

Ex-tilojen sähköasennukset SFS-EN IEC 60079-14:2015

SESKO

19.1.2021

Risto Sulonen



- Tämän esityksen on laatinut Risto Sulonen, joka toiminut Sähkötarkastuskeskuksen, Teknologian tutkimuskeskus VTT:n, VTT Expert Service Oy:n ja Eurofins Expert Service Oy:n palveluksessa ja kouluttanut useita vuosia asiantuntijoita räjähdysvaarallisten tilojen tuotteiden vaatimuksista.
- Risto on ollut alalla pian 40 vuotta: räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiden standardointikomitea SK 31 perustettiin vuonna 1982 ja hän on ollut jäsenenä alusta asti. IEC:n toiminnassa (TC 31) Risto on ollut mukana vuodesta 1984 alkaen.
- Risto toimii yhä aktiivisesti komitean SK 31 puheenjohtajana sekä IEC:ssä standardin IEC (SFS-EN) 60079-14 valmistelleessa MT 60079-14 -työryhmässä.

- Tämä esitys on laadittu käytettäväksi aiheen itseopiskeluun ja opetuskäyttöön oppilaitoksissa.
- Esitys ei sisällä standardien kaikkia yksityiskohtia, joten käytännön työssä tulee aina varmistaa yksityiskohtaiset vaatimukset kustakin standardista.
- Esityksen laatijat eivät ole vastuussa esitysten mahdollisten virheiden tai niiden virheellisen tulkinnan aiheuttamista käytännön seuraamuksista.
- Luentoesitys on pelkistetty, jolloin sitä pelkästään lukemalla voi aiheesta tehdä liian suoraviivaisia tulkintoja. Tarkista vaatimukset aina standardeista!

Ex-tilojen sähköasennukset SFS-EN IEC 60079-14:2015

19.1.2021 Risto Sulonen

SESKO

- Sähköasennusten suunnittelu, laitevalinta, asennus ja käyttöönottotarkastus,
- Normaalit käyttöolosuhteet ellei laitteiden sertifikaatissa muuta todeta:
 - Lämpötila-alue $-20\text{ °C} \dots +60\text{ °C}$,
 - Ilmanpaine 0,8–1,1 bar,
 - Normaali happipitoisuus 21 %,
- Täydentävät räjähdysvaarattoman tilan asennusvaatimuksia,
- Koskee kaikkia sähkölaitteita jännitteestä riippumatta; kiinteät, väliaikaiset, siirrettävät ja kädessä pidettävät.

- Kaivoskaasuille alttiiden kaivosten sähköasennuksiin.
- Itsestään syttyviä aineita ja räjähdysainepölyjä sisältäviin tiloihin (esim. räjähteiden valmistus ja käsittely).
- Lääkintäkäyttöön tarkoitettuihin tiloihin.
- Sähköasennuksiin tiloissa, joissa räjähdysvaaran aiheuttaa sumu.

- Soveltuvan sähkötekniikan yleistiedot,
- Käytännön ymmärrys räjähdyssuojausperiaatteista ja tekniikoista,
- Kyky lukea, ymmärtää ja tarkastaa teknisiä piirustuksia,
- Räjähdyssuojausalan relevanttien standardien ymmärrys ja kokemusta niiden käytöstä,
- Perustiedot laadunvarmistuksesta mukaan lukien mittausten ja kalibroinnin jäljitettävyyden periaatteet.

Pätevyys on pystyttävä osoittamaan

- Ymmärrys räjähdyssuojauksen yleisperiaatteista, räjähdyssuojaurakenteista ja merkinnöistä,
- Ymmärrys niistä laiterakenteiden tekijöistä, jotka vaikuttavat räjähdyssuojaukseen,
- Ymmärrys sertifiointista ja tämän standardin relevanteista osista;
- Perehtyneisyys tässä standardissa mainittuihin laitevalinnan ja asennuksen erityistekniikoihin,
- Ymmärrys standardin IEC 60079-17 tarkastus ja kunnossapito vaatimuksista,
- Työlupakäytännön ja turvallisen erottamisen merkityksen ymmärtäminen.

Pätevyys on pystyttävä osoittamaan

- Yksityiskohtaiset tiedot räjähdyssuojauksen yleisperiaatteista, räjähdyssuojausrakenteista ja merkinnöistä,
- Yksityiskohtaiset tiedot niistä laiterakenteiden tekijöistä, jotka vaikuttavat räjähdyssuojaukseen,
- Yksityiskohtaiset tiedot sertifiointista ja tämän standardin relevanteista osista,
- Perehtyneisyys tässä standardissa mainittuihin laitevalinnan ja asennuksen erityistekniikoihin,
- Ymmärrys standardin IEC 60079-17 tarkastus ja kunnossapito vaatimuksista,
- Työlupakäytännön ja turvallisen erottamisen merkityksen ymmärtäminen,
- Eri suojausrakenteiden asennusvaatimusten ymmärtäminen.

Pätevyys on pystyttävä osoittamaan

- Dokumentointivaatimukset on jaettu kolmeen osaan:
 - Asennuspaikkaa koskevat,
 - Laitteita koskevat,
 - Asennusta koskevat.

- Tilaluokitusasiakirjat, joista ilmenee räjähdysvaarallisten tilojen luokitus ja tilojen laajuus (ja suurimmat sallitut pöykerrosten paksuudet, jos vaaran aiheuttaa palava pöly),
- Vaihtoehtoisesti syttymisen seurauksen arviointitulokset,
- Tarvittaessa kaasujen tai höyryjen luokittelu sähkölaitteiden räjähdysryhmien tai alaryhmien mukaisesti,
- Kyseessä olevien kaasujen tai höyryjen lämpötilaluokat tai itsesyttymislämpötilat,
- Tarvittaessa materiaaliominaisuudet, mukaan lukien pölyn ominaisresistanssi, pölypilven minimisyttymislämpötila ja minimisyttymisenergia sekä pöykerroksen minimisyttymislämpötila,
- Ulkoiset olosuhteet ja ympäristölämpötila.

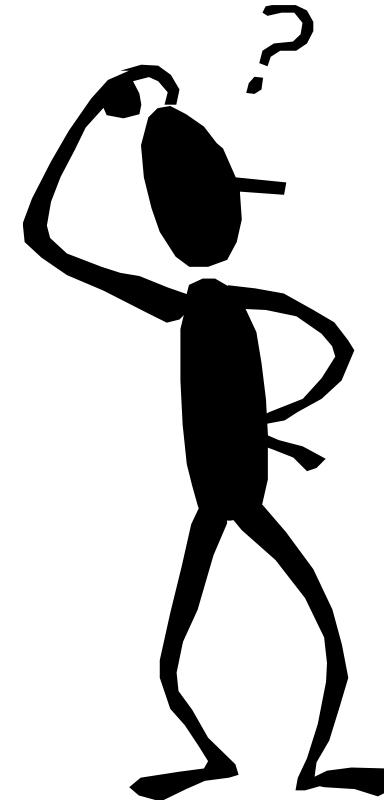
- Valmistajan laitevalinta-, asennus- ja tarkastusohjeet,
- Sähkölaitteisiin liittyvät erityisehdot, esim. sähkölaite, jonka hyväksymistunnuksessa on lisämerkintä "X" tai joku muu merkki,
- Exi-suojauksen järjestelmäkuvaus,
- Asiaankuuluvat laskentatiedot, esim. instrumenttien tai analysaattorirakennusten huuhteluarvot,
- Valmistajan/valtuutetun asiantuntijan vakuutus.

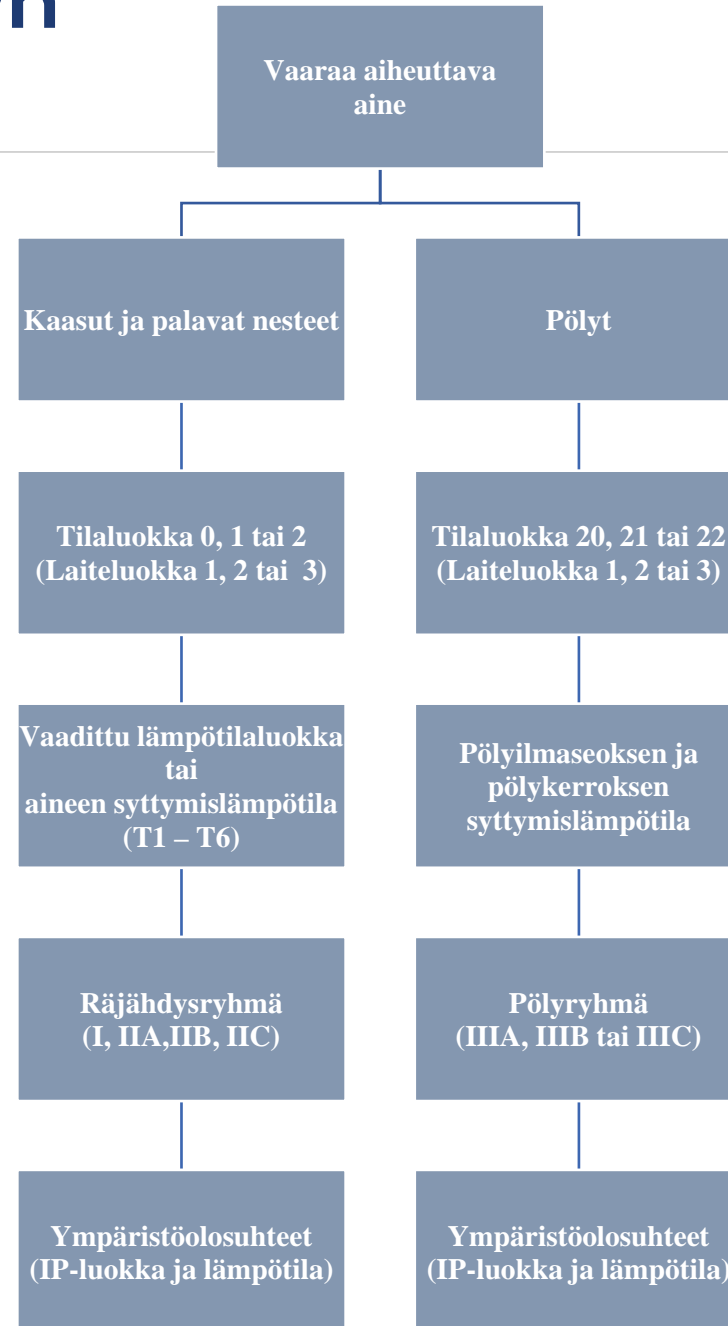
- Laitteen oikeaan asentamiseen tarvittava tieto sellaisessa muodossa, että se soveltuu asennushenkilöstön käyttöön,
- Dokumentit liittyen laitteen soveltuvuuteen tilaan ja olosuhteisiin, joihin se joutuu. Näitä ovat esim. ympäristö ja pintalämpötilatiedot, räjähdyssuojaurakenne, IP-luokka ja korroosion kestävyys,
- Piirustus, josta selviää johdotusjärjestelmän tyyppi ja yksityiskohdat,
- Tiedot eri räjähdyssuojaurakenteiden vaatimukset täyttävien kaapeliläpivientien valintakriteereistä,
- Virtapiirien tunnistamiseen liittyvät kaaviot tai piirustukset,
- Käyttöönottotarkastuksen pöytäkirjat,
- Asentajan/valtuutetun henkilön vakuutus.

- Asennus on ennen käyttöönottoa tarkastettava yksityiskohtaisesti standardin liitteen C tarkastustaulukoiden mukaisesti.

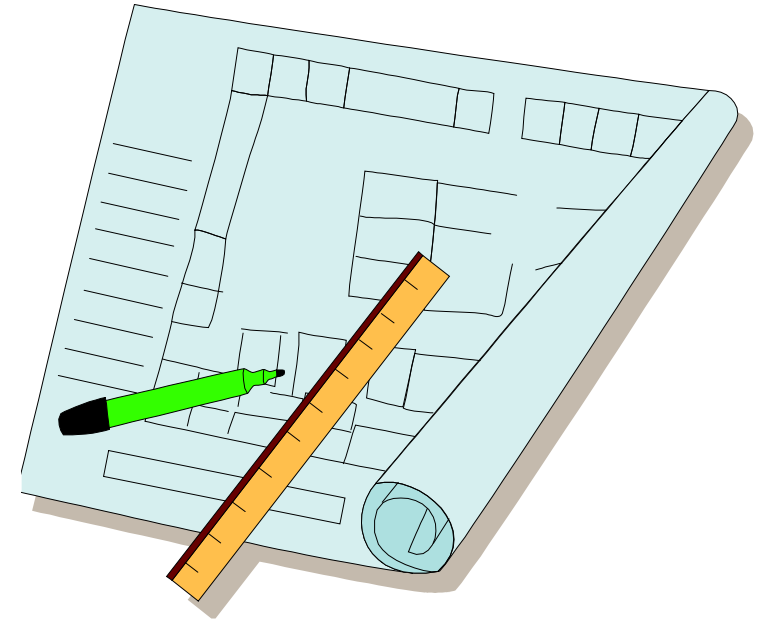
| Tarkasta, että: | | Ex "d" | Ex "e" | Ex "n" Ex "t" |
|-----------------|---|--|--------|------------------|
| | | Tarkastuksen taso Yksityiskohtainen | | |
| A | YLEISTÄ (KAIKKI LAITEET) | | | |
| 1 | Laitte vastaa EPL/tilaluokituksen vaatimuksia | X | X | X |
| 2 | Laitteen räjähdysryhmä on oikea | X | X | X |
| 3 | Laitteen lämpötilaluokka on oikea (vain kaasulla) | X | X | n |
| 4 | Laitteen suurin pintalämpötila on oikea | | | t |
| 5 | Laitteen koteloituiluokka (IP-luokka) on riittävä ottaen huomioon räjähdysuojautustaso, 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 | Koteloissa ei ole merkkejä vedestä tai pölystä koteloituiluokka huomioon ottaen | X | X | X |
| 16 | Laippaliitosten suojaraoit ovat: | X | | |
| | - ovat valmistajan dokumentaation mukaisten rajojen sisällä | | | |
| | - asennushetkellä voimassaolevan rakennestandardin maksimiarvojen mukaisia | | | |
| | - asennuspaikan dokumentaation sallimien maksimiarvojen mukaisia | | | |
| 17 | Johdinliitokset ovat kiristetyt | | X | X |
| 18 | Käyttämättömien liittimien ruuvit on kiristetty | | X | n |
| 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 silmännähtäviä 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 |

Tässä standardissa esitetyt vaatimukset perustuvat IEC-standardien voimassaoleviin painoksiin standardisarjassa IEC 60079. Jos laitteita ei ole sertifioitu standardisarjan IEC 60079 voimassaolevien standardien mukaisesti, ne eivät välttämättä täytä tämän standardin vaatimuksia. Tällöin voi olla tarpeen soveltaa lisämenetelmiä turvallisen käytön varmistamiseksi.





- Tilaluokitus,
- Asennus- ja kytkentäohjeet,
- Laitteiden erityisehdot,
- Exi-suojauksen järjestelmäkuvaus,
- Valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuutukset.



Laitteet tulee valita oheisen taulukon mukaisesti, ellei räjähdysuojausasiakirjassa muuta todeta.

| Tilaluokka | Laiteluokka | EPL-merkintä |
|------------|---------------|---------------|
| 0 | 1G | Ga |
| 1 | 1G tai 2G | Ga tai Gb |
| 2 | 1G, 2G tai 3G | Ga, Gb tai Gc |
| 20 | 1D | Da |
| 21 | 1D tai 2D | Da tai Db |
| 22 | 1D, 2D tai 3D | Da, Db tai Dc |

Valinta lämpötilaluokan mukaan palavilla kaasuilla ja nesteillä

| Laitteen lämpötilaluokka | Laitteen korkein pintalämpötila | Kaasun tai höyryn syttymislämpötila |
|-----------------------------|------------------------------------|--|
| T1 | 450 °C | >450 °C |
| T2 | 300 °C | >300 °C |
| T3 | 200 °C | >200 °C |
| T4 | 135 °C | >135 °C |
| T5 | 100 °C | >100 °C |
| T6 | 85 °C | > 85 °C |

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

- Valinta lämpötilan mukaan pölyillä
 - Laitteelle sallittu ympäristölämpötila,
 - Pöly-ilmaseoksesta johtuva lämpötilarajoitus,

$$T_{\max} = 2/3 T_{Cl}$$

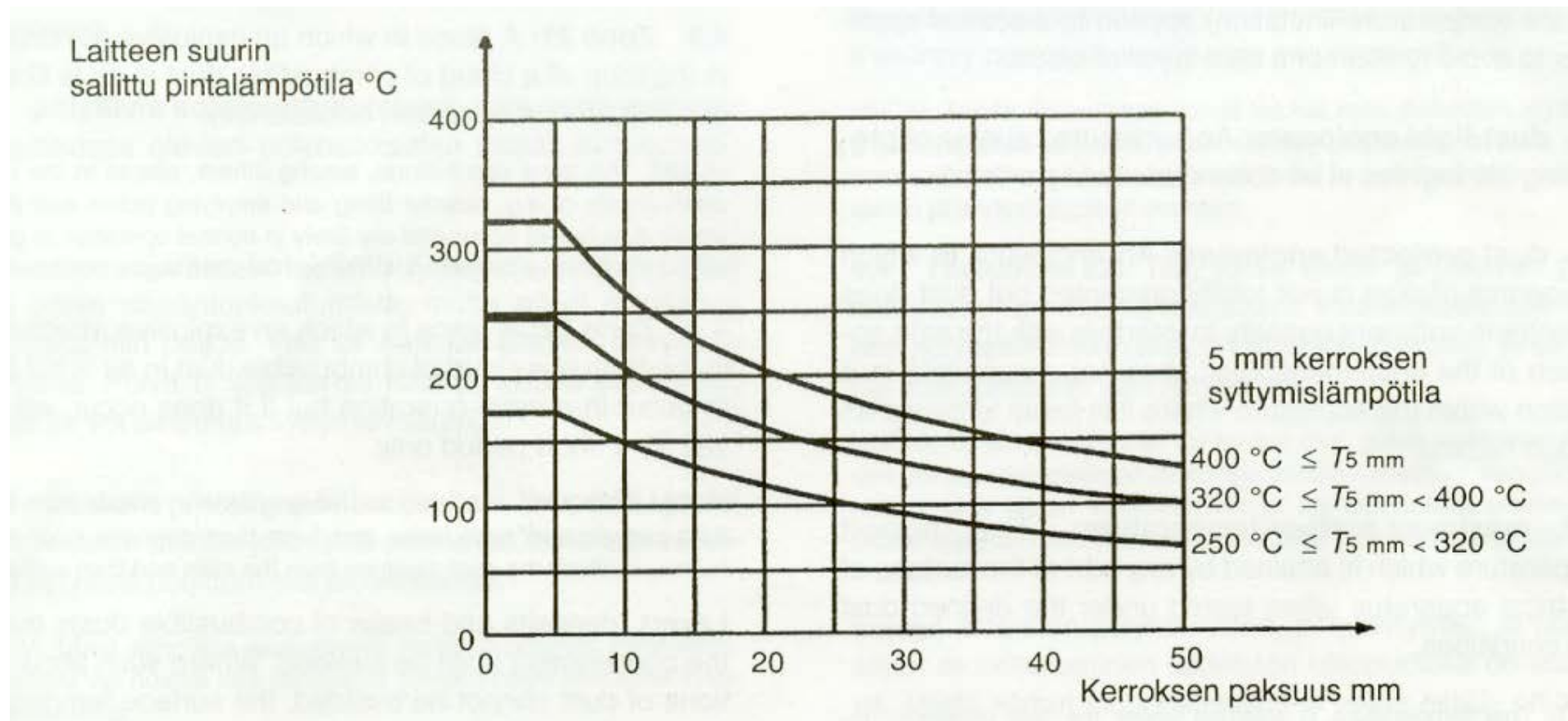
missä T_{Cl} on pöly-ilmaseoksen syttymislämpötila

- Pölykerroksesta johtuva lämpötilarajoitus,

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

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

Laitevalinta 5 – 50 mm paksuilla pölykerroksilla



- Jos laite on kokonaan pölyn alla tai pölykerroksen paksuus sen päällä on yli 50 mm, on käytettävä erikseen ko. tarkoitukseen hyväksytyjä laitteita.

- Erityisen kuumat tai kylmät lämpötilat,
- Auringon säteily,
- Paineolosuhteet,
- Korroosiovaara,
- Tärinä ja iskut,
- Tuuli,
- Maalaustoimenpiteet,
- Kemikaalit,
- Vesi ja kosteus,
- Pöly,
- Kasvit, eläimet, hyönteiset.

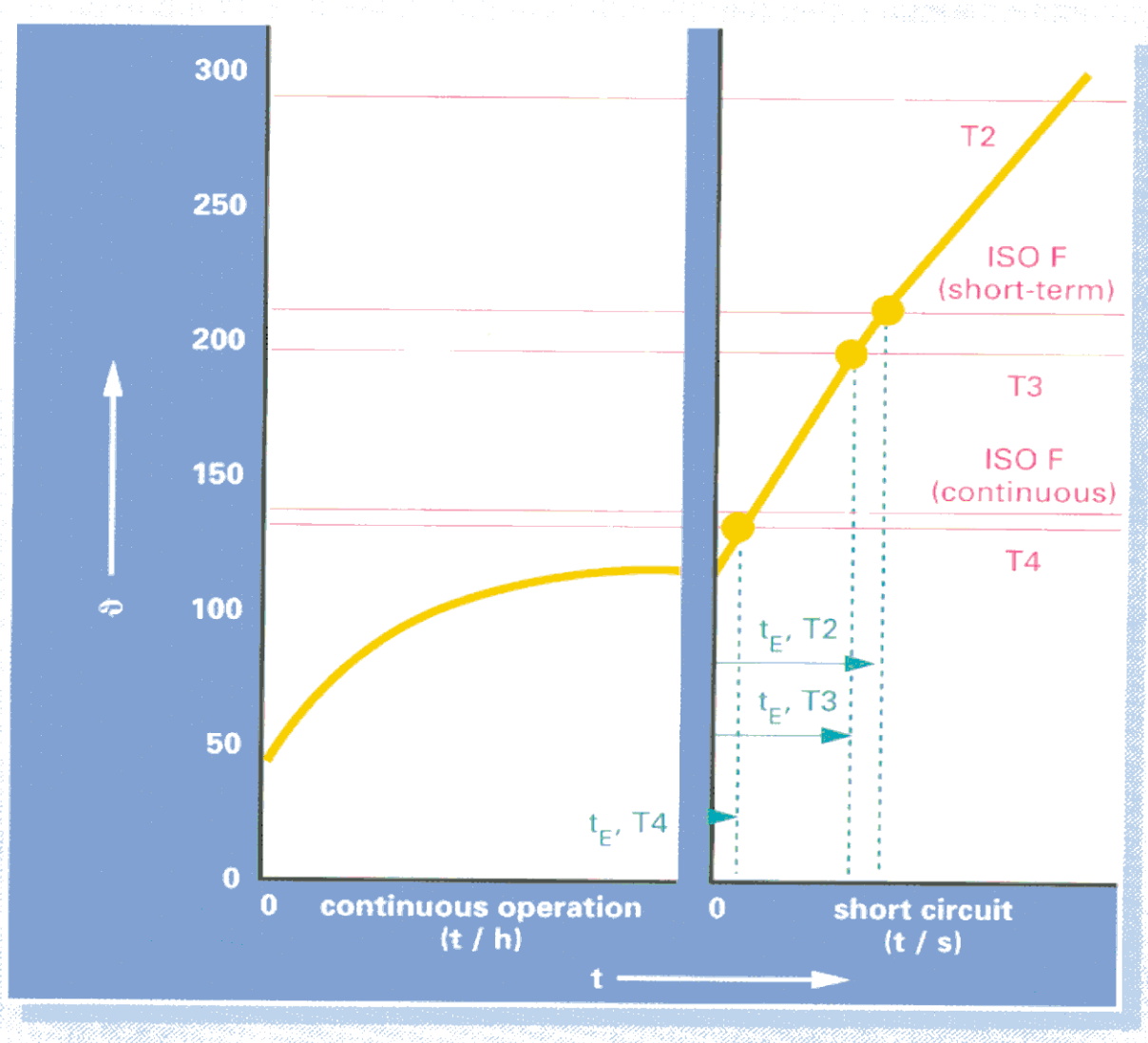


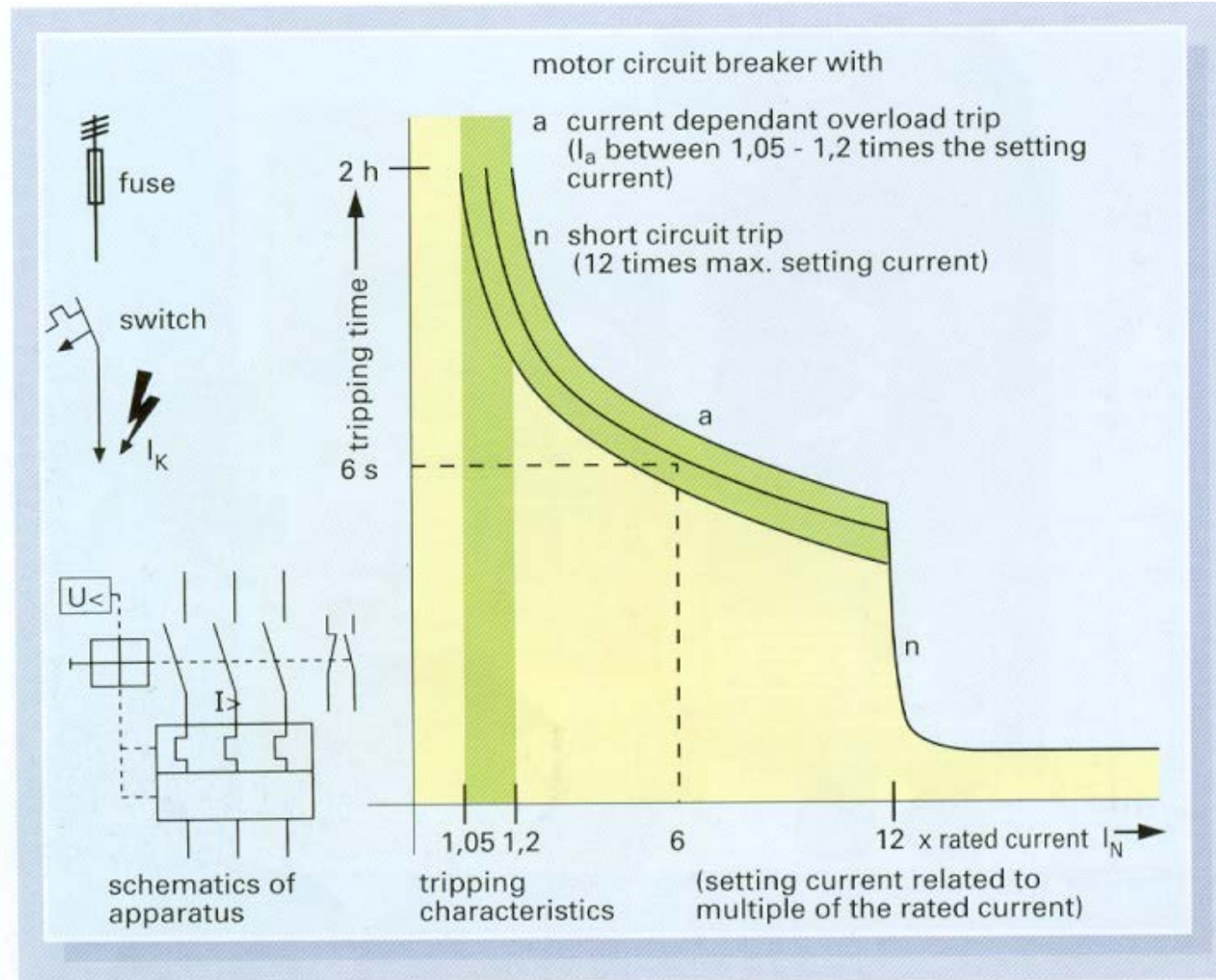
- Siirrettävien laitteiden käyttöä Ex-tiloissa tulisi välttää,
- Laitteiden tulee täyttää pahimman tilaluokan vaatimukset, ellei tehokkaasti ole estetty laitteiden vientiä tiloista toiseen,
- Vaatimukset koskevat mm. taskulamppuja (myös avaimenperämalleja), laskimia, puhelimia yms.,
- Tavallisia laitteita saa käyttää vain tilanteissa, joissa on varmistettu, että räjähdysvaaraa ei ole.

- Puhdas hyvin tuulettuva tila,
- Pölyä vastaan on tarvittaessa käytettävä jäähdytysilmakanavassa suodattimia tai jäähdytyskierron on oltava suljettu,
- Asennuspaikassa on otettava huomioon, että ympärillä olevat laitteet ja rakenteet eivät haittaa jäähdytystä,
- Apulaitteiden kytkentä on tehtävä valmistajan ohjeiden mukaisesti,
- Kytkentäylijännitteet yli 1 kV moottoreilla.

- Exd: a) Yhdistelmätestaus,
b) Lämpötila-anturit käämeissä.
- Exe/Exeb: Aina yhdistelmätestaus.
- Exp: a) Yhdistelmätestaus,
b) Lämpötila-anturit käämeissä.
- Exn/Exec: a) Yhdistelmätestaus tai lämpeneminen on määritetty laskemalla,
b) Lämpötila-anturit käämeissä.
- Ext-moottorit:
 - a) On varustettava pintalämpötilan valvontalaitteilla, jotka kytkevät moottorin jännitteettömäksi lämpötilan ylittäessä sallitun arvon,
 - b) Moottori, taajuusmuuttaja ja suojalaitteet on tyyppihyväksytty yhdessä.

- Ylivirtareleen laukaisuaika $t_L \leq t_E$
- Laukaisuaikakäyrän on oltava käyttäjällä
 - $I_A/I_N = 3 \dots 8$
 - poikkeama enintään $\pm 20\%$
- Suojauksen on toimittava myös yhden vaiheen katketessa
- Ylivirtareleen on oltava ATEX-hyväksytty





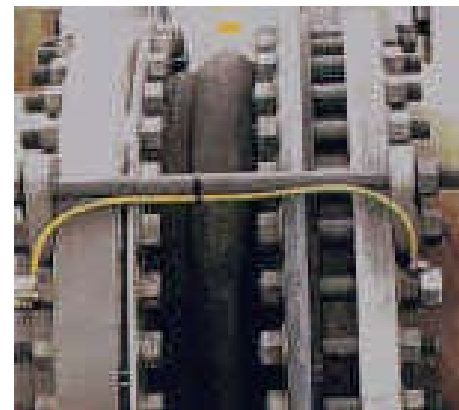
- Mitoitusjännitteeltään yli 1 kV moottoreiden valinnassa on otettava huomioon Liitteen G taulukon G.1 arvot. Jos riskitekijöiden kokonaissumma on yli 6, on moottorissa käytettävä kondensaatiolämmittimiä, ja on ryhdyttävä erityistoimiin sen varmistamiseksi, että moottorin sisällä ei ole räjähdyskelpoista kaasuseosta käynnistyshetkellä.
- Jos moottori on tarkoitettu käytettäväksi erityistoimenpitein, sertifikaatissa on X-merkintä standardin IEC 60079-0 mukaisesti.
- Erityistoimenpiteitä voivat olla tuuletus ennen käynnistystä, moottorin sisällä oleva kiinteä kaasunilmaisoin tai muu valmistajan ohjeissa esitetty menetelmä.

- Valaisimien valinnassa on otettava huomioon, että lämpötilaluokka voi muuttua, jos voidaan käyttää eri tehoisia lamppuja.
- Joillakin valaisimilla on erilaisia lämpötilaluokkia riippuen käytettävän lampun tyypistä tai nimellisarvoista. Käytettävän lampun tyyppi ja nimellisarvo on valittava tarvittavan lämpötilaluokan mukaisesti.
- Jos valitaan valaisin, johon voidaan vaihtaa lamppuja, on sen oltava tyyppiä, jossa käytetään vain muuttamattomia standardilamppuja ilman lisäkiinnikkeitä.
- Pienpainenaatriumlamppuja ei tulisi kuljettaa räjähdysvaarallisen tilan läpi tai asentaa räjähdysvaarallisen tilan yläpuolelle, koska särkyneestä lampusta vapautunut natrium aiheuttaa syttymisriskin.

- Ei saa käyttää tiloissa joissa kentänvoimakkuus on yli 1 A/m tai 3 V/m,
- Passiiviset tagit eivät vaadi Ex-hyväksyntää,
- Passiivisten tagien lämpötilaluokka on T6 kun ympäristölämpötila on 40 °C ja T5 kun ympäristölämpötila on 60 °C,
- Kaikkien tagien asennuksessa on otettava huomioon staattisen sähkön vaatimukset,
- Tiloissa, joissa vaaditaan EPL Ga (tilaluokka 0) tai Da (tilaluokka 20) laitteita, on käytettävä tageja, jotka on hyväksytty yhdessä lukijalaitteen kanssa,
- Tagien kiinnitys ei saa vaikuttaa sen laitteen Ex-suojaukseen, johon se on kiinnitetty,
- Jos kiinnitykseen käytetään liimaa, on otettava huomioon käyttölämpötila.

- Ei paljaita jännitteisiä osia (paitsi Exi)
- TN-järjestelmä
 - TN-S- järjestelmä Ex-alueella
- TT-järjestelmä
 - Vikavirtasuojaus
- IT-järjestelmä
 - Maasulkuvalvonta

- Potentialintasaus
 - jännitteelle alttiit ja muut johtavat osat, joihin voi siirtyä jännite
- Staattisen sähkön välttäminen
- Ukkossuojaus
- Sähkömagneettinen säteily
- Katodisuojaus



Yhdistäminen tulisi tehdä

- Vaarattomalla alueella tai
- Kytkimellä, joka täyttää tilan suojaustasovaatimukset, tai
- Noudattaen dokumentoitua ohjetta, jolla pienennetään riski hyväksyttävälle tasolle.

- Eri räjähdyssuojaustasoilla kevytmetalleissa saa olla eri aineita korkeintaan seuraavasti:
 - EPL Ga (tilaluokka 0)
 - Yhteensä 10% alumiinia, magnesiumia, titaania ja zirkoniumia
 - Yhteensä 7,5 % magnesiumia, titaania ja zirkoniumia
 - EPL Gb (tilaluokka 1)
 - Yhteensä 7,5 % magnesiumia, titaania ja zirkoniumia
 - EPL Gc (tilaluokka 2)
 - Ei rajoituksia

- EPL Da (tilaluokka 20)
 - yhteensä 7,5 % magnesiumia, titaania ja zirkoniumia
- EPL Db (tilaluokka 21)
 - yhteensä 7,5 % magnesiumia, titaania ja zirkoniumia
- EPL Dc (tilaluokka 22)
 - ei rajoituksia

Räjähdysvaarallisen tilan yläpuolella olevien laitteiden, jotka voivat muodostaa kuumia hiukkasia tai pintalämpötiloja, on oltava kokonaan koteloituja tai varustettu sopivilla suojuilla mahdollisten syttymislähteiden putoamisen estämiseksi räjähdysvaaralliseen tilaan.

Tällaisia laitteita ovat mm:

- Sulakkeet
- Kytkimet
- Moottorit, joissa on liuku- tai harjakoskettimet
- Lämmityslaitteet, lämmityselementit tai vastaavat laitteet
- Kaiken tyyppisten purkauslamppujen lisälaitteet, kuten kuristimet, kondensaattorit ja sytyttimet
- Kaikki paljaat lamput
- Kaikki kiinnittämättömät kaapelit

- Muovisten osien vaarallinen varautuminen on estettävä
 - a) Pintaresistanssi $< 1 \text{ G}\Omega$ (50 %_{Rh}) tai $< 100 \text{ G}\Omega$ (30 %_{Rh})
 - b) Pinta-ala on rajoitettu
 - sallitut projektiopinta-alat (taulukko 5)
 - sallittu leveys tai halkaisija (taulukko 6)
(ei koske kaapeleita)
 - c) Johtamattoman pinnoitteen paksuus on rajoitettu (taulukko 7)
 - d) Käyttäjää varoitetaan vaarasta ja annetaan ohjeet vaaran välttämiseksi
VAROITUS – SÄHKÖSTAATTISEN VARAUTUMISEN VAARA
 - saa käyttää vain kohteissa, joissa varautumisen vaara on pieni
 - ei saa käyttää siirrettävissä rakenteissa tai laitteissa

| Suurin sallittu pinta-ala mm² | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|
| EPL | Ryhmä IIA | Ryhmä IIB | Ryhmä IIC |
| Ga (tilaluokka 0) | 5 000 | 2 500 | 400 |
| Gb (tilaluokka 1) | 10 000 | 10 000 | 2 000 |
| Gc (tilaluokka 2) | 10 000 | 10 000 | 2 000 |

| Suurin sallittu halkaisija tai leveys mm | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| EPL | Ryhmä IIA | Ryhmä IIB | Ryhmä IIC |
| Ga (tilaluokka 0) | 3 | 3 | 1 |
| Gb (tilaluokka 1) | 30 | 30 | 20 |
| Gc (tilaluokka 2) | 30 | 30 | 20 |

| Suurin sallittu paksuus mm | | | |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| EPL | Ryhmä IIA | Ryhmä IIB | Ryhmä IIC |
| Ga | 2 | 2 | 0,2 |
| Gb | 2 | 2 | 0,2 |
| Gc | 2 | 2 | 0,2 |

- Liukupurkaukset on estettävä
 - ei käytetä pinta-alaltaan yli 500 mm² muovipinnoitettuja metalliosia
- Jos käytetään muovipinnoitusta on:
 - a) pinnoitteen pintaresistanssin oltava $< 1 \text{ G}\Omega$, tai
 - b) pinnoitteen läpilyöntilujuuden oltava $< 4 \text{ kV}$, tai
 - c) Käyttäjää varoitetaan vaarasta ja annetaan ohjeet vaaran välttämiseksi
VAROITUS – SÄHKÖSTAATTISEN VARAUTUMISEN VAARA
- Kaapelien reititys on tehtävä niin, että kaapelit eivät ole alttiina ilmassa leijuvan pölyn aiheuttamalle staattisen sähkön varautumiselle

- Johdot on suojattava oiko-, maasululta ja ylikuormitukselta
- Sähkölaitteet on suojattava oiko- ja maasuluilta
- Pyörivät koneet on suojattava ylikuormittumiselta
 - ylivirtareleihin, lämpötila-antureihin tai vastaaviin laitteisiin
- Muuntajat on suojattava tarvittaessa ylikuormittumiselta
- Oiko- ja maasulkusuojalaitteet eivät saa olla itsestään palautuvaa rakennetta
- Kolmivaihemoottori ei saa toimia yhden vaiheen katkettua
- Hälytys riittää mikäli laitteen automaattinen laukaisu aiheuttaa syttymisvaaraa suuremman riskin

- Hätätilanteiden varalta räjähdysvaarallisen alueen ulkopuolella sopivassa kohdassa/kohdissa on oltava mahdollisuus katkaista sähkönsyöttö räjähdysvaaralliselle alueelle.
- Sähkölaitetta, jonka toiminnan jatkuminen on välttämätöntä vaaratilanteen pahenemisen estämiseksi, ei saa liittää hätälaukaisupiiriin. Sillä on oltava erillinen piirinsä.
 1. Yleiseen sähkökytkentätilaan asennetut kytkinlaitteet kelpaavat normaalisti tässä tarkoitetuiksi hätäkytkentälaitteiksi.
 2. Hätäkytkennän on erotettava kaikki syöttöjohdon virtapiirit nollajohdin mukaan lukien.
 3. Hätäkytkentäpaikat on arvioitava ottaen huomioon laitoksen laajuus, henkilöstön sijainti laitoksessa ja laitoksen käytön luonne.

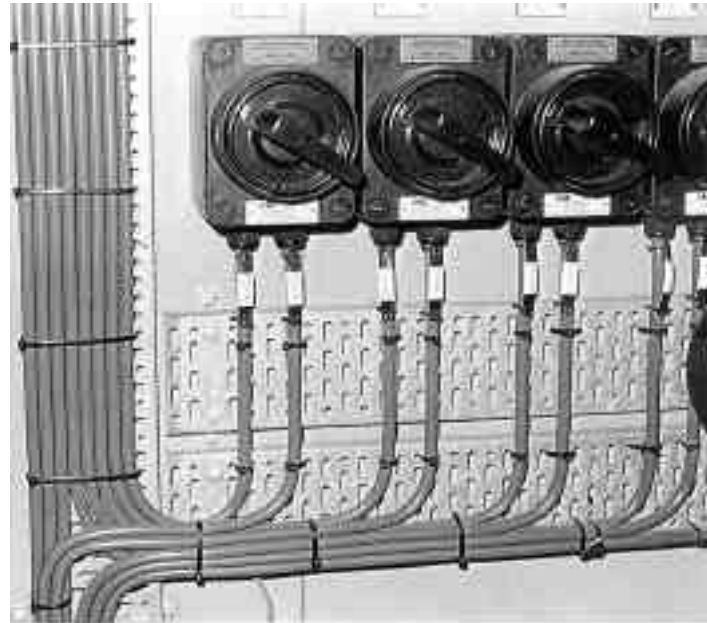
- Jokainen virtapiiri on voitava erottaa kaikkinaikaisesti (myös nollajohdin).
- Suositeltavaa on käyttää erotinlaitetta, joka erottaa kaikki johtimet yhtä aikaa.
- Tarvittaessa erottamiseen voidaan kuitenkin käyttää myös varokkeita ja johdinliitoksia.

- Alumiinijohtimet vähintään 16 mm²
- Kaapelit on suojattava ympäristövaikutuksilta
- Pelkästään käyttöeristettyjä johtimia saa käyttää vain keskuksissa, koteloissa tai Ex-putkiasennusjärjestelmissä
- Liitännöiden laitteisiin on oltava ko. Ex-rakenteen mukaisia
- Käyttämättömät läpiviennit on suljettava ko. Ex-rakenteen mukaisilla sulkutulvilla
- Kaasujen ja höyryjen siirtyminen tilasta toiseen on estettävä
- Eristämättömiä johtimia ei tulisi asentaa Ex-tilan yläpuolelle
- Pölyn kertyminen kaapeleille estettävä
- Kaapelin sisä- tai ulkovaipan vedonkestävyyden tulee olla vähintään 8,5 MPa

- Räjähdyksvaarallisessa tilassa käytettävien kiinteän asennuksen kaapelien on sovellettava käyttöpaikan ympäristöolosuhteisiin.
- Kaapeleiden on oltava:
 - kestumuovivaippaisia, kertamuovivaippaisia tai elastomeerivaippaisia. Niiden on oltava pyöreitä, tiiviitä ja niissä mahdollisesti olevan suulakepuristetun täyteaineen on oltava vettä imemätöntä, tai
 - mineraalieristettyjä metallivaippaisia, tai
 - erityisrakenteisia, esim. litteitä kaapeleita, joiden yhteydessä käytetään sopivia kaapeliläpivientejä. Niiden on oltava tiiviitä ja niissä on oltava suulakepuristettu täyterkerros ja mahdollisen täyteaineen on oltava vettä imemätöntä.
- Jos 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. On harkittava sopivia varotoimia tämän ilmiön vähentämiseksi. On myös otettava huomioon mahdollisuus, että liekit voivat edetä kaapelien johtimien väleissä.
- Mineraalieristeiset kaapelit on tiivistettävä.

- Kannettavien ja siirrettävien laitteiden kaapelit:
 - Öljynkestävä kumikaapeli tai vastaava (H07RN-F), jonka johdinpoikkipinta on vähintään 1 mm²,
 - Kevyessä käytössä ja enintään 250 V jännitteellä ja 6 A virralla kevyt öljynkestävä kumikaapeli tai vastaava (H05RN-F).
- Muut taipuisat kaapeli:
 - Kumikaapelit (H07RN-F tai H05RN-F),
 - Muovivaippaiset kaapelia H07RN-F vastaavat kaapelit.

- Mekaaninen suojaus tarvittaessa
- Riittävä taivutussäde
- Tärinältä suojaus

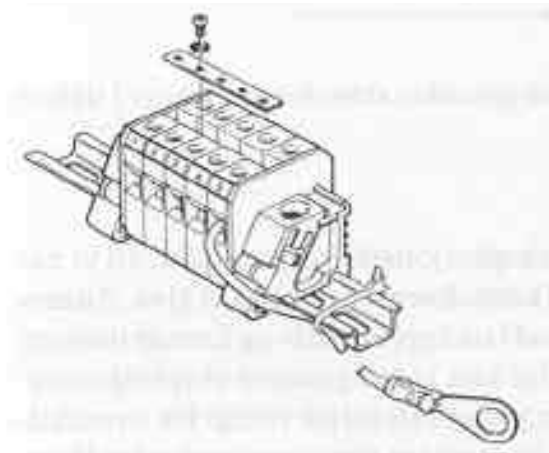


Kiinteään asennukseen tarkoitetuilla kaapeleilla on oltava joko:

- Palo-ominaisuudet, jotka täyttävät standardien IEC 60332-1-2 tai IEC 60332-3-22 asianmukaiset testivaatimukset,
- Ne on suojattu muulla tavoin liekkien leviämiseltä (esim. ne on asennettu hiekalla täytettyyn kaapelikanavaan/-kouruun) tai
- Räjähdysvaaralliseen tilaan menevät kaapelit on varustettava läpivienneillä, jotka estävät palon etenemisen räjähdysvaarattomalta alueelta räjähdysvaaralliseen tilaan.

- Vanhan standardin kohta 9.6.6 on poistettu, joten ainoa tapa jatkaa kaapelia Ex-tilassa, on tehdä se tilaan hyväksytyssä kotelossa.

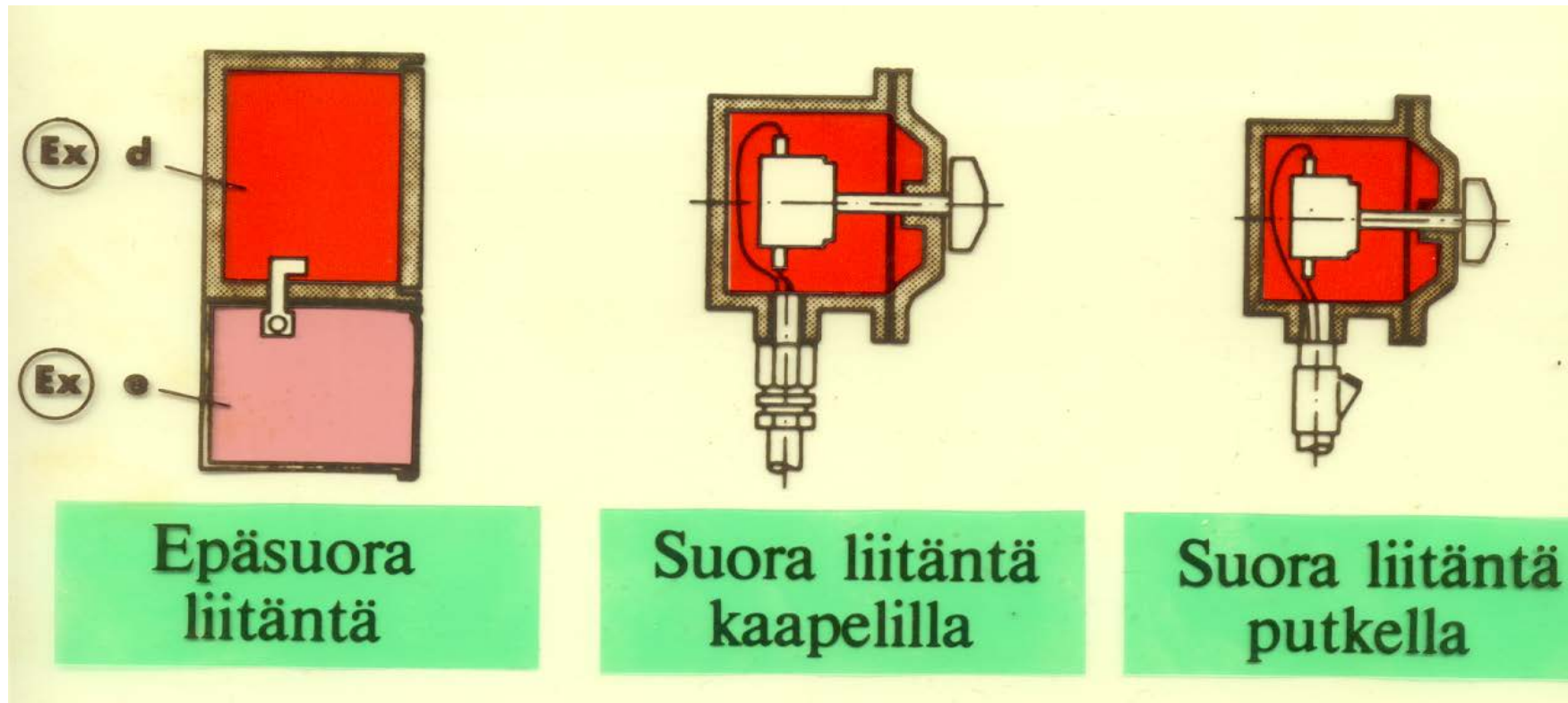
- Maadoitettava tai
- Eristettävä luotettavasti ko. suojausrakenteen vaatimusten mukaisesti esim. liitintä käyttäen.
- Eristämistä teipillä ei sallita.



- Ex-suojausrakenteen mukainen;
- Sopiva ko. kaapelityypille;
- Kotelon IP-luokan säilyttävä;
- Vedonpoisto;
- Ex-sulkutulpat;
- Lisäreijät koteloihin saa tehdä vain valmistajan ohjeiden mukaisesti.



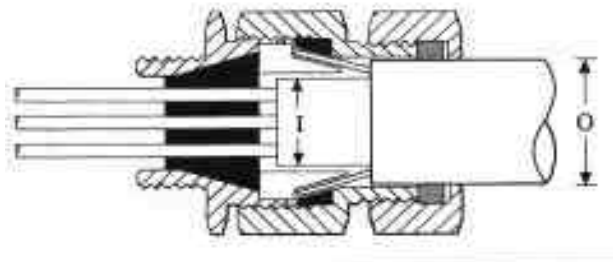
| Laitteen räjähdysuojaurakenne | Läpiviennin, sovitteen ja sulkutulpan räjähdysuojaurakenne | | | |
|--|--|--------|----------------|--------|
| | Ex "d" | Ex "e" | Ex "n" | Ex "t" |
| Ex "d" | X | | | |
| Ex "e" | X | X | | |
| Ex "i" ja Ex "nL" - Group II ^a | X | X | X | |
| Ex "i" - Group III ^a | | | | X |
| Ex "m" | Ex "m"- rakennetta ei normaalisti sovelleta johdinliitäntöihin. Liitännän suojausrakenteen on sovelluttava käytettyyn johdotusjärjestelmään. | | | |
| Ex "n" paitsi Ex "nL" Ex "nR" (on käytettävä laitteen mukana sertifioituja läpivientejä) | X | X | X | |
| Ex "o" | Ex "o"- rakennetta ei normaalisti sovelleta johdinliitäntöihin. Liitännän suojausrakenteen on sovelluttava käytettyyn johdotusjärjestelmään | | | |
| Ex "p", kaikki tyypit | X | X | X ^b | |
| Ex "pD" | | | | X |
| Ex "q" | Ex "q"- rakennetta ei normaalisti sovelleta johdinliitäntöihin. Liitännän suojausrakenteen on sovelluttava käytettyyn johdotusjärjestelmään | | | |
| Ex "s" | Sallittu vain sertifikaatin 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 | | | | |



- a) Muovieristeisillä pyöreillä ja kompakteilla kaapeleilla tiivisterenkaalla varustettu Exd-läpivienti edellyttää, että kaapelin pituus laitteen ulkopuolella on vähintään 3 m.

Kaapelin tiiveys voidaan tarkistaa standardin liitteen E testillä.

- b) Mineraalieristeisillä kaapeleilla on käytettävä niille hyväksytyä Exd-läpivientiä.
- c) Exd-tiivistystarvike (esim. sulkumuhvi).
- d) Exd-läpivienti, jossa kaapelin johtimien välit tiivistetään massalla.



Liite E

(Ohjeellinen)

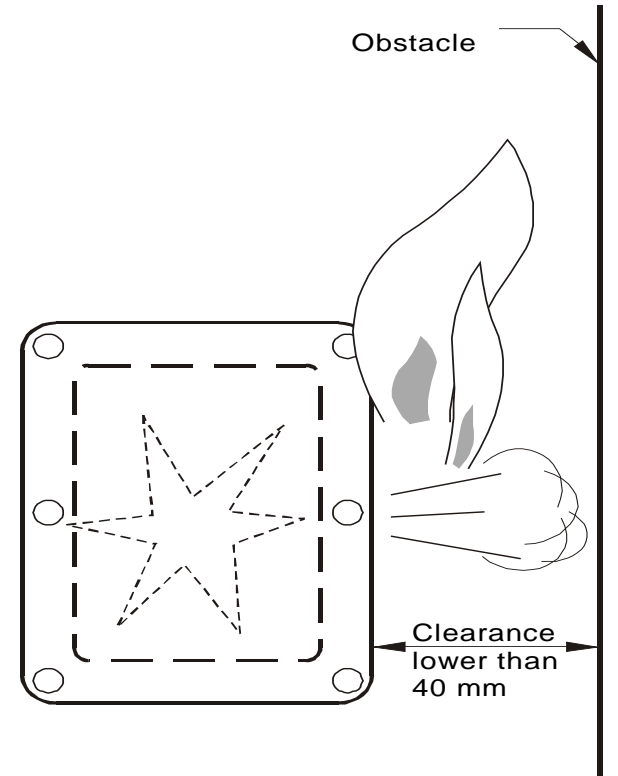
Kaapelien tiiveystesti

E.1 Testimenetelmä

Pituudeltaan 0,5 m oleva kaapelinäyte tulisi tyyppitestata asennettuna 5 l ($\pm 0,2$ l) tiivistettyyn koteloon vakio lämpötilassa. Kaapelin katsotaan olevan hyväksyttävä, jos aika, joka tarvitaan vähintään 0,3 kPa (30 mm vettä) ylipaineen alenemiseen 0,15 kPa (15 mm vettä), ei ole alle 5 s.

Kotelon on oltava täysin tiivis, jotta vältetään painehäviöt kotelon saumojen kautta.

- Etäisyys muista rakenteista:
 - IIA:10 mm
 - IIB:30 mm
 - IIC:40 mm
- Suojattava sateelta,
- Saa rasvata,
- Ei saa maalata.



- Vikavirtasuojaja (100 mA, suositus 30 mA).
- Tarvittaessa lämpötilarajoitus turvalaitteella, joka EPL Gb ja Db tiloissa (tilaluokat 1 ja 21) kytkee lämmityslaitteen virrattomaksi ja EPL Gc ja Dc tiloissa (tilaluokat 2 ja 22) joko antaa hälytyksen tai kytkee laitteen virrattomaksi.
- Lämpötilan valvontalaitteen vaatimukset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12 Lämpötilavalvontajärjestelmien vaatimukset

| Sähkömekaaninen ylilämpökytkin | Proessoriohjattu ylilämpökytkin |
|---|---|
| Palautus vain työkalua käyttäen | Palautus mahdollista vain salakoodia käyttäen |
| Palautus manuaalisesti | Palautus vain auktorisoidun henkilön toimesta ohjauskeskuksesta. |
| Palautus vain normaaleissa käyttöolosuhteissa | Palautus vain normaaleissa käyttöolosuhteissa |
| Asettelu lukittu | Lämpötilaluokan asettelu on oltava mahdollista vain kiinteällä liittimellä ja valmistajan salakoodilla. |
| Riippumaton säädöstä | Riippumaton säädöstä |
| Anturin vikaantumisen on oltava turvallista (esim. kapillaariputken rikkoutuessa) | 100 % anturin valvonta |

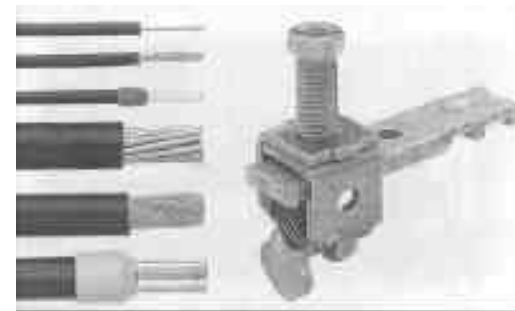
- Valmistajan ohjeet (esimerkkinä taulukko 14),
 - Liittimien lkm ko. johdinpoikkipinnoilla ja virroilla.tai
- Suurinta sallittua häviötehoa ei ylitetä.
- Komponenttihyväksytyn (U) tyhjän kotelon kalustukselle on haettava hyväksyntä ATEX-ilmoitetulta laitokselta

**Taulukko 14 Esimerkki määritellystä liitin/johdin kokoonpanosta-
Suurin sallittu johdinlukumäärä riippuen johtimien poikkipinnasta ja sallitusta
jatkuvasta virrasta**

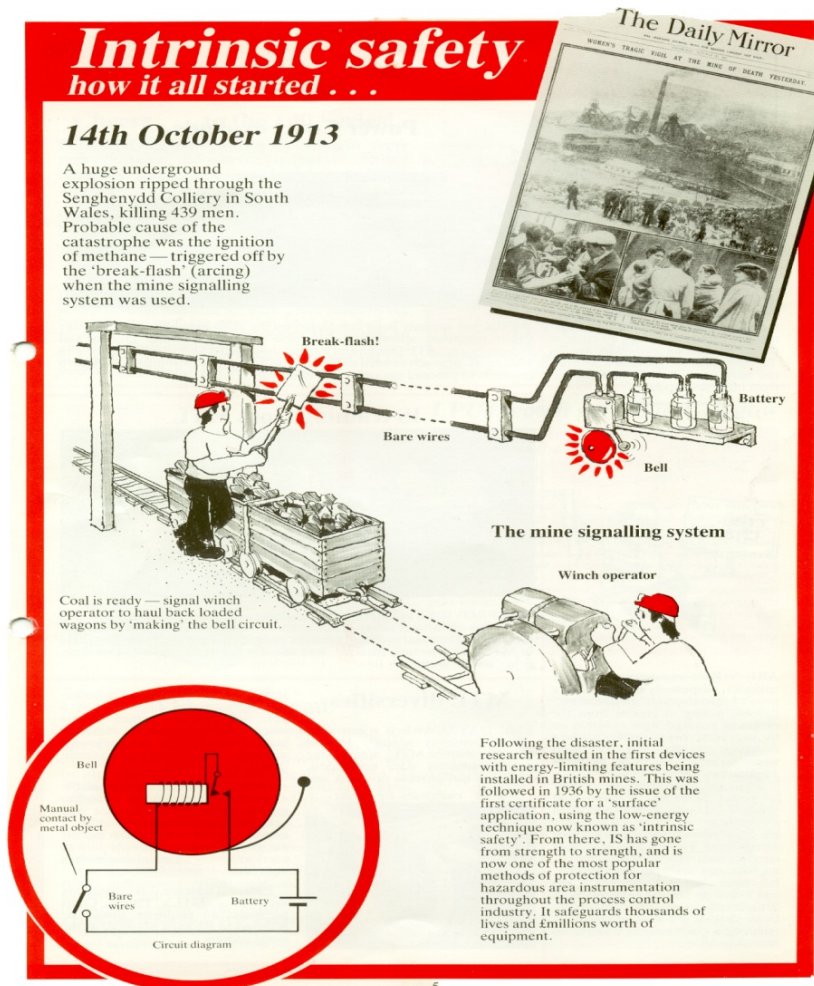
| Virta A | Johdinlukumäärä riippuen poikkipinnasta mm ² | | | |
|---|--|-----|----|----|
| | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| 3 | | | | |
| 6 | | | a | |
| 10 | 40 | | | |
| 16 | 13 | 26 | | |
| 20 | 5 | 15 | 30 | |
| 25 | | 7 | 17 | 33 |
| 35 | | | 3 | 12 |
| 50 | | b | | |
| 63 | | | | |
| Suurin sallittu liitinlukumäärä | 20 | 13 | 15 | 16 |
| <p>HUOM Kaikki tulevat johtimet ja sisäiset kytkentälenkit lasketaan johtimiksi, Maadoituskytkentöjä ei lasketa mukaan.</p> <p>Tätä taulukkoa käytettäessä standardin IEC 61439 mukaiset tasoitus- tai kuormituskertoimet voidaan ottaa huomioon. Eri poikkipintaiset johtimet ja virrat ovat mahdollisia käytettäessä taulukon arvoja vastaavissa suhteissa piireissä,</p> <p>a Mikä tahansa lukumäärä</p> <p>b Valmistajan määrittelemä lukumäärä (laskemalla lämpenemät)</p> | | | | |

HUOM !
Tämä taulukko on
esimerkki eikä sitä
saa käyttää missään
tilanteessa vaan on
aina noudatettava
kotelovalmistajan
ohjeita.

- Kaapelikenkä
- Johdinholkki
- Soveltuva liitin



- Piiriin menevä energia < MIE
- Piirissä varastoituva tai syntyvä energia < MIE
- Laitteiden ja komponenttien pintalämpötilat < vaaraa aiheuttavan kaasun itsesyttymislämpötila
- Tilaluokissa 0 ja 1 vikatilanteetkaan eivät saa aiheuttaa vaaraa



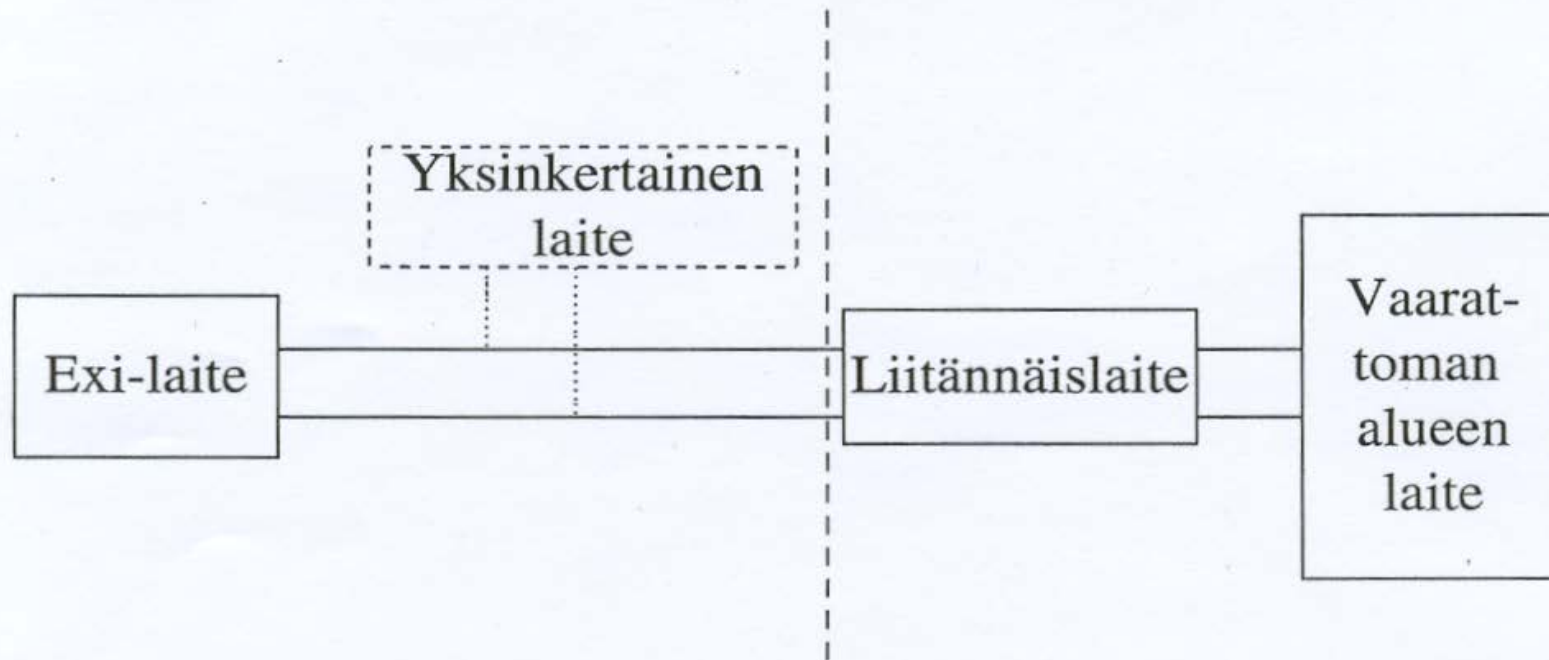
- LAITEVAATIMUKSET

- EN/IEC 60079-0 Yleisvaatimukset
- EN/IEC 60079-11 Exi-laitteet
- EN/IEC 60079-25 Exi-järjestelmät

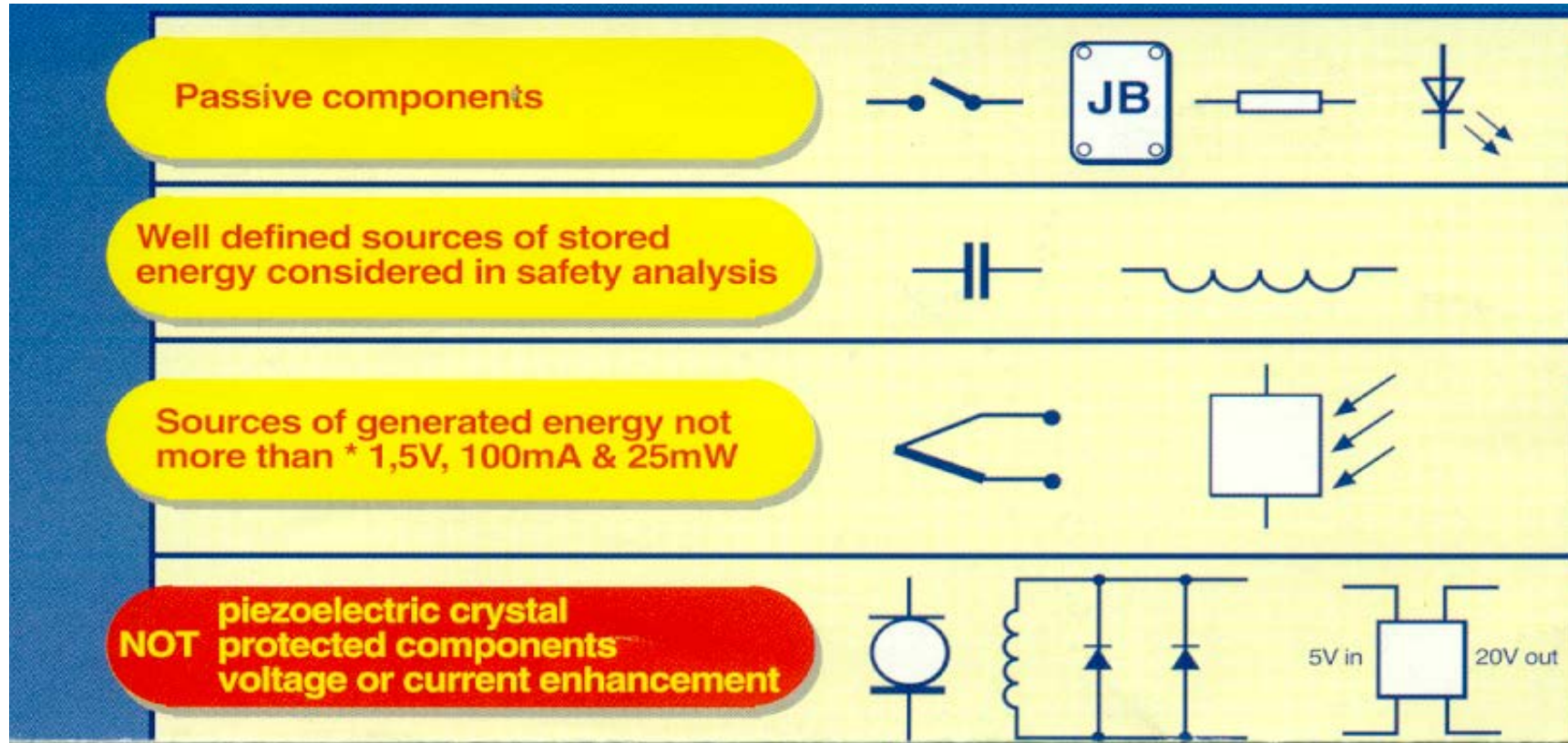
- ASENNUSVAATIMUKSET

- SFS-EN 60079-14

EXI-PIIRIN LAITTEET

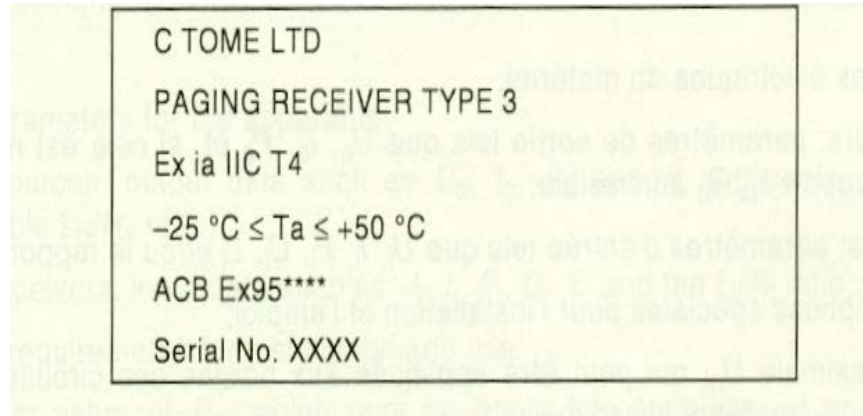


- Eivät vaadi hyväksyntää eikä Ex-merkintää

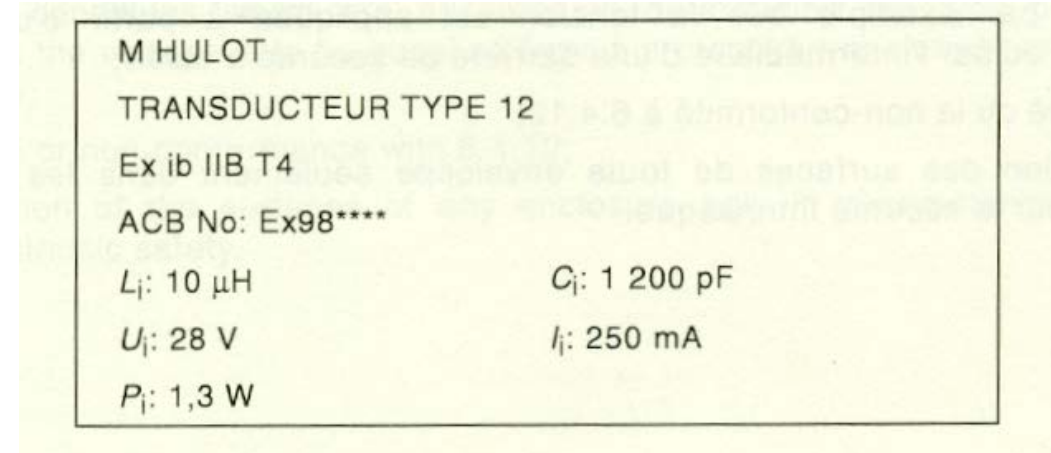


- Ex ia II tai Ex ia III
 - Kaksi laskettavaa vikaa ei tee laitteesta vaarallista
 - Kelpaa tilaluokkaan 0 tai 20
- Ex ib II tai Ex ib III
 - Yksi laskettava vika ei tee laitteesta vaarallista
 - Kelpaa tilaluokkaan 1 tai 21
- Ex ic (Ex nL) tai Ex ic III
 - Laite on turvallinen normaalitoiminnassa
 - Kelpaa tilaluokkaan 2 tai 22

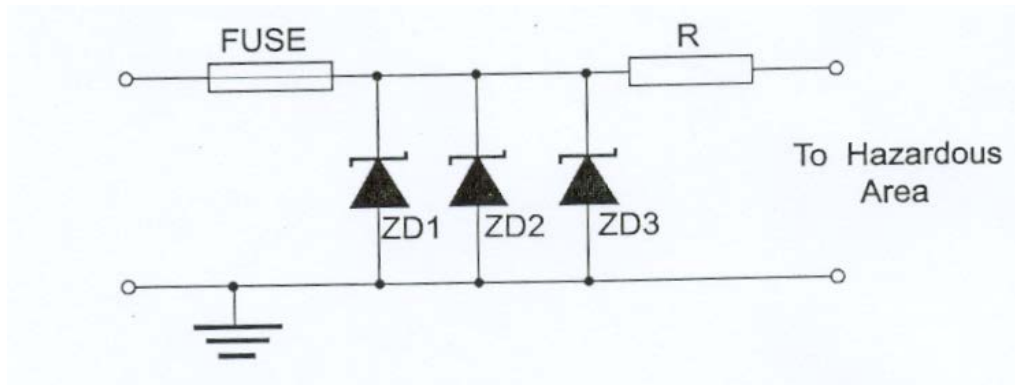
Itsenäinen laite



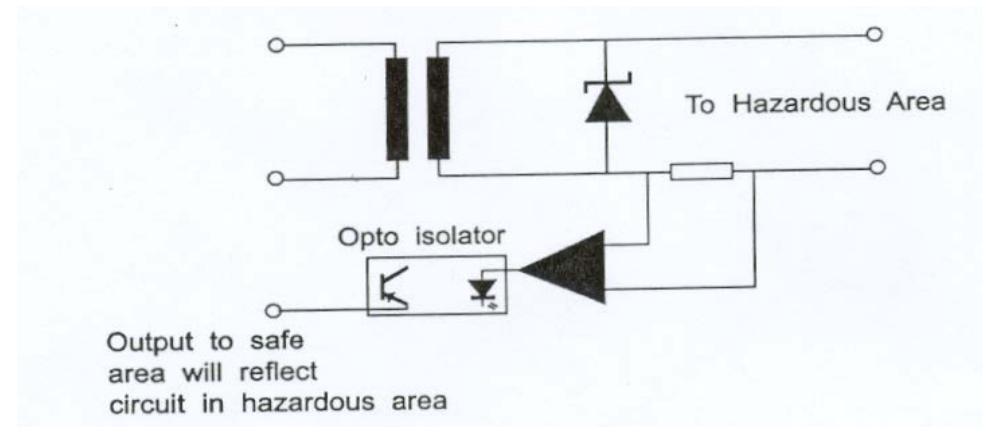
Exi-piiriin liitettävä laite



Zenerbarrieri



Galvaaninen erotus

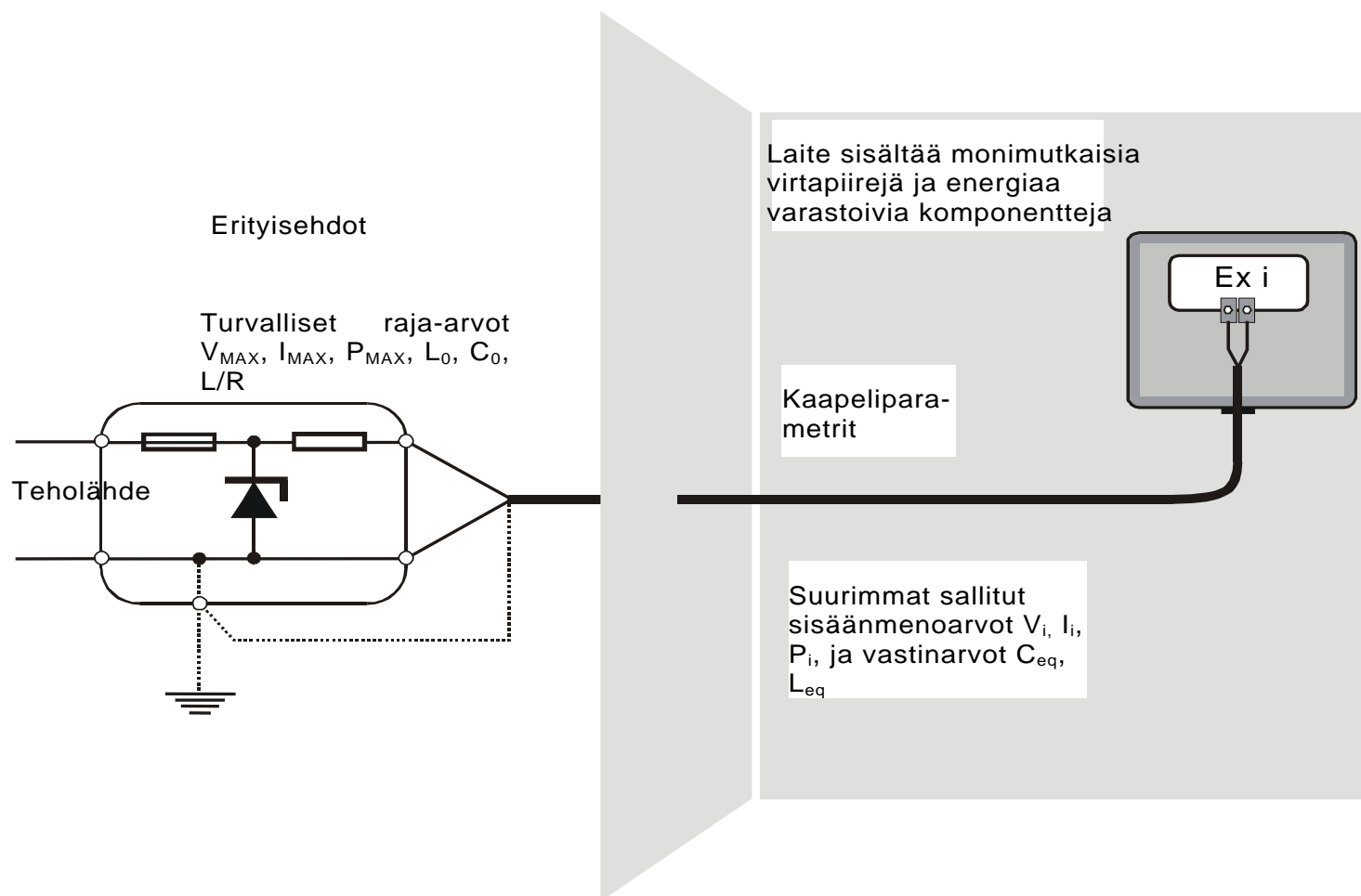


Ei Ex-alueella

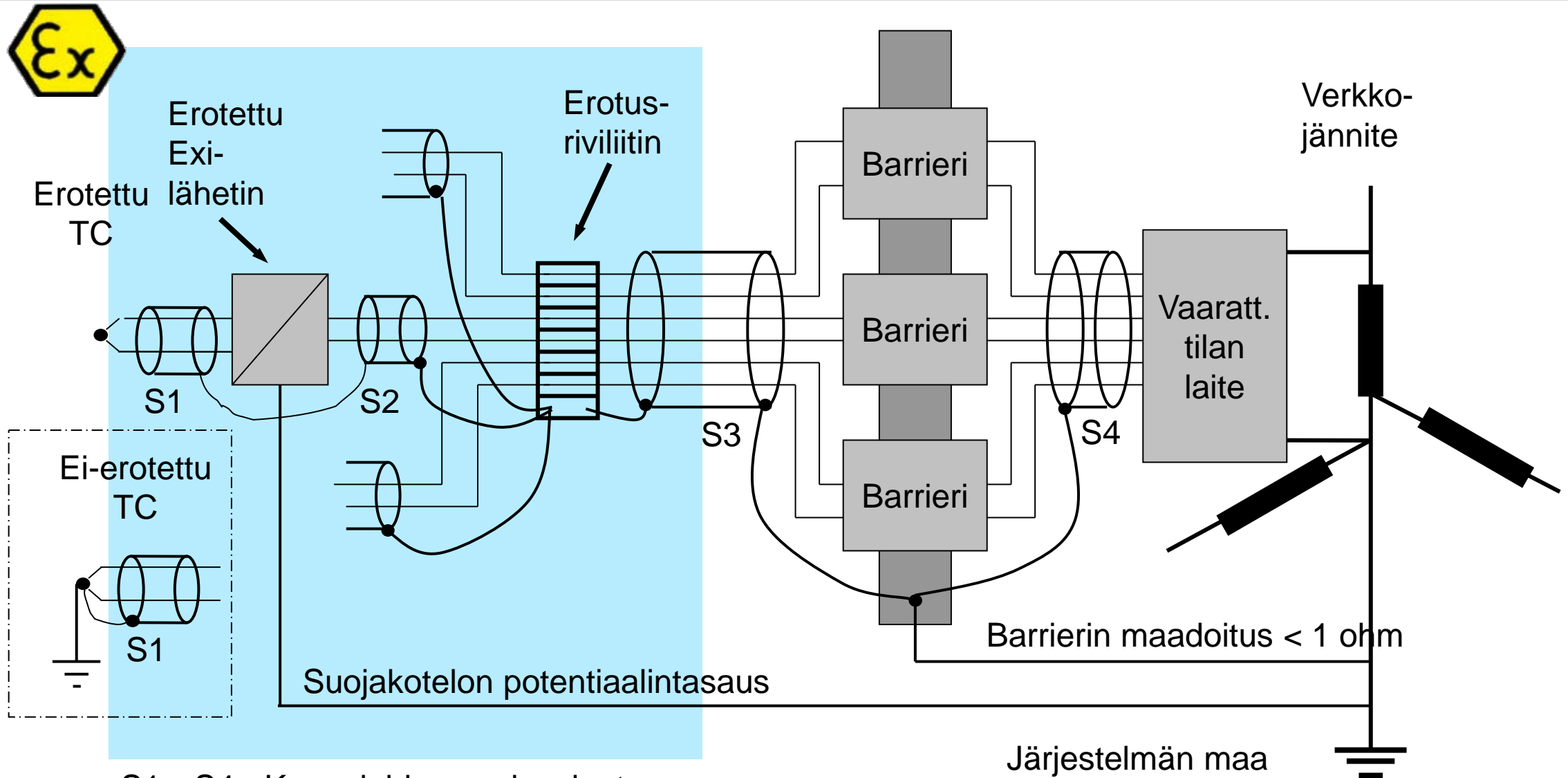
J SCHMIDT A.G.
STROMVERSORGUNG TYP 4
[Ex ib] I
ACB No: Ex98*.***
 U_m : 250 V P_o : 0,9 W
 I_o : 150 mA U_o : 24 V
 L_o : 20 mH C_o : 5,5 μ F

Exd-kotelossa

PIZZA ELECT. SpA
Ex d [ia] IIB T6
ACB No: Ex98****
 U_m : 250 V P_o : 0,9 W
 U_o : 36 V I_o : 100 mA
 C_o : 0,31 μ F L_o : 15 mH
Serial No. XXXX



- Laitteet tilaluokissa 1, 21 Ex ib ja tilaluokissa 2 ja 22 Ex ic
- Liitännäislaitteet:
 - Ex-tilan ulkopuolelle
 - Syöttöjännite $\leq U_m$
 - Syötön oikosulkuvirta $\leq 1500 A$
- Kaapeleiden jännitelujuus väh. 500 V ja sähköiset parametrit selvillä.
- Kaapelien sähköinen suojavaippa maadoitetaan vain yhdestä pisteestä.
- Mikäli armeeraus toimii vain mekaanisena suojana, se maadoitetaan yleensä molemmista päistä.



S1...S4 - Kaapeleiden suojavaipat

- Häiriösuojaus
- Mekaaninen suojaus
- Johtimet
- Suojatut ja/tai parikierretyt kaapelit tai riittävä etäisyys.
- Erilleen muista kaapeleista, tai erikseen suojattu, tai käytetään suojattuja kaapeleita.
- Ei samassa kaapelissa tai nipussa muiden johtimien kanssa.

- Suojaamattomat kaapelit on merkittävä.
- Mikäli merkintään käytetään kaapelivaipan väriä, on sen oltava vaalean sininen.
- Vaalean sinisiä kaapeleita ei saa käyttää muuhun tarkoitukseen.
- Sekoittuminen nollajohtimen kanssa on estettävä.

- Johtimien eristyspaksuus vähintään 0,2 mm,
- Jännitelujuus 500 V suojavaipan ja johtimien välillä ja 1000 V eri johtimien välillä,
- Exi-järjestelmissä vikatarkastelu:
 - Tyyppi A: parisuojatut kaapelit; ei vikoja,
 - Tyyppi B: jännite enintään 60 V ja suojattu vaurioilta; ei vikoja,
 - Muut: viat otettava huomioon.



- Aina kannattaa käyttää suojattuja kaapeleita, jolloin välttyy vikatarkastelulta.

- On eristettävä luotettavasti maasta ja toisistaan kaapelin molemmissa päissä sopivaa päätettä käyttämällä, tai
- Mikäli monijohtimisen kaapelin muut piirit on maadoitettu (esim. liitetyn laitteen kautta), maadoitettava samassa pisteessä kuin saman kaapelin muut Exi-piirit. Kaapelin toisessa päässä johtimet tulee eristää luotettavasti maasta ja toisistaan sopivaa päätettä käyttämällä.
- HUOM Kutistemuovisukan tai sopivan liittimen käyttäminen täyttää tämän vaatimuksen.

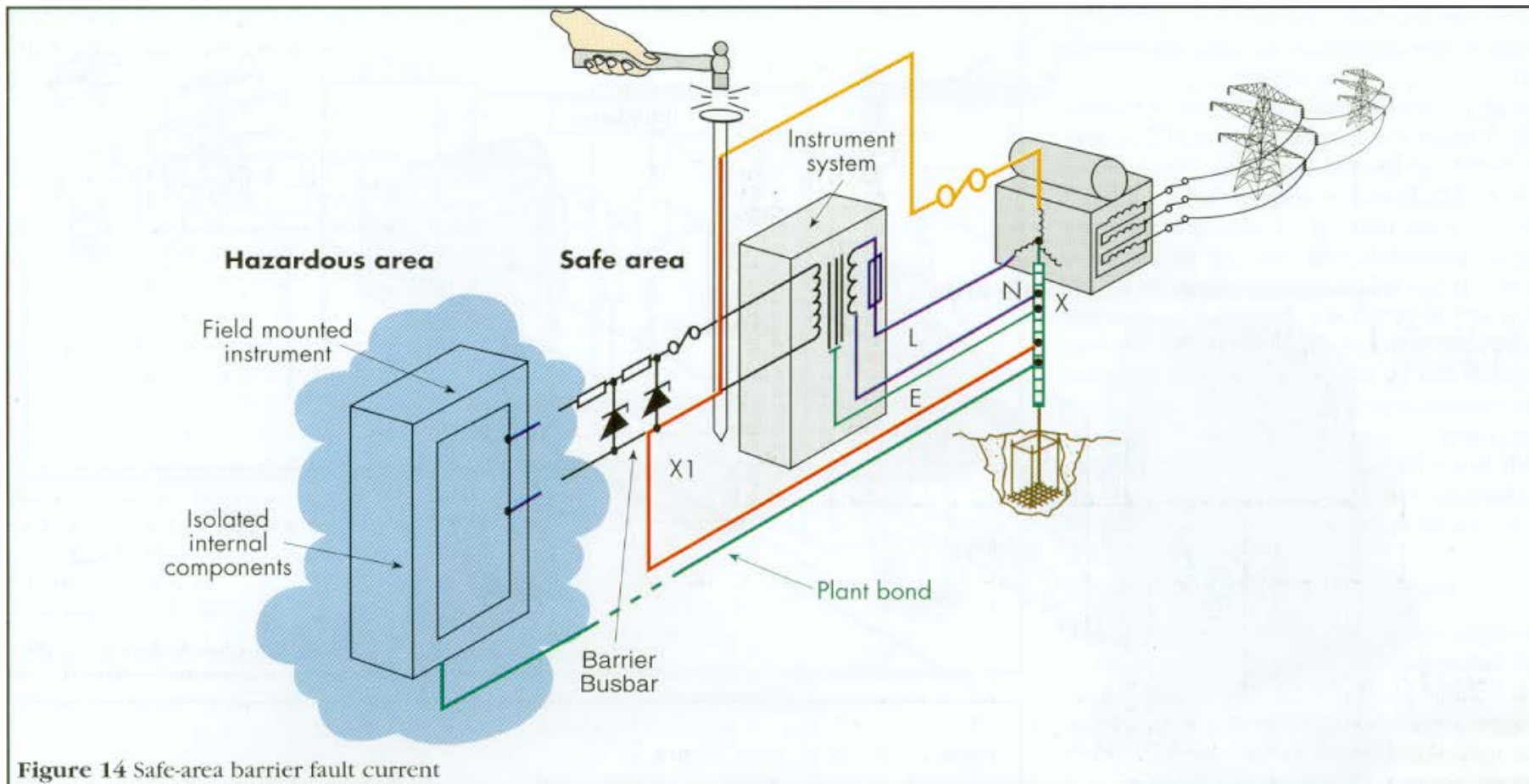
Exi-piirien on oltava joko

a) maasta erotettuja, tai

b) yhdistettyjä yhdestä pisteestä potentiaalintausjärjestelmään, mikäli sellainen on olemassa koko Exi-piirien asennusalueella.

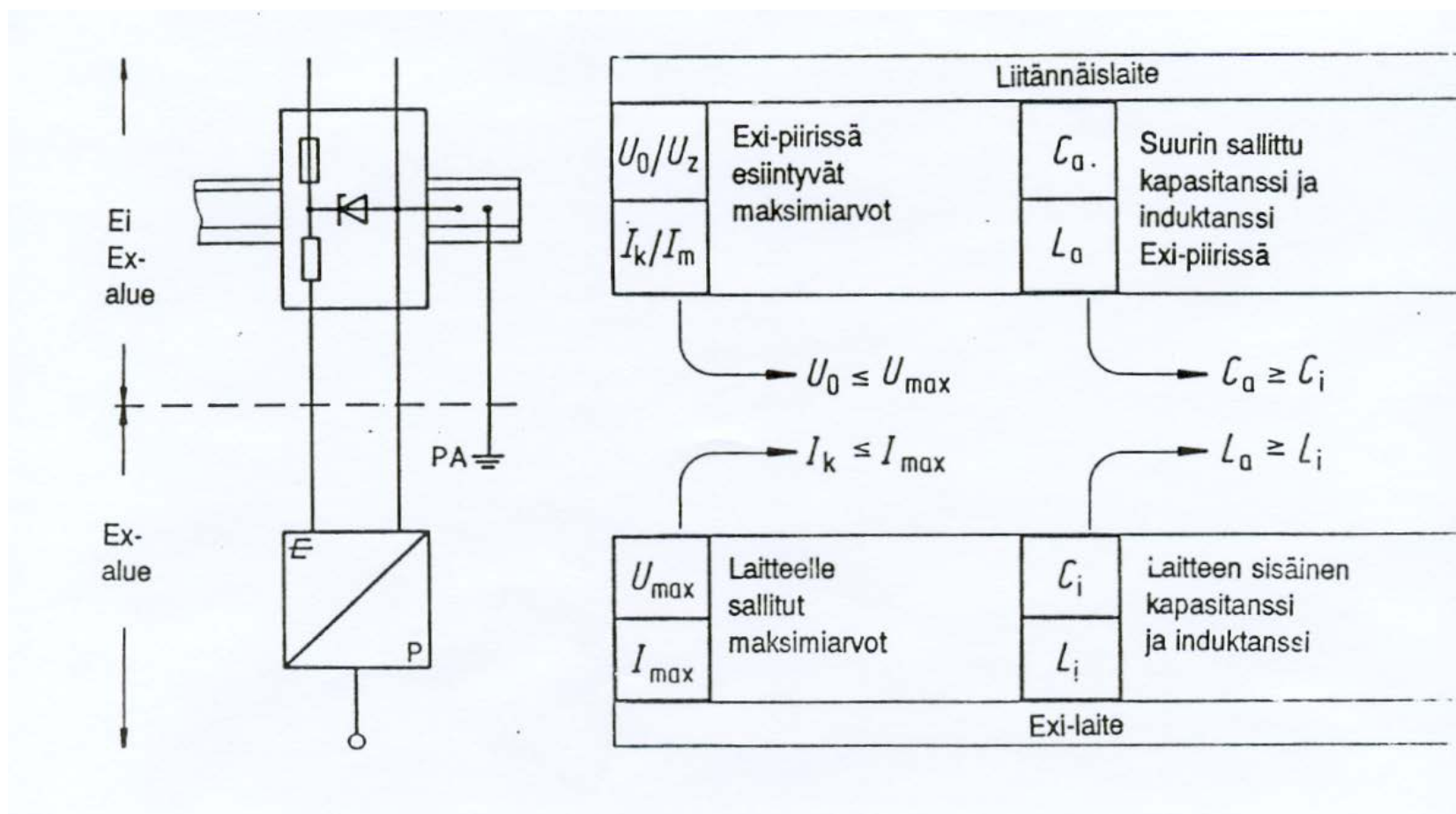
- Asennustapa on valittava piirien toimintavaatimusten ja valmistajan ohjeiden mukaisesti.
- Useampi kuin yksi maadoituspiste on sallittu, mikäli piiri on galvaanisesti jaettu osapiireihin, joilla jokaisella on vain yksi maadoituspiste.
- Maasta erotetuissa Exi-piireissä on kiinnitettävä huomiota staattisen sähkön aiheuttamaan vaaraan. Piirin yhdistämistä maahan yli 0,2 M Ω vastuksen kautta, esim. staattisen sähkön poistamiseksi, ei katsota piirin maadoittamiseksi.

Zener-barrierin toiminta edellyttää aina luotettavan maadoitusyhteyden olemassaolon



- IT- ja TT-järjestelmissä potentiaalintasaukseen.
- TN-S- järjestelmässä syöttävän keskuksen maadoituskiskoon.
 - Resistanssi alle 1 Ω ,
 - Johtimen on oltava eristetty ja sitä ei saa kytkeä laitekotelon runkoon,
 - Suojattava tarvittaessa mekaanisesti.
- Johdinpoikkipinta:
 - Kaksi 1,5 mm² johdinta tai
 - Yksi 4 mm² johdin.

- Sallittujen sähköisten arvojen tarkastaminen,
- Sallitun kaapelipituuden määrittäminen,
- Lämpötilaluokan määrittäminen,
 - Yksinkertaisilla laitteilla laskemalla tai pinta-alataulukkoa käyttäen.
- Räjähdyssryhmän määrää piirissä oleva alhaisimman räjähdysryhmän omaava laite,
- Exi-järjestelmistä on laadittava järjestelmäkuvaus.



- Kaapelivalmistajan ilmoittamat suurimmat arvot, tai
- Kaapelinäytteestä standardin liitteen C mukaisesti mitatut arvot, tai
- 200 pF/m ja 1 μ H/m, mikäli kaapelissa 2 tai 3 johdinta.

- Piirissä olevien Exi-laitteiden L_i tai C_i on $< 1\%$ liitännäislaitteeseen merkityistä arvoista L_o ja C_o
 - Kaapelille sallitut arvot: $L_o - L_i$ ja $C_o - C_i$
- Piirissä olevien Exi-laitteiden L_i ja C_i on $>1\%$ liitännäislaitteeseen merkityistä arvoista L_o ja C_o
 - Kaapelille sallitut arvot: $L_o/2 - L_i$ ja $C_o/2 - C_i$

(Jos piirissä on useita liitännäislaitteita on noudatettava liitteiden H ja I vaatimuksia ja ohjeita.)

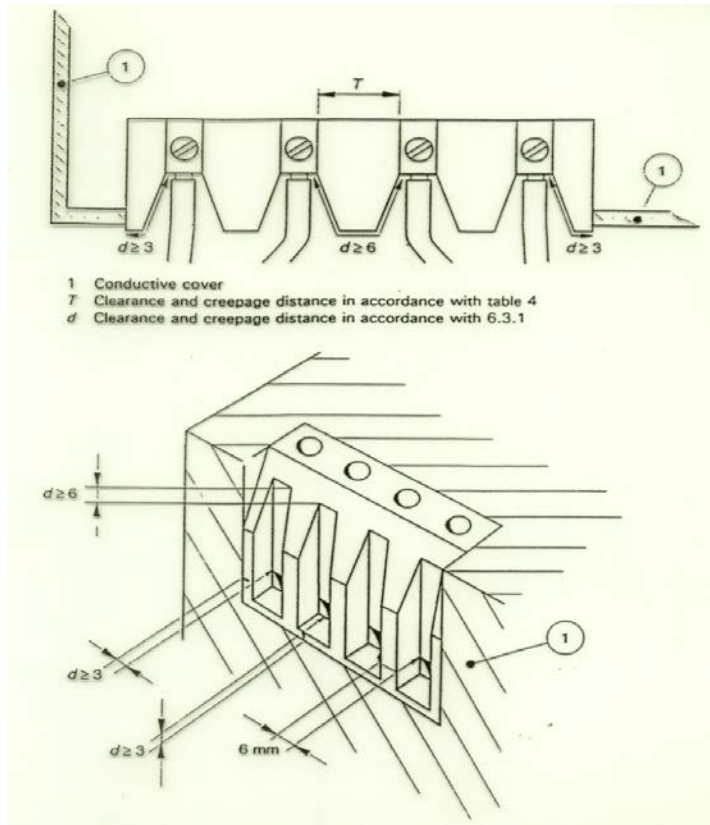
- Laitteet Exia,
- Suositellaan galvaanista erotusta,
- Piirin maadoitus tilaluokan 0 ulkopuolella,
- Tarvittaessa ylijännitesuojat.

- Merkittävä osaksi Exi-piiriä,
- Määritettävä lämpötilaluokka standardin kohdan 16.4 ohjeiden mukaisesti,
- Liittimien erotusvälien on oltava Exi-vaatimusten mukaiset.

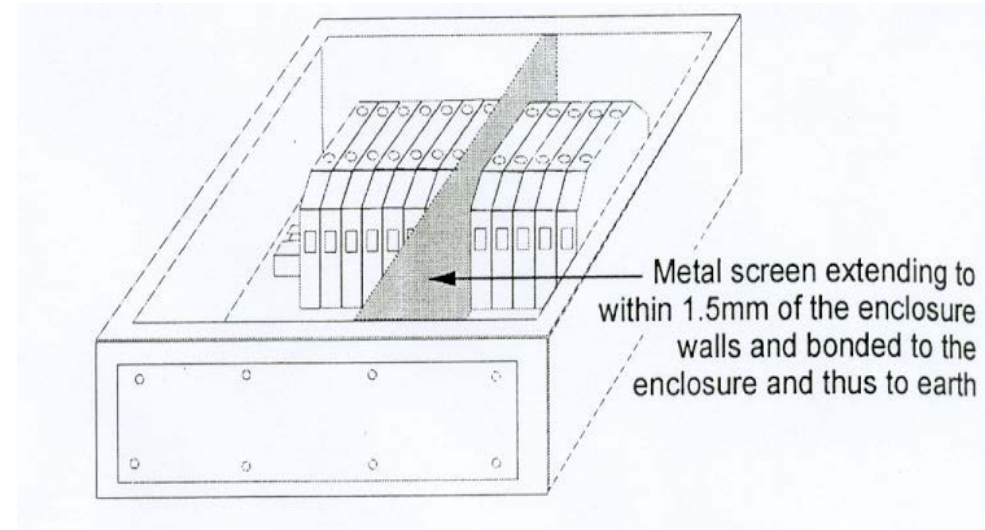
- Useamman kuin yhden Exi-piirin sisältämän kotelon on täytettävä standardin IEC 60079-0 vaatimukset, mikäli kosteuden ja pölyn sisään tunkeutuminen voi aiheuttaa piirien välisiä oikosulkuja.

 **Exe-kotelo**

Eri Exi-piirien välillä



Exi- ja muiden piirien välillä
 - 50 mm tai väliseinä



- Liite A (velvoittava): Eri toimijoiden pätevyysvaatimukset
- Liite B (opastava): Ohjeet työlupakäytännöstä
- Liite C (velvoittava): Käyttöönottotarkastuslistat
- Liite D (opastava): Asennukset erittäin alhaisissa lämpötiloissa
- Liite E (opastava): Kaapelien tiiveystesti
- Liite F (opastava): Saattolämmitysjärjestelmien asennukset
- Liite G (velvoittava): Staattorikipinöinnin riskinarviointi
- Liite H (velvoittava): Enemmän kuin yhden lineaarisen virta/jännite ominaiskäyrän omaavan liitännäislaitteen sisältävän Exi-piirin varmentaminen
- Liite I (opastava): Menetelmät järjestelmän maksimi jännitteiden ja virtojen määrittämiseksi Exi-piireissä, joissa on useampi kuin yksi lineaarisen virta/jännite-ominaiskäyrän omaava liitännäislaitte (liitteen A vaatimuksen mukaisesti)
- Liite J (opastava): Kaapeliparametrien määrittäminen
- Liite K (velvoittava): Lisävaatimukset suojausrakenteelle ”op” – Optinen säteily
- Liite L (opastava): Esimerkkejä paksuista pölykerroksista
- Liite M (opastava): Hybridiseokset
- Liite ZA (velvoittava): IEC-standardit vastaavat EN-standardit