SFS-EN 60079-14:2015, 33).

Kuviossa 7 on esitetty ATEX-laitteen merkinnät, joiden tarkoituksia käsitellään yksi kerrallaan, jotta niiden tarkoitus tulisi mahdollisimman selväksi.



Kuvio 7. ATEX-laittemerkinnät. (ST 51.83 2017, 7.)

Räjähdyssuojaustunnus on löydyttävä kaikista ATEX-alueen laitteista. Laiteryhmä (II) kertoo, kuuluuko laite hiilikaivoksiin vai muihin teollisuuden käyttökoh-teisiin. Laiteluokka (2G, kaasu) kertoo, mihin tilaluokkaan laite on sopiva ja miltä räjähtävältä seokselta se suojaa. Ex on räjähdysuojaustunnus ja perässä oleva kirjain ”d” kertoo sen olevan räjähdyspaineen kestävä. Räjähdyssryhmämerkintä kertoo suojauksesta kaasua (II) tai pölyä (III) vastaan sekä perässä oleva kirjain (C) kaasun tai pölyn ominaisuuksista ja niiden vaatimustasoista. Lämpötilaluokka (T4) ilmoittaa sähkölaitteen maksimipintalämpötilan. Räjähdyssuojaustason mer-kintä (Gb) ilmoittaa, mille aineelle räjähdysuojaustaso on ja millä turvallisuusta-solla se on. Tässä tapauksessa kyseessä on kaasu ja suojaustaso tilaluokalle 1. Liitteessä 1 on esitelty tarkemmin merkintöjen tarkoituksia ja suhteita eri luokituk-siin.

3.1 Laiteryhmät ja laiteluokat

Räjähdyssvaarallisiin tiloihin tarkoitetut laitteet jaetaan ryhmiin I ja II. Ryhmien vä-
linen laitejako on tehty siten, että ryhmään I kuuluvat laitteet ovat tarkoitettu hiili-
kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa räjähdysvaara perustuu joko maa-
kaasuun tai pölyyn ja maakaasuun. Tämän lisäksi ryhmä I on jaettu vielä kahteen
laiteluokkaan M1 ja M2. Käytännössä I luokan laitteille ei ole käyttöä eikä merki-
tystä Suomessa. Muissa kuin kaivoksissa käytettävät laitteet kuuluvat ryhmään
II, jotka jaetaan vielä laiteluokkiin 1, 2 ja 3 sen mukaan, kuinka suurta turvalli-
suustasoa niiltä vaaditaan. Kuviossa 7 on esitetty esimerkki laiteluokan merkin-
nästä merkinnällä 2G. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 8.)

3.2 Räjähdyssryhmät

Ryhmän I sähkölaitteet on tarkoitettu käytettäväksi kaivoksissa, missä räjähdys
voi aiheutua hiilipölyn tai kaivoskaasun syttymisen seurauksena. (SFS-EN
60079-0:2013, 28.)

Ryhmän II sähkölaitteet on tarkoitettu käytettäväksi kaasuräjähdyssvaarallisissa
tiloissa pois lukien kaivokset. Tässä ryhmässä on kolme alaryhmää, joka jaotel-
laan kaasuilimaseoksen ominaisuuksien mukaan. Nämä alaryhmät esitetään roo-
malaisia numeroita käyttäen seuraavasti:

- tyypillinen kaasu on propaani IIA
- tyypillinen kaasu on eteeni IIB
- tyypillinen kaasu on vety IIC. (SFS-EN 60079-0:2013,28.)

Näissä ryhmän IIC vaatimukset ovat suurimmat ja se täyttää ryhmä IIA ja IIB vaatimukset ja IIB täyttää ryhmän IIA vaatimukset (SFS-EN 60079-0:2013, 28).

Ryhmän III sähkölaitteet on tarkoitettu käytettäväksi pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa, lukuun ottamatta kaivoksia. Ryhmässä III on ryhmän II tavoin kolme alaryhmää räjähdyskelpoisten pölyilmaseosten ominaisuuksien mukaan:

- palavat hahtuvat IIIA
- eristävät pölyt IIIB
- johtavat pölyt IIIC. (SFS-EN 60079-0:2013, 28.)

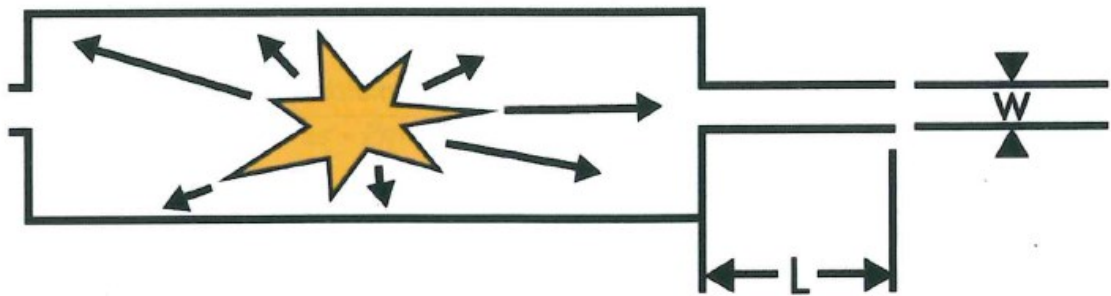
Kuten ryhmän II laitteilla, myös ryhmän III laitteilla vaatimukset menevät samalla tavalla. Toisin sanoen ryhmä IIIC täyttää ryhmien IIIB ja IIIA vaatimukset ja samalla tavalla ryhmä IIIB täyttää ryhmän IIIA vaatimukset. (SFS-EN 60079-0:2013, 28.)

3.3 Räjähdysuojusrakenteet

Sähkölaitteiden valinnassa räjähdysvaarallisiin tiloihin on hyvä tuntee niiden rakenneperiaatteet. Räjähdysuojauksessa rakenneperiaatteet voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäisenä pyritään välttämään kipinän syntyä ja vaarallisia lämpötiloja. Tällaisia rakenteita ovat luonnostaan vaarattomat rakenteet (Exi) ja varmennetut rakenteet (Exe). Toisena vaihtoehtona on eristää laitteesta mahdollisesti muodostuva lämpö tai kipinä siten, ettei se pääse sytyttämään mahdollista räjähtävää seosta. Tällöin vaihtoehtona on käyttää räjähdyspaineen kestäviä- (Exd), hiekkatäytettyjä- (Exq), öljytäytteisiä- (Exo), suoja-uuletteisia- (Exp) tai massaansa valettuja laitteita (Exm). Erikoisrakenteisella (Exs) suojauksella voidaan toteutus tehdä kummallakin tavalla. Räjähdysuojusrakenteista ja niiden suhteista räjähdysuojaukseen tilaluokituksiin voi tarkastella tarkemmin liitteestä 2. (ST 51.83 2017, 7.)

3.3.1 Räjähdysspaineen kestävä rakenne "d"

Räjähdysspaineen kestävässä rakenteissa laitteet, jotka voivat sytyttää räjähdysten, on sijoitettu räjähdysspaineen kestäväan kotelon sisälle, jolloin räjähdysten laajeneminen kotelon ulkopuolelle estyy (Kuvio 8). Toisin sanoen kotelon sisällä sallitaan räjähdys, mutta se ei saa sytyttää kotelon ulkopuolella olevaa räjähdysskelpoista seosta. Kotelon rakenteen pitää olla sellainen, että se kestäää 10 barin räjähdysspaineen. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)



Kuvio 8. Räjähdysspaineen kestävä rakenne "d". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)

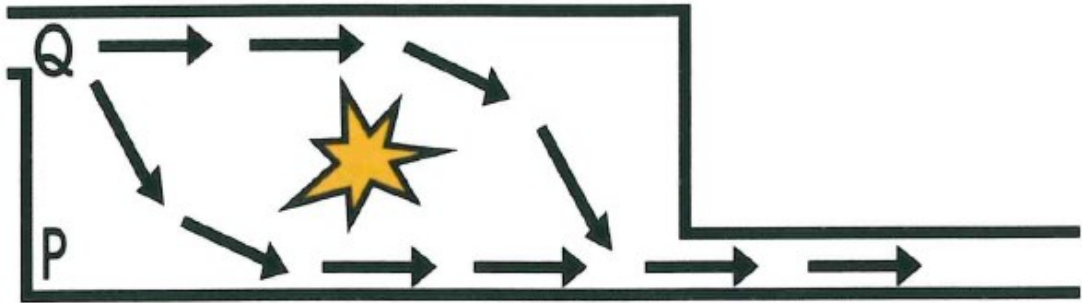
Tämän kaltainen rakenne sopii erityisesti kuumille sekä kipinöiville laitteille. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi katkaisijat, moottoreiden liukurenkaat, kollektorit, lämmityslaitteet ja valaisimet. Nykystandardien mukaisesti räjähdysspaineen kestäväällä rakenteella voidaan täyttää kaikkien kaasutilojen laiteluokkien vaatimukset merkinnöin Ex da, Ex db tai Ex dc. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)

Räjähdysspaineen kestäville laitteille Exd on standardeissa määritelty lisämerkinnöiksi standardin edellyttämät varoitusmerkit ja informatiiviset merkinnät kuten kierrekoko ja -tyyppi. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 377.)

3.3.2 Paineistettu rakenne "p"

Paineistetussa rakenteessa periaatteena on pitää kotelon sisällä ylipainetta ympäristöönsä nähden (Kuvio 9). Tällöin räjähdysskelpoinen seos ei pääse kotelon sisälle. Ylipaineistettua tilaa kotelossa voidaan ylläpitää käyttämällä puhtaan ilman tai "inerttikaasun" (esim. typpi) huuhtelua. Ennen sisällä olevan laitteiston sähköistämistä on tehtävä kotelo putkistoineen, jottei niissä ole räjähdysskelpoista kaasuseosta. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)

Käytön aikana suojausta ylläpidetään jatkuvatoimisella huuhtelulla tai korvaamalla ulosvuotava ilma. Tämän kaltaisia rakenteita käytetään isoissa laitteissa kuten moottoreissa, ohjauspulpeteissa tai keskuksissa. Tätä samaa menetelmää noudattaen rakennetaan myös valvomoita ja analysaattorihuoneita. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)



Kuvio 9. Paineistettu rakenne "p". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 372.)

Paineistetun rakenteen laitteiden (Exp) merkinnät ovat joko Ex pxb, Ex pyb tai Ex pyz ja niitä voidaan tehdä tilaluokkiin 2G, 3G, 2D tai 3D eli räjähdysryhmille Gb, Gc, Db tai Dc. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)

Paineistetun rakenteen laitteille on määritelty lisämerkinnöiksi

- ”suojaustyyppi px, py tai pz
- pienin huuteluun tarvittava suojakaasun määrä, minimihuuhteluaika ja -virtausnopeus
- suojakaasu, jos käytetään muuta kuin ilmaa
- pienin ja suurin sallittu ylipaine kotelossa
- maksimi suojakaasun vuotomäärä
- suojakaasun minimivirtausmäärä
- tarvittaessa suojakaasun sallittu lämpötila tai lämpötila-alue
- piste, josta painetta mitataan, ellei se ole estetty dokumentaatiossa
- standardin vaatimat varoituskilvet.” (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)

3.3.3 Öljytäytteinen rakenne "o"

Öljytäytteisissä rakenteissa laitteet, joista voi tulla kipinää, valokaarta tai kuumia kaasuja, on upotettu öljyyn, jotta ne eivät pääse räjähdyskelpoisten seoksien kanssa kosketuksiin (Kuvio 10). Tätä rakennetta käytetään muun muassa muuntajilla ja käynnistysvastuksilla. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)



Kuvio 10. Öljytäytteinen rakenne "o". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)

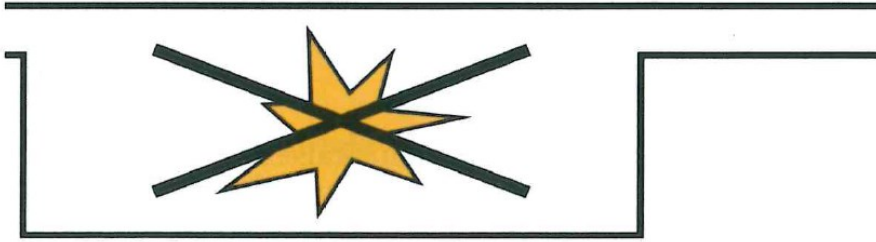
Öljytäytteisten rakenteiden Exo-laitteita voidaan uuden standardin mukaan tehdä kaasutilojen laiteluokkaan 2 tai 3, jotka vastaavat räjähdysuojaustasoja Gb tai Gc. Näissä vaatimuksina ovat merkinnät Ex ob tai Ex oc. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)

Öljytäytteisen rakenteen (Exo) lisämerkinnöiksi on standardeissa määritelty suojauksessa käytetty neste, mahdollisen paineenalennusventtiilin asetusarvot sekä suojauksessa käytetyn nesteen pinnankorkeuden minimi ja maksimi. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 377.)

3.3.4 Varmennettu rakenne "e"

Varmennetussa rakenteessa saadaan suurempi turvallisuus rakenteellisin keinoin verrattuna normaaleihin sähkölaitteisiin (Kuvio 11). Tämä rakenne on laitteille, joissa normaalikäytössä ei esiinny kuumia pintoja, valokaaria tai kipinöintiä. Tämänkaltaista suojausta voidaan käyttää esimerkiksi kyntentärasioille, haaroitusrasioille, oikosulkumoottoreille, valaisimille ja muille kipinättömille laitteille. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.) (ST 51.83 2017, 7.)

Koska suojaus perustuu kipinöinnin estämiseen ei tästä syystä varmennettuja rakenteita jaeta räjähdysryhmiin A, B tai C. Laitteelle annetaan lämpötilaluokka T-T6 tai laitteen suurin pintalämpötila. (ST 51.83 2017, 7.)



Kuvio 11. Varmennettu rakenne "e". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 373.)

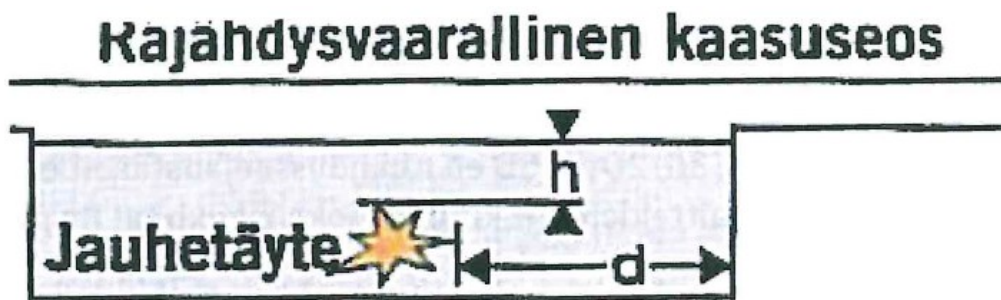
Uusimman standardin mukaan varmennettua rakennetta (Exe) voidaan tehdä täyttämään kaasutilojen laiteluokkia 2 tai 3, joita vastaavat räjähdysuojaustasot ovat Gb ja Gc. Näissä merkintävaatimukset ovat Ex eb tai Ex ec. Exe-rakenteen laitteille on määritely seuraavat lisämerkinnät:

- "mitoitusjännite ja -virta
- käynnistys- ja nimellisvirran suhde (I_A/I_N) ja t_E -aika moottoreille ja vaihtovirtamaneeteille
- suurin oikosulkuvirta, jonka laite kestää käytössä I_{sc}
- valaisimen tekniset tiedot
- yleiskäytössä olevien rasioiden/koteloiden suurin sallittu häviöteho, tai jokaiselle liitinkoolle sallittu lukumäärä eri johdinpoikkipinnoilla ja virroilla.
- mahdolliset käyttöalueen rajaukset
- tiedot erityisistä suojalaitteista
- paristoista rakennetyyppi, lukumäärä, nimellisvirta, varauskyky ja purkaus-aika ja tarvittaessa varoitus "Ei saa ladata räjähdysvaarallisessa tilassa"
- lämmityslaitteissa käytetyn materiaalin lämmönkestävyysarvo T_p
- Ex-riviliittimissä sallittu johtimen poikkipinta-alue ja mitoitusjännite." (SFS-käsikirja 604-1:2018, 376.)

3.3.5 Hiekkatäytteinen rakenne "q"

Hiekkatäytteinen rakenne on samankaltainen kuin öljytäytteinen, sillä täyteaineena toimii öljyn sijasta standardin määrittelemä hiekka (Kuvio 12). Kuten öljytäytteisessä rakenteessa, tässäkin laitteet on upotettu hiekkaan siten, että kipinät, valokaaret ja kuumat osat eivät pääse kosketukseen räjähdyskelpoisen seoksen kanssa. Tällaisia rakenteita käytetään muun muassa sulakkeilla, muuntajilla, kondensaattoreilla ja loistelamppujen sytyttimillä. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)

Hiekkatäytteisiä rakenteita (Exq) voidaan nykystandardien mukaan tehdä täyttämään kaasutilojen laiteluokan 2 ja räjähdysuojaustason Gb vaatimukset merkinnällä Ex qb. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)



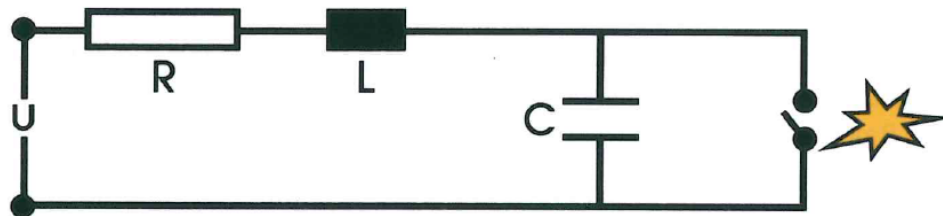
Kuvio 12. Hiekkatäytteinen rakenne "q". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)

Hiekkatäytteiselle rakenteelle (Exq) on standardin mukaiset seuraavat lisämerkintävaatimukset:

- "Laitteessa on oltava varoitusteksti: "Tämä kotelo on pysyvästi suljettu, eikä sitä voi korjata tai "Tämä kotelo on tehtaalla suljettu, katso valmistajan korjausohjeita"
- Ulkoisten virtapiirien liittimet merkittävä selvästi tunnuksella ja lisäksi on merkittävä mitoitusjännite ja -virta
- Mikäli ulkoisella sulakesuojauksella on vaikutusta Ex-suojaukseen, on ilmoitettava ulkoisen sulakkeen tiedot
- Ulkoisen syöttöpiirin prospektiivinen oikosulkuvirta, mikäli laite on suunniteltu muualle kuin 1500 A oikosulkuvirralle." (SFS-käsikirja 604-1:2018, 378.)

3.3.6 Luonnostaan vaaraton rakenne "i"

Laitteissa, joiden tehontarve on niin pieni, ettei se kykene sytyttämään räjähdyskelpoista seosta vikatapauksissa, voidaan soveltaa luonnostaan vaaratonta rakennetta (Kuvio 13). Tässä laitteen virtapiirien virta ja jännite rajoitetaan siten, ettei kipinöitä ja kuumia pintoja pääse syntymään. Laitteen tehon määrittäminen on riippuvainen räjähdysvaaran aiheuttamasta seoksesta sekä siitä onko piiri resistiivinen, induktiivinen vai kapasitiivinen tai näiden yhdistelmä. Tätä rakennetta käytetään lähinnä mittaus- ja merkinantolaitteissa. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)



Kuvio 13. Luonnostaan vaaraton rakenne "i". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)

Luonnostaan vaarattoman rakenteen omaavat laitteet jaetaan kolmeen luokkaan:

- "Ex ia, joka ei aiheuta vaaraa kahden vian esiintyessä samanaikaisesti
- Ex ib, joka ei aiheuta vaaraa yhden vian sattuessa
- Ex ic, joka ei aiheuta vaaraa normaalitoiminnassa." (SFS-käsikirja 604-1:2018, 374.)

Luonnostaan vaarattomille (Exi) rakenteille on standardissa määritelty seuraavat lisämerkinnät:

- Kun kyseessä on liitännäislaitte, esimerkiksi Barrier, on tunnuksella Ex ia, Ex ib, Ex ic tai ia, ib tai ic oltava merkittävänä hakasulkuihin esimerkiksi [Ex ia] tai Ex [ia].
- Exi-suojaukseen vaikuttavat sähköiset tekijät, kuten U_m , U_0 , C_0 , L_0 , C_i ja L_i .

- Tunnistettavat ja selkeät merkinnät on tehtävä luonnostaan vaarattoman sähkölaitteiden ja liitännäislaitteiden liittimille, liitinkoteloille ja pistokytkimille. Käytettäessä tunnistamistarkoitukseen väriä, pitää sen olla vaaleansininen
- Tarvittaessa IP-luokka. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 377.)

3.3.7 Massavalurakenne "m"

Massavalurakenteessa estetään osien massauksella räjähdyskelpoisen seoksen pääsy kosketuksiin vaaraa aiheuttavien osien kanssa (Kuvio 14). Massauksien paksuudet ja käytettävä massa on ilmoitettu standardissa. Tämän kaltaista menetelmää käytetään lähinnä pienehköillä laitteilla ja komponenteille. Massavalurakenteisia (Exm) laitteita voidaan tehdä täyttämään kaikkien laiteluokkien 1, 2 ja 3 (räjähdys-suojaustasojen Ga, Gb tai Gc) vaatimuksia merkinnöin Ex ma, Ex mb tai Ex mc. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 375.)

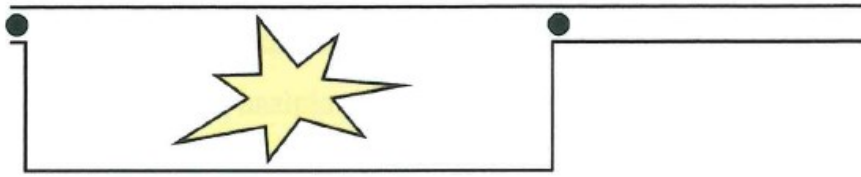


Kuvio 14. Massavalurakenne "m". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 375.)

Massavalurakenteen lisämerkintävaatimuksina ovat mitoitusvirta ja -jännite, ulkoisen sulakesuojauksen tiedot, jos on tarpeen, sekä suurin sallittu prospektiivinen oikosulkuvirta, mikäli se on alle 1500 A. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 378.)

3.3.8 Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo "t"

Pölysuojauksen rakenteessa (kuvio 15) kotelon pintalämpötila on rajoitettu sekä kotelo on pölytiivis, jolloin pölyräjähtävä pölyilmaseos voidaan pitää erossa syttymislähteistä. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 375.)



Kuvio 15. Pölysuojusrakenne "Ext". (SFS-käsikirja 604-1:2018, 375.)

Pölysuojusrakenteita (Ext) voidaan tehdä täyttämään pölytilojen kaikkien laiteluokkien vaatimukset merkinnöin Ex ta, Ex tb tai Ex tc.

3.3.9 Erityisrakenne "s"

Edellä mainittujen rakenteiden lisäksi on olemassa myös erityisrakenteita (Exs), jotka on valmistettu jotain tiettyä tarkoitusta varten tai tietyllä tavalla. Tällöin hyväksymisestä sovitaan valmistajan ja testauslaitoksen välisissä neuvotteluissa. Silloin kun standardisoituja rakenteita ei voida käyttää, tulee erityisrakenteinen laiterakenne kysymykseen.

3.4 Lämpötilaluokka T

Laitevalinnassa on huomioitava, että kyseisen laitteen korkein pintalämpötila ei voi saavuttaa minkään sen vaikutusalueella olevan kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilaa. Tätä varten laitteelle on määritetty maksimilämpötila, joka ei saa ylittää lämpötilaluokan ilmoitettua lämpötilan raja-arvoa, maksimipintalämpötilalle ilmoitettua arvoa tai kaasun syttymislämpötilaa, jonka altistamiseksi laite on aiottu. Taulukossa 1 on esitetty laitteiden maksimipintalämpötilaluokat T1-T6. (SFS-EN 60079-0+A11:2013, 30.)

Taulukko 1. Lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys. (SFS-EN 60079-14:2015, 36.)

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

Mikäli ryhmän II laitteilla on esimerkiksi useiden ympäristölämpötila-alueiden vuoksi useita lämpötilaluokkia, on laitteessa käytettävä symbolia X, jolla viitataan laitteen sertifikaatista löytyviin erityisolosuhteisiin. Mikäli laitteella on useita lämpötilaluokka-alueita, tulee ne ilmoittaa matalimman ja korkeimman lämpötilan rajoilla, jotka ovat erotettuja toisistaan kolmella pisteellä (esim. "T6...T3"). (SFS-EN 60079-0+A11, 73.)

3.5 Räjähdyssuojaustaso EPL

Luvussa 2.6 on käsitelty tilaluokituksia, joilla voi olla vaikutusta määriteltyyn tilaan asennettavien laitteiden räjähdysuojaustason vaatimuksiin. Räjähdyssuojaustason merkinnässä ensimmäinen kirjain ilmoittaa räjähtävän aineen tyyppin, G kaasulle ja D pölylle. Toinen kirjain puolestaan ilmoittaa turvallisuustason, jossa a on vaativin ja c normaali turvallisuustaso. Taulukossa 2 on esitetty vastaavuudet räjähdysuojaustasoille ja laiteluokille tilaluokittain. (SFS-EN 60079-10-1:2015, 14.)

Taulukko 2. Tilaluokkien vastaavuudet räjähdysuojaustasojen ja laiteluokkien suhteen. (SFS-käsikirja 604-1:2018, 14.)

Tila	Tilaluokka	Laitteen räjähdysuojaustaso (EPL)	ATEX-laitedirektiivin laiteluokka
kaasuräjähdyssvaarallinen tila	0	"Ga"	1G
	1	"Ga" tai "Gb"	1G, 2G
	2	"Ga" tai "Gb" tai "Gc)	1G, 2G, 3G
pölyräjähdysvaarallinen tila	20	"Da"	1D
	21	"Da" tai "Db"	1D, 2D
	22	"Da" tai "Db" tai "Dc"	1D, 2D, 3D

3.6 Lisämerkintä X

Mikäli laitteelle on asetettu erityisehtoja, on laitteeseen merkittävä symboli X. Symboli X on esitettävä sertifikaattinumeron jälkeen. Tällaisista erityisehdoista on löydettävä dokumentti, jossa ehdot käyvät ilmi.

4 ASENNUSVALVONTA

Asennusvalvonnan tehtävänä on valvoa tilaajan sopimuksissa asettamia reuna-eh-toja sekä standardien asettamia ohjeita ja säännöksiä. Toisin sanoen valvojan tehtäviin kuuluu valvoa, että asennukset ovat suunnitelman mukaisia ja että standardien mukaiset vaatimukset täyttyvät eri osa-alueilla niin suunnittelun kuin asennustenkin osalta. Lähtökohtaisesti asennusvalvonnassa valvotaan, että asennustavat ja niissä käytettävät materiaalit vastaavat suunniteltua sekä puututaan havaittuihin suunnitteluvirheisiin ja korjataan suunnitelmia ja pyydetään suunnittelua korjaamaan virheet ennen niiden toteutusta.

Standardit asettavat ATEX-tilojen asennuksille vaatimuksia, jotka ovat luvanvaraisen toiminnan reunaehtoja. Näiden lisäksi tilaaja voi asettaa tiukempia lisäehtoja turvallisuudelle sekä tekniselle toteuttamiselle. Tässä luvussa käsitellään enimmäkseen standardien asettamia vaatimuksia ATEX-tilan asennuksille.

4.1 Kaapelityyppi ja asennus

Kaapelit tulisi asentaa mahdollisimman hyvin suojaan mekaanisilta rasituksilta, korroosiolta, kemiallisilta rasituksilta, lämpötilavaikutuksilta ja UV-säteilyn vaikutuksilta sekä Exi-piirien osalta siten, että niiden luonnostaan vaarattomuuteen eivät vaikuta vahingollisesti ulkoiset sähkö- tai magneettikentät. Mikäli kaapeleiden asennuksessa edellä mainittuja altistumisia ei voida välttää, on rasituksilta suojauduttava esimerkiksi käyttämällä suojaputkea tai kaapeli on valittava olosuhteiden mukaisesti käyttämällä mekaanisen rasituksen alentamiseksi esimerkiksi armeerattua kaapelia. (SFS-EN 60079-14:2015, 56, 78-79.)

Räjähdyksvaarallisessa tilassa asennettavien kaapeleiden on sovellettava käyttöpaikan ympäristöolosuhteisiin ja mikäli on mahdollista, että kaasua tai nestettä voi kulkeutua kaapelin johtimien väleissä ja kaapeli menee räjähdysvaarattomaan tilaan tai eri tilaluokkaan luokiteltuun tilaan, on kaapelin rakenne ja käyttösovellus otettava huomioon. Pääsääntöisesti kaapeleina käytetään tiiviitä täytemassalla täytettyjä kaapeleita, jolloin voidaan välttyä kaasun kulkeutumiselta kaapelia pitkin. Tällaisia täytteisiä kaapeleita ovat mm. JAMAK-HF, NOMAK-HF tai KJAAM-HF. (SFS-EN 60079-14:2015, 55.)

Kaapelivalintoihin vaikuttavat myös käyttöolosuhteet. Näitä ovat muun muassa kaapeleille asetellut alueelliset vaatimukset kuten ulkotiloissa UV-säteilyn kestoisuus, räjähdysvaarallisten tilojen luokituksen täyttävät kaapelit, mekaaninen- tai kemiallinen kestoisuus tai hyllyjärjestelmille varatut fyysiset tilat.

Tilanteissa, joissa kahden vaarattoman tilan välinen kaapeli kulkee räjähdysvaarallisen tilan kautta, on räjähdysvaarallisessa tilassa olevan johtojärjestelmän osan täytettävä räjähdysvaarallisen tilan asettamat EPL-vaatimukset. (SFS-EN 60079-14:2015, 58.)

Kaapelivalinnoilla ja suojaustavalla voidaan vaikuttaa myös kaapelihyllyjärjestelmiin. Mikäli räjähdysvaarallisissa tiloissa päädytään käyttämään suojauksena esimerkiksi luonnostaan vaarattomia piirejä (Exi), on luonnostaan vaarattomien piirien kaapeleiden asennus tehtävä siten, että Exi-piirien kaapelit eivät voi tarpeeksi kytkeytyä Exi-suojaamattomien virtapiirien kaapeleihin. Tämä voidaan varmistaa joko

- a) asentamalla Exi-kaapelit erilleen kaikista muista
- b) sijoittamalla Exi-kaapelit niin, että ne ovat suojassa mekaanisilta vaurioilta
- c) käyttämällä armeerattuja tai metallisella suojavaipalla varustettuja kaapeleita. (SFS-EN 60079-14:2015, 78.)

Exi-piirien käyttö suojauksena lisää kaapeloinnille annettuja määräyksiä verrattuna muihin räjähdysuojaurakenteisiin. Mikäli Exi-virtapiirien kaapelointina ei käytetä armeerattuja tai metallivaipalla tai -suojalla olevia kaapeleita, on kaapelit merkittävä, jotta ne tunnistetaan Exi-piiriin kuuluviksi. Tähän merkintään käytetään yleensä kaapelinvaipan väriä, jonka on oltava vaaleansininen. (SFS-EN 60079-14:2015, 79.)

Mikäli valitaan armeerattujen kaapeleiden käyttö, on laitekaapelit yleensä armeeramattomia, jolloin ne joudutaan erottelemaan hyllyillä muista kaapeleista tai käyttämään niille tarkoitettua omaa hyllyä. Tähän on hyvä kiinnittää huomiota jo ennen asennusvaihetta, jotta kaapelireiteille varataan tarpeeksi tilaa ja että asennus tulee tehtyä vaatimusten mukaisesti.

Kaapelihyllyjärjestelmässä yleensä palosuojatut kaapelit (oranssit) menevät ylimmässä kerroksessa, luonnostaan vaarattomat Exi-signaalikaapelit (vaaleansininen) omalla hyllyllä keskimmäisenä ja tavalliset signaalikaapelit alimmaisena.

Käytettäessä luonnostaan vaarattomien piirien kaapeloinnin merkintään vaaleansinistä väriä tuo se etunaan selkeyttä hyllyjärjestelmän käyttöön. Tällöin on selvää, ettei muita signaalikaapeleita tai voimakaapeleita asenneta samalle hyllylle Exi-piirin kaapeleiden kanssa uudisrakentamisen aikana tai tulevaisuudessa. Tämä tapa on valvonnan kannalta helpoin, sillä jännitekaapeleiden ja Exi-kaapeleiden erottelu on visuaalisesti huomattavasti helpompaa. Kuvassa 1 nähdään edellä mainittujen valintojen väliset erot.



Kuva 1. Kaapelin valinnan vaikutus kaapeloinnin selkeyteen. Oikeanpuoleisessa kuvassa on valittu Exi-kaapelin merkkaukseen vaaleansininen väri.

Turvajärjestelmien kaapeloinnissa on kiinnitettävä huomioita hyllyreitteihin räjähdysvaarallisten tilojen läheisyydessä, sillä turvajärjestelmien kaapelointi ei saa missään tapauksessa kulkea räjähdysvaarallisen alueen läpi. Eri turvajärjestelmiä on listattu liitteessä 3. (SFS 600-1-1, 430.)

4.2 Kaapelin sähköiset parametrit

Teholähteen lähtöarvojen U_0 , I_0 ja P_0 on oltava pienempiä kuin Exi-laitteiden sallitun syöttöjännitteen U_i , -virran I_i ja -tehon P_i . (SFS-EN 60079-14 2015, 82.)

Ex-piirin kaapelin sähköiset parametrit (C_c ja L_c) tai (C_c ja L_c/R_c) tulee määrittää kohtien a, b tai c mukaan:

- a) kaapelivalmistajan ilmoittamien, kaikkein vaativimpien sähköisten parametrit mukaan
- b) mittaukseen perustuvat sähköiset parametrit kaapelinäytteestä
- c) 200 pF/m ja joko 1µH/m tai 30µH/Ω, missä keskinäisesti liittyneinä on kaksi tai kolme tavanomaista rakennetta olevan kaapelin johdinta. (SFS-EN 60079-14 2015, 76.)

Exi-piireissä, joissa on vain yksi tehonlähde, tulee järjestelmään kuuluvien kaikkien laitteiden ja kaapeleiden yhteenlaskettu induktanssi ja kapasitanssi olla enintään tehonlähteen L_0 ja C_0 . Mikäli tehollinen induktanssi ja kapasitanssi ovat suurempia kuin 1% vastaavista tehonlähteen (L_0 ja C_0) arvoista, on L_0 ja C_0 :n arvot jaettava kahdella sekä sallittujen kaapelin induktanssin että kapasitanssin arvot korjattava vastaavasti. Vaihtoehtoisesti tehonlähteen suhdetta L_0/R_0 voidaan käyttää L_0 :n sijasta, mikäli kaikkien yhteenlaskettujen laitteiden induktanssi ole suurempi kuin 1% L_0 :sta. Taulukossa 3 on esitetty esimerkkinä piirikaaviossa esitetynä sähköisten parametrien tarkastelu. (SFS-EN60079-14 2015, 82.)

Taulukko 3. Kaapelien sähköisien parametrien tarkastelu.

Tilaluokka:	Sytt. Ryhmä:	Räj. Ryhmä:
Tehorajoitin		Liitännäislaite
KCD0-SD-EX1.1245		CSFCISG551C517MO.24/DC
$I_0=110.0$ mA	< OK	$I_i=300.0$ mA
$U_0=25.2$ V	< OK	$U_i=28.0$ V
$P_0=693$ mW	< OK	$P_i=1600$ mW
$C_0=0.107$ uF		$C_i=0.0$ uF
$L_0=2.94$ mH		$L_i=0.0$ mH
II 1G Ex ia IIC		II 1G Ex ia IIC T6
Li tai Ci on alle 1% Lo ja Co arvoista		
KAAPELI < 134m (Co-Ci)/Cc; Cc=0,800 uF		

4.3 Lämpiviennit

Kaapelilämpiviennit on valittava siten, että ne vastaavat kaapelien halkaisijaa. Kaapelien sovittaminen läpivientiin tiivistysteipin, kutistesukan tai muun materiaalin avulla ei ole sallittua. Kuvassa 2 nähdään virheellinen asennustapa, jossa kaapeli ei mahdu sille tehtyyn läpivientiin, jolloin se on kuorittu ennen kenttäkoteloja ja sen sovittamiseen on käytetty edellä kiellettyjä menetelmiä. Tällaisen huonon asennuksen peittäminen voi nähdä tavallisissa prosessitiloissa, vaikka se ei täytä sielläkään hyvän asennustavan vaatimuksia. Tällaisten asennusvirheiden ja ongelmien peittäminen voi aiheuttaa räjähdysvaarallisessa tilassa vakavan vaaratilanteen tai onnettomuuden. Tästä syystä jokaisen räjähdysvaarallisissa tiloissa työskentelevän asentajan on käytävä koulutus räjähdysvaarallisten tilojen asennuksiin, jotta vaarattomalta tuntuvat oikaisut asennuksen laadussa jäisivät tekemättä.



Kuva 2. Vääränkokoinen läpivienti kaapelille.

Kaapeliläpivientejä käytettäessä lämpötiloissa, jotka poikkeavat normaalista -20°C...+40 °C ympäristölämpötiloista tai toimintalämpötila on yli +80 °C, on sertifiointiasiakirjojen katettava tämä asia. Kaapeliläpivienneissä on oltava myös Ex merkinnät, jotka täyttävät tilavaatimukset. (SFS-EN 60079-14:2015, 59.)

Käyttämättömät läpivientiaukot on suljettava taulukon 4 vaatimukset täyttävillä sulkutulpilla. Sulkutulppien on varmistettava vähintään IP54 kotelointiluokka tai asennuspaikan edellyttämät korkeamman kotelointiluokan säilymisen. Sulkutulppien on oltava sellaisia, että ne voidaan poistaa vain työkaluja käyttämällä. Räjähdyssuojauksen kestävissä (Exd) koteloissa ei saa käyttää sovitteita sulkutulppien kanssa. (SFS-EN 60079-14:2015, 61.)

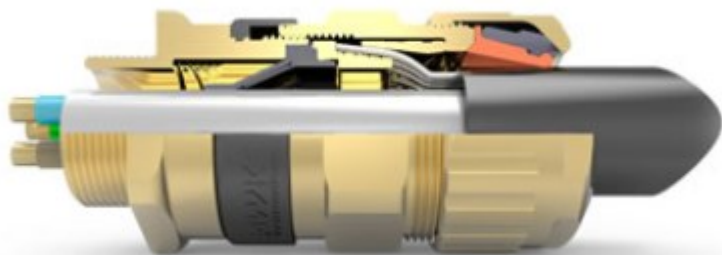
Taulukko 4. Kaapeliläpivientien, kierresovitteiden ja sulkutulppien valinta kotelon räjähdysuojauksen rakenteen mukaisesti. (SFS-EN 60079-14:2015, 60.)

Laitteen räjähdysuojauksen rakenne	Läpiviennin, sovitteen ja sulkutulpan räjähdysuojauksen rakenne			
	Ex "d" ks.4.2.3	Ex "e" ks. 4.2.1	Ex "n" ks. 4.2.1	Ex "t" ks.4.2.2
Ex "d"	X			
Ex "e"	X	X		
Ex "i" ja Ex "nL" - ryhmä II ^a	X	X	X	
Ex "i" -ryhmä III ^a				X
Ex "m"	Ex "m"- rakennetta ei normaalisti sovelleta johdinliitäntöihin. Liitännän suojausrakenteen on sovellettava käytettyyn johdotusjärjestelmään.			
Ex "n" paitsi Ex "nL" Ex "nR"	X	X	X	
Ex "o"				
Ex "p", kaikki tyypit	X	X	X ^b	
Ex "pD"				X
Ex "q"	Ex "q"-rakennetta ei normaalisti sovelleta johdinliitäntöihin. Liitännän suojausrakenteen on sovellettava käytettyyn johdotusjärjestelmään.			
Ex "s"	Sallittu vain sertifikaatin ehtojen mukaisesti			
Ex "t"				X
X tarkoittaa, että käyttö on sallittu. ^a Jos laitteessa on vain yksi Exi-virtapiiri, silloin ei kaapeliläpiviennille ole erityisvaatimuksia. ^b Sallittu vain Gc asennuksissa.				

4.3.1 Lisävaatimukset Ex "d"-koteloiden läpivienneille

Mikäli kaapeli viedään Exd-koteloon siinä kiinni olevan (laitteeseen kuuluva) läpivientieristimen avulla (epäsuoraan liitäntä), on kotelon ulkopuolisen läpiviennin osat suojattava jollakin IEC 60079-0 luetelluissa räjähdysuojaurakenteista. Esimerkiksi läpivientieristimen paljaat jännitteiset osat ovat liitäntäkotelossa, joka on joko räjähdyspaineen kestävä tai varmennettua rakennetta "e". (SFS-EN 60079-14:2015, 61.)

Kun käytetään Ex"d" kaapeliläpivientejä, joissa vedonpoisto perustuu tiivisterenkaalla (puristus) tehtävää vedonpoistoon, on armeeratun tai punospäällysteisen kaapelin läpivientinä käytettävä sellaista läpivientiä, jossa armeeraus tai punos voidaan päättää läpiviennissä ja puristus tapahtuu kaapelin sisävaippaa vasten esimerkkinä kuvan 3 holkkitiiviste. (SFS-EN 60079-14:2015, 62.)



Kuva 3. 501/453/UNIVERSAL Ex-tilan holkkitiiviste (Exd ja Exe kaksoishyväksyty) armeeratuille kaapeleille. (Justuxia 2020.)

Reikien lisääminen tai kierteiden muuttaminen on sallittua vain, mikäli muutos on sertifiointidokumenttien mukainen ja sen tekee valmistaja tai sertifioitu korjauspaja. Mikäli kierteitetty läpivientiaukko on kooltaan erilainen kuin kaapeliläpivienti, on käytettävä standardin IEC 60079-1 vaatimukset täyttävää Exd-kierresovitetta, jolla saadaan tarvittava kierrepitus, joka on viisi täyttä kierrettä. (SFS-EN 60079-14:2015, 61-62.)

Kaapeliläpivienneissä kaapelin läpivientijärjestelmän on täytettävä jokin seuraavista vaatimuksista:

- a) Kaapeliläpivienti on tiivistetty kovettuvalla massalla (sulkukaapeliläpivienti) ja se täyttää standardin IEC 60079-1 vaatimukset ja on sertifioitu laitteena
- b) Kaapelin läpivienti täyttää seuraavat vaatimukset
- Ne ovat standardin IEC 60079-1 mukaisia ja ne on sertifioitu laitteina.
 - Käytetyt kaapelit ovat kestopuovi-, kertamuovi- tai elastomeeri-vaippaisia. Niiden on oltava pyöreitä, tiiviitä ja niissä on oltava suulakepuristettu täytekerros ja mahdollisen täyteaineen on oltava vettä imemätöntä.
 - Kytetty kaapeli on vähintään 3m pituinen
- c) ”Epäsuora kaapeliläpivienti, jossa käytetään Exd-laitekoteloä läpivientiliitimiseen ja Exe-liitäntäkoteloa.
- d) Mineraalieristeisillä metallivaippaisilla kaapeleilla, joilla on tai ei ole muovipäällyste on käytettävä asianmukaista standardin IEC 60079-1 vaatimukset täyttäviä Exd-kaapeliläpivientitarvikkeita.
- e) Exd-tiivistystarvike (esim. tiivistysrasia) on laitteen dokumenteissa määrätyn tai standardin IEC 60079-1 mukainen käytettynä kyseessä olevalle kaapelille soveltuvan läpivientitarvikkeen kanssa. Tiivistystarvikkeessa, kuten sulkumuhvissa tai tiivistysrasiassa, on oltava valumassa tai muu soveltuva tiivistysaine, joka sulkeutuu tiiviisti yksittäisten johdinten ympärille. Tiivistystarvikkeet on sovitettava laitteen kaapelien sisäänvientikohtaan.” (SFS-EN 60079-14:2015, 61-62.)

Mikäli kaapeliläpivienti ja itse kaapeli on sertifioitu yhdessä laitteen (kotelon) kanssa, eivät edellä mainitut vaatimukset ole tarpeen. (SFS-EN 60079-14:2015, 61-62.)

4.3.2 Lisävaatimukset räjähdysuojaurakenteelle "t"- suojaus kotelolla

Räjähdysuojaurakenteella kotelointiluokan on oltava taulukon 5 mukainen.

Taulukko 5. Räjähdysuojaurakenteen, laiteryhmän ja kotelointiluokan suhteen. (SFS-EN 60079-14:2015, 63.)

Räjähdysuojaurakenne	Ryhmä IIIC	Ryhmä IIIB	Tyhmä IIIA
"ta"	IP6X	IP6X	IP6X
"tb"	IP6X	IP6X	IP5X
"tc"	IP6X	IP5X	IP5X

Suorakierteiset Ex"t" kaapeliläpiviennit, adapterit tai sulkutulpat, voidaan varustaa tiivistealuslevyllä läpiviennin ja Ex"t"-kotelon välissä. Mikäli aluslevyä ei käytetä, on kierrepituuden oltava vähintään 5 täyttä kierrettä ja kartiokierteisillä läpivienneillä vähintään 3,5 kierrettä. (SFS-EN 60079-14:2015, 63.)

4.3.3 Lisävaatimukset muille kuin Ex "d", Ex "t" ja Ex "nR" läpivienneille

Tarvittaessa muihin kuin Ex"d"-, Ex"t"- tai Ex"nR"-laitteisiin lisäläpivientejä, ne voidaan toteuttaa seuraavin ehdoin:

- Aukkojen koot, paikat ja lukumäärät on sallittu valmistajan dokumentaatiossa.
- Läpivientiaukkojen toleranssien on oltava valmistajan ilmoittamien toleranssien mukainen (sekä kierteitettyjen että kierteettömien). (SFS-EN 60079-14:2015, 61.)

4.4 Kytkenä

Räjähdysvaaralliseen tilaan päättyvän kaapelin jokaisen käyttämättömän johtimen pää on joko maadoitettava tai eristettävä luotettavasti käyttämällä tähän soveltuvaa päätettä. Pelkällä teipillä eristäminen ei ole sallittua. (SFS-EN 60079-14:2015, 59, 79.)

Luonnostaan vaarattomien ja energiarajoitettujen virtapiirien monijohdinkaapeleiden käyttämättömät johtimet tulee joko

- a) Sopivia liittimiä käyttäen eristää luotettavasti maasta ja toisistaan kaapelin molemmissa
- b) Maadoittaa samassa pisteessä kuin saman kaapelin muut Exi-piirit, mutta kaapelin toisessa päässä eristää luotettavasti maasta ja toisistaan sopivaa päätettä käyttämällä, mikäli monijohtimisen kaapelin muut piirit on maadoitettu esimerkiksi liitetyn laitteen kautta. (SFS-EN 60079-14:2015, 79.)

Päättämiseen voidaan käyttää kutistemuovisukkaa tai sopivaa liittintä (SFS-EN 60079-14:2015, 79).

4.5 Potentiaalintasaus ja maadoitus

Potentiaalintasaus on käytettävä räjähdysvaarallisen tilan asennuksissa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki TN-, TT- ja IT-järjestelmien jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään. Järjestelmä voi koostua suojajohtimista, metallisista suojaputkista, metallisista kaapelivaipeista, teräslanka-armeerauksesta sekä metallirakenteiden osista. Potentiaalijärjestelmän liitokset tulee varmentaa löystymistä vastaan ja materiaalien on minimoitava korroosioriskit, jotka voivat heikentää liitosten tehokkuutta. (SFS-EN 60079-14:2015, 49.)

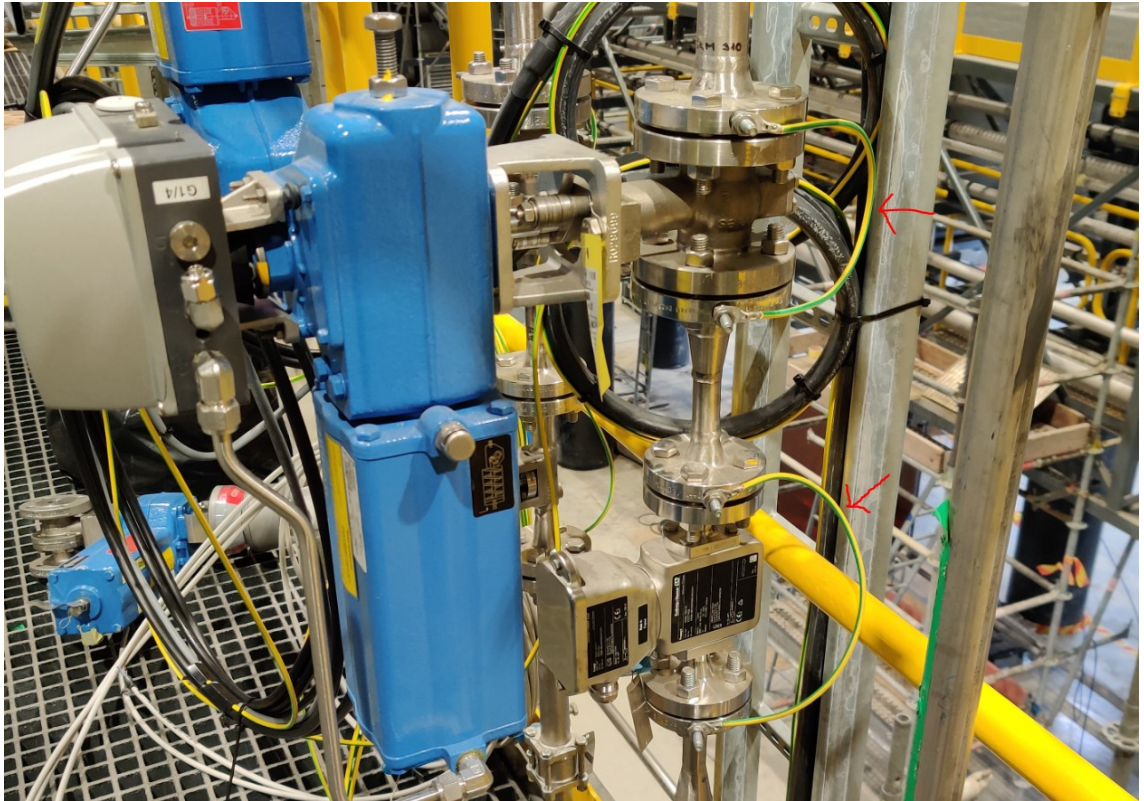
Käytettäessä armeerattuja tai suojavaipallisia kaapeleita, jotka ovat maadoitettu vain räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella, on tämä maadoituspaikka yhdistettävä räjähdysvaarallisen tilan potentiaalintasausjärjestelmään. Mikäli armeeraus on maadoitettu vain räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella TN-järjestelmässä, se voi mahdollistaa vaarallisen kipinöinnin syntyä armeerauksen räjähdysvaarallisen puolen päässä. Tästä syystä armeerausta tai suojavaippaa tulisi käsitellä kuin käyttämätöntä johdinta. Armeeraus tulisi normaalisti yhdistää potentiaalintasausjärjestelmään kaapelireitin kummassakin päässä käyttäen esimerkiksi kuvan 3 kaapeliläpivientejä tai vastaavia. Armeerauksen voi myös yhdistää liittimellä maadoitusjohtoon, joka viedään maadoituspisteeseen alla olevan kuvan 4 mukaisesti.



Kuva 4. Armeerauksen yhdistäminen potentiaalintasausjärjestelmään

Mikäli vaatimuksena on, ettei armeerausta kytketä potentiaalintasausjärjestelmään kaapelireitin varrella, on huolehdittava, että armeerauksen sähköinen johtavuus säilyy kaapelireitin päästä päähän. Tilanteissa, joissa armeerauksen potentiaalintasaus kaapeliläpivienneissä ei ole käytännön syistä mahdollista, tai mikäli suunnitteluvaatimukset eivät sitä salli, on huolellisesti vältettävä armeerauksen ja potentiaalijärjestelmän välillä mahdollisesti esiintyvien potentiaalierojen aiheuttama sytyttävä kipinäointi. Joka tapauksessa armeerauksen on oltava ainakin yksi johtava yhteys potentiaalintasausjärjestelmään. Läpivienti, joka eristää kaapelin armeerauksen maasta, on asennettava vaarattomalle alueelle tai tilaan, jonka EPL-taso on "Gc" tai "Dc". (SFS-EN 60079-14:2015, 78.)

Usein putkiston laippojen ja laitteiden kiinnityskohtien potentiaalintasaus räjähdysvaarallisten tilojen alueella unohdetaan suunnittelussa. Näihin on asennettava laipan ja laitteen yli potentiaalintasaus. Ohjeet siitä, miten tämä toteutetaan, tulee yleensä tilaajan toimesta tehdas standardien sekä asennustyyppikuvien puolelta. Kuvassa 5 on esitetty potentiaalintasaukset laitteen yli atex-alueella.



Kuva 5. Potentiaalitasauslaitteen yli Ex-alueella.

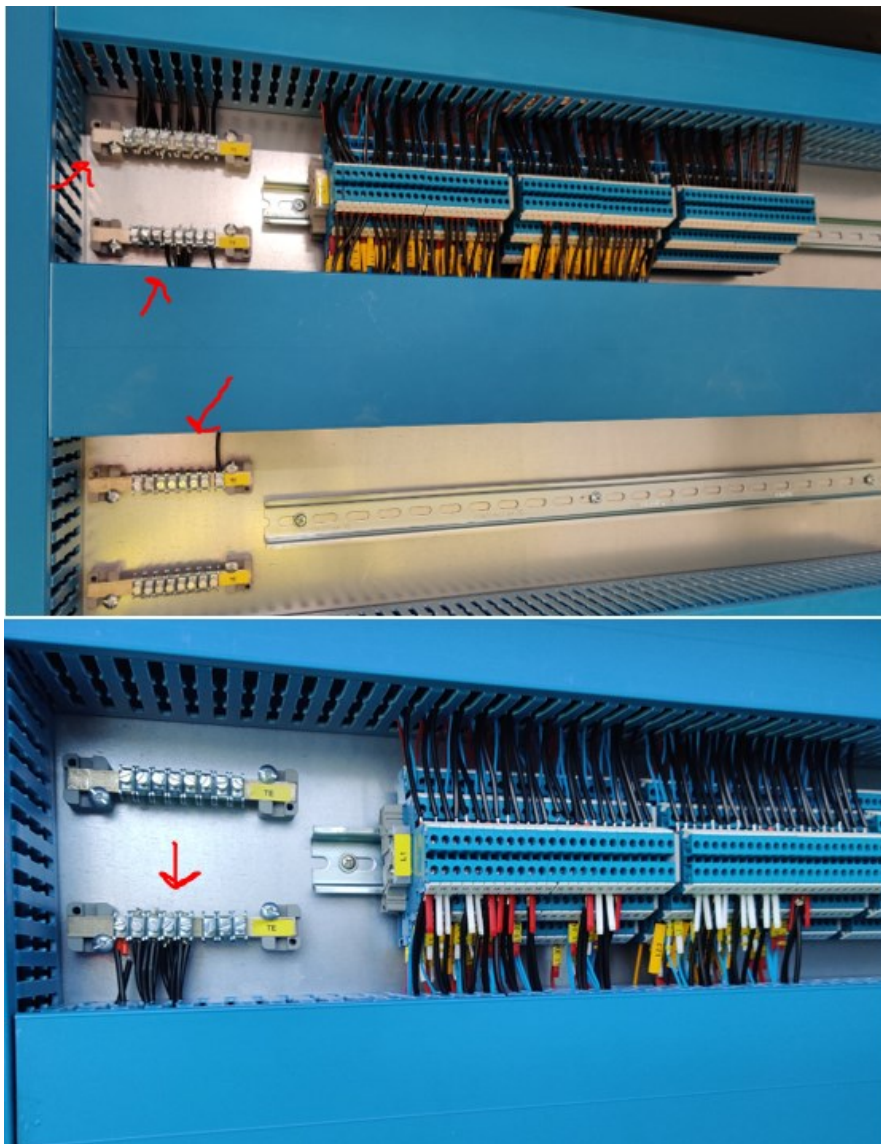
Potentiaalitasauksen lisäksi on huomioitava räjähdysvaarallisissa tiloissa laite- maadoitukset, sillä jokainen laite kyseessä olevalla alueella tulee maadoittaa. Johtimen on oltava vähintään 4 mm², mikäli ei käytetä mekaanista suojausta ja mekaanisesti suojattuna 2,5 mm².

4.6 Häiriösuojaus

Maadoitetussa Exi-piirissä häiriösuoja tulisi maadoittaa samaan pisteeseen suo- jaamansa Exi-piirin kanssa. Käytettäessä häiriösuojujattuja kaapeleita on johtavat häiriösuojujat yhdistettävä maahan vain yhdestä pisteestä, tavallisesti räjähdys- vaarattomalla alueella olevassa päässä. Tällä vaatimuksella estetään se, ettei suojavaipoissa kulkisi mahdollisesti sytyttävää silmukkavirtaa, mikäli piirin päiden välillä on ero paikallisen maan potentiaalissa. (SFS-EN 60079-14 2015, 77.)

Häiriösuojujat kytketään järjestelmäkaapissa häiriösuojujakiskoon, joka yhdistetään maadoituskaapelilla maadoituskiskoon. Asennusten selkeyden vuoksi jokaiselle rungolle voidaan asentaa järjestelmäkaapissa oma häiriösuojujakisko, joka yhdis- tetään lopulta maadoituskiskoon. Kenttäkotelolla jokainen häiriösuoja jatkaa aina

laitteelle asti laitekaapelin häiriösuojilla. Kenttäkotelolla runkokaapelin ja siihen liittyvien laitekaapeleiden yhteiset häiriösuojat yhdistetään häiriösuojakiskoon. Tämä tarkoittaa sitä, että kenttäkotelolla on oltava jokaisella runkokaapelilla oma häiriösuojakiskonsa. Tällä tavoin vältetään häiriösuojien välille muodostuvat silmukkarakenteet. Kuvassa 6 on esitetty oikeanlainen asennustapa sekä yleinen virhe, missä kaikki ruonkojen häiriösuojat ovat erittelemättä ja yhdistetty samaan kiskoon. Lopulta häiriösuoja päätetään laitteiden päässä maasta erotettuun liittimeen, jolloin laitteen päässä oleva häiriösuoja jää kellumaan. Näin saavutetaan häiriösuojille ehyt puumainen rakenne. Häiriösuojan eristämiseen ja suojaamiseen voidaan käyttää mustaa sukkaa.



Kuva 6. Ylemmässä kuvassa on oikeanlainen ja alemmassa kuvassa vääränlainen häiriösuojan jako ja asennustapa.

Häiriösuojan eristämiseen ei saa käyttää maadoituksen keltavihreää sukkaa kuten kuvassa 7 on tehty. Joskus ulkomailta tulleissa valmiissa prosessimoduuleissa voidaan käyttää vääränlaista merkitsemisjärjestelmää, joten niiden kanssa on oltava tarkkana aivan perusasioissakin.



Kuva 7. Keltavihreän värin väärä käyttö häiriösuojassa.

4.7 Kotelot

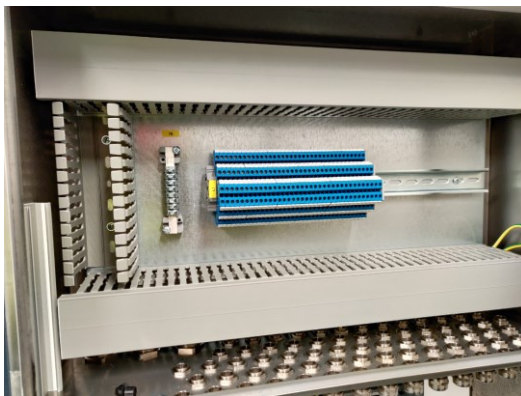
Riviliitinkotelo on valittava sen mukaisesti, että se soveltuu olosuhteisiin, johon se on tarkoitus asentaa. On suositeltavaa, että kotelo on kotelointiluokaltaan vähintään IP54. Mikäli pölyn tai kosteuden tunkeutuminen tai pääsy johtaville osille voi heikentää eri Exi-virtapiirien ominaisuuksia tai johtaa virtapiirien yhdistelmään, jota ei ole varmennettu, on nämä piirit asennettava siten, että niiden erotus ei heikkene. Exi riviliittimien erotusvälin maadoitetuista osista on oltava vähintään 3mm. Riviliitinkotelo tulisi merkitä ”VAROITUS – Exi-virtapiirejä” tai teknisesti vastaavalla tekstillä. (SFS-EN 60079-14 2015, 85.)

Riviliitinkoteloiden, joissa on useampi kuin yksi Exi-virtapiiri, on täytettävä standardin IEC- 60079-0 vaatimukset. Lisäksi kotelon liittimien paljaiden jännitteisten osien välisten pinta- ja ilmavälien on oltava vähintään 6 mm. (SFS-EN 60079-14 2015, 86.)

Mikäli riviliitinkotelossa on sekä Exi-piirejä että muita virtapiirejä, on sen täytettävä lisäksi seuraavat vaatimukset:

- Mikäli riviliitinkotelo on Ex-tilassa, on kotelon ja ei Exi-laitteiden täytettävä räjähdyssuojusrakenteen vaatimukset.
- Muiden piirien ja Exi-piirien paljaiden jännitteisten osien ilmavälin on oltava 50 mm ja täytettävä standardin IEC 60079-11 vaatimukset
- Kotelon kannessa varoitus ”VAROITUS – EI SAA AVATA JÄNNITTEISENÄ” tai
- Kaikilla jännitteisillä osilla, joita ei ole Exi suojattu, on kansi, joka takaa vähintään IP30 suojauksen, kun kansi on auki ja sisäkannessa kilpi ”VAROITUS – MUUT KUIN Exi-VIRTAPIIRIT ON SUOJATTU IP30 KANELLA”. (SFS-EN 60079-14 2015, 86.)

Mikäli käytetään luonnostaan vaarattomia piirejä, on kotelon valmistuksessa huomioitava, että luonnostaan vaarattomat piirit asennetaan sinisen värisiin kouruihin ja sinisiin riviliittimiin. Sinisiä riviliittimiä ei käytetä muulloin kuin luonnostaan vaarattomien piirien kanssa, jotta niitä ei sekoitettaisiin nolla riviliittimeen. Mikäli esimerkiksi kenttäkoteloon tulee vain tavallisia piirejä, ei sinisiä riviliittimiä tule käyttää. Kuvassa 8 on esitetty kenttäkotelo, jossa on käytetty harmaita kouruja ja sinisiä riviliittimiä. Kotelossa on käytännössä tehty kaikki virheet mitä voidaan. Korjauksena koteloon pitäisi tehdä joko siniset kourut mikäli sitä käytetään Exi-piireille ja mikäli liittynät ovat tavallisille piireille tulisi siniset riviliittimet vaihtaa harmiksi.

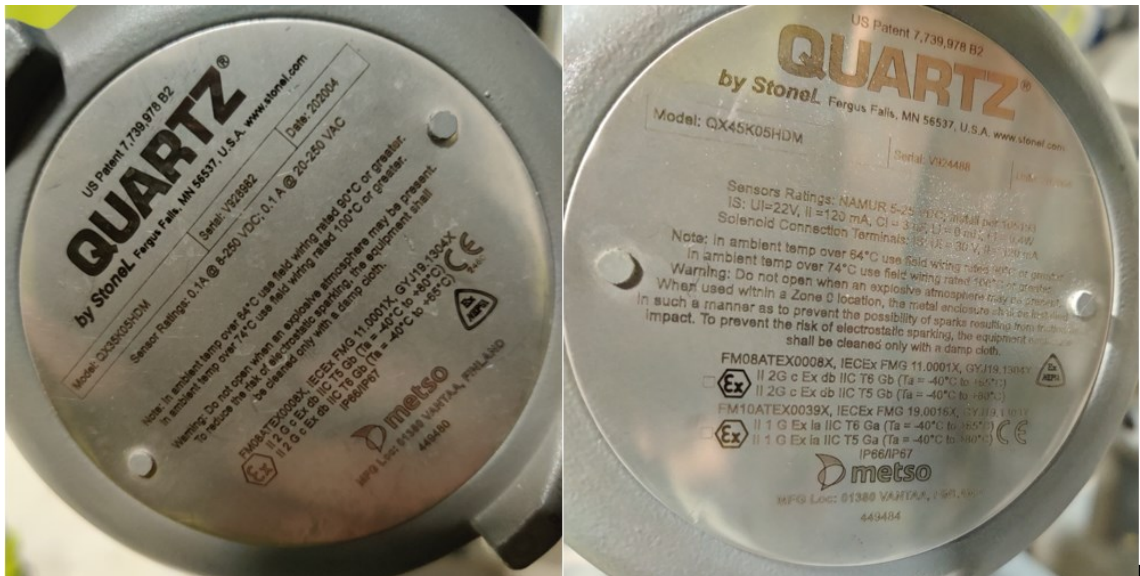


Kuva 8. Kenttäkotelon kalustusvirheet.

4.8 Laiteasennusten valvonta

Laiteasennuksissa on hyvä lähteä siitä, että tarkastetaan, onko kyseessä oleva laite oikeassa paikassa ja oikeanlainen. Lisäksi tarkastetaan, että räjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksia noudatetaan käytettävien laitteiden, osien ja kaapelointien osalta. Näitä ovat mm. koteloiden ja instrumenttien läpiviennit, käytettävät kaapelit, suojaputket, kytkentätavat ja asianmukaiset merkinnät.

Laitteiden tyyppien merkinnät voivat poiketa toisistaan vain yhden tyyppikirjaimen verran, joka puolestaan voi vaikuttaa sen toimintaan ja määrittäisiin EX-laitteissa. Tyyppin lisäksi on myös tarkastettava, että asennettu laite on suunnitelmien mukainen ja täyttää siltä vaaditut EX-tilan vaatimukset. Kuvassa 9 on esitetty kaksi samanlaista venttiilin rajapakettia, joissa tyyppikoodin yksi kirjain on eri. Näin ollen kentälle on asennettu vääränlainen laite kuin on suunniteltu ja tilattu. Tässä tapauksessa tyyppikoodin yksi kirjain muuttaa EX-laitteen suojauksen siten, että toisessa suojaus on räjähdyspaineen kestävä ja toisessa sekä räjähdyspaineen kestävä että luonnostaan vaaraton piiri. Tämän jälkeen on hyvä tarkastaa, onko laiteasennus tehty asennustyyppikuvien mukaisesti sekä instrumenttien asennusohjeiden mukaisesti.



Kuva 9. SST ja Namur rajapakettien laitemerkinnät. Oikeanpuoleinen täyttää sekä räjähdysuojauksen että luonnostaan vaarattoman piirin rakenteen.

Laiteasennusten valvonnan vierellä kulkee hyvin läheisesti laitetarkastukset. On hyvä tutustua etukäteen asennettaviin laitteisiin. Näin saadaan jonkinlainen käsitys siitä, minkälaisia laitteita projektissa tullaan asentamaan. Tutustumalla laitekantaan voidaan asennusvaiheessa havaita sellaisia virheitä, joita ei muuten havaittaisi. Kuvassa 10 on esitetty laitetuntemuksen avulla havaittu vääränlainen johtokyky mittauksen asennus. Asennustapa on oikeanlainen, mutta laitteen yhteen kaula on tehty liian pitkäksi. Instrumentin pituus laipasta anturin mittapisteesseen on 15 cm ja mittayhteen pituus laipasta putken keskelle n. 25 cm. Tämä voi haitata tai jopa estää mittauksen toimivuuden, sillä mittauspiste jää virtaavan nesteen yläpuolelle mittausyhteen alaosaan.

Tämä osuu myös osittain asennustarkastuksen piiriin, sillä mikäli asennettavan laitteen ominaisuuksia ei tiedetä, on tämän kaltaisiin asennusvirheisiin mahdollonta puuttua asennusvaiheessa. Huonolla projektin laitetuntemuksella tämän kaltaisen asennusvirheen korjaus tapahtuisi vasta koekäytön aikana, tai huonolla tuurilla monen vuoden käytön jälkeen.



Kuva 10. Vasemmassa kuvassa johtokyky mittauksen yhteen kaula on liian korkea. Oikeanpuoleisessa kuvassa virhe on korjattu.

Asennusvaiheessa laitteista tulisi etukäteen tarkastella laitteen tyyppi, jotta se vastaa tilaluokituksen sekä valitun suojausmenetelmän asettamia vaatimuksia ja suunnitelmia. Nämä on hyvä tehdä varhaisessa vaiheessa heti kun laite on asennettu, sillä vääränlainen toimitus tai tilaus voi johtaa valmistumisen turhaan viivästymiseen Atex-laitteiden pitkien toimitusaikojen vuoksi.

Tällainen virhe on esitetty aikaisemmin kuvassa 9, jossa asennetun rajapaketin yksi tyyppikoodin kirjain on eri kuin suunnitelmissa. Tästä syystä jokaisen laitteen kilvet on tarkistettava kentältä ja merkittävä myös tarkastuspöytäkirjaan tarkaste-
tuiksi sillä toimituksissakin voi tulla virheitä.

4.8.1 Asennustarkastus

Asennustarkastuksessa tarkastellaan laitteiden oikeaoppista asentamistapaa ja sijaintia. Instrumentoinnissa mittauksilla ja venttiileillä voi olla asennusohjeistuksessa vaatimuksia sijainnin ja asennon suhteen. Esimerkiksi virtausventtiilit voivat vaatia mittauksen etu- ja takapuolelle (SFS 5059) tietyn määrän suoraa putkea ilman putken supistuksia tai laajennuksia. Kuvassa 11 nähdään, miten putki on sovitettu virtausmittaukselle sopivaksi. Sen eteen on jätetty vaatimusten mukaisesti vähintään 6x putken halkaisijan verran muuttumatonta tilaa sekä mittauksen jälkeen 4x putken halkaisijan verran muuttumatonta tilaa.

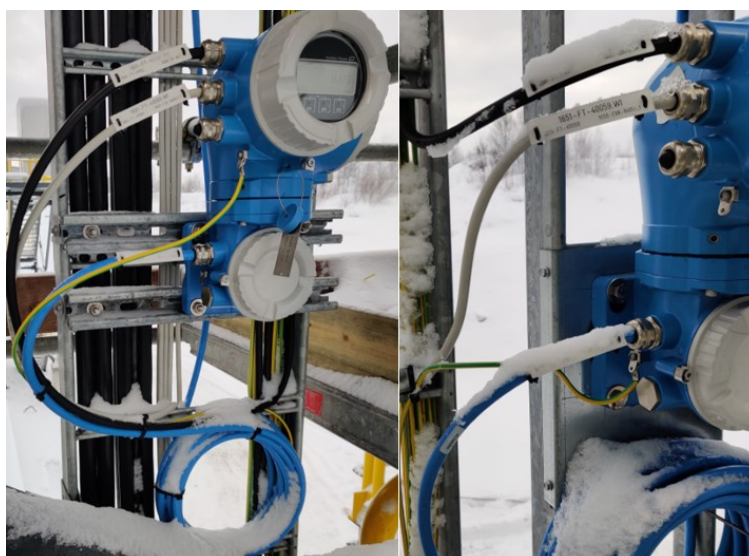


Kuva 11. Esimerkki virtausmittauksen asennuksesta.

Mikäli laite ei ole symmetrinen, on aina syytä epäillä, että sen asentamiseen liittyy lisävaatimuksia. Näitä vaatimuksia voivat aiheuttaa esimerkiksi putkistossa virtaavan aineen ominaisuudet tai puhtaus, jolloin mittalaitteen pohjalle voi kertyä sakkaa väärän asennusasennon vuoksi.

Asennustarkastuksessa on tarkastettava myös kaapeleiden asennus laitepäässä, jotta se vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Mikäli käytetään asennusputkea kuten kuvassa 11, on tarkastettava, että putken pääty on pyöristetty tai siinä on käytetty suojatulppaa kaapelin suojaamiseen.

Näiden lisäksi on kiinnitettävä huomiota, että kaapelointitapa täyttää sille asetetut piirien suojausvaatimukset kuten luonnostaan vaarattomat piirit, joissa Exi-piirin kaapelit kulkevat erillään muista kaapeleista. Kuvassa 12 on esitetty virheellinen tapa, missä laitteen 230 VAC syöttökaapeli on asennettu yhteen luonnostaan vaarattoman Exi-piirin kaapelin kanssa laitepäässä sekä oikeanlainen asennus missä kaapelit ovat erillään myös laitteen päässä. Exi-piirin kaapeli pitää olla aina erillään muista virtapiirien kaapeleista, jotta sinne ei pääse vahinko- tai häiriötilanteessa kulkeutumaan jännitettä.



Kuva 12. Vasemmalla virheellinen asennustapa ja oikealla puolella oikeanlainen asennustapa.

4.8.2 Tarkastuspöytäkirja

Räjähdysvaarallisten tilojen tarkastuspöytäkirja on laadittu asiakkaalle vastaamaan heidän tarpeitaan Ex”i”- piirien tarkastuksia varten SFS-EN 60079-14:2015 standardin mukaisesti. Tarkastuspöytäkirja on esitetty liitteessä 5. Tarkastuspöytäkirjan on hyvä olla valmiiksi mietitty ennen ensimmäisiä tarkastuksia, jotta vältyttäisiin turhilta tarkastuskierroksilta. Tähän on kirjattava kaikki halutut/tarvitut tarkastukset lupatarkastuksia varten.

4.8.3 Mittaukset

Kaapelin mittauksissa on hyvä muistaa, että ne on tehtävä vasta silloin kun kaapelin molemmat päät ovat viimeistely kiinnitystä vaille valmiiksi. Tällöin kaikki mahdolliset vikoja tuottavat toimenpiteet on tehty kaapelille eikä kaapeliin kohdistu vaurioita aiheuttavia toimenpiteitä, jotka voisivat vaikuttaa mittaustuloksiin. Mikäli mittaukset tehdään ennen kaapelin ja johtimien viimeistelyä, jää mittauksissa halutut mahdolliset kaapelivahingot havaitsematta, jolloin ne ilmenevät vasta myöhemmin käytössä.

Räjähdyksivaarallisten tilojen laitekaapeleille tehtävät mittaukset ovat eristysresistanssimittaus, sekä suojamaan ja häiriösuojien jatkuvuudet. Eristysresistanssin on oltava vähintään $1\text{M}\Omega$ ja mittausjännitteeksi on määritelty luonnostaan vaaratomien piirien kaapeleille 500 VAC tai 700VDC. (SFS-EN 60079-14 2014, 22)

Standardien lisäksi asiakas voi asentaa mittauksille tarkempia ehtoja, jotka yleisemmin koskevat häiriösuojia. Tällaisia ovat esimerkiksi se, että häiriösuojan on oltava mitattavissa.

4.9 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastuksessa tarkastellaan kaikkia tässä työssä edellä mainittuja seikkoja. Ensin tarkastellaan silmämääräisesti asennustapaa ja sitä, että se täyttää kaikki suunnittelun asettamat vaatimukset (esim. tilaluokitukset, kaapeliläpiviennit). Näiden jälkeen tarkastellaan asennuksia ja niiden vastaavuutta suunniteltuihin piirikaavioihin ja muihin asennukseen liittyviin kuviin. Laitteen sähköiset ominaisuudet tarkastetaan samalla, jotta ne täyttävät sille määritellyt vaatimukset ja niiden dokumentaatio on saatavilla. Näiden jälkeen tarkastellaan piireille tehdyt mittaukset. Käyttöönottotarkastuksen laitekohtaiset tarkastuslistat on esitetty liitteessä 4.

5 KÄYTTÖÖNOTTO

Asennusten valmistuttu siirrytään käyttöönottovaiheeseen, joka alkaa piirien testauksella. Testauksiin kuuluvat IO-testaus, parametrien tarkastus, mahdollinen parametointi sekä toiminnalliset testaukset. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisen piirin toiminta testataan ja tarkastetaan, jotta sen asetukset ja toiminta ovat suunnitellun kaltaisia. Tällaisia ovat esimerkiksi lämpötilamittauksien mittausalueet, pinnankorkeuden mittauksen tyhjä/täysi alueen määrittely, laitteen tunnuksien tarkastus jne. Venttiileille tehdään myös laitteen toiminnallinen testaus missä todetaan venttiilin ohjauksien toiminta sekä auki/kiinnirajojen sijainti ja tilatiedot.

Kun piirien asetukset ovat valmiita, siirrytään toiminnalliseen kylmä-/kuumates-
taukseen, jossa osaprosesseja ajetaan kokonaisuudessaan. Tällöin voidaan tarkastella piirien toimintaa yhdessä sekä ohjelmallisten toimintojen toiminnallisuus. Tavallisten piirien lisäksi on olemassa turvapiirit, joiden tarkastelu vaatii aina tarkempaa testausta ja dokumentointia.

Kun erinäiset piiritestaukset ja TLJ-testaukset on suoritettu, siirrytään prosessiajoihin, jotka alkavat yleensä kylmä- ja kuumetestauksella. Tässä vaiheessa asennusvalvonta alkaa olemaan loppusuoralla ja asennusvalvonnan tarve loppuu.

Käyttöönoton kylmä- ja kuumetestaus sekä prosessin tuotantoajoon saattaminen on jätetty tästä työstä pois, sillä se kuuluu käyttöönoton piiriin eikä niinkään enää asennusvalvontaan. Käyttöönotto on terminä hyvin laaja ja siitä voitaisiin kirjoittaa itsenäinen työ.

6 POHDINTA

Räjähdyksivaarallisten tilojen asennuksille on asetettu joukko erinäisiä rajoituksia ja sääntöjä mitä ei tavallisissa asennuksissa tarvitse huomioida. Näistä raskaimpia ovat juuri ATEX-alueen käyttöönottomittaukset, sillä ne vaativat erilaisia toimenpiteitä mittausten toteutuksessa. Näitä ovat esimerkiksi häiriösuojan jatkuvuuden toteaminen ja yhteys vain yhdessä pisteessä ei atex luokitetulla alueella.

Myös omat haasteensa tuovat tilaluokat ja niiden asettamat rajoitteet niin laitteille, kaapeleille kuin kenttäkoteloillekin. Valvonnassa on oltava hyvissä ajoin mukana, jotta voidaan varmistua siitä, että asennukset tehdään varmasti standardien osoittamien vaatimusten mukaisesti. Oman kuormansa työhön asettavat dokumentoinnin määrä jokaisesta kenttälaitteesta ja kaapelista.

Räjähdyksivaarallisten tilojen vaatimusten tietämys ja ymmärtäminen näyttävät käytännön työssä olevan monella tasolla heikkoja. Räjähdyksivaarallisten tilojen asennusmaailma näyttäytyy aluksi monille helppoina ja tavallisina, mutta todellisuuden selvittyä alkavat asentajien ja yrityksen suunnalta kuulua, jos minkälaista ihmettelyä ja turhaa mesoamista siitä, kuinka asioita ei ole laskettu tarjouksissa näin mittavasti tehtäväksi. Tähän voi yleensä vain todeta, että tarjottavaan työhön sekä sen asettamiin vaatimuksiin olisi tutustuttava ennen tarjouksen jättämistä.

Räjähdyksivaarallisten tilojen tietämys myös suunnittelun saralla on monesti liian heikolla tasolla jopa isojen yritysten osalta. Se näkyy lukemattomina suunnitteluvirheinä ja vääränlaisina laite määrittelyinä aina kenttäkotelon, kytkentöjen suunnittelun ja instrumenttien osalta.

Atex-standardeissa esitetään pätevyysvaatimuksia atex töiden tekijöille, suunnittelijoille ja niistä vastaaville henkilöille. Tästä syystä tuntuu hieman oudolta, että ainoat atex koulutuksen käyneet henkilöt ovat useasti asennusvalvojat. Tämä on tietyllä tavalla jopa huolestuttavaa, sillä ilman yleiskäsitystä räjähdysvaarallisten tilojen asennuksista voi merkityksetön virhe ja sen vääränlainen korjaus tai ohittaminen aiheuttaa ison ongelman tai vaaratilanteen tulevaisuudessa.

Nyt pitempään atex-alueiden määräyksiin tutustuneena tuntuu, että mitä enemmän asiasta lukee, sitä enemmän aiheeseen tulee uusia kysymyksiä. Joka kerta kun standardikirjaa selailee ja miettii tehtyjä asennuksia, tulee esiin uusia asennusteknisesti huomioon otettavia asioita. Tämä johtuu varmaan siitä, että mitä enemmän atex-töissä on mukana, sitä enemmän osaa esittää kysymyksiä, jotka sillä hetkellä ovat tärkeitä ja merkityksellisiä.

Tämän opinnäytetyön sivutuotteina on tehty asiakasyritykselle atex-alueen tarkastuspöytäkirja sekä ilmoitettu Suomen standardiliitto ry:lle SFS standardi kirjasta havaitut puutteet, joiden seurauksena on pohdinnassa, tuleeko siitä uusi painos vai uusi kirja. Tämän lisäksi opinnäytetyön teossa on saanut itselle hyvin paljon oppia räjähdysvaarallisten tilojen asennusvaatimuksista, joka on hyödyksi myös työnantajalle. Opinnäytetyö toimii myös tulevaisuudessa lyhyen oppimäärän perusteina atex töiden asennusvalvojille sekä asentajille.

LÄHTEET

Justuxia 2018. Ex- kaapeliläpivienti, holkkitiivisteet räjähdysvaaralliseen tilaan ja teollisuuteen. Viitattu 29.11.2020. <http://www.justuxia.fi/ex-kaapelilapivienti/>

SFS-EN 60079-0+A11:2013. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 0: Laitteet. Tilavaati-
mukset. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60079-10-1:2015. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-1: Tilaluokitus. Kaa-
suvaaralliset tilat. 2. painos. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60079-10-2:2015. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 10-2: Tilaluokitus. Pö-
lyräjähdysvaaralliset tilat. 2. painos. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60079-14:2015 + AC:2016. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 14: Sähkö-
asennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. 2. painos. Helsinki: SFS.

SFS-käsikirja 604-1:2018. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluoki-
tus ja sähkölaitteiden rakenteet. 2. painos. Helsinki: SFS Suomen standardisoi-
misliitto.

SFS-käsikirja 604-2:2017. Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset,
tarkastus ja huolto. 2. painos. Helsinki: SFS Suomen standardisoimisliitto.

ST 51.06. Sähkötieto Ry. 2017. Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toi-
miviksi tarkoitetuille järjestelmille. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 51.83. Sähkötieto Ry. 2017. Sähköasennukset räjähdysvaarallisissa tiloissa.
Espoo: Sähköinfo Oy.

LIITTEET

- Liite 1. ATEX merkintöjen selitykset
- Liite 2. Räjähdyssuojaurakenteiden, -tasojen ja tilaluokkiin suhde
- Liite 3. Turvajärjestelmien esimerkit
- Liite 4. Käyttöönottotarkastuksen laitekohtaiset tarkastuslistat
- Liite 5. Tarkastuspöytäkirja

Liite 1. ATEX merkintöjen selitykset



Labeling of Explosion Proof Equipment According to ATEX Directives



Application	Equipment Group	Equipment Categorized by		Level of Protection		Equipment Category	Explosive Atmosphere Contains	Zone Classification
		Required Performance in the Event of an Explosive Atmosphere	Remain Functional	Very High	Two Faults			
Mining	I	Required Performance in the Event of an Explosive Atmosphere	Remain Functional	Very High	Two Faults	M 1	Gas	
			De-energised	High	Normal Operation	M 2	Dust	
Other Industries	II	Expectancy of the Occurrence of an Explosive Atmosphere	Continuously for Long Periods or Frequently	Very High	Two Faults	1	Gas	Zone 0
			Occasionally	High	One Fault	2	Dust	Zone 20
							Gas	Zone 1
			Unlikely or Infrequently and for a Short Period	Normal	Normal Operation	3	Dust	Zone 21
							Gas	Zone 2
			Dust	Zone 22				

Example

Definition
Complies with European Directive
Notified Body Number
Specific Marking for Explosion Protection

- 1: **II 2G Ex d IIC T6 Gb**
- 2: **II 1D Ex ta IIIA T80°C Da**
- 3: **I M2 Ex d I Mb**

Protection Symbol	Zones			Type of Protection
	0	1	2	
d		*	*	Flameproof enclosure
e		*	*	Increased safety
i	ia	*	*	Intrinsic safety
	ib	*	*	
	ic	*	*	
m	ma	*	*	Moulding
	mb	*	*	
	mc	*	*	
o		*	*	Oil immersion
q		*	*	Powder filling
n	nA		*	Non-sparking Enclosed break Restricted Limited energy
	nC		*	
	nR		*	
	nL		*	
p	px		*	Pressurised enclosure
	py		*	
	pz		*	
Op	Op is	*	*	Optical radiation
	Op pr	*	*	
	Op sh	*	*	

Protection Symbol	Zones			Type of Protection
	20	21	22	
tD	ta	*	*	Protection by enclosure
	tb	*	*	
	tc	*	*	
mD	maD	*	*	Encapsulation
	mbD	*	*	
	mcD	*	*	
iD	iaD	*	*	Intrinsic safety
	ibD	*	*	
	icD	*	*	
pD		*	*	Pressurised enclosure

Type of Environment	Group & Class	Hazardous Material in the Atmosphere						Temperature Class
		Ammonia	Ethanol	Petrol	Acetal-dehyde			
Mines	I	Firedamp						Temperatures according to coal dust accumulation on equipment (< 150°C for coal mines or < 450°C for not coal mine tunnels)
Explosive Gases	IIA	Methane	Cyclohexane	Diesel Fuel	Acetal-dehyde			
	IIB	Ethane	n-Butane	Fuel Oil				
		IIC	Propane	n-Hexane	n-Hexane			
Explosive Dusts	III	A	City Gas	Ethylene oxide	Ethyl glycol	Carbon hydrogen		
		B	Acrylic nitrile	Ethylene oxide	Ethyl ether			
		C	Hydrogen	Acetylene			Carbon disulphide	
			Attention: this list is only a selection of possible flammable mediums and is not complete!					
			For dust explosion proof, the max. surface temperature is directly shown (e.g. T80°C)					
			T1 <450° C					
			T2 <300° C					
			T3 <200° C					
			T4 <135° C					
			T5 <100° C					
			T6 <85° C					

Zone Classification/Equipment Category	Equipment Protection Level (EPL)		
Zone 0/I G			
Zone 1/2 G	Ga	Gb	Gc
Zone 2/3 G			
Zone 20/1 D	Da	Db	Dc
Zone 21/2 D			
Zone 22/3 D			
NA/M1	Ma		
NA/M2	Mb		

Liite 2. Räjähdyssuojausrakenteiden suhde räjähdysuojaustasoihin ja tilaluokkiin. (SFS-käsikirjan 604-1:2018,372-375)

EPL	Räjähdyssuojausrakenne	Rakenteen tunnus
Ga	Räjähdyssuorakenteen kestävä kotelo	da
	Luonnostaan vaaraton	ia
	Massaan valettu	ma
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	op is
	Erikoisrakenne	sa
Gb	Räjähdyssuorakenteen kestävä kotelo	da tai db
	Paineistettu kotelo	pxb tai pyb
	Öljytäytteinen	ob
	Varmennettu rakenne	eb
	Hiekkatäytteinen	qb
	Luonnostaan vaaraton	ia tai ib
	Massaan valettu	ma tai mb
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	op is, op sh, op pr
Erikoisrakenne	sa tai sb	
Gc	Räjähdyssuorakenteen kestävä kotelo	da, db tai dc
	Paineistettu kotelo	pxb, pyb tai pzc
	Öljytäytteinen	ob tai oc
	Varmennettu rakenne	eb tai ec
	Hiekkatäytteinen	qb
	Luonnostaan vaaraton	ia, ib tai ic
	Massaan valettu	ma, mb tai mc
	Kipinöimätön	nA
	Rajoitetusti hengittävä	nR
	Energia rajoitus	nL
	Suojattu kipinöinti	nC
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	op is, op sh, op pr
Erikoisrakenne	sa, sb tai s	

Liite 3. Esimerkkejä turvajärjestelmistä. (ST-kortti 51.06)

Järjestelmä	Toiminta aika min	Valintaperuste/standardi
Palonilmoitinjärjestelmä	30	Rakennuslupa / Harmonisoidut SFS-EN 54 -standardit
Savusulut	30	Standardit SFS-EN 12101-1 ja SFS 7023
Painovoimaiset savunpoistojärjestelmät	30	Rakennuslupa/Standardi SFS-EN 12101-2
Evakuointikuulutusjärjestelmät	30	Standardi EN-60849
Vesisammutusjärjestelmät, LH-luokka	30	Standardi SFS 5980
Savunpoistoluukut	30	Standardit SFS-EN 12101 ja SFS 7024
Vesisammutusjärjestelmät, OH-luokka	60	Rakennuslupa/Standardi SFS-EN 12845 + A2: Kiinteät palonsammutusjärjestelmät
Vesisammutuslaitteistot, HH-luokka	90	Standardi SFS-EN 12845 + A2: Kiinteät palonsammutusjärjestelmät
Pelastuskäytön tarkoitetut hissit	60	Standardi EN 81-72
Muut hälytysjärjestelmät, esimerkiksi häikä	60	Riskikartoitus
Merkki- ja turvavalaistus	60	Rakennuslupa / Asetus 805//2005
Palopumput, vesilähteet	90	SFS-EN 12845+A2; SFS 5980
Palo- ja savunhallintapellit	EI 60-120	Standardi SFS-EN 1366-2
Palo-ovet	EI 60-120	Standardi SFS-EN 13501-2
Koneelliset savunpoistojärjestelmät	120	Standardi SFS-EN 12101-3

Liite 4. Taulukko 1. (SFS-EN60079-14 2015, 100.)

Taulukko C.1 Tarkastuslista Ex "d", Ex "e", Ex "n" ja Ex "t" asennuksille

Tarkasta, että:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen		
A	YLEISTÄ (KAIKKI LAITEET)			
1	Laitte vastaa EPL/tilaluokituksen vaatimuksia	X	X	X
2	Laitteen räjähdysryhmä on oikea	X	X	X
3	Laitteen lämpötilaluokka on oikea (vain kaasuilla)	X	X	n
4	Laitteen suurin pintalämpötila on oikea			t
5	Laitteen kotelointiluokka (IP-luokka) on riittävä ottaen huomioon räjähdys suojaustaso, laiteryhmä ja pölyn johtavuus	X	X	X
6	Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	X	X	X
7	Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	X	X	X
8	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X	X	X
9	Onko vaurioita tai hyväksynnän vastaisia muutoksia	X	X	X
10	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty			
11	Pultit, kaapeliläpiviennit (suorat ja epäsuorat) ja sulikutulpat ovat oikean tyyppiset, ehjät ja tiiviit			
	— fyysinen tarkastus	X	X	X
12	Koteloiden kierteelliset kannet ovat oikeaa tyyppiä, lujasti kiinni ja varmistettu			
	— fyysinen tarkastus	X		
13	Laippapinnat ovat puhtaat ja vahingoittumattomat ja mahdolliset tiivisteet ovat kunnossa	X		
14	Koteloiden tiivisteiden kunto on tyydyttävä	X	X	X
15	Koteloiden ei ole merkkejä vedestä tai pölystä kotelointiluokka huomioon ottaen	X	X	X
16	Laippaliitosten suojarat ovat: — ovat valmistajan dokumentaation mukaisten rajojen sisällä — asennushetkellä voimassaolevan rakennestandardin maksimiarvojen mukaisia — asennuspaikan dokumentaation sallimien maksimiarvojen mukaisia	X		
17	Johdinliitokset ovat kiristetyt		X	X
18	Käyttämättömien liittimien ruuvit on kiristetty		X	n

(jatkuu)

Liite 4. Taulukko 1. (SFS-EN60079-14 2015, 101.)

Taulukko C.1 (jatkuu)

Tarkasta, että:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen		
19	Koteloidut katkaisijarakenteet ja hermeettisesti suljetut laitteet ovat vahingoittumattomat			n
20	Massaanvaletut komponentit eivät ole vaurioituneet		X	n
21	Exd-komponentit eivät ole vaurioituneet		X	n
22	Rajoitetusti tuulettuvat kotelot ovat kunnossa (vain nR-laitteet)			n
23	Mahdollinen testiventtiili toimii (vain nR-laitteet)			n
24	Hengittävyys on tyydyttävä (vain nR-laitteet)	X	X	n
25	Huohottimet ja kondenssiveden poistot ovat kunnossa	X	X	X
LAITEKOHTAISESTI (VALAISIMET)				
26	Loistelampuissa ei näy merkkejä käyttöiän loppumisesta		X	X
27	HID-lampuissa ei näy merkkejä käyttöiän loppumisesta	X	X	X
28	Lampun nimellisarvot, tyyppi, nastarakenne ja käyttöasento ovat oikeat	X	X	X
LAITEKOHTAISET (MOOTTORIT)				
29	Moottorituulettimilla on riittävä ilmaväli koteloihin ja/tai kansiin, jäähdytysjärjestelmä on vahingoittumaton, moottorin perustuksessa ei ole painumia tai halkeamia	X	X	X
30	Tuuletus ei ole estynyt	X	X	X
31	Moottorin käämityksen eristysresistanssi on riittävä	X	X	X
B ASENNUS - YLEISTÄ				
1	Kaapelin tyyppi on oikea	X	X	X
2	Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X	X	X
3	Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	X	X	X
4	Sulkumuhvit ja kaapelimuhvit ovat asianmukaisesti massalla täytetyt	X		
5	Putkijärjestelmä sekä sen liittyminen sekajärjestelmään ovat kunnossa	X	X	X
6	Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki lisäpotentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (esim. liittimet on kiristetty ja johtimien poikkipinta on riittävä)			
	— kokeellinen tarkastus	X	X	X
7	Virtapiirin silmukkaimpedanssi (TN-järjestelmät) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmät) on riittävän pieni	X	X	X
8	Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	X	X	X
9	Automaattiset sähköiset suojalaitteet on oikein aseteltu (automaattinen palautus ei ole mahdollinen)	X	X	X
10	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X	X	X
11	Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetyt	X	X	X
12	Räjähdyssuojauslaippaliitosten lähellä olevat esteet ovat IEC 60079-14 mukaiset	X	X	X
13	Taajuusmuuttaja-asennukset ovat suunnitelman mukaiset	X	X	X

(jatkuu)

Liite 4. Taulukko 1. (SFS-EN60079-14 2015, 102.)

Taulukko C.1 (jatkuu)

Tarkasta, että:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen		
	ASENNUS - LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT			
14	Lämpötila-anturit toimivat valmistajan dokumentaation mukaisesti	X	X	t
15	Turvarajakatkaisijat toimivat valmistajan dokumentaation mukaisesti	X	X	t
16	Turvarajojen asetelut on sinetöity	X	X	
17	Turvakatkaisun palautus on mahdollista vain työkalua käyttäen	X	X	
18	Automaattinen palautus ei ole mahdollista	X	X	
19	Turvakatkaisun palautus vikatilanteessa ei ole mahdollista	X	X	
20	Turvakatkaisu on riippumaton säädöstä	X	X	
21	Mahdollisesti tarvittava pintakytkin on asennettu ja oikein aseteltu	X	X	
22	Mahdollisesti tarvittava virtauskytkin on asennettu ja oikein aseteltu	X	X	
	ASENNUS - MOOTTORIT			
23	Moottoreiden suojalaitteet toimivat sallittujen t_E - tai t_A -aikojen mukaisesti		X	
C	YMPÄRISTÖ			
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X	X	X
2	Kohtuutonta pölyn tai lian kertymää ei esiinny	X	X	X
3	Sähköinen eristys on puhdas ja kuiva		X	X

Liite 4. Taulukko 2. (SFS-EN60079-14 2015, 103.)

Taulukko C.2 Tarkastuslista Ex"i" asennuksille

Tarkista, että:		Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen
A	LAITE	
1	Piirin ja/tai laitteen asiakirjat vastaavat asennuspaikan EPL/tilaluokan vaatimuksia	X
2	Asennettu laite on sama kuin suunnitelmassa määritetty	X
3	Piirin ja/tai laitteen tyyppi ja räjähdysryhmä ovat oikeat	X
4	Laitteen IP-luokka on riittävä kyseessä olevalle ryhmän III aineelle	X
5	Laitteen lämpötilaluokka on oikea	X
6	Laitteen ympäristölämpötila-alue on asennukseen nähden oikea	X
7	Laitteen käyttölämpötila-alue on asennukseen nähden oikea	X
8	Asennuksen merkinnät ovat selkeät	X
9	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X
10	Kaapeliläpiviennit ja sulkutulpat ovat oikean tyyppiset, ehjät ja tiiviit — fyysinen tarkastus	X
11	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X
12	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty	X
13	Suojarajoittimet, galvaanisit erottimet, releet ja muut energiaa rajoittavat laitteet ovat hyväksytyä tyyppiä, ne on asennettu hyväksymisasiakirjojen vaatimusten mukaisesti ja ne on maadoitettu luotettavasti aina, kun maadoitus vaaditaan	X
14	Koteloiden tiivisteet ovat kunnossa	X
15	Johdinliitokset ovat kiristetyt	X
16	Piirilevyt ovat puhtaat ja vahingoittumattomat	X
17	Liitännäislaitteen maksimijännitettä U_m ei ole ylitetty	X
B	ASENNUS	
1	Kaapelit on asennettu suunnitelman mukaisesti	X
2	Kaapelivaipat on maadoitettu suunnitelman mukaisesti	X
3	Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	X
4	Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	X
5	Ristikytkenät ovat oikein	X
6	Maadoitusyhteydet ovat kunnossa (liitokset ovat tiukkoja ja johtimien poikkipinta on riittävä) piireissä, joita ei ole galvaanisesti erotettu	X
7	Maadoitusliitokset varmistavat räjähdysuojusrakenteen	X
8	Exi-piirin maadoitus on kunnossa	X
9	Eristysresistanssi on riittävä	X
10	Exi-piirin ja muiden piirien välinen erotus on toteutettu yhteisissä kytkentä- tai relekoteloissa	X
11	Virtalähteen oikosulkusuojaus (tarvittaessa) on suunnitelman mukainen	X
12	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X
13	Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetyt	X
C	YMPÄRISTÖ	
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X
2	Kohtuutonta pölyn tai lian kertymää ei esiinny	X

Liite 4. Taulukko 3. (SFS-EN60079-14 2015, 104.)

Taulukko C.3 Tarkastuslista Ex "p" ja "pD" asennuksille

Tarkista, että:		Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen
A	LAITE	
1	Laite on asennuspaikan EPL/tilaluokituksen vaatimusten mukainen	X
2	Laitteen räjähdysryhmä on oikea	X
3	Laitteen lämpötilaluokka tai pintalämpötila on oikea	X
4	Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	X
5	Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	X
6	Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	X
7	Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	X
8	Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty	X
9	Lampun nimellisarvot, tyyppi ja käyttöasento ovat oikeat	X
B	ASENNUS	
1	Kaapelin tyyppi on oikea	X
2	Kaapelissa ei ole silmännähtäviä vaurioita	X
3	Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki täydentävät potentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (esim. liittimet on kiristetty ja johtimien poikkipinta on riittävä) — Kokeellinen tarkastus	X
4	Virtapiirin silmukkaimpedanssi (TN-järjestelmät) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmät) on riittävän pieni	X
5	Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	X
6	Automaattiset sähköiset suojalaitteet on aseteltu oikein	X
7	Suojakaasun tulolämpötila on suurimman sallitun arvon alapuolella	X
8	Kanavat, putket ja kotelot ovat hyvässä kunnossa	X
9	Suojakaasussa ei ole oleellisia määriä epäpuhtauksia	X
10	Suojakaasun paine ja/tai virtaus on riittävä	X
11	Paineen ja/tai virtauksen ilmaisimet, hälyttimet ja lukitukset toimivat kunnolla	X
12	Ex-tilaan johtavien suojakaasukanavien kipinä- ja hiukkaserottimet ovat tyydyttävässä kunnossa	X
13	Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	X
C	YMPÄRISTÖ	
1	Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä ja muilta haitallisilta tekijöiltä	X
2	Kohtuutonta pölyn ja lian kertymää ei esiinny	X

