

A 2

1994

**RAKENNUSTEN  
SÄHKÖASENNUKSET**

**SÄHKÖTARKASTUSKESKUS** 



# **RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSET**

ISBN 951-8921-73-3

# ALKUSANAT

Tämä julkaisu sisältää kansainvälisiin esikuviin pohjautuvat rakennusten sähköasennusmääräykset ja ohjeet. Julkaisu noudattaa sekä rakenteeltaan että sisällöltään kansainvälisten sähköalan järjestöjen IEC:n ja CENELECin suosituksia. Käytetyt esikuvat ilmenevät liitteen II luettelosta. Poikkeamat esikuviin nähden on merkitty tekstiin pystyviivalla.

Julkaisu sisältää turvallisuusmääräykset ja ohjeet rakennusten sähköasennuksille, joiden nimellisjännite on enintään 1000 V vaihtojännitteellä ja 1500 V tasajännitteellä. Julkaisu ei kata kaikkia Sähkötarkastuskeskuksen julkaisun A 1–93 osa-alueita, esim. sähkötyöturvallisuutta ja räjähdysvaarallisia tiloja koskevat erityisvaatimukset puuttuvat.

## Säännösperusta

- Sähkölaki (319/79, 1067/90, 142/93) 4 §, 6 § ja 30 §
- Asetus Sähkötarkastuskeskuksesta (428/79, 799/84, 1179/90) 2 §
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköasennusten turvallisuudesta (1396/94).

## Kohderyhmä

Sähkölaitteiden ja -laitteistojen suunnittelijat, valmistajat, rakentajat, asentajat, korjaajat, huoltajat, tarkastajat, maahantuojat, käyttäjät ja haltijat.

## Voimassaoloaika

Julkaisua tulee soveltaa soveltamisalueensa mukaisten sähkölaitteistojen suunnittelussa ja rakentamisessa **1.1.1995** alkaen. Julkaisua A 1–93 Sähköturvallisuusmääräykset saa kuitenkin käyttää uudisrakennusten sähköasennusten suunnittelussa **1.1.1996** saakka, sähköasennusten rakentamisessa **1.7.1997** saakka ja rakennustyömaiden ja vastaavien tilapäislaitteistojen asennuksissa **1.1.2000** saakka.

Julkaisu on voimassa 31.12.2000 saakka, ellei sitä ennen toisin ilmoiteta.

Helsinki, joulukuussa 1994

SÄHKÖTARKASTUSKESKUS



# SISÄLLYSLUETTELO

---

			Sivu
<b>OSA 1</b>	<b>SOVELTAMISALA, KÄYTTÖTARKOITUS JA PERUSPERIAATTEET</b>		11
Luku	11	<b>Soveltamisala</b>	11
Luku	12	<b>Käyttötarkoitus</b>	12
Luku	13	<b>Perusperiaatteet</b>	12
	131	Turvallisuuteen liittyvä suojaus	12
	132	Suunnittelu	14
	133	Sähkölaitteiden valinta	17
	134	Sähköasennusten toteuttaminen ja käyttöönotto-tarkastukset	19
<b>OSA 2</b>	<b>MÄÄRITELMÄT</b>		20
<b>OSA 3</b>	<b>YLEISTEN OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTELY</b>		33
Luku	31	<b>Sähköasennuksen käyttötarkoitus, yleinen rakenne ja syöttöjärjestelmät</b>	33
	311	Suurin kuormitus ja kuormituksen tasaus	33
	312	Jakelujärjestelmät	33
	313	Syöttöjärjestelmät	38
	314	Asennusten ryhmittely	38

<b>Luku</b>	<b>32</b>	<b>Ulkoisten tekijöiden vaikutus</b>	<b>39</b>
<b>Luku</b>	<b>33</b>	<b>Sähkölaitteiston osien keskinäiset vaikutukset (yhteensopivuus)</b>	<b>39</b>
<b>Luku</b>	<b>34</b>	<b>Huollettavuus</b>	<b>40</b>
<b>Luku</b>	<b>35</b>	<b>Turvasyöttöjärjestelmät</b>	<b>40</b>
	351	Yleistä	40
	352	Luokittelu	41
<b>OSA 4</b>		<b>SUOJAUSMENETELMÄT</b>	<b>42</b>
<b>Luku</b>	<b>41</b>	<b>Suojaus sähköiskulta</b>	<b>42</b>
	411	Yhdistetty kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus	42
	412	Kosketussuojaus	47
	413	Kosketusjännitesuojaus	50
<b>Luku</b>	<b>42</b>	<b>Suojaus lämmön vaikutuksilta</b>	<b>65</b>
	421	Yleistä	65
	422	Palosuojaus	65
	423	Suojaus palovammoilta	67
	424	Suojaus ylikuumentumiselta	67
<b>Luku</b>	<b>43</b>	<b>Ylivirtasuojaus</b>	<b>68</b>
	431	Yleistä	68
	432	Suojalaitteiden rakenne	68
	433	Ylikuormitussuojaus	70
	434	Oikosulkusuojaus	71
	435	Ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen yhteensovittaminen	73
	436	Ylivirran rajoittaminen syöttöjärjestelmän ominaisuuksien avulla	73



<b>Luku</b>	<b>45</b>	<b>Alijännitesuojaus</b>	<b>73</b>
	451	Yleiset vaatimukset	73
<b>Luku</b>	<b>46</b>	<b>Erottaminen ja kytkentä</b>	<b>74</b>
	460	Johdanto	74
	461	Yleiset vaatimukset	74
	462	Erottaminen	74
	463	Poiskytkentä mekaanisten huoltotoimenpiteiden ajaksi	75
	464	Hätäkytkentä ja hätäpysäytys	76
	465	Käyttökytkennät (ohjaus)	76
<b>Luku</b>	<b>47</b>	<b>Suojausmenetelmien käyttö</b>	<b>77</b>
	470	Yleistä	77
	471	Suojaus sähköiskulta	78
	473	Ylivirtasuojaus	79
<b>Luku</b>	<b>48</b>	<b>Suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutusten perusteella</b>	<b>84</b>
	481	Suojaus sähköiskulta	84
	482	Palosuojaus	87
<b>OSA 5</b>		<b>SÄHKÖLAITTEIDEN VALINTA JA ASENTAMINEN</b>	<b>91</b>
<b>Luku</b>	<b>51</b>	<b>Yleiset säännöt</b>	<b>91</b>
	510	Yleistä	91
	511	Sähkölaitteiden rakennestandardit	91
	512	Käyttöominaisuudet ja ulkoisten tekijöiden vaikutukset	91
	513	Luoksepäästävyys	92
	514	Tunnistaminen	93
	515	Keskinäiset vaikutukset	95

<b>Luku</b>	<b>52</b>	<b>Johtojen valinta ja asentaminen</b>	<b>96</b>
	520	Yleistä	96
	521	Erilaiset johtojärjestelmät	96
	522	Ulkoisten tekijöiden vaikutukset	102
	523	Kuormitettavuus	106
	524	Johtimien poikkipinta	108
	525	Jännitteenalenema kuluttajan sähköasennuksissa	108
	526	Liitokset	110
	527	Palon leviämisen minimointi	110
	528	Muiden laitteistojen läheisyys	112
	529	Huollettavuus ja puhdistettavuus	113
<b>Luku</b>	<b>53</b>	<b>Kytkinlaitteet</b>	<b>114</b>
	530	Yleistä	114
	531	Yleiset vaatimukset	114
	532	Suojalaitteet, joilla kosketusjännitesuojaus toteutetaan syötön automaattisen poiskytkennän avulla	114
	533	Ylivirtasuojat	116
	535	Alijännitesuojat	117
	536	Eri suojalaitteiden keskinäinen koordinaatio	117
	537	Erotus- ja kytkentälaitteet	118
<b>Luku</b>	<b>54</b>	<b>Maadoittaminen ja suojajohtimet</b>	<b>122</b>
	541	Yleistä	122
	542	Yhdistäminen maahan	122
	543	Suojajohtimet	124
	544	Suojausta varten tehdyt maadoitukset	129
	546	Yhdistetty suoja- ja nollajohtimen käyttäminen	130
	547	Potentiaalintasausjohtimet	131

<b>Luku</b>	<b>55</b>	<b>Muut sähkölaitteet</b>	<b>133</b>
	551	Generaattorilaitteistot	133
<b>Luku</b>	<b>56</b>	<b>Turvasyöttöjärjestelmät</b>	<b>138</b>
	561	Yleistä	138
	562	Turvasyöttöjärjestelmän teholähteet	138
	563	Virtapiirit	139
	564	Laitteet	139
	565	Erityisvaatimukset turvasyöttöjärjestelmille, joiden teholähteet eivät kykene toimimaan rinnan	139
	566	Erityisvaatimukset turvasyöttöjärjestelmille, joiden teholähteet kykenevät toimimaan rinnan	140
<b>OSA 6</b>	<b>TARKASTUKSET</b>		<b>141</b>
<b>Luku</b>	<b>61</b>	<b>Käyttöönottotarkastukset</b>	<b>141</b>
	610	Yleistä	141
	611	Silmämääräinen tarkastus	141
	612	Testaus	142
<b>OSA 7</b>	<b>ERITYISIÄ ASENNUKSIA TAI ASENNUSOLOSUHTEITA KOSKEVAT VAATIMUKSET</b>		<b>159</b>
	700	Yhteiset vaatimukset	159
	701	Kylpy- ja suihkutilat	159
	702	Uima-allastilat	167
	703	Saunat	171
	704	Rakennustyömaat	173
	705	Maa- ja puutarhatalouden sähköasennukset	175
	706	Ahtaat johtavat tilat	177
	708	Matkailuajoneuvojen ja niiden paikoitusalueiden sähköasennukset	179

709	Pienveneiden ja pienvenesatamien sähköasennukset	188
711	Tilapäiset asennukset messuilla, näyttelyissä yms.	197
713	Huonekalujen sähköasennukset	197
750	Kuivat, palovaarattomat tilat	198
751	Kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat	199
<b>OSA 8</b>	<b>ERÄITÄ LAITTEISTOJA KOSKEVAT TÄYDENTÄVÄT VAATIMUKSET</b>	<b>202</b>
800	Yhteiset vaatimukset	202
801	Jakokeskukset	202
802	Lämmityskaapeli-asennukset	206
803	Lämmityskelmuasennukset	208
804	SELV- tai PELV-järjestelmään liitetyt valaistusjärjestelmät	212
805	Suurjännitteiset purkauslamppulaitteistot	214
<b>Liite I</b>	<b>Johtimien kuormitettavuus</b>	<b>217</b>
<b>Liite II</b>	<b>Esikuvaluettelo</b>	<b>244</b>
<b>Liite III</b>	<b>Viiteluettelo</b>	<b>246</b>
<b>Liite IV</b>	<b>Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköasennusten turvallisuudesta (1396/94)</b>	<b>249</b>
<b>Liite V</b>	<b>Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköturvallisuus- määräyksistä annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta (1397/94)</b>	<b>252</b>
<b>HAKEMISTO</b>		<b>253</b>

# 1 SOVELTAMISALA, KÄYTTÖTARKOITUS JA PERUSPERIAATTEET

---

## 11 SOVELTAMISALA

### 11.1 Nämä määräykset koskevat:

- a) asuinrakennusten,
- b) liikerakennusten,
- c) julkisten rakennusten,
- d) teollisuusrakennusten,
- e) maa- ja puutarhatalouden rakennusten,
- f) tehdasvalmisteisten rakennusten,
- g) matkailuajoneuvojen ja niiden paikoitusalueiden,
- h) rakennustyömaiden, näyttelyiden, messujen ja muiden tilapäisessä käytössä olevien tilojen sekä
- i) pienvenesatamien sähköasennuksia.

Erityislaitteistojen, kuten lääkintätilojen, sähkölaboratorioiden, räjähdysvaarallisten tilojen, ilmajohtojen sekä öljy- ja kaasupoltinlaitteistojen sähköasennusten osalta on näiden määräysten lisäksi otettava huomioon niitä koskevat erityismääräykset ja -ohjeet.

### 11.2 Määräykset kattavat:

- a) Virtapiirit, joita syötetään enintään 1000 V (AC) tai 1500 V (DC) nimellisjännitteellä.

Vaihtojännitteellä määräykset soveltuvat yleisimmin käytetyille taajuuksille 50, 60 ja 400 Hz. Näitä määräyksiä voidaan soveltaa muillakin, erikoistarkoituksiin käytetyillä taajuuksilla.

- b) Muut kuin sähkölaitteen sisäiset virtapiirit, jotka toimivat suuremmalla jännitteellä kuin 1000 V ja jotka liittyvät enintään 1000 V (AC) jännitteeseen sähköasennukseen. Tällaisia virtapiirejä on esimerkiksi purkauslamppuvalaistus-asennuksissa tai sähkösuodatinlaitteistoissa.
- c) Ne johtojärjestelmät ja kaapelit, joita laitteita koskevat standardit eivät kata.
- d) Kaikki liittymiskohdan jälkeiset rakennusten ulkopuoliset asennukset.
- e) Televiestintään, merkinantoon, ohjaukseen ja vastaavaan käytetyn kiinteästi asennetun johdotuksen (ei kuitenkaan laitteiden sisäistä johdotusta).
- f) Asennuksen muutos- ja laajennustyöt sekä myös olemassa olevien asennusten osat, joihin muutos- tai laajennustyöt vaikuttavat.

11.3 Nämä määräykset eivät koske:

- a) ajojohdinlaitteistoja,
- b) moottoriajoneuvojen sähkölaitteita,
- c) laivojen sähköasennuksia,
- d) lentokoneiden sähköasennuksia,
- e) julkisia tie- ja katuvalaistusasennuksia,
- f) kaivosten sähköasennuksia,
- g) radiohäiriöiden vaimennuslaitteita, paitsi siltä osin kuin ne vaikuttavat sähköasennuksen turvallisuuteen,
- h) sähköaitauksia eikä
- i) rakennusten ukkossuojausta.

11.4 Määräykset eivät koske:

- yleisiä jakeluverkkoja eikä
- jakeluverkkoja syöttäviä energiantuotanto- ja sähkönsiirtojärjestelmiä.

11.5 Sähkölaitteista käsitellään ainoastaan niiden valintaa ja asentamista. Tämä koskee myös tehdasvalmisteisia sähkölaitteistoja, jotka täyttävät niitä koskevien standardien vaatimukset.

## 12 KÄYTTÖTARKOITUS

12.1 Näissä määräyksissä annetaan säännöt sähköasennusten suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi siten, että sähköasennukset ovat riittävän turvallisia ja toimivat käyttötarkoitustaan vastaavasti.

12.2 Näiden määräysten luvussa 13 on annettu perusperiaatteet, muttei yksityiskohdaisia teknillisiä määräyksiä, koska nämä voivat muuttua teknillisen kehityksen myötä.

12.3 Osissa 3 – 8 on annettu teknillisiä määräyksiä ja ohjeita, joiden noudattamisella varmistetaan se, että sähköasennukset täyttävät luvun 13 perusperiaatteet.

## 13 PERUSPERIAATTEET

### 131 Turvallisuuteen liittyvä suojaus

#### 131.1 Yleistä

Tämän kohdan määräykset on tarkoitettu ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaamiseksi niiltä vaaroilta ja vahingoilta, joita voi syntyä sähköasennuksen tavanomaisessa käytössä.

*Huomautus: Kaksi keskeisintä sähköasennusten yhteydessä esiintyvää vaaratekijää ovat:*

- sähköiskuvirrat ja
- liian korkeat lämpötilat, jotka voivat aiheuttaa palovammoja, tulipaloja tai muuta vahinkoa.

## **131.2 Suojaus sähköiskulta**

### **131.2.1 Kosketussuojaus (Suojaus suoralta koskettamiselta)**

Ihmiset ja kotieläimet on suojattava niiltä vaaroilta, joita voi syntyä kosketettaessa asennuksen jännitteisiä osia.

Tämä suojaus voidaan saavuttaa seuraavilla menetelmillä:

- estämällä virran kulku ihmisen tai kotieläimen kautta tai
- rajoittamalla ihmisen tai kotieläimen kautta kulkeva virta sähköiskuvirtaa pienempään arvoon.

### **131.2.2 Kosketusjännitesuojaus (Suojaus epäsuoralta koskettamiselta)**

Ihmiset ja kotieläimet on suojattava niiltä vaaroilta, joita voi syntyä kosketettaessa jännitteelle alttiita osia. Tämä suojaus voidaan saavuttaa

- estämällä vikavirran kulku ihmisen tai kotieläimen kautta
- rajoittamalla ihmisen tai kotieläimen kautta kulkeva vikavirta sähköiskuvirtaa pienempään arvoon tai
- syöttöjännitteen automaattisella poiskytkennällä sellaisen vian esiintyessä, joka voisi aiheuttaa sähköiskuvirran kulun jännitteelle alttiiden osien kanssa kosketuksessa olevan ihmisen tai kotieläimen kautta.

*Huomautus: Potentiaalintasaus on kosketusjännitesuojauksessa yksi tärkeä turvallisuustekijä.*

## **131.3 Suojaus lämmön vaikutuksilta**

Sähköasennus on toteutettava siten, että korkean lämpötilan tai valoakaan aiheuttamaa palavan aineen syttymisvaaraa ei synny. Normaalissa käytössä sähkölaitteet eivät saa myöskään aiheuttaa palovammoja ihmisille eikä kotieläimille.

## 131.4 Ylivirtasuojaus

Ihmiset, kotieläimet ja omaisuus on suojattava liian korkeiden lämpötilojen tai sähkömekaanisten rasiusten aiheuttamilta vahingoilta, jotka jännitteisissä johtimissa kulkeva ylivirta voisi aiheuttaa.

Tämä suojaus voidaan toteuttaa

- kytkemällä ylivirta automaattisesti pois, ennen kuin ylivirta saavuttaa vaarallisen arvon. Tässä on otettava huomioon myös ylivirran kesto aika
- rajoittamalla ylivirran suuruus ja kesto aika turvalliselle tasolle.

## 131.5 Vikavirtasuojaus

Muiden kuin jännitteisten johtimien sekä kaikkien niiden osien, joiden kautta vikavirta voi kulkea, on kestettävä vikavirta ilman että johtimien tai osien lämpötila nousee liian korkeaksi.

- Huomautus:*
- 1) *Eriyistä huomiota on kiinnitettävä maasulkuvirtoihin ja vuotovirtoihin.*
  - 2) *Jännitteisten johtimien suojaus kohdan 131.4 mukaisesti suojaa ne myös vikojen aiheuttamilta ylivirroilta.*

## 131.6 Ylijännitesuojaus

131.6.1 Ihmiset, kotieläimet ja omaisuus on suojattava vahingoilta, joita eri jännitteellä syötettyjen virtapiirien jännitteisten osien välisestä viasta aiheutuu.

131.6.2 Ihmiset, kotieläimet ja omaisuus on tarvittaessa suojattava muista syistä johtuvien ylijännitteiden aiheuttamilta vahingoilta (esim. kytkentäylijännitteet).

## 132 Suunnittelu

### 132.1 Yleistä

Sähköasennusta suunniteltaessa on varmistettava, että

- ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu kohdan 131 mukaisesti ja
- sähköasennus toimii tarkoitetulla tavalla.

Suunnittelun perustaksi tarvittavat tiedot on lueteltu kohdissa 132.2 – 132.5. Suunnittelussa on noudatettava kohtia 132.6 – 132.12.



## 132.2 Sähkösyöttöjärjestelmän ominaisuudet

132.2.1 Virtalaji: vaihtovirta (AC), tasavirta (DC).

132.2.2 Johtimien nimitys ja lukumäärä:

- **Vaihtovirralla:** äärijohtimet  
nollajohdin  
suojajohdin  
PEN-johdin.
- **Tasavirralla:** vastaavat johtimet kuin yllä.

132.2.3 Arvot ja toleranssit:

- jännite ja jännitteen toleranssit
- taajuus ja taajuuden toleranssit
- suurin sallittu virta ja
- odotettavissa oleva oikosulkuvirta.

132.2.4 Sähkösyöttöjärjestelmään rakenteellisesti kuuluvat suojausmenetelmät, kuten maadoitettu nolla- tai keskijohdin.

132.2.5 Sähkön jakelulaitoksen asettamat erityisvaatimukset.

## 132.3 Kuormituksen määrä ja laatu

Valaistusta, lämmitystä, tehonsiirtoa, ohjausta, merkinantoa, televiestintää, yms. varten tarvittavien virtapiirien lukumäärä ja laji määritetään seuraavien tekijöiden perusteella:

- kulutuspisteiden sijainti
- eri virtapiirien odotettavissa oleva kuormitus
- tehontarpeen päivittäiset ja vuotuiset vaihtelut
- mahdolliset erityisolosuhteet
- ohjauksen, merkinannon, televiestinnän, yms. asettamat vaatimukset.

## 132.4 Turvasyöttöjärjestelmä tai -järjestelmät

- jännitelähde (laji, ominaisuudet) ja
- syötettävät virtapiirit.

## 132.5 Ulkoisten tekijöiden vaikutukset

Ks. luku 32 ja julkaisu HD 478.

*Huomautus: Suomessa on erityisesti otettava huomioon pakkanen, maaperän suuri resistiivisyys sekä puutalot ja -rakenteet.*

## 132.6 Johtimien poikkipinnat

Johtimien poikkipinnat määritetään seuraavien tekijöiden perusteella:

- a) johtimien suurin sallittu lämpötila,
- b) sallittu jännitteenalenema,
- c) oikosulkuvirtojen mahdollisesti aiheuttamat mekaaniset rasitukset,
- d) muut mekaaniset rasitukset, joita johtimiin voi kohdistua ja
- e) oikosulkusuojauksen toiminnan kannalta suurin sallittu impedanssi.

*Huomautus: Yllä luetellut tekijät koskevat lähinnä sähköasennuksen turvallisuutta. Taloudellisista syistä saatetaan tarvita suurempia johtimien poikkipintoja kuin mitä turvallisuussyistä vaaditaan.*

## 132.7 Johtojärjestelmä ja sen asennustapa

Johtojärjestelmää ja sen asennustapaa valittaessa on otettava huomioon:

- asennuspaikan ominaisuudet
- johtojen alustana toimivien seinien tai rakennusten muiden osien ominaisuudet
- kuinka ihmiset tai kotieläimet voivat joutua kosketuksiin johtojen kanssa
- jännite
- oikosulkuvirtojen mahdollisesti aiheuttamat mekaaniset rasitukset sekä
- muut rasitukset, jotka voivat kohdistua johtojärjestelmään asennettaessa tai myöhemmin sähköasennusta käytettäessä.

## 132.8 Suojalaitteet

Suojalaitteiden ominaisuudet on määriteltävä niiltä halutun toiminnan perusteella, joka voi olla:

- ylivirtasuojaus (ylikuormitus- tai oikosulkusuojaus)
- maasulkusuojaus
- ylijännitesuojaus ja
- alijännite- ja jännitteettömyyssuojaus.

Suojalaitteiden on toimittava sellaisilla virroilla, jännitteillä ja sellaisessa ajassa, jotka ovat sopivia, kun otetaan huomioon virtapiirien ominaisuudet ja vaaratekijöiden esiintymismahdollisuudet.

## **132.9 Ohjauslaitteet hätätilanteita varten**

Jos vaaran esiintyessä on tarpeen katkaista sähkön syöttö välittömästi, katkaiseva laite on asennettava siten, että se on helposti havaittavissa ja tehokkaasti ja nopeasti käytettävissä.

## **132.10 Erotuslaitteet**

Sähköasennuksessa on oltava riittävästi erotuslaitteita siten, että virtapiirit tai yksittäiset laitteet voidaan erottaa verkosta huoltoon, testausta, vian etsintää tai korjauksia varten.

## **132.11 Sähköasennusten ja muiden asennusten välisten haittojen ehkäisy**

Sähköasennus on toteutettava siten, että sen ja rakennuksen muiden asennusten välillä ei synny haitallisia vaikutuksia.

## **132.12 Sähkölaitteiden luoksepäästävyys**

Sähkölaitteet on asennettava siten, että:

- on tarpeeksi tilaa sähkölaitteiden asentamista ja myöhemmin tapahtuvaa yksittäistä vaihtamista varten
- varataan riittävästi tilaa sähkölaitteiden käyttöä, testausta, tarkastusta, huoltoa ja korjausta varten.

## **133 Sähkölaitteiden valinta**

### **133.1 Yleistä**

Sähköasennuksissa käytettävien sähkölaitteiden on täytettävä KTM:n päätösten 1694/93 ja 1695/93 vaatimukset.

Jos sähkölaite on jonkin jäljempänä lueteltuihin ryhmiin kuuluvan julkaisun mukainen, sen katsotaan täyttävän turvallisuusvaatimukset kyseisen julkaisun kattamien ominaisuuksien osalta. Mikäli laitteen tiettyä ominaisuutta koskevat eri ryhmiin kuuluvat julkaisut, laitteen on oltava järjestyksessä ensimmäisenä tulevaan ryhmään kuuluvan julkaisun mukainen:

- a) Euroopassa yhdenmukaistetut standardit (SFS–EN-standardit, EN–standardit ja HD–asiakirjat).
- b) IEC–standardeja soveltamisalaltaan vastaavat SFS–standardit.
- c) IEC–standardit ja CEE:n julkaisut.

- d) Sähkötarkastuskeskuksen E-sarjan julkaisut sekä KL- ja KY-sarjan kierto-  
kirjeet.
- e) Muut SFS-standardit.
- f) Kansainvälisten standardien, Sähkötarkastuskeskuksen julkaisujen ja  
SFS-standardien puuttuessa laitteen valmistusmaan standardit, mikäli ne  
eivät ole ristiriidassa näiden määräysten kanssa.

Edellä mainittuja julkaisuja nimitetään laitteiden rakennestandardeiksi.

## **133.2 Ominaisuudet**

Jokaisen valitun sähkölaitteen ominaisuuksien on sovittava niihin arvoihin ja ulkoisten tekijöiden vaikutuksiin, joihin sähköasennus on suunniteltu (ks. kohta 132), ja sen on erityisesti täytettävä seuraavat vaatimukset.

### **133.2.1 Jännite**

Sähkölaitteen on kestävä suurin jatkuva jännite, jolla sähkölaitetta syötetään sekä todennäköisesti esiintyvät ylijännitteet.

*Huomautus: Tietyissä sähkölaitteissa voi olla tarpeen ottaa huomioon todennäköisesti esiintyvä pienin jännite.*

### **133.2.2 Virta**

Sähkölaitteet on valittava siten, että otetaan huomioon suurin jatkuva virta, joka voi kulkea laitteen kautta normaalissa käytössä. Myös poikkeustilanteissa sähkölaitteessa kulkeva virta ja sen kesto-aika on otettava huomioon. Tämän virran kesto-aika voi riippua esim. suojalaitteen toiminta-ajasta.

### **133.2.3 Taajuus**

Jos taajuus vaikuttaa sähkölaitteen ominaisuuksiin, sähkölaitteen nimellistaajuuden on vastattava virtapiirissä esiintyvää taajuutta.

### **133.2.4 Teho**

Tehon perusteella valittavien sähkölaitteiden on sovittava siihen käyttöön, johon ne valitaan. Valinnassa on otettava huomioon kuormitusaste ja tavanomaiset käyttötilanteet.

## **133.3 Ulkoisten tekijöiden vaikutukset**

Sähkölaitteet on valittava siten, että ne kestävät turvallisesti rasitukset ja ulkoisten tekijöiden vaikutukset, jotka sähkölaitteeseen voi kohdistua. Jos tietyn

sähkölaitteen rakenteelliset ominaisuudet eivät vastaa sijaintipaikan asettamia vaatimuksia, sähkölaitetta voi kuitenkin käyttää, jos riittävä lisäsuojaus toteutetaan asennettaessa.

#### **133.4 Suojaus haitallisilta vaikutuksilta**

Sähkölaitteet on valittava siten, että ne eivät vahingoita muita laitteita tai aiheuta häiriöitä syöttävään verkkoon normaalin käytön aikana, mukaan luettuna kytkennät. Tällöin esim. seuraavilla tekijöillä voi olla merkitystä:

- tehokerroin
- kytkentävirta
- epäsymmetrinen kuorma ja
- harmoniset yliaallot.

### **134 Sähköasennusten toteuttaminen ja käyttöönottotarkastukset**

#### **134.1 Sähköasennuksen toteuttaminen**

134.1.1 Sähköasennuksia saavat tehdä vain henkilöt, joilla on näihin töihin riittävä ammattitaito ja pätevyys.

134.1.2 Kohdassa 133 määritellyt sähkölaitteen ominaisuudet eivät saa huonontua asennettaessa.

134.1.3 Johtimet on voitava tunnistaa tunnusvärein tai muulla vastaavalla tavalla.

134.1.4 Johtimien liittäminen toisiinsa ja sähkölaitteisiin on tehtävä siten, että saadaan aikaan turvallinen ja luotettava liitos.

134.1.5 Sähkölaitteet on asennettava siten, etteivät suunnitellut jäähdytysolosuhteet huonone.

134.1.6 Sähkölaitteet, jotka todennäköisesti aiheuttavat korkeita lämpötiloja tai kipinöitä, on sijoitettava tai suojattava siten, että palavien aineiden syttyminen estyy. Jos sähkölaitteen kosketeltavien osien lämpötila voi aiheuttaa ihmisille palovammoja, nämä osat on sijoitettava tai suojattava siten, että niiden tahaton koskettaminen estyy.

#### **134.2 Käyttöönottotarkastukset**

Sähköasennukset on tarkastettava ennen niiden käyttöönottoa ja jokaisen muutostyön jälkeen sen toteamiseksi, että asennustyö on suoritettu näiden määräysten mukaisesti.

*Huomautus: Tarkastukset on dokumentoitava siten kuin tarkastuksia koskevissa hallinnollisissa päätöksissä on määrätty.*

Sähköalan standardeista lainattujen määritelmien kohdalla esitetään määritelmän alkuperää osoittavan standardin tunnus. Kansainvälisestä sähköalan sanastostandardista International Electrotechnical Vocabulary (IEV) peräisin olevien määritelmien kohdalla esitetään määritelmän IEV-tunnus. Useat IEV-sanaston osat on vahvistettu SFS-standardiksi. Jos termiä on muunneltu, on siitä mainittu tunnuksen yhteydessä.

**ammattitaito sähköalalla****ammattitaitoinen henkilö**

Henkilö, jonka koulutus ja työkokemus riittävät itsenäiseen työhön, havaitsemaan asennuksissa esiintyvät virheet sekä välttämään ja ehkäisemään sähkön aiheuttamia vaaroja.

**opastettu henkilö**

Henkilö, jolle on opastettu sähkölaitteessa tai -laitteistossa tarpeellisia käyttö- ja huoltotöitä siten, että hän kykenee välttämään töistä aiheutuvat sähkön aiheuttamat vaarat.

**ammattitaidoton henkilö**

Henkilö, joka ei ole ammattitaitoinen eikä opastettu.

**ELV**

Standardin IEC 449 mukaiseen jännitealueeseen I kuuluva pienoisjännite, enintään 50 V (AC) tai 120 V (DC).

**FELV**

Pienoisjännitejärjestelmä, joka ei täytä SELV- tai PELV-piireille asetettuja vaatimuksia.

**PELV**

Pienoisjännitejärjestelmä, joka on suojaerotettu muista piireistä. PELV-piiri ja sen jännitteelle alttiit osat voivat olla maadoitetut.

**SELV**

Pienoisjännitejärjestelmä, joka on suojaerotettu muista piireistä. SELV-piiriä ja sen jännitteelle alttiita osia ei ole maadoitettu.

**epäsuora kosketus**  
(IEV 826-03-06)

**indirect contact**

Ihmisten tai kotieläinten kosketus sellaisiin jännitteelle alttiisiin osiin, jotka ovat tulleet jännitteiseksi vian takia.

**erilliset maadoituselektrodit**  
(IEV 826-04-04)

**electrically independent earth electrodes**

Maadoituselektrodit, jotka sijaitsevat sellaisella etäisyydellä toisistaan, että suurin virta, joka todennäköisesti kulkee jonkin elektrodin kautta, ei merkittävästi vaikuta muiden elektrodien potentiaaliin.

**erottaminen**  
(IEV 826-08-01)

**isolation**

Toimenpide, jonka tarkoituksena on turvallisuussyistä kytkeä syöttö pois asennuksesta tai osasta asennusta erottamalla asennus tai sen osa kaikista syöttävistä lähteistä.

**este**  
(IEV 826-03-14)

**obstacle**

Osa, joka suojaa tahattomalta suoralta koskettamiselta, mutta ei estä tarkoituksellista suoraa koskettamista.

**FELV**      Ks. ELV

**hätkäkytkentä**  
(IEV 826-08-03)

**emergency switching**

Toimenpide, jonka avulla pyritään mahdollisimman nopeasti poistamaan yllättävä vaaratilanne.

**häätäpysäytys**  
(IEV 826-08-04)

**emergency stopping**

Hätkäkytkentä, jonka tarkoituksena on pysäyttää vaaralliseksi tullut liike.

**johtojärjestelmä**  
(IEV 826-06-01, muunnettu)

**wiring system**

Kokonaisuus, joka muodostuu kaapelista tai kaapeleista (tai johtimista) tai virtakiskoista ja osista, jotka kiinnittävät ja tarvittaessa koteloivat kaapelit (johtimet) tai virtakiskot.

*Huomautus: Johtojärjestelmästä on eräissä yhteyksissä käytetty myös lyhennettyä muotoa "johto".*

**jännitealueet  
(IEC 449)**

**voltage bands**

vaihtojännitteellä

Jännitealue	Maadoitettu järjestelmä		Maasta erotettu tai impedanssin kautta maadoitettu järjestelmä *)
	Vaiheesta maahan	Vaiheiden välillä	Vaiheiden välillä
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 50$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1\ 000$	$50 < U \leq 1\ 000$
$U \hat{=}$ asennuksen nimellisjännite (V) *) Jos järjestelmässä on nolajohdin, vaihe- ja nolajohtimen välille liitettävän sähkölaitteen eristyksen on vastattava vaiheiden väliselle jännitteelle vaadittua eristystä.			

tasajännitteellä

Jännitealue	Maadoitettu järjestelmä		Maasta erotettu tai impedanssin kautta maadoitettu järjestelmä *)
	Navasta maahan	Napojen välillä	Napojen välillä
I	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 120$
II	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1\ 500$	$120 < U \leq 1\ 500$
$U \hat{=}$ asennuksen nimellisjännite (V) *) Jos järjestelmässä on keskijohdin, navan ja keskijohtimen välille liitettävän sähkölaitteen eristyksen on vastattava napojen väliselle jännitteelle vaadittua eristystä.			

**jännitteelle altis osa  
(IEV 826-03-02, muunnettu)**

**exposed conductive part**

Sähkölaitteen johtava osa, jota voi koskettaa ja joka ei normaalisti ole jännitteinen, mutta joka voi tulla jännitteiseksi eristysvian takia.

**jännitteinen osa  
(IEV 826-03-01)**

**live part**

Normaalikäytössä virtapiiriin kuuluva johdin tai johtava osa, mukaan lukien nolajohdin, PEN-johdinta lukuun ottamatta.

*Huomautus: Jännitteinen osa ei välttämättä merkitse sähköiskun vaaraa.*



**kiinteä laite**  
**(IEV 826-07-06)**

**stationary equipment**

Laite, joka on kiinteästi asennettu tai laite, jossa ei ole kädensijaa ja joka on niin painava, ettei sitä ole helppo siirtää.

Esimerkki: Kotitalouslaitteilla IEC-standardeissa painorajana on 18 kg.

**kiinteästi asennettu laite**  
**(IEV 826-07-07)**

**fixed equipment**

Laite, joka on tukilaitteen avulla tai muuten asennettu kiinteästi tiettyyn paikkaan.

**kosketusetäisyys**  
**(IEV 826-03-11)**

**arm's reach**

Etäisyys, johon ihminen ulottuu käsin tavanomaiselta oleskelualueelta mihin tahansa suuntaan ilman apuvälinettä.

**kosketusjännite**  
**(IEV 826-02-02)**

**touch voltage**

Jännite, joka eristysvian aikana esiintyy kahden samanaikaisesti kosketeltavan osan välillä.

*Huomautus: 1) Yleensä tätä termiä käytetään ainoastaan, kun kyseessä on kosketusjännitesuojaus (suojaus epäsuoralta koskettamiselta).*

*2) Tietyissä tapauksissa kosketusjännitteen arvo voi riippua näihin osiin koskettavan henkilön impedanssista.*

**kotelo; kotelointi**  
**(IEV 826-03-12)**

**enclosure**

Osa, joka suojaa laitetta tietyiltä ulkoisten tekijöiden vaikutuksilta ja suojaa vaarallisten osien koskettamiselta kaikista suunnista.

**kotelointiluokka**  
**(SFS-EN 60 529)**

**degree of protection**

Koteloinnilla aikaansaatu suojausaste vaarallisten osien koskettamiselta ja vieraiden esineiden ja pölyn tai veden sisääntunkeutumiselta. Kotelointiluokka määritetään standardisoiduilla koestusmenetelmillä.

*Huomautus: Kotelointiluokat, ks. standardi SFS-EN 60 529.*

**kulutuskoje**  
**(IEV 826-07-02)**

**current-using equipment**

Laite, joka muuttaa sähköenergiaa muuksi energiaksi, esim. valoksi, lämmöksi tai liike-energiaksi.

**(johtimen) (jatkuva) kuormitettavuus**  
**(IEV 826-05-05)**

**(continuous) current-carrying capacity**  
**(of a conductor)**

Suurin virta, jolla johdinta voi kuormittaa jatkuvasti määrätyissä olosuhteissa ilman, että johtimen lämpötila ylittää jatkuvassa käytössä sallitun arvon.

**kytkinlaite**  
**(IEV 826-07-03, muunnettu)**

**switchgear and controlgear**

Sähköisen kytkennän toteuttamiseen käytetty laite. Kytkinlaitetta voidaan käyttää yhteen tai useampaan seuraavista toiminnoista: suojaus, ohjaus, erotus tai katkaisu.

**kytkinlaitos (jakokeskus)**  
**(IEV 441-12-01, muunnettu)**

**assembly of switchgear and controlgear**

Yhden tai useamman suoja- tai kytkinlaitteen muodostama valmiiseen muotoon asennettu rakenteellinen kokonaisuus, johon kuuluvat myös sisäiset sähköiset ja mekaaniset liitokset.

**kädessä pidettävä laite**  
**(IEV 826-07-05)**

**hand-held equipment**

Siirrettävä laite, joka on tarkoitettu pidettäväksi kädessä normaalin käytön aikana, ja jossa mahdollinen moottori on laitteen osa.

**käyttökytkentä**  
**(IEV 826-08-05)**

**functional switching**

Toimenpide, jonka tarkoituksena on kytkeä "päälle" ja "pois" tai muuttaa sähkön syöttöä sähköasennuksessa tai sen osassa normaalia käyttöä varten.

**liittymiskohta**  
**(IEV 826-01-02)**

**origin of an electrical installation**

Kohta, jossa sähköenergia toimitetaan asennukseen.

**maa**  
**(IEV 826-04-01)**

**earth**

Maan johtava massa, jonka sähköiseksi potentiaaliksi missä tahansa kohdassa on sovittu nolla.

**maadoituselektrodi**  
**(IEV 826-04-02)**

**earth electrode**

Johtava osa tai johtavien osien yhdistelmä, joka on välittömässä kosketuksessa maahan ja joka muodostaa sähköisen kosketuksen maan kanssa.

**maadoitusjohdin**  
**(IEV 826-04-07)**

**earthing conductor**

Suojajohdin, joka yhdistää päämaadoituskiskon tai -liittimen maadoituselektrodiin.

**maadoitusresistanssi**  
**(IEV 826-04-03)**

**total earthing resistance**

Päämaadoitusliittimen ja maan välinen resistanssi.

(virtapiirin) **mitoitusvirta**  
**(IEV 826-05-04)**

**design current (of a circuit)**

Virta, jolle virtapiiri normaalikäytössä on tarkoitettu.

**muu johtava osa**  
**(IEV 826-03-03)**

**extraneous conductive part**

Sähköasennukseen kuulumaton johtava osa, jossa voi esiintyä tietty potentiaali, yleensä maan potentiaali.

(asennuksen) **nimellisjännite**  
**(IEV 826-02-01)**

**nominal voltage (of an installation)**

Jännite, jonka mukaan asennus tai sen osa on nimetty.

*Huomautus: Todellinen jännite voi poiketa nimellisjännitteestä annettujen toleranssien sisällä.*

**nollajohdin (tunnus N)**  
**(IEV 826-01-03)**

**neutral conductor (symbol N)**

Järjestelmän keskipisteeseen yhdistetty johdin, joka kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon.

**oikosulkuvirta**  
**(IEV 826-05-08)**

**(solid) short-circuit current**

Ylivirta, joka aiheutuu hyvin pieni-impedanssisesta viasta normaalitilassa eri potentiaalissa olevien jännitteisten osien välillä.

**PELV**      Ks. ELV

**PEN-johdin**  
**(IEV 826-04-06)**

**PEN conductor**

Maadoitettu johdin, joka toimii samalla sekä suoja- että nollajohtimena.

*Huomautus: Kirjainyhdistelmä PEN on muodostettu suojaajohtimen tunnuksesta PE ja nollajohtimen tunnuksesta N.*

**pienjännitelaitteisto**

Laitteisto, jonka nimellisjännite on korkeintaan 1 000 V vaihtojännitteellä (vaiheiden välillä) tai korkeintaan 1 500 V tasajännitteellä (napojen välillä).

**(virta)piiri**  
**(IEV 826-05-01)**

**(electrical) circuit (of an installation)**

Asennuksen sähkölaitteiden muodostama kokonaisuus, jota syötetään samasta pisteestä ja jolla on yhteinen ylivirtasuojalaite tai -laitteet.

*Huomautus: Erityisin perustein voidaan ylivirtasuojalaite jättää pois.*

**poiskytkentä mekaanisten  
huoltotoimenpiteiden ajaksi**  
**(IEV 826-08-02)**

**switching-off for mechanical maintenance**

Toimenpide, jonka tarkoituksena on estää muu kuin sähköiskun tai valokaaren aiheuttama vaara kytkemällä sähkökäyttöiset laitteet pois toiminnasta laitteen mekaanisten huoltotöiden ajaksi.

**potentiaalintasaus**  
(IEV 826-04-09)

**equipotential bonding**

Toimenpide, jolla eri sähkölaitteiden jännitteelle alltiit osat ja muut johtavat osat saatetaan suunnilleen samaan potentiaaliin.

**potentiaalintasausjohdin**  
(IEV 826-04-10)

**equipotential bonding conductor**

Suojajohdin, jonka avulla potentiaalintasaus tehdään.

**pääjohto**  
(IEV 826-05-02, muunnettu)

**distribution circuit** (of buildings)

Virtapiiri, joka syöttää jakokeskusta.

**päämaadoitusliitin;**  
**päämaadoituskisko**  
(IEV 826-04-08)

**main earthing terminal; main earthing bar**

Kisko tai liitin, jossa suojajohtimet, mukaan lukien potentiaalintasausjohtimet ja mahdolliset toiminnallisen maadoituksen johtimet, on tarkoitettu liitettäväksi maadoitusjohtimeen.

**ryhmäjohto**  
(IEV 826-05-03)

**final circuit** (of buildings)

Virtapiiri, joka on kytketty suoraan kulutuskojeeseen tai pistorasiaan.

**sallittu jatkuva kosketusjännite**  
(tunnus  $U_L$ )  
(IEV 826-02-04, muunnettu)

**conventional touch voltage limit**  
(symbol  $U_L$ )

Suurin jatkuva kosketusjännitteen arvo, joka on sallittu tietyissä olosuhteissa.

**samanaikaisesti kosketeltavat osat**  
(IEV 826-03-10)

**simultaneously accessible parts**

Johtimet tai johtavat osat, joita ihminen tai mahdollisesti kotieläin voi samanaikaisesti koskettaa.

*Huomautus: Samanaikaisesti kosketeltavat osat voivat olla:*

- *jännitteisiä osia*
- *jännitteelle alltiita osia*
- *muita johtavia osia*
- *suojajohtimia*
- *maadoituselektrodeja.*

**siirrettävä laite  
(IEV 826-07-04)****portable equipment**

Laite, jota siirretään käytön aikana tai jota voidaan helposti siirtää paikasta toiseen laitteen ollessa kytkettynä syöttöön.

**summavirta  
(IEV 826-03-09, muunnettu)****residual current**

Piirin kaikkien jännitteisten osien kautta kulkevien virtojen hetkellisarvojen algebrallinen summa tietyssä asennuksen kohdassa.

**suojaerotusmuuntaja  
(SFS-EN 60 742)****isolating transformer**

Muuntaja, jonka ensiö- ja toisiopiirit on eristetty toisistaan kaksoiseristyksellä tai vahvistetulla eristyksellä sen vaaran vähentämiseksi, jonka tahaton maan ja jännitteisten osien tai eristysvian sattuessa jännitteisiksi tulevien metalliosien samanaikainen koskettaminen voi aiheuttaa.

**suojojohdin (tunnus PE)  
(IEV 826-04-05)****protective conductor (symbol PE)**

Johdin, joka tarvitaan eräissä suojausmenetelmissä sähköiskulta seuraavien osien välisiin kytkentöihin:

- jännitteelle alltiit osat
- muut johtavat osat
- päämaadoituskisko (-liitin)
- maadoituselektrodi
- järjestelmän maadoitettu keskipiste tai keinotekoinen nollepiste.

*Huomautus: Tässä julkaisussa termiä "suojojohdin" käytetään useimmiten johtimesta, jolla jännitteelle alltiit osat yhdistetään potentiaalintasaukseen.*

**suojaännitemuuntaja  
(SFS-EN 60 742)****safety isolating transformer**

Muuntaja, joka on tarkoitettu SELV- ja PELV-piirien syöttämiseen ja jonka ensiö- ja toisiopiirit on eristetty toisistaan kaksoiseristyksellä tai vahvistetulla eristyksellä sen vaaran vähentämiseksi, jonka tahaton maan ja jännitteisten osien tai eristysvian sattuessa jännitteisiksi tulevien metalliosien samanaikainen koskettaminen voi aiheuttaa.

**suojus**  
(IEV 826-03-13)

**barrier**

Osa, joka suojaa suoralta koskettamiselta tavanomaisilta suunnilta.

**suora kosketus**  
(IEV 826-03-05)

**direct contact**

Ihmisten tai kotieläinten kosketus jännitteisiin osiin.

**suurin kosketusjännite**  
(IEV 826-02-03)

**prospective touch voltage**

Suurin kosketusjännite, joka voi esiintyä asennuksessa hyvin pieni-impedanssisen vian aikana.

**suurjännitelaitteisto**

Laitteisto, jonka nimellisjännite on suurempi kuin 1 000 V vaihtojännitteellä (vaiheiden välillä) tai suurempi kuin 1 500 V tasajännitteellä (napojen välillä).

(rakennuksen) **sähköasennus**  
(IEV 826-01-01)

**electrical installation (of a building)**

Ominaisuuksiltaan yhteensopivista sähkölaitteista tiettyä tarkoitusta varten (rakennukseen) koottu sähkölaitteisto.

**sähköisku**  
(IEV 826-03-04)

**electric shock**

Haitallinen fysiologinen vaikutus, jonka sähkövirta aiheuttaa kulkiessaan ihmisen tai eläimen kehon kautta.

**sähköiskuvirta**  
(IEV 826-03-07)

**shock current**

Virta, joka kulkiessaan ihmisen tai eläimen kehon kautta todennäköisesti aiheuttaa haitallisia fysiologisia vaikutuksia.

**sähkölaite**  
(IEV 826-07-01)

**electrical equipment**

Laite, jota käytetään sähköenergian tuottamiseen, muuntamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön. Sähkölaitteita ovat koneet, muuntajat, kojeet, mittalaitteet, suojalaitteet, johtojärjestelmään kuuluvat laitteet ja kulutuskojeet.

## **sähkölaitteiden suojausluokat (SFS 4013)**

Sähkölaitteiden kosketusjännitesuojausta koskeva luokitus.

### **suojausluokka 0**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta on laitteen peruseristyksen varassa. Mahdollisia jännitteelle alttiita osia ei yhdistetä kiinteän verkon suojajohtimeen. Peruseristyksen vioittuessa riippuu turvallisuus käyttöolosuhteista.

### **suojausluokka I**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta ei ole ainoastaan laitteen peruseristyksen varassa, vaan laitteessa on sellainen lisäsuojarakenne, että sen avulla jännitteelle alttiit osat voidaan yhdistää kiinteän verkon suojajohtimeen siten, etteivät jännitteelle alttiit osat voi tulla jännitteisiksi laitteen peruseristyksen vioittuessa.

### **suojausluokka II**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta ei ole ainoastaan laitteen peruseristyksen varassa, vaan laitteessa on kaksoiseristys tai vahvistettu eristys. Laitteessa ei ole suojamaadoitusmahdollisuutta, eikä suojaus saa riippua käyttöolosuhteista.

### **suojausluokka III**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta on toteutettu SELV- tai PELV-järjestelmän avulla ja jossa suuremman jännitteen syntyminen laitteessa on estetty.

## **sähkölaitteiden ylijänniteluokat (IEC 364-4-443)**

## **overvoltage categories (impulse withstand categories)**

### **ylijänniteluokka I**

Ylijänniteluokan I laitteet on tarkoitettu liitettäväksi piireihin, joissa transienttiylijännitteet on rajoitettu riittävän alhaiselle tasolle.

*Huomautus: Suojaustoimet voidaan toteuttaa itse laitteessa. Tässä tapauksessa valmistaja ilmoittaa tästä. Esimerkkinä on elektroniikkalaitteiden suojatut elektroniset piirit.*

### **ylijänniteluokka II**

Ylijänniteluokan II laitteet on tarkoitettu kytkettäväksi rakennuksen kiinteisiin sähköasennuksiin.

*Huomautus: Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi kotitalouskojeet, siirrettävät työkalut ja vastaavat laitteet.*



### **ylijänniteluokka III**

Ylijänniteluokkaan III kuuluvat kiinteän asennuksen sähkölaitteet ja muut laitteet, joilta vaaditaan hyvää käytettävyyttä.

*Huomautus: Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi jakokeskukset, katkaisijat, johtojärjestelmät (IEV 826-06-01, mukaan luettuna kaapelit, kiskot, kytkentärasiat, kytkimet, pistorasiat) kiinteässä asennuksessa ja teollisuuskäyttöön tarkoitetut laitteet sekä eräät muut laitteet, esim. kiinteästi asennetut sähkömoottorit.*

### **ylijänniteluokka IV**

Ylijänniteluokkaan IV kuuluvia sähkölaitteita käytetään asennuksen liittymiskohdassa ennen pääkeskusta.

*Huomautus: Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi sähkömittarit, päävarokkeet ja mahdolliset sähköverkon valvontalaitteet.*

### **tarkastus**

Menettely, jolla arvioidaan tarkastuskohteen vaatimustenmukaisuutta havainnoimalla ja tarpeen mukaan mittaamalla ja testaamalla.

#### **silmämääräinen tarkastus**

Tarkastus, jonka avulla silmämääräisesti todetaan, että asennus on tehty oikein.

#### **testaus**

Sähköasennuksessa tehtävät toimenpiteet, joiden avulla sähköasennuksen turvallisuus todetaan.

Testaus sisältää arvojen toteamisen sopivilla mittalaitteilla, ellei niitä saada selville silmämääräisellä tarkastuksella.

(suojalaitteen) **toimintarajavirta**  
(IEV 826-05-09)

**conventional operating current**  
(of a protective device)

Tietty virran arvo, joka aiheuttaa suojalaitteen toiminnan määrätyssä, sovitussa ajassa.

**turvasyöttöjärjestelmä**  
(IEV 826-01-05)

**supply system for safety services**

Syöttöjärjestelmä, jonka tarkoituksena on varmistaa ihmisen turvallisuudelle tärkeiden laitteiden toiminta.

*Huomautus: Syöttöjärjestelmän katsotaan sisältävän jännitelähteen ja johdotuksen kulutuskojeen liittimille saakka. Tietyissä tapauksissa järjestelmään lasketaan kuuluvaksi myös kulutuskojeet.*

## **vaihejohdin**

Vaihtosähköjärjestelmän äärijohdin.

## **varavoimajärjestelmä (IEV 826-01-06)**

## **standby supply system**

Syöttöjärjestelmä, jonka tarkoituksena on varmistaa asennuksen tai sen osan toiminnan jatkuminen muista kuin henkilöturvallisuuteen liittyvistä syistä normaalin syötön keskeytyessä.

## **(asennuksen) vuotovirta (IEV 826-03-08)**

## **leakage current (in an installation)**

Virta, joka muulloin kuin vian aikana kulkee maahan tai muihin johtaviin osiin.

*Huomautus: Tällä virralla voi olla kapasitiivinen komponentti, johon sisältyvät tarkoituksellisesti käytettyjen kondensaattoreiden aiheuttamat virrat.*

## **ylikuormitusvirta (IEV 826-05-07)**

## **overload current (of a circuit)**

Virtapiirissä muulloin kuin vian aikana esiintyvä ylivirta.

## **ylivirran ilmaisu (IEV 826-05-10)**

## **overcurrent detection**

Toiminta, joka ilmoittaa, että virtapiirin virta ylittää edeltä määritetyn arvon tietyn pituisen ajan.

## **ylivirta (IEV 826-05-06)**

## **overcurrent**

Mikä tahansa mitoitusvirtaa suurempi virta. Johtimilla mitoitusvirta tarkoittaa kuormitettavuutta.

## **ympäristön lämpötila (IEV 826-01-04)**

## **ambient temperature**

Ilman tai muun väliaineen lämpötila paikassa, jossa laitetta käytetään.

## **äärijohdin**

Virtajohdin, joka on yhdistetty muuntajan, generaattorin tms. käämityksen tai akuston muuhun pisteeseen kuin keskipisteeseen.

**300.1 Yleistä**

Sähköasennusta suunniteltaessa ja toteutettaessa on määriteltävä lukujen 31 – 35 mukaisesti seuraavat asiat:

- sähköasennuksen käyttötarkoitus, yleinen rakenne ja syöttöjärjestelmät (31)
- sähköasennukseen kohdistuvien ulkoisten tekijöiden vaikutukset (32)
- sähköasennuksessa käytettyjen laitteiden yhteensopivuus (33)
- sähköasennuksen huollettavuus (34) sekä
- turvasyöttöjärjestelmät (35).

Suojausmenetelmiä ja sähkölaitteita valittaessa ja laitteita asennettaessa on nämä asiat otettava huomioon (ks. osat 4 ja 5).

*Huomautus: Televiestintäjärjestelmien asennuksissa on otettava huomioon kyseisiä asennuksia koskevat suomalaiset määräykset ja ohjeet.*

**31 SÄHKÖASENNUKSEN KÄYTTÖTARKOITUS, YLEINEN RAKENNE JA SYÖTTÖJÄRJESTELMÄT****311 Suurin kuormitus ja kuormituksen tasaus**

311.1 Suurin kuormitus on tarpeen määrittää, jotta asennus voitaisiin suunnitella taloudelliseksi ja luotettavaksi sallittujen lämpenemisien ja jännitteenalennemien rajoissa.

311.2 Asennuksen tai sen osien suurinta kuormitusta määritettäessä voidaan ottaa huomioon osakuormitusten eriaikaisuus eli tasaus.

**312 Jakelujärjestelmät**

Seuraavat jakelujärjestelmien ominaisuudet on määriteltävä:

- jännitteisten johtimien järjestelmän tyyppi
- järjestelmän maadoitustapa.

## 312.1 Jännitteisten johtimien järjestelmät

Seuraavanlaisia järjestelmiä voidaan käyttää:

Vaihtojännitejärjestelmät: yksi-, kaksi- tai kolmivaiheinen joko niin, että järjestelmä sisältää nolla- tai keskipistejohtimen tai siinä ei ole näitä johtimia.

Tasajännitejärjestelmät: kaksi- tai kolmijohtiminen.

## 312.2 Järjestelmän maadoitustavat

Järjestelmä täytyy maadoittaa joko kohdan 312.2.1, kohdan 312.2.2 tai kohdan 312.2.3 mukaisesti.

*Huomautus:* 1) *Kuvissa 31 A – 31 E on esimerkkejä käytetyistä kolmivaihejärjestelmistä.*

2) *Käytetyillä kirjaintunnuksilla on seuraava merkitys:*

**Ensimmäinen kirjain:** *jakelujärjestelmän maadoitustapa*

$T \hat{=}$  *yksi piste on yhdistetty suoraan maahan.*

$I \hat{=}$  *kaikki jännitteiset osat on eristetty maasta, tai yksi piste on yhdistetty maahan impedanssin kautta.*

**Toinen kirjain:** *sähkölaitteiston jännitteelle alltiiden osien maadoitustapa*

$T \hat{=}$  *jännitteelle alltiit osat on yhdistetty galvaanisesti suoraan maahan riippumatta jakelujärjestelmän maadoitustavasta.*

$N \hat{=}$  *jännitteelle alltiit osat on yhdistetty jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen (vaihtosähköverkoissa yleensä maadoitettuun tähtipisteeseen).*

**Mahdolliset lisäkirjaimet:** *nolla- ja suojajohtimen keskinäinen järjestely*

$S \hat{=}$  *erilliset nolla- ja suojajohtimet.*

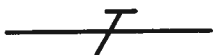
$C \hat{=}$  *nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen (PEN-johdin).*

**Käytetyt merkinnät:**

**Käytetyt symbolit standardin SFS 4611 mukaan**



Nollajohdin (N)



Suojajohdin (PE)

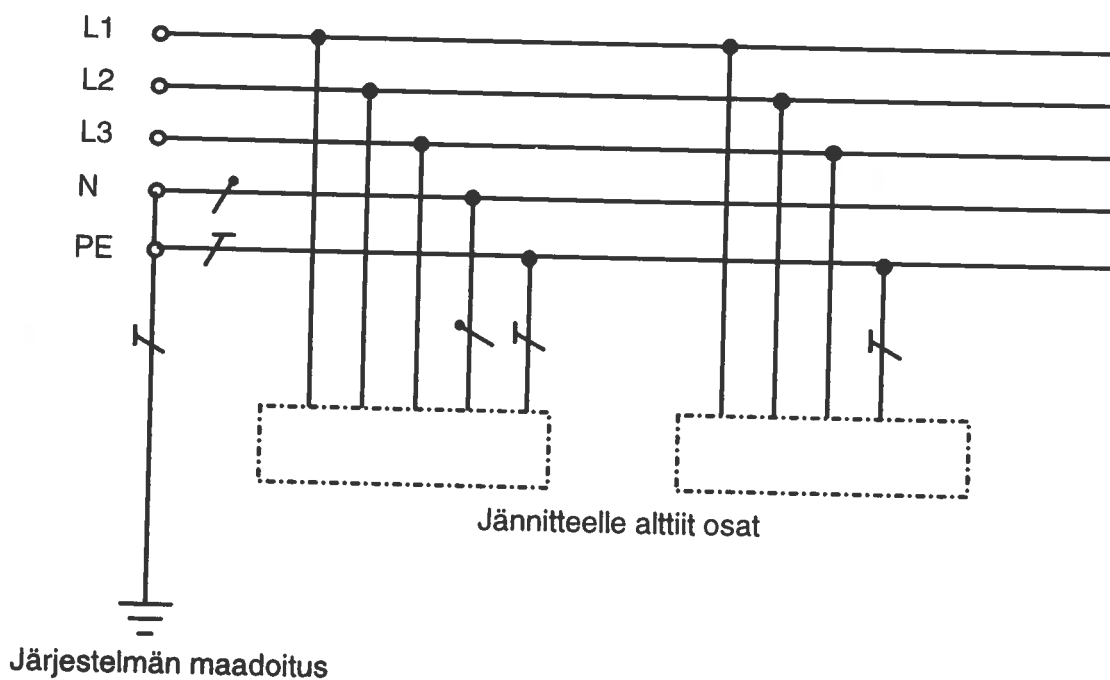


Yhdistetty suoja- ja nollajohdin (PEN)

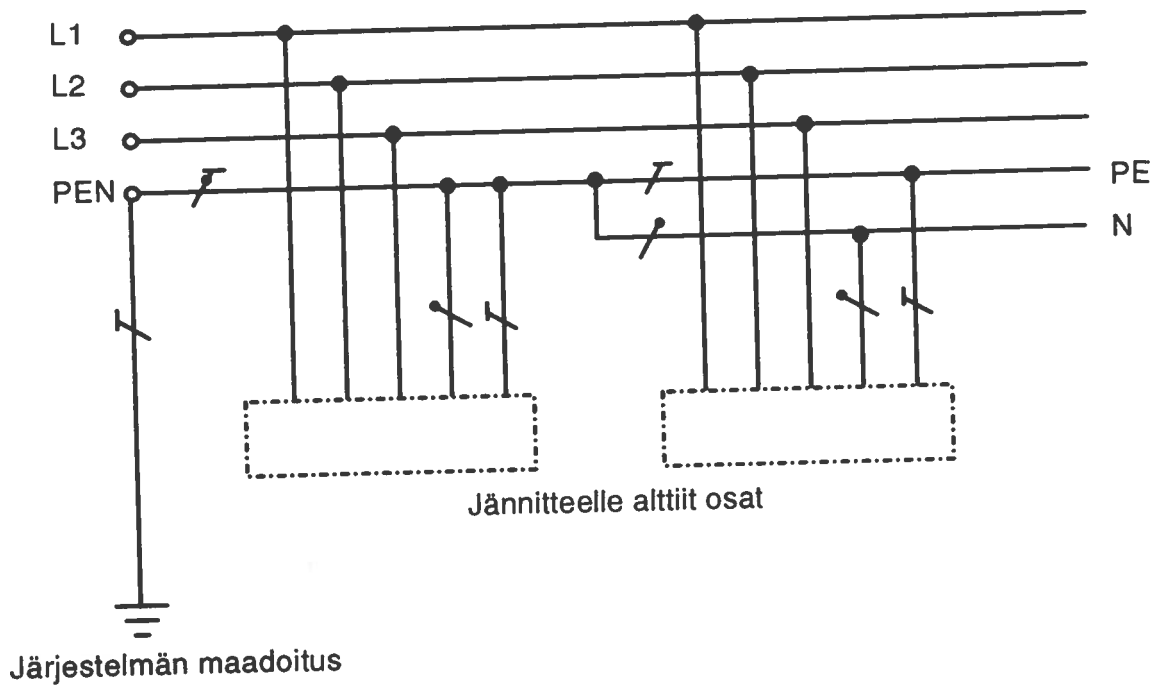
### 312.2.1 TN-järjestelmät

TN-järjestelmässä yksi piste on maadoitettu suoraan ja sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty tähän pisteeseen suojajohtimella tai PEN-johtimella. Nolla- ja suojajohtimen keskinäisen järjestelyn perusteella erotetaan toisistaan kolme eri TN-järjestelmää:

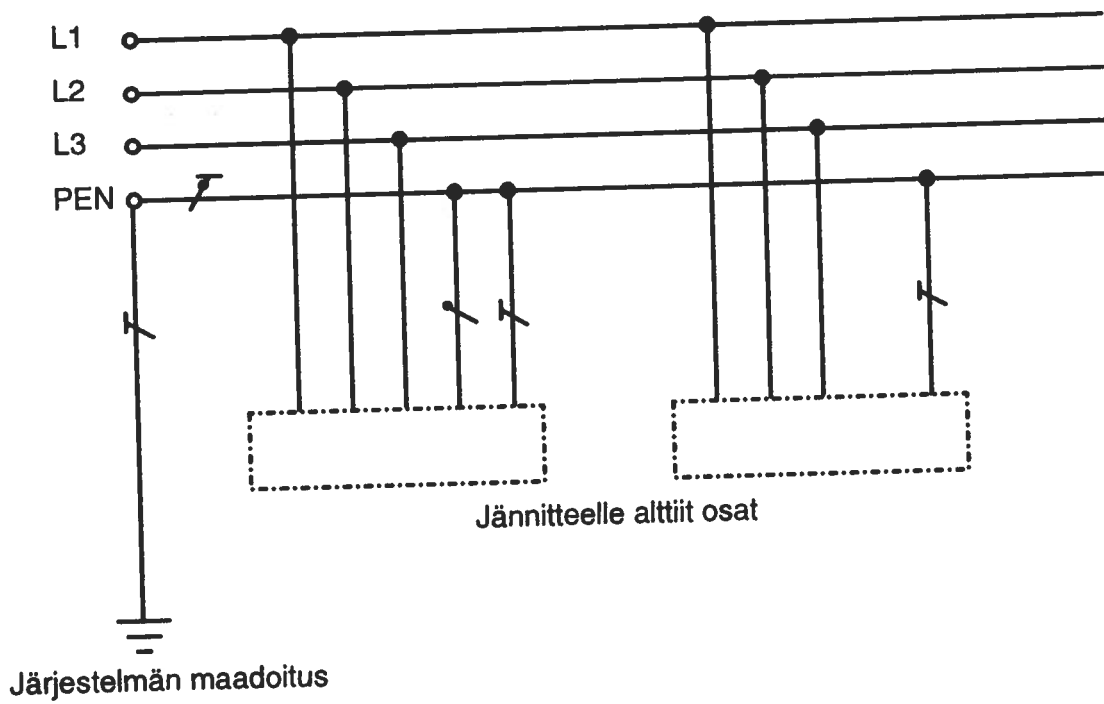
- TN-S-järjestelmä: erillinen nolla- ja suojajohdin koko järjestelmässä,
- TN-C-S-järjestelmä: nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen osassa järjestelmää sekä
- TN-C-järjestelmä: nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen koko järjestelmässä.



Kuva 31 A. TN-S-järjestelmä.



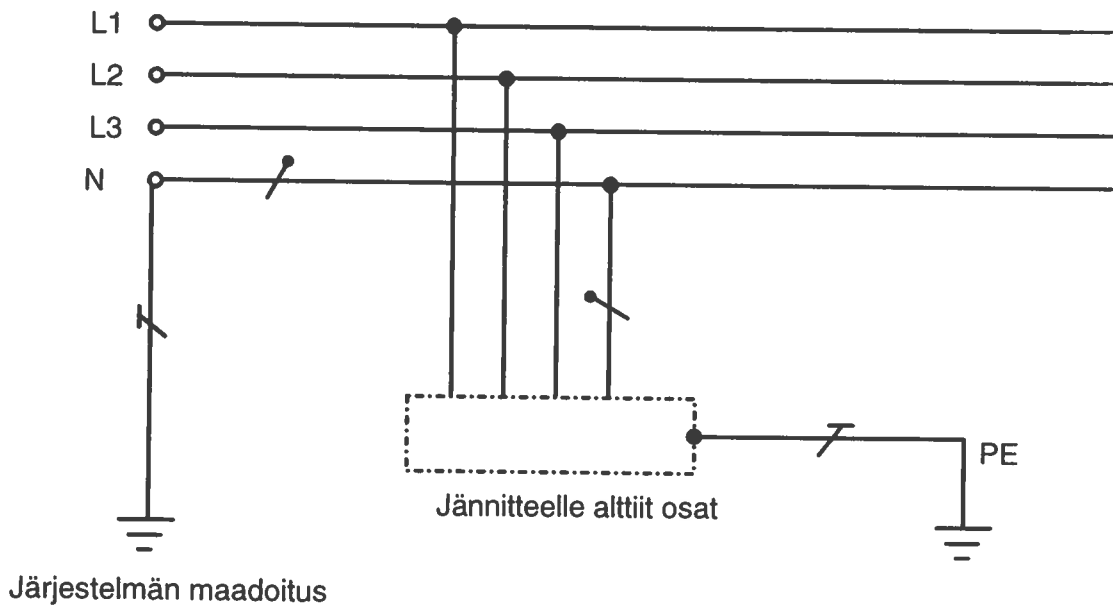
Kuva 31 B. TN-C-S-järjestelmä.



Kuva 31 C. TN-C-järjestelmä.

### 312.2.2 TT-järjestelmä

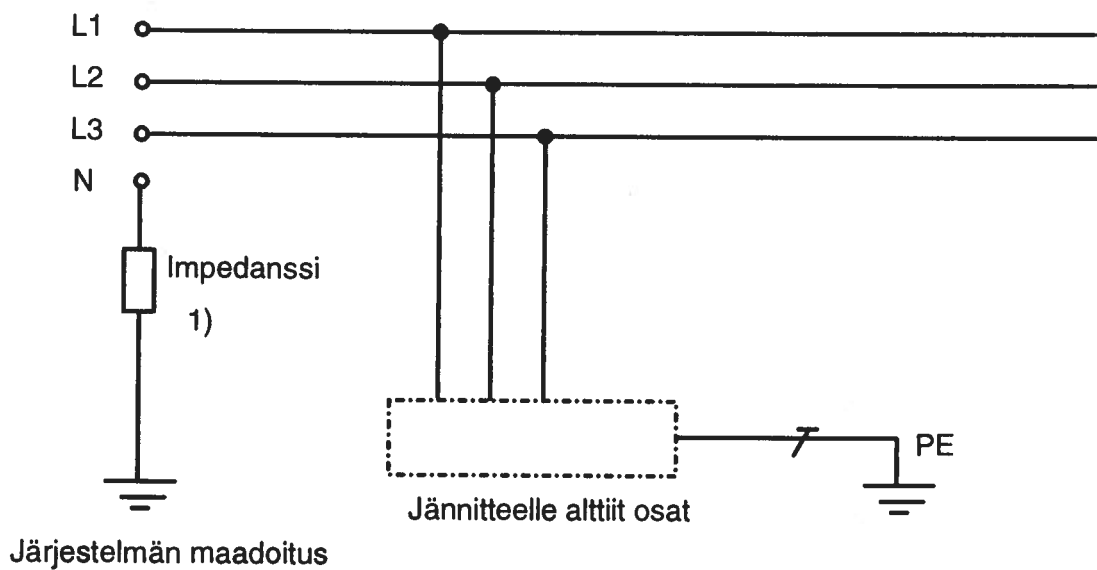
TT-järjestelmässä yksi piste on maadoitettu suoraan, ja sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty jakelujärjestelmän maadoituselektrodeista sähköisesti riippumattomiin erillisiin maadoituselektrodeihin.



Kuva 31 D. TT-järjestelmä.

### 312.2.3 IT-järjestelmä

IT-järjestelmässä ei ole mitään jännitteistä osaa yhdistetty suoraan maahan. Sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suoraan maahan.



1) järjestelmä voi olla maasta erotettu

Kuva 31 E. IT-järjestelmä.

## **313 Syöttöjärjestelmät**

### **313.1 Yleistä**

313.1.1 Käytettävissä olevan syöttöjärjestelmän tai -järjestelmien seuraavat ominaisuudet on määriteltävä:

- virtalaji ja taajuus
- nimellisjännite tai -jännitteet
- oikosulkuvirta syöttöjärjestelmän syöttökohdassa sekä
- kuinka hyvin syöttöjärjestelmä sopii asennuksen asettamiin vaatimuksiin, kun otetaan huomioon myös suurin esiintyvä kuormitus.

313.1.2 Käytettäessä ulkopuolista syöttöjärjestelmää kohdan 313.1.1 ominaisuudet on selvitettävä. Omaa syöttöjärjestelmää käytettäessä nämä ominaisuudet on määriteltävä. Nämä vaatimukset koskevat sekä normaalia verkkosyöttöä että turvasyöttö- ja varavoimajärjestelmiä.

### **313.2 Turvasyöttö- ja varavoimajärjestelmät**

Turvasyöttö- ja varavoimajärjestelmän ominaisuudet on määriteltävä erikseen, kun paloviranomainen tai muu hätäpoistumisesta vastaava viranomainen asettaa vaatimuksia turvasyöttöjärjestelmän käytöstä ja/tai kun sähköasennuksen tilaaja esittää vaatimuksia varavoimajärjestelmän käytöstä. Tällaisten järjestelmien ominaisuuksien, esim. kuormitettavuuden, luotettavuuden ja käynnistysajan, on sovittava käyttötarkoitukseen.

*Huomautus: Luvuissa 35 ja 56 on turvasyöttöjärjestelmiä koskevia erityisvaatimuksia.*

## **314 Asennusten ryhmittely**

314.1 Jokainen asennus on ryhmiteltävä tarpeen mukaan riittävän useaan virtapiiriin siten, että:

- vältetään vaara ja rajoitetaan haittavaikutukset vikatapauksissa mahdollisimman pieniksi
- asennusta voidaan käyttää, tarkastaa, testata ja huoltaa turvallisesti sekä
- vältetään vaara, joka voi aiheutua yksittäisen virtapiiriin, esim. valaistusvirtapiiriin, vioittumisesta.

314.2 Sellaisille asennuksen osille, joita on voitava käyttää erikseen, on oltava erilliset virtapiirit siten, että vika muissa virtapiireissä ei vaikuta näiden toimintaan.



## ULKOISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS

320.1 Sähköasennusta suunniteltaessa ja toteutettaessa on otettava huomioon mm. seuraavien ulkoisten tekijöiden vaikutukset:

- ympäristön lämpötila
- vesi: onko asennus kuivassa tilassa, kosteassa tai märässä tilassa (tippuvat vesipisarat, roiskuva tai suihkuava vesi) vai veden alla
- pölyn tai kiinteiden aineiden esiintyminen
- korroosiota tai likaantumista aiheuttavien aineiden esiintyminen
- mekaaniset rasitukset
- sähkömagneettiset, sähköstaattiset ja ionisaatiosta johtuvat vaikutukset
- jyrstöjen aiheuttama vaara
- sähköasennusta tai sen osaa käyttävien henkilöiden ammattitaito (ammattitaitoinen, opastettu tai ammattitaidoton henkilö)
- ilmastollisten ja kytkentäylijännitteiden esiintyminen
- sähköiskun vaara ahtaissa, johtavissa tiloissa
- erityinen palo- tai räjähdysvaara tavaroita valmistettaessa ja varastoitaessa sekä
- erityisolosuhteet, jotka voivat aiheutua mahdollisesta evakuoinnista hätätapauksessa.

## SÄHKÖLAITTEISTON OSIEN KESKINÄISET VAIKUTUKSET (YHTEENSOPIVUUS)

330.1 On selvittävää ne sähkölaitteiden ominaisuudet, jotka voivat vahingoittaa muita sähkölaitteita ja toimintoja tai jotka voivat haitata sähkönsyöttöä. Haitallisesti saattavat vaikuttaa esimerkiksi:

- lyhytaikaiset ylijännitteet
- nopeat kuormitusvaihtelut
- käynnistysvirrat

- yliaaltovirrat
- tasavirtakomponentit
- suuritaajuiset värähtelyt
- vuotovirrat sekä
- riittämättömät maadoitukset.

## 34 HUOLLETTAVUUS

### 340.1

On selvittävä, miten ja kuinka usein sähköasennusta todennäköisesti huolletaan sen käyttöä aikana. Jos jokin viranomaisen asettaa vaatimuksia sähkölaitteiston käytölle, on tämä selvittävä kyseisen viranomaisen kanssa. Kun sovelletaan osien 4 – 6 määräyksiä ja ohjeita, odotettavissa olevan huollon laadun ja toistuvuuden lisäksi on otettava huomioon, että

- mitkä tahansa asennuksen käyttöä aikana odotettavissa olevat toistuvat tarkastus-, testaus-, huolto- tai korjaustoimenpiteet voidaan tehdä tarkoituksenmukaisella tavalla ja turvallisesti
- käytetyt suojausmenetelmät pysyvät toimivina asennuksen käyttöä ajan ja että
- sähkölaitteet ovat sähköasennuksen toimivuuden kannalta riittävän luotettavia asennuksen käyttöä ajan.

## 35 TURVASYÖTTÖJÄRJESTELMÄT

*Huomautus: Palo- ja pelastusviranomaiset antavat vaatimuksia turvasyöttöjärjestelmien tarpeesta ja ominaisuuksista.*

### 351 Yleistä

Turvasyöttöjärjestelmän tehollisena voivat olla:

- akustot
- paristot
- normaalista syöttöjärjestelmästä riippumattomat generaattorit sekä
- erillinen jakeluverkon syöttöjohto, joka on täysin riippumaton normaalista syöttöjohtosta (ks. kohta 562.4).

## Luokittelu

Turvasyöttöjärjestelmä on joko

- ei-automaattinen, jolloin sen käynnistää käyttäjä tai
- automaattinen, jolloin käynnistyminen ei riipu käyttäjästä.

Syötön automaattinen kytkentä luokitellaan kytketymisajan mukaan seuraavasti:

- katkeamaton; automaattinen syöttö, joka voi varmistaa määrättyjen ehtojen mukaisen jatkuvan syötön muutostilan aikana, esimerkiksi jännite- ja taajuusvaihtelujen aikana
- hyvin lyhyt katko; automaattinen syöttö on käytettävissä 0,15 sekunnissa
- lyhyt katko; automaattinen syöttö on käytettävissä 0,5 sekunnissa
- keskipitkä katko; automaattinen syöttö on käytettävissä 15 sekunnissa
- pitkä katko; automaattinen syöttö on käytettävissä yli 15 sekunnissa.

#### 400.1 Yleistä

400.1.1 Luvuissa 41 – 46 ovat keskeiset vaatimukset, jotka koskevat ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaamista. Luvussa 47 käsitellään näiden vaatimusten soveltamista ja yhteen sovittamista. Luvussa 48 käsitellään ulkoisten tekijöiden vaikutusta suojausmenetelmiin. Sähkölaitteiden valintaa ja asentamista koskevat vaatimukset ovat osassa 5 ja tarkastuksia koskevat vaatimukset osassa 6.

400.1.2 Suojausmenetelmä voi koskea koko asennusta, sen osaa tai yksittäistä sähkölaitetta.

Jos tietyt suojausmenetelmän ehdot eivät täyty, on käytettävä lisäsuojaustoimenpiteitä. Niiden yhteiskäytöllä on varmistettava sama turvallisuustaso, kuin jos kaikki ehdot olisi täytetty.

*Huomautus: Esimerkki tämän säännön soveltamisesta on annettu kohdassa 411.3.*

400.1.3 Järjestys, jossa suojausmenetelmät jäljempänä on lueteltu, ei osoita niiden keskinäistä tärkeysjärjestystä.

## 41 SUOJAUS SÄHKÖISKULTA

### 410.1 Yleistä

Suojaus sähköiskulta on järjestettävä käyttämällä soveltuvin osin seuraavissa kohdissa määritellyjä menetelmiä:

- 411 yhdistetty kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus tai
  - 412 kosketussuojaus ja
  - 413 kosketusjännitesuojaus
- siten kuin kohdassa 471 ja luvussa 48 on vaadittu.

### 411 Yhdistetty kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus

#### 411.1 Suojaus käyttämällä pienoisjännitteitä SELV ja PELV

411.1.1 Suojaus sähköiskulta saavutetaan, kun:

- nimellisjännite on julkaisun HD 193 mukaisen jännitealueen I mukainen eli vaihtojännitteellä enintään 50 V (tehollisarvo) tai tasajännitteellä enintään 120 V

- syöttö tapahtuu kohdan 411.1.2 mukaisesta jännitelähteestä sekä
- kohdan 411.1.3 vaatimukset toteutuvat ja lisäksi täytetään joko
  - kohdan 411.1.4 mukaiset maadoittamattomia piirejä (SELV) tai
  - kohdan 411.1.5 mukaiset maadoitettuja piirejä (PELV)koskevat vaatimukset.

- Huomautus:*
- 1) *Jos järjestelmää syötetään suurempijännitteisestä järjestelmästä muilla laitteilla, kuten säätömuuntajilla, potentiometreillä, puolijohdelaitteilla yms., ulos tulevaa piiriä pidetään syöttävän piirin laajenuksena ja se on suojattava kuten syöttävä piiri.*
  - 2) *Tietyissä ulkoisissa olosuhteissa voidaan vaatia myös pienempiä jänniterajoja. Ks. myös osa 7.*

- 411.1.2 *Suojajännitelähteet SELV- ja PELV-järjestelmiä varten*
- 411.1.2.1 Suojajännitemuuntaja, joka täyttää standardin SFS-EN 60 742 vaatimukset.
- 411.1.2.2 Muu jännitelähde, joka on yhtä turvallinen kuin kohdan 411.1.2.1 mukainen suojajännitemuuntaja (esim. moottorigeneraattori, jonka käämien välillä on vastaava eristystaso).
- 411.1.2.3 Sähkökemiallinen jännitelähde (esim. paristo) tai muu suurempijännitteisestä piiristä riippumaton jännitelähde (esim. dieselkäyttöinen generaattori).
- 411.1.2.4 Tietyt elektroniset laitteet, jotka täyttävät soveltuvan standardin vaatimukset ja joissa on varmistettu, että sisäisenkään vian sattuessa ulos tuleva jännite ei voi ylittää kohdassa 411.1.1 määriteltyä arvoa. Suurempi jännite sallitaan kuitenkin, jos on varmistettu, että sekä normaalissa käytössä että vikatapauksessa ulostuloliittimien jännite laitetta kosketettaessa pienenee sallittuun tai sitä pienempään arvoon.
- Huomautus:*
- 1) *Tällaisia laitteita ovat esim. eristystilan mittalaitteet.*
  - 2) *Jos ulostuloliittimien jännite ylittää kohdassa 411.1.1 sallitun arvon, tämän kohdan vaatimustenmukaisuus voidaan todeta jännitemittarilla, jonka sisäinen resistanssi on vähintään 3000 Ω. Tällöin ulostuloliittimien jännite on oltava kohdassa 411.1.1 määritellyissä rajoissa.*
- 411.1.2.5 Siirrettävien suojajännitelähteiden, kuten suojajännitemuuntajien ja moottorigeneraattoreiden, on täytettävä kohdan 413.2 mukaiset lisäeristyksellä suojaamisen vaatimukset.

### 411.1.3

#### Virtapiirien rakenne

#### 411.1.3.1

SELV- ja PELV-piirien jännitteisten osien pitää olla erotettuja toisistaan ja muista piireistä vähintään suojajännitemuuntajan ensiö- ja toisiopuolen välistä suojaerotusta vastaavasti.

- Huomautus:*
- 1) *Vaatimus ei kiellä PELV-piirin kytkemistä maahan (ks. kohta 411.1.5).*
  - 2) *Releiden, kontaktorien, ohjauskytkimien sekä muiden vastaavien sähkölaitteiden ja suurempijännitteisen piirin osien välillä tarvitaan erotus, joka vastaa vähintään suojajännitemuuntajan ensiö- ja toisiokäämien välistä suojaerotusta.*

#### 411.1.3.2

SELV- ja PELV-piirien johtimet pitää yleensä sijoittaa fyysisesti erilleen muiden piirien johtimista. Jos tämä ei ole käytännössä mahdollista, voidaan soveltaa jotain seuraavista järjestelyistä:

- SELV- ja PELV-piirien johtimet suojataan peruseristyksen lisäksi eristysaineisella vaipalla.
- SELV- ja PELV-piirien johtimet erotetaan muunjännitteisistä piireistä suojamaadoitetulla metallisuojuksella tai suojamaadoitetulla metallisella päällyksellä.

*Huomautus: Edellä olevissa tapauksissa riittää, että jokainen johdin on peruseristetty sen piirin jännitteen mukaan, johon se kuuluu.*

- jännitteeltään erilaisten piirien johtimia saa olla monijohdinkaapelissa, samassa asennusputkessa tai -kourussa tms. yhdessä SELV- ja PELV-piirien johtimien kanssa edellyttäen, että SELV- ja PELV-piirien johtimet on eristetty joko erikseen tai yhdessä jännitteeltään suurimman virtapiirin mukaisesti.

#### 411.1.3.3

SELV- ja PELV-järjestelmien pistotulppien ja pistorasioiden on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- pistotulpat eivät sovi muiden jännitejärjestelmien pistorasioihin
- pistorasioihin ei sovi muiden jännitejärjestelmien pistotulpat
- SELV-järjestelmän pistotulpissa ja pistorasioissa ei saa olla suojakosketinta
- SELV-järjestelmän pistotulpat eivät sovi PELV-järjestelmän pistorasioihin
- PELV-järjestelmän pistotulpat eivät sovi SELV-järjestelmän pistorasioihin.

*Huomautus: PELV-järjestelmän pistotulpissa ja pistorasioissa voi olla suojaosketin.*

#### 411.1.4 *Maadoittamattomia piirejä (SELV) koskevat vaatimukset*

411.1.4.1 SELV-piirien jännitteisiä osia ei saa kytkeä maahan tai muiden piirien jännitteisiin osiin tai suojajohdinpiireihin.

411.1.4.2 Jännitteelle alttiita osia ei saa tarkoituksellisesti kytkeä:

- maahan
- muiden piirien suojajohtimeen tai jännitteelle alttiisiin osiin, tai
- muihin johtaviin osiin, paitsi jos sähkölaitteella on rakenteensa takia yhteys tällaisiin osiin. Tässä tapauksessa on varmistettava, että niihin osiin ei voi päästä jännitettä, joka ylittää kohdassa 411.1.1 määritellyn jännitteen.

*Huomautus: Jos SELV-piirin jännitteelle alttiit osat voivat joutua joko sattumalta tai tarkoituksellisesti kosketuksiin muiden järjestelmien jännitteelle alttiiden osien kanssa, suojaus sähköiskulta ei enää riipu pelkästään SELV-järjestelmän suojauksesta vaan myös jälkimmäisen järjestelmän jännitteelle alttiiden osien suojausmenetelmästä.*

411.1.4.3 Jos nimellisjännite ylittää vaihtojännitteellä 25 V (tehollisarvo) tai sykkeettömällä tasajännitteellä 60 V, kosketussuojaus pitää järjestää:

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään koteloituokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

Jos nimellisjännite ei ylitä vaihtojännitteellä 25 V (tehollisarvo) tai sykkeettömällä tasajännitteellä 60 V, ei yleensä tarvitse järjestää kosketussuojausta. Joidenkin ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta se voi kuitenkin olla tarpeellista.

*Huomautus: Sykkeetön on tavallisesti määritelty sinimuotoiselle sykejännitteelle niin, että sykkeisyys on enintään 10 % tehollisarvosta. Suurin huippuarvo ei ylitä 140 V nimellisjännitteeltään 120 V sykkeettömällä tasajännitejärjestelmällä eikä 70 V nimellisjännitteeltään 60 V sykkeettömällä tasajännitejärjestelmällä.*

#### 411.1.5 *Maadoitettuja piirejä (PELV) koskevat vaatimukset*

Jos piirit on maadoitettu eikä vaadita kohdan 411.1.4 mukaisen SELV-järjestelmän käyttöä, järjestelmän pitää täyttää kohtien 411.1.5.1 ja 411.1.5.2 vaatimukset.

411.1.5.1 Kosketussuojaus pitää järjestää:

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään koteloituokan IPXXB mukainen suojaus tai

- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

#### 411.1.5.2

Kohdan 411.1.5.1 mukainen kosketussuojaus ei ole tarpeen, jos laitteisto sijaitsee potentiaalintasatulla alueella eikä jännite ylitä:

- 25 V (tehollisarvo) vaihtojännitteellä tai 60 V sykkeettömällä tasajännitteellä laitteistoissa, jotka sijaitsevat kuivissa tiloissa, eikä ole olemassa suuria ihmisen kosketeltavia jännitteisiä pintoja tai
- 6 V (tehollisarvo) vaihtojännitteellä tai 15 V sykkeettömällä tasajännitteellä kaikissa muissa tapauksissa.

*Huomautus: Piirien maadoitus voidaan tehdä sopivalla, itse jännitelähteessä tehtävällä yhdistyksellä maahan.*

### 411.3

#### FELV-järjestelmät

##### 411.3.1

##### *Yleistä*

Kun laitteisto toimii jännitealueeseen I kuuluvalla pienoisjännitteellä, eivätkä kaikki kohdan 411.1 SELV- tai PELV-pienoisjännitettä koskevat vaatimukset täyty, ja kun SELV- tai PELV-järjestelmää ei ole pakko käyttää suojauksena, on kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus toteutettava kohtien 411.3.2 ja 411.3.3 mukaisesti. Tätä yhdistelmää kutsutaan FELV-järjestelmäksi.

*Huomautus: Tällaiset olosuhteet voivat olla esimerkiksi silloin, kun piiri sisältää sellaisia laitteita (esim. muuntajia, releitä, kauko-ohjauskytkimiä, kontaktoreja), jotka on riittävästi eristetty suurempijännitteisiin piireihin.*

##### 411.3.2

##### *Kosketussuojaus*

Kosketussuojaus pitää järjestää:

- joko suojuksilla ja koteloinnilla kohdan 412.2 mukaisesti tai
- eristyksellä, joka vastaa ensiöpiirille vaadittua koejännitettä.

Jos FELV-piirin osana olevan laitteen eristys ei vastaa ensiöpuolen koejännitettä, on laitteen kosketeltavien johtamattomien osien eristys vahvistettava asennuksen aikana tehollisarvoltaan 1 500 V (AC), 1 min. koejännitettä vastaavaksi.

##### 411.3.3

##### *Kosketusjännitesuojaus*

Kosketusjännitesuojaus on toteutettava seuraavasti:

- Jos ensiöpiirissä on sovellettu jotain kohdassa 413.1 esitettyä suojausmenetelmää, ensiöpiirin suojajohtimeen yhdistetään FELV-piirin jännit-



teelle alttiit osat. Tämä ei estä FELV-piirin jännitteisen osan liittämistä ensiöpuolen suojajohtimeen, tai

- Kun ensiöpiirissä on sovellettu kohdassa 413.5 esitettyä suojaerotusta, FELV-piirin jännitteelle alttiit osat yhdistetään ensiöpiirin maadoittamattomaan potentiaalintasausjohtimeen.

#### 411.3.4 Pistotulpat ja pistorasiat

FELV-järjestelmän pistotulppien ja pistorasioiden on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- pistotulpat eivät sovi muiden jännitejärjestelmien pistorasioihin
- pistorasioihin ei sovi muiden jännitejärjestelmien pistotulpat.

## 412 Kosketussuojaus

(Suojaus suoralta koskettamiselta tai perussuojaus)

### 412.1 Suojaus eristämällä jännitteiset osat

*Huomautus: Eristyksen avulla on tarkoitus on estää jännitteisen osan kaikenlainen koskettaminen.*

Jännitteiset osat on kokonaan peitettävä eristyksellä, joka voidaan poistaa vain rikkomalla.

Tehdasvalmisteisilla laitteilla eristyksen on täytettävä kyseistä sähkölaitetta koskevan standardin vaatimukset.

Muilla laitteilla eristyksen pitää kestää rikkoutumatta niitä mekaanisia, kemiallisia, sähköisiä tai lämmön vaikutuksia, jotka voivat kohdistua laitteen käytön aikana. Maali, lakka tai vernissa ei yleensä ole kosketussuojauksen kannalta luotettava eristys.

*Huomautus: Jos eristys tehdään asennuksen aikana, eristyksen laatu on varmistettava samankaltaisella testillä kuin mitä käytetään vastaavien tehdasvalmisteisten laitteiden eristyksen laadun varmistamiseen.*

### 412.2 Suojaus käyttämällä suojuksia ja kotelointia

*Huomautus: Suojuksien ja koteloinnin avulla on tarkoitus estää jännitteisen osan kaikenlainen koskettaminen.*

412.2.1 Jännitteisten osien on oltava sellaisen kotelon sisällä tai sellaisen suojuksen takana, joka antaa vähintään kotelointiluokan IP2X suojan. Alhaisempi kotelointiluokka sallitaan, kun osia vaihdettaessa esiintyy suurempia aukkoja, kuten esim. tietyissä lampunpitimissä, pistorasioissa ja varokkeissa, tai

kun tarvitaan suurempia aukkoja sähkölaitteen vaatimusten mukaisen toiminnan vuoksi. Tällöin on

- ryhdyttävä sopiviin varotoimiin, joilla estetään ihmisiä tai kotieläimiä tahattomasti koskettamasta jännitteisiä osia sekä
- varmistettava mahdollisuuksien mukaan, että ihmiset tietävät, että jännitteisiä osia voi koskettaa aukon kautta eikä niitä tulisi koskettaa tahallisesti.

412.2.2 Helposti kosketeltavien suojuksien ja koteloiden vaakasuorien yläpintojen pitää muodostaa vähintään kotelointiluokan IP4X mukainen suojaus.

412.2.3 Suojukset ja kotelot on kiinnitettävä luotettavasti paikoilleen ja niiden on oltava riittävän tukevia ja kestäviä, jotta vaadittu kotelointiluokka ja määrätty etäisyys jännitteisiin osiin säilyy normaaleissa käyttöolosuhteissa, kun otetaan huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset.

412.2.4 Kun on tarpeen poistaa tai avata suojuksia, kotelointiloja tai kotelon osia, se saa olla mahdollista ainoastaan:

- käyttämällä avainta tai työkalua,
- sen jälkeen, kun on katkaistu syöttö niihin jännitteisiin osiin, joita asianomaisella suojuksella tai kotelolla suojataan. Syötön jälleenykytkeminen saa olla mahdollista ainoastaan sen jälkeen, kun suojaus tai kotelo on asetettu takaisin paikoilleen, tai
- kun on olemassa välisuojaus, joka antaa vähintään kotelointiluokan IP2X mukaisen suojan ja estää jännitteisten osien koskettamisen. Tällainen suojaus saa olla poistettavissa paikaltaan ainoastaan käyttämällä avainta tai työkalua.

### 412.3 Suojaus esteiden avulla

*Huomautus: Esteiden avulla on tarkoitus estää jännitteisten osien tahaton koskettaminen mutta ei tahallista koskettamista estettä kiertämällä.*

412.3.1 Esteen on estettävä joko:

- henkilöä tahattomasti ylettymästä jännitteisiin osiin tai
- toiminnassa olevan sähkölaitteen paljaiden jännitteisten osien tahaton koskettaminen.

412.3.2 Este saa olla poistettavissa paikaltaan käyttämättä avainta tai työkalua, mutta sen on oltava kiinnitettynä paikalleen siten, että sitä ei voi poistaa tahattomasti.

#### 412.4

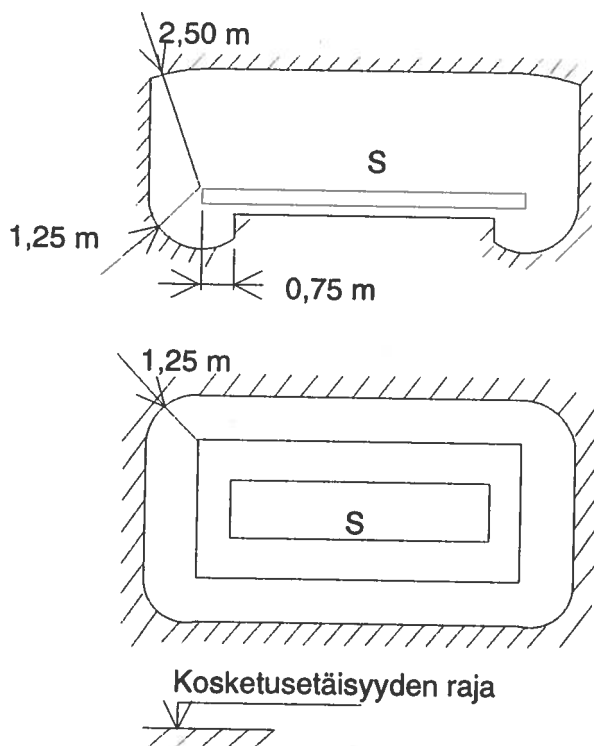
### Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle

*Huomautus:* Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle on tarkoitettu ainoastaan estämään jännitteisten osien tahaton koskettaminen.

#### 412.4.1

Samanaikaisesti kosketeltavat eri potentiaalissa olevat osat eivät saa olla keskenään kosketusetäisyydellä.

*Huomautus:* Kahden osan katsotaan olevan samanaikaisesti kosketeltavissa, jos ne ovat toisistaan enintään 2,50 m etäisyydellä (ks. kuva 41C).



S = Pinta, jossa henkilön oletetaan oleskelevan

**Kuva 41C.** Kosketusetäisyyden määrittelemä alue.

#### 412.4.2

Jos tavanomainen oleskelualue on rajattu vaakasuorassa suunnassa jollain esteellä (esim. kaide tai verkkoaita), jonka antama suoja on pienempi kuin IP2X, kosketusetäisyys lasketaan tästä esteestä. Pystysuorassa suunnassa kosketusetäisyys (2,50 m) lasketaan pinnasta S ottamatta huomioon mitään sellaista välillä olevaa estettä, jonka antama suoja on vähäisempi kuin IP2X.

*Huomautus:* Kosketusetäisyys tarkoittaa käsin koskettamista ilman apuvälineitä (esim. työkalua tai tikkaita).

412.4.3 Paikoissa, joissa tavallisesti käsitellään tilaa vieviä tai pitkiä johtavia esineitä, on kohdissa 412.4.1 ja 412.4.2 vaadittuihin etäisyyksiin lisättävä näiden esineiden mitat.

## 412.5 **Lisäsuojaus käyttämällä vikavirtasuojakytkintä**

*Huomautus: Vikavirtasuojakytkimellä on ainoastaan tarkoitus lisätä muiden kosketussuojausmenetelmien antamaa suojausta.*

412.5.1 Nimellistoimintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä pidetään kosketussuojauksen lisäsuojauksena, joka toimii kun muut suojausmenetelmät pettävät tai kun käyttäjä on varomaton.

412.5.2 Tällaista suojalaitetta ei hyväksytä yksinomaisena kosketussuojausmenetelmänä eikä se poista tarvetta käyttää jotain kohdissa 412.1 – 412.4 määriteltyä kosketussuojausmenetelmää.

## 413 **Kosketusjännitesuojaus**

### 413.1 **Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla**

- Huomautus:*
- 1) *Syötön automaattinen poiskytkentä vaaditaan, kun vian sattuessa aiheutuvan kosketusjännitteen suuruudesta ja kestoajasta johtuen on olemassa vaara, että henkilöön kohdistuu haitallisia fysiologisia vaikutuksia (ks. julkaisu IEC 479).*
  - 2) *Tässä suojausmenetelmässä pitää sovittaa yhteen järjestelmän maadoitustapa sekä suojajohtimien ja suojalaitteiden ominaisuudet.*
  - 3) *Tasasähköjärjestelmiä koskevat lisävaatimukset ovat harkittavina.*

#### 413.1.1 **Yleistä**

*Huomautus: Tavanomaiset kohtien 413.1.1.1 ja 413.1.1.2 sovellusmenetelmät eri maadoitusjärjestelmissä on esitetty kohdissa 413.1.3 – 413.1.5.*

##### 413.1.1.1 **Syötön automaattinen poiskytkentä**

Suojalaitteen on automaattisesti kytkettävä pois syöttö piiristä tai laitteesta, jota se suojaa kosketusjännitteeltä. Poiskytkennän on tapahduttava siten, että jännitteisen osan ja jännitteelle alttiin osan tai suoja- tai PEN-johtimen välisen vian aikana ei esiinny vaihtojännitteellä yli 50 V (tehollisarvo) tai sykkeettömällä tasajännitteellä yli 120 V kosketusjännitettä niin kauan, että siitä

aiheutuisi haitallisia fysiologisia vaikutuksia henkilöön, joka koskettaa samanaikaisesti kosketeltavia johtavia osia.

Kosketusjännitteen suuruudesta riippumatta sallitaan eräissä tapauksissa maadoitusjärjestelmästä riippuen pitempi, enintään 5 sekunnin pituinen pois-kytkentäaika (ks. kohta 413.1.3.5).

- Huomautus:*
- 1) *Tässä kohdassa mainittuja suuremmat poiskytkentäajan ja kosketusjännitteen arvot voidaan sallia sähköntuotanto- ja jakelujärjestelmissä sekä aikaisemmin rakennettujen laitteis-tojen muutos- ja laajennustöissä ja aikaisemmin rakennet-tuihin laitteistoihin liittyvissä asennuksissa.*
  - 2) *Pienemmät poiskytkentäajan ja kosketusjännitteen arvot voidaan vaatia erikoisasennuksissa tai -olosuhteissa osan 7 asianomaisen kohdan mukaisesti.*
  - 3) *IT-järjestelmässä syötön automaattista poiskytkentää ei yleensä vaadita ensimmäisen vian sattuessa (ks. kohta 413.1.5).*
  - 4) *Tämän kohdan vaatimukset soveltuvat 15 – 1000 Hz vaihto-jännitteelle ja sykkeettömälle tasajännitteelle.*
  - 5) *Termillä "sykkeetön" tarkoitetaan jännitettä, jossa sykkei-syys on enintään 10 % ja 120 V tasajännitteellä huippuarvo on enintään 140 V.*

#### 413.1.1.2 *Maadoitus*

Jännitteelle alttiit osat on kytkettävä suojajohtimeen tai PEN-johtimeen kun-kin maadoitusjärjestelmän ehtojen mukaisesti.

Samanaikaisesti kosketeltavat jännitteelle alttiit osat on yhdistettävä samaan maadoitusjärjestelmään yksittäin, ryhmissä tai yhteisesti.

*Huomautus: Maadoitusten ja suojajohtimien järjestelyt, ks. luku 54: Maadoitta-minen ja suojajohtimet.*

#### 413.1.2 *Potentiaalintasaus*

##### 413.1.2.1 *Pääpotentiaalintasaus*

Jokaisessa rakennuksessa seuraavat johtavat osat on kytkettävä pääpoten-tiaalintasausjärjestelmään:

- pääjohdon suojajohdin tai PEN-johdin
- maadoitusjohdin tai päämaadoitusliitin (-kisko)
- putket ja vastaavat metallirakenteet, joista tulee rakennukseen syöttö, esim. kaasu, vesi
- metalliset rakenneosat sekä keskuslämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot soveltuvien osien.

Johtavat osat, jotka tulevat rakennukseen ulkopuolelta, liitetään mahdollisimman lähellä sitä kohtaa, josta ne tulevat sisään rakennukseen.

Pääpotentiaalintasausjohtimien on täytettävä luvun 54 vaatimukset.

Pääpotentiaalintasaukseen liitetään myös telekaapelien metallivaipat. Tähän on kuitenkin saatava kaapelien haltijan tai käyttäjän suostumus.

#### 413.1.2.2 *Lisäpotentiaalintasaus*

Jos kohdan 413.1.1.1 mukaista syötön automaattista poiskytkentää ei saavuteta asennuksessa tai sen osassa, pitää käyttää paikallista potentiaalintasauasta eli kohdan 413.1.6 mukaista lisäpotentiaalintasauasta.

- Huomautus:*
- 1) *Lisäpotentiaalintasauksesta huolimatta saattaa olla tarpeen kytkeä syöttö pois muista syistä. Näitä syitä voi olla esim. palosuojaus ja laitteiden suojaus lämpenemiseltä.*
  - 2) *Lisäpotentiaalintasaus voi sisältää koko asennuksen, osan siitä, yhden laitteen tai jonkin tilan.*
  - 3) *Erityistiloissa lisävaatimukset voivat olla tarpeen, ks. osa 7.*

#### 413.1.3 *TN-järjestelmät*

##### 413.1.3.1

Kaikki jännitteelle alttiit osat on yhdistettävä jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen suojaajohtimilla tai PEN-johtimilla, jotka on maadoitettava jokaisen muuntajan tai generaattorin luona tai niiden läheisyydessä.

Yleensä jakelujärjestelmään suoraan maadoitettu piste on järjestelmän nollapiste (tähtipiste). Ellei nollapistettä ole käytävissä, äärijohtin on maadoitettava järjestelmän syöttöpisteessä. Äärijohtin ei saa milloinkaan toimia PEN-johtimena (ks. kohta 413.1.3.2).

Jos sähköliittymää syötetään PEN-johtimella varustetulla johdolla, on sähköliittymään tehtävä kohdan 542 mukainen maadoitus. Rakennusten ulkopuolisessa verkossa, jossa käytetään PEN-johdinta, on tehtävä maadoitus jokaisen vähintään 200 m pituisen johtohaaran lopussa tai enintään 200 m päässä siitä.

- Huomautus:*
- 1) *Jos on olemassa muita tehokkaita yhteyksiä maahan, on suositeltavaa, että suojaajohtimet tai PEN-johtimet mahdollisuuksien mukaan kytketään sellaisiin pisteisiin. Mahdollisimman tasaisesti jakautuneissa lisäpisteissä suoritettavat maadoitukset voivat olla tarpeellisia, jotta varmistettaisiin, että suojaajohtimen tai PEN-johtimen potentiaali pysyy vikatapauksessa mahdollisimman lähellä maan potentiaalia.*

Suurissa, erityisesti korkeissa rakennuksissa suojajohtimen tai PEN-johtimen lisämaadoittaminen ei käytännön syistä ole mahdollista. Suojajohtimen tai PEN-johtimen ja muiden johtavien osien välille tehdyllä potentiaalintasauksella on kuitenkin tässä tapauksessa sama merkitys.

- 2) Samasta syystä suositellaan, että suojajohtimet tai PEN-johtimet maadoitetaan siellä, missä ne tulevat sisään rakennukseen tai kiinteistöön.

413.1.3.2 Kiinteissä asennuksissa sama johdin (PEN-johdin) saa toimia sekä suojajohtimena että nollajohtimena, jos kohdan 546.2 ehdot on täytetty.

413.1.3.3 Jakelujärjestelmän suojalaitteiden ominaisuuksien (ks. kohta 413.1.3.8) ja piirin impedanssien on oltava sellaisia, että syötön poiskytkentä tapahtuu annetussa ajassa. Näin on käytävä missä tahansa kohtaa piiriä tapahtuvassa oikosulussa, joka syntyy äärijohtimen ja suojajohtimen tai jännitteelle alttiin johtavan osan välillä vähäisen impedanssin kautta. Seuraavan ehdon on samalla täytyttävä:

$$Z_s \times I_a \leq U_0,$$

missä:

$Z_s \hat{=}$  vikapiirin impedanssi, joka käsittää jännitelähteen, äärijohtimen vikapaikkaan saakka sekä suoja- tai PEN-johtimen vikapaikan ja virtalähteen välillä ja

$I_a \hat{=}$  virta, jolla suojalaite toimii automaattisesti taulukon 41A mukaisessa nimellisjännitteen  $U_0$  funktiona annetussa ajassa tai enintään 5 sekunnissa kohdan 413.1.3.5 mukaisissa asennuksen osissa.

$U_0 \hat{=}$  nimellisjännite maahan.

**Taulukko 41 A.** TN-järjestelmän pisimmät sallitut poiskytkentäajat.

Nimellisjännite $U_0$ V	Poiskytkentäaika s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

- Huomautus:*
- 1) *Jännitteisiin, jotka ovat julkaisussa HD 472 ilmoitettujen toleranssien sisällä, sovelletaan sopivan nimellisjännitteen poiskytkentäaika.*
  - 2) *Välissä oleville jännitteille sovelletaan seuraavaksi suurempaa arvoa.*

413.1.3.4 Taulukon 41 A mukaisia poiskytkentäaikoja pidetään riittävinä, jotta kohdan 413.1.1.1 vaatimukset täyttyisivät ryhmäjohtoilla, jotka syöttävät suoraan tai pistorasian kautta kädessä pidettävää tai siirrettävää luokan I laitetta.

413.1.3.5 Pääjohtoille sallitaan enintään 5 sekunnin poiskytkentäaika.

Poiskytkentäaika, joka ylittää taulukossa 41 A annetun ajan, mutta ei kuitenkaan ylitä 5 sekuntia, hyväksytään ryhmäjohtoissa, jotka syöttävät vain kiinteitä laitteita. Jos samaan jakokeskukseen tai samaan pääjohtoon on kytketty ryhmäjohtoja, joilta edellytetään taulukon 41 A mukaisia poiskytkentäaikoja, jonkin seuraavista ehdoista pitää täytyä:

- a) suojajohtimen impedanssi jakokeskuksen ja sen pisteen välillä, jossa suojajohdin on kytketty pääpotentiaalintasaukseen, ei ylitä

$$\frac{50V}{U_0} \times Z_s \Omega,$$

tai

- b) jakokeskuksen luona on potentiaalintasaus, johon on liitetty samantyyppiset johtavat osat kuin pääpotentiaalintasauksessa ja joka täyttää pääpotentiaalintasaukselle kohdassa 413.1.2.1 annetut vaatimukset.

*Huomautus:* Ks. myös kohdan 413.1.3.9 huomautus.

413.1.3.6 Jos kohtien 413.1.3.3, 413.1.3.4 ja 413.1.3.5 vaatimuksia ei voida täyttää käyttämällä ylivirtasuojia, on sovellettava kohdan 413.1.2.2 mukaista lisäpotentiaalintasauasta. Vaihtoehtoisesti suojaus voidaan järjestää käyttämällä vikavirtasuojakytkintä.

413.1.3.7 Seuraavan ehdon pitää täytyä erikoistapauksissa, esim. ilmajohtoissa, joissa voi syntyä suora maasulku.

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50V}{U_0 - 50V},$$

missä:

$R_B \hat{=}$  kaikkien maadoituselektrodien muodostama yhteinen maadoitusresistanssi



$R_E \hat{=}$  muiden johtavien osien, joita ei ole yhdistetty suojajohtimeen, oletettu minimiresistanssi maahan siinä kohdassa, jossa vikavirta kulkee maahan sekä

$U_0 \hat{=}$  nimellisjännite maahan.

Näin suojajohtimen ja siihen liitettyjen jännitteelle alttiiden osien välinen jännite ei maasulussa ylitä 50 V maata vastaan.

413.1.3.8 TN-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia suojalaitteita:

- ylivirtasuojia
- vikavirtasuojakytkimiä

paitsi, että

- vikavirtasuojakytkimiä ei voi käyttää TN-C-järjestelmässä
- jos käytetään vikavirtasuojakytkintä TN-C-S-järjestelmässä, PEN-johdinta ei voi käyttää kuorman puolella. Suojajohtimen yhdistäminen PEN-johtimeen tulee tehdä syötön puolella.

413.1.3.9 Jos vikavirtasuojakytkintä käytetään syötön automaattisen poiskytkennän aikaansaamiseen piirille, joka on pääpotentiaalintasauksen vaikutusalueen ulkopuolella, jännitteelle alttiita osia ei tarvitse kytkeä TN-järjestelmään. Suojajohtimet kytketään maadoituselektrodiin, jonka resistanssi on riittävän pieni vikavirtasuojakytkimen toimintavirtaan nähden. Näin suojattua piiriä pidetään TT-järjestelmänä ja siihen sovelletaan kohtaa 413.1.4.

*Huomautus: Pääpotentiaalintasauksen vaikutusalueen ulkopuolella voidaan käyttää myös seuraavia suojausmenetelmiä:*

- syöttöä suojaerotusmuuntajasta
- suojaeristystä (kohta 413.2).

413.1.4 *TT-järjestelmät*

413.1.4.1 Kaikki jännitteelle alttiit osat, joilla on yhteinen suojalaite, on kytkettävä suojajohtimella maadoituselektrodiin, joka on niille kaikille yhteinen. Jos sarjassa on useita suojalaitteita, vaatimus koskee erikseen kunkin suojalaitteen suojaamia jännitteelle alttiita osia.

Tähtipiste — tai jos sellaista ei ole, muuntajan tai generaattorin yksi äärijohdin — on maadoitettava.

#### 413.1.4.2

Seuraavan ehdon on täyttyvä:

$$R_A \times I_a \leq 50V,$$

missä:

$R_A$  = jännitteelle alltiiden osien suojajohtimen ja erillisen maadoituselektrodin resistanssien summa ja

$I_a$  = virta, jolla suojalaite varmasti toimii automaattisesti.

Vikavirtasuojakytkintä käytettäessä  $I_a$  on vikavirtasuojakytkimen nimellistointivirta  $I_{\Delta n}$ .

Selektiivisyyden vuoksi S-typin<sup>1)</sup> vikavirtasuojakytkimiä voidaan käyttää sarjassa yleistyyppisten vikavirtasuojakytkimien kanssa. Jotta saavutettaisiin selektiivisyys S-typin vikavirtasuojakytkimien kanssa, sallitaan pääjohdoissa pidempi, enintään 1 sekunnin toiminta-aika.

Kun suojalaite on ylivirtasuoja, sen on oltava joko:

- suojalaite, jonka toiminta-aika on käänteisesti verrannollinen virran suuruuteen. Tällöin  $I_a$  on virta, jolla poiskytkentä tapahtuu varmasti automaattisesti 5 sekunnissa, tai
- suojalaite, jolla on pikalaukaisuominaisuus. Tällöin  $I_a$  on pienin virta, jolla pikalaukaisu tapahtuu varmasti.

#### 413.1.4.3

Mikäli kohdan 413.1.4.2 ehtoa ei voida täyttää, tarvitaan kohdan 413.1.6 mukainen lisäpotentiaalintasaus.

#### 413.1.4.4

TT-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia suojalaitteita:

- ylivirtasuojia ja
- vikavirtasuojakytkimiä.

*Huomautus: Ylivirtasuojat ovat käyttökelpoisia kosketusjännitesuojaukseen TT-järjestelmässä vain, kun  $R_A$ :n arvo on hyvin pieni.*

Vikajännitesuojalaitteita voidaan käyttää erikoistapauksissa, joissa edellä mainittuja suojalaitteita ei voi käyttää.

#### 413.1.5

##### *IT-järjestelmät*

#### 413.1.5.1

IT-järjestelmässä asennuksen on oltava maasta erotettu tai kytketty maahan riittävän suuren impedanssin kautta. Tämä kytkentä voidaan tehdä joko järjestelmän nollapisteeseen tai keinotekoiseen nollapisteeseen. Keinotekoinen

---

<sup>1)</sup>Ks. IEC 1008-1 (1990), osa 1 ja IEC 1009-1 (1991), osa 1.

nollapiste voi olla kytketty suoraan maahan, jos kokonaisnollaimpedanssi on riittävän suuri. Jos tähtipistettä ei ole, vaihejohdin voidaan kytkeä impedanssin kautta maahan.

Yksittäisessä viassa jännitteelle alltiiseen osaan tai maahan vikavirta on pieni, eikä syötön automaattista poiskytkentää välttämättä tarvita, jos kohdan 413.1.5.3 ehdot täyttyvät. Kuitenkin siinä tapauksessa, että samanaikaisesti esiintyy kaksi vikaa, on ryhdyttävä toimiin henkilöihin kohdistuvan vaaran välttämiseksi.

413.1.5.2 Asennuksessa ei saa mitään jännitteistä johdinta kytkeä suoraan maahan.

*Huomautus: Ylijännitteiden pienentämiseksi ja jännitevärähtelyjen vaimentamiseksi voi olla tarpeellista suorittaa maadoituksia impedanssien tai keinotekoisien nollapisteiden kautta, ja näiden ominaisuuksien on sovittava yhteen asennuksen vaatimusten kanssa.*

413.1.5.3 Jännitteelle alltiit osat on suojamaadoitettava erikseen, ryhmissä tai yhteisesti.

*Huomautus: Suurissa, erityisesti korkeissa rakennuksissa suojajohtimen suora kytkeminen maadoituselektrodiin ei ole mahdollista. Jännitteelle alltiin osan maadoittaminen voidaan tehdä suojajohtimien, jännitteelle alltiiden osien ja muiden johtavien osien välille tehdyllä potentiaalintasauksella.*

Seuraavan ehdon on täytyttävä:

$$R_A \times I_d \leq 50V,$$

missä:

$R_A \hat{=}$  jännitteelle alltiiden osien kokonaismaadoitusresistanssi ja

$I_d \hat{=}$  ensimmäisen vian vikavirta äärijohtimien ja jännitteelle alltiin osan välillä, kun vikaimpedanssia ei oteta huomioon.  $I_d$  ottaa huomioon laitteiston vuotovirrat ja kokonaismaadoitusimpedanssin.

413.1.5.4 Jos IT-järjestelmää käytetään syötön jatkuvuuden varmistamiseksi, on käytettävä eristystilan valvontalaitetta, joka ilmaisee ensimmäisen vian jännitteisestä osasta jännitteelle alltiiseen osaan tai maahan. Tämän laitteen on annettava kuuluva ja/tai näkyvä hälytys. Jos hälytys on sekä kuuluva että näkyvä, voidaan kuuluva hälytys vaientaa, mutta näkyvän hälytyksen tulee olla voimassa niin kauan kuin vika säilyy.

*Huomautus:*

- 1) *Suosittelaa, että ensimmäinen vika poistetaan mahdollisimman nopeasti.*
- 2) *Eristystilan valvontalaitetta voidaan käyttää myös kosketusjännitesuojaukseen liittyvistä syistä.*

## 413.1.5.5

Ensimmäisen vian jälkeen toisen vian aiheuttaman automaattisen poiskytken ehdot riippuvat siitä, onko jännitteelle alttiit osat kytketty toisiinsa suojajohtimilla (maadoitettu yhteisesti) vai onko ne maadoitettu yksittäin tai ryhmissä.

- a) Jos jännitteelle alttiit osat on maadoitettu ryhmissä tai yksittäin, suojausmenetelmät on annettu kohdassa 413.1.4 kuten TT-järjestelmille. Kohdan 413.1.4.1 toista kappaletta ei kuitenkaan sovelleta.
- b) Jos jännitteelle alttiit osat on maadoitettu yhteisesti, noudatetaan kohdassa 413.1.5.6 annettua TN-järjestelmän suojausjärjestelyä.

## 413.1.5.6

Jakelujärjestelmän, jossa ei ole käytössä nollajohdinta, pitää täyttää seuraava ehto:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_0}{2 \times I_a}$$

Jos nollajohdin on käytössä:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \times I_a}$$

missä:

$U_0 \hat{=}$  nimellisjännite maahan

$U \hat{=}$  nimellisjännite vaiheiden välillä

$Z_s \hat{=}$  vikapiirin impedanssi, joka käsittää piirin vaihejohtimen ja suojajohtimen

$Z'_s \hat{=}$  vikapiirin impedanssi, joka käsittää piirin nollajohtimen ja suojajohtimen ja

$I_a \hat{=}$  virta, jolla suojalaite toimii tarvittaessa taulukon 41 B mukaisessa ajassa t tai muissa piireissä 5 sekunnissa, jos se on sallittu (ks. kohta 413.1.3.5).

**Taulukko 41 B.** Pisimmät sallitut poiskytkentäajat IT-järjestelmässä (toinen vika).

Järjestelmän nimellijännite $U_0/U$ (V)	Poiskytkentäaika (s)	
	ei nollajohdinta	nollajohdin
120 – 240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1 000	0,1	0,2

- Huomautus:*
- 1) *Jännitteisiin, jotka ovat julkaisussa HD 472 ilmoitettujen toleranssien sisällä, sovelletaan sopivan nimellijännitteen poiskytkentäaikaa.*
  - 2) *Välissä oleville jännitteille sovelletaan seuraavaksi suurempaa arvoa.*

413.1.5.7 Jos kohdan 413.1.5.6 vaatimuksia ei voida täyttää käyttämällä ylivirtasuojia, on sovellettava kohdan 413.1.2.2 mukaista lisäpotentiaalintasausausta. Vaihtoehtoisesti suojaus voidaan järjestää käyttämällä jokaisessa virtapiirissä vikavirtasuojakytkintä.

413.1.5.8 IT-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia valvonta- ja suojalaitteita:

- eristystilan valvontalaitteita
- ylivirtasuojia
- vikavirtasuojakytkimiä.

#### 413.1.6 *Lisäpotentiaalintasaus*

413.1.6.1 Lisäpotentiaalintasaukseen on yhdistettävä kaikki samanaikaisesti kosketeltavat kiinteiden sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat. Jos mahdollista, siihen on lisäksi yhdistettävä rakennuksen betonirauhoitus. Potentiaalintasausjärjestelmä on liitettävä suojajohdinjärjestelmään.

413.1.6.2 Samanaikaisesti kosketeltavien jännitteelle alttiiden osien ja muiden johtavien osien välisen resistanssin pitää täyttää seuraava ehto:

$$R \leq \frac{50V}{I_a}$$

missä:

- $I_a \hat{=}$  suojalaitteen toimintavirta
- vikavirtasuojakytkimellä  $I_{\Delta n}$  ja
  - ylivirtasuojilla 5 sekunnin toiminta-ajalla.

## 413.2 Suojaus käyttämällä luokan II sähkölaitetta tai vastaavaa eristystä

*Huomautus:* Tämän suojausmenetelmän tarkoituksena on estää vaarallisen jännitteen esiintyminen peruseristyksen eristysvian takia sähkölaitteen kosketeltavissa osissa.

413.2.1 Suojaus on toteutettava kohtien 413.2.1.1, 413.2.1.2 tai 413.2.1.3 mukaisesti.

413.2.1.1 Käyttämällä seuraavanlaisia testattuja ja standardien mukaisesti merkittyjä sähkölaitteita:

- laitteita, joissa on kaksoiseristys tai vahvistettu eristys (luokan II sähkölaitteet), sekä
- suojaeristettyjä tehdasvalmisteisia jakokeskuksia (ks. standardi SFS 4756/EN 60 439-1).

*Huomautus:* Näissä sähkölaitteissa on käytettävä tunnusta .

413.2.2 Käyttämällä lisäeristystä, joka lisätään asennettaessa peruseristettyihin osiin siten, että se antaa kohdan 413.2.1.1 mukaisen suojan. Lisäeristysten pitää myös täyttää kohtien 413.2.2 – 413.2.6 vaatimukset.

*Huomautus:*  merkki on kiinnitettävä näkyvään paikkaan kotelon ulko- ja sisäpintaan.

413.2.1.3 Käyttämällä vahvistettua eristystä, joka lisätään asennettaessa eristämättömiin jännitteisiin osiin siten, että se antaa kohdan 413.2.1.1 mukaisen suojan. Vahvistetun eristyksen pitää lisäksi täyttää kohtien 413.2.2 – 413.2.6 vaatimukset. Tällainen eristys hyväksytään vain, kun rakenteelliset seikat estävät kaksoiseristyksen käytön.

*Huomautus:*  merkki on kiinnitettävä näkyvään paikkaan kotelon ulko- ja sisäpintaan.

413.2.2 Kun sähkölaite on valmis käyttöön, on kaikkien johtavien osien, jotka on eristetty jännitteisistä osista ainoastaan peruseristyksellä, sijaittava vähintään kotelointiluokkaa IP2X olevan eristävän kotelon sisäpuolella.

413.2.3 Kohdan 413.2.2 mukaisen eristysaineisen kotelon on annettava riittävä suoja todennäköisesti esiintyviä mekaanisia, sähköisiä ja lämpörasituksia vastaan.

Maalia, lakkaa tai vastaavia pinnoitteita ei yleensä pidetä näiden vaatimusten mukaisena. Tämä vaatimus ei kuitenkaan tee mahdottomaksi käyttää tällaisilla pinnoitteilla päällystettyjä tyyppitestattuja koteloita, jos kyseiset standardit sallivat niiden käytön ja jos eristävät pinnoitteet on testattu asianomaisten testausvaatimusten mukaisesti.

*Huomautus:* Ryömintäetäisyyksiä ja -välejä koskevat vaatimukset, ks. standardi IEC 664.

- 413.2.4 Jos eristysaineista koteloa ei ole erikseen testattu ja eristykseen hyvydestä ei ole varmuutta, on tehtävä osan 6 mukainen jänniteko.
- 413.2.5 Eristysaineisen kotelon läpi ei saa viedä johtavia osia, joiden kautta potentiaali voi siirtyä. Eristysaineisessa kotelossa ei saa olla sellaisia eristysaineisia ruuveja, joiden korvaaminen metalliruuveilla voisi huonontaa kotelon muodostamaa eristystä.
- Huomautus: Kun eristysaineisen kotelon läpi on vietävä mekaaninen liitos tai jatkokappaleita (esim. sisäpuolisten laitteiden käyttöelimiä), ne on sijoitettava siten, että kosketusjännitesuojaus ei huonone.*
- 413.2.6 Jos eristysaineisen kotelon ovet tai luukut voidaan avata käyttämättä työkalua tai avainta, on kaikkien johtavien osien, jotka ovat kosketeltavissa, kun luukku tai ovi on avattuna, sijaittava eristysaineisen suojuksen takana. Eristysainesuojuksen pitää antaa vähintään kotelointiluokkaa IP2X vastaava suoja ja estää kyseisten osien tahaton koskettaminen. Tämä eristysainesuojaus saa olla poistettavissa paikaltaan ainoastaan käyttämällä työkalua.
- 413.2.7 Eristysaineisen kotelon sisällä olevia johtavia osia ei saa kytkeä suojaohjaimiin tai PEN-ohjaimiin. Jos kotelon kautta kulkee sellaisen laitteiston syöttö, joka on tarkoitettu toisen sähkölaitteiston liittämiseen, johtimet saa kuitenkin liittää kotelon sisällä. Tällaiset suojaohjaimet ja niiden liittimet on eristettävä kuten jännitteinen osa, ja liittimien on oltava sopivalla tavalla merkittyjä.
- Jännitteelle alttiita osia ja niiden kiinnittimiä ei saa kytkeä suojaohjaimiin tai PEN-ohjaimiin, ellei tätä erikseen ole hyväksytty kyseistä laitetta koskeissa standardeissa.
- 413.2.8 Sähkölaitteen kotelo ei saa haitata laitteen toimintaa.
- 413.2.9 Kohdassa 413.2.1.1 mainitut sähkölaitteet on asennettava (kiinnitettävä, johtimet liitettävä jne.) siten, että laitteille määritellyt suojaus ei huonone.
- 413.3 Suojaus eristämällä käyttöpaikka**
- Tämän suojausmenetelmän käyttöä ei suositella Suomessa.
- Huomautus: Tämän suojausmenetelmän tarkoituksena on estää sellaisten osien samanaikainen koskettaminen, jotka voivat peruseristykseen vioittumisen takia olla eri potentiaalissa. Luokan 0 sähkölaitteiden käyttö sallitaan, jos seuraavat edellytykset täyttyvät:*
- 413.3.1 Jännitteelle alttiit osat on järjestettävä siten, etteivät ihmiset voi samanaikaisesti koskea:
- kahta jännitteelle altista osaa tai

— jännitteelle altista osaa ja muuta johtavaa osaa,

jos nämä osat ovat todennäköisesti eri potentiaalissa jännitteisten osien peruseristyksen vian takia.

413.3.2 Tilassa, joka on suojattu eristämällä käyttöpaikka, ei saa olla suojajohtimia.

413.3.3 Kohdan 413.3.1 vaatimus on täytetty, jos tilassa on eristävä lattia ja seinät ja jos vähintään yksi seuraavista ehdoista on täytetty:

- a) Jännitteelle alttiit osat ovat riittävän kaukana toisistaan ja muista johtavista osista. Etäisyys kahden osan välillä on riittävä, jos se on vähintään 2 m. Tämä etäisyys voidaan pienentää 1,25 m:iin kosketusetäisyyden ulkopuolella.
- b) Jännitteelle alttiiden osien ja muiden johtavien osien välille on sijoitettu tehokkaita esteitä. Tällaiset esteet ovat riittävän tehokkaita, jos ne ulottuvat pidemmälle kuin mitä a) -kohdassa on määrätty etäisyyksistä. Näitä esteitä ei saa yhdistää maahan tai jännitteelle alttiisiin osiin; jos mahdollista, esteiden tulee olla eristysainetta.
- c) Muut johtavat osat on eristetty. Eristyksen tulee olla mekaanisesti riittävän luja ja sen tulee kestää vähintään 2 000 V koejännite. Vuotovirta ei normaaleissa käyttöolosuhteissa saa ylittää 1 mA.

413.3.4 Eristävien lattioiden ja seinien resistanssin on kussakin mittauspisteessä, osan 6 mukaisesti, oltava vähintään:

- 50 k $\Omega$ , kun asennuksen nimellisjännite on enintään 500 V, tai
- 100 k $\Omega$ , kun asennuksen nimellisjännite ylittää 500 V.

*Huomautus: Jos resistanssi on yhdessäkin pisteessä määrättyä arvoa pienempi, lattioita ja seiniä pidetään sähköiskulta suojauksen kannalta muina johtavina osina.*

413.3.5 Kaikkien järjestelyjen on oltava pysyviä, eikä niitä saa voida tehdä tehottomiksi. Niiden on annettava riittävä suoja silloinkin, kun käytetään siirrettäviä sähkölaitteita.

- Huomautus:*
- 1) *Kun sähköasennusta ei valvota tehokkaasti, on kiinnitettävä huomiota vaaraan, että tilaan voidaan lisätä myöhemmin muita johtavia osia (esim. siirrettäviä luokan I sähkölaitteita tai muita johtavia osia, kuten metallisia vesijohtoja). Tämän takia saattaa käydä niin, ettei kohdan 413.3.5 vaatimus enää täyty.*
  - 2) *On varmistettava, että kosteus ei voi vaikuttaa lattian tai seinien eristykseen.*

413.3.6 On ryhdyttävä varotoimiin, joilla varmistetaan, että muu johtava osa ei voi siirtää potentiaalia kyseessä olevan tilan ulkopuolelle.



#### 413.4 Suojaus käyttämällä paikallista maasta erotettua potentiaalintasausta

Tämän suojausmenetelmän käyttöä ei suositella Suomessa.

*Huomautus: Paikallisen maasta erotetun potentiaalintasauksen avulla on tarkoitus estää vaarallisen kosketusjännitteen esiintyminen.*

413.4.1 Kaikki samanaikaisesti kosketeltavat jännitteelle alltiit osat ja muut johtavat osat on kytkettävä yhteen potentiaalintausjohtimilla.

413.4.2 Paikallinen maasta erotettu potentiaalintausjärjestelmä ei saa olla sähköisesti yhteydessä maahan suoraan jännitteelle alltiiden osien eikä muiden johtavien osien kautta.

*Huomautus: Kun tätä vaatimusta ei voida täyttää, on käytettävä syötön automaattista poiskytkentää (ks. kohta 413.1).*

413.4.3 On ryhdyttävä varotoimiin, jotta potentiaalintasauksella suojattuun tilaan tuleva henkilö ei joudu alltiiksi vaaralliselle potentiaalierolle. Näin on erityisesti silloin, jos johtava, maasta eristetty lattia on yhdistetty maasta erotettuun potentiaalintausjärjestelmään.

#### 413.5 Suojaus käyttämällä suojaerotusta

*Huomautus: Yksittäisen virtapiirin suojaerottamisella on tarkoitus estää sähköisku, kun kosketetaan jännitteelle alltiita osia, jotka voivat tulla jännitteisiksi virtapiirin peruseristyksen vioittuessa.*

413.5.1 Suojaus suojaerotuksella saavutetaan, kun täytetään kaikki kohtien 413.5.1.1 – 413.5.1.5 vaatimukset ja kun lisäksi täytetään

- yhtä sähkölaitetta syötettäessä kohdan 413.5.2 vaatimukset tai
- useampaa sähkölaitetta syötettäessä kohdan 413.5.3 vaatimukset.

*Huomautus: Suositellaan, että virtapiirin nimellisjännitteen (voltteina) ja johdotuksen pituuden (metreinä) tulo järjestelmässä ei tällöin ylitä lukua 100 000 ja että johdotuksen pituus ei ylitä 500 m:ä.*

413.5.1.1 Virtapiiriä on syötettävä suojaerotusvaatimukset täyttävästä jännitelähteestä, kuten:

- suojaerotusmuuntajasta tai
- jännitelähteestä, joka antaa saman suojauksen kuin edellä määritelty suojaerotusmuuntaja. Jännitelähde voi olla esim. moottorigeneraattori, jonka käämien eristystaso on vastaava.

*Huomautus: Eristystason katsotaan olevan riittävä, jos jännitelähde kestää standardin mukaisen suuren testijännitteen.*

Siirrettävät jännitelähteet, jotka on kytketty johonkin verkon syöttöjärjestelmään, on valittava tai asennettava kohdan 413.2 mukaisesti.

Kiinteät jännitelähteet on joko

- valittava ja asennettava kohdan 413.2. mukaisesti, tai
- niiden on oltava sellaisia, että toisiopiiri on erotettu ensiöpiiristä ja kotelosta eristyksen avulla. Eristyksen pitää täyttää kohdan 413.2 mukaiset vaatimukset. Jos tällainen jännitelähde syöttää useampia sähkölaitteita, niiden jännitteelle alltiita osia ei saa kytkeä jännitelähteen metallikoteloon.

413.5.1.2 Suojaerotetun virtapiirin jännite ei saa ylittää 500 V.

413.5.1.3 Suojaerotetun virtapiirin jännitteisiä osia ei saa kytkeä mihinkään toisen virtapiirin pisteeseen tai maahan.

Maasulun välttämiseksi on kiinnitettävä erityistä huomiota suojaerotetun virtapiirin jännitteisten osien eristämiseen, etenkin taipuisissa kaapeleissa ja johtimissa.

Järjestelyjen on oltava sellaisia, että suojaerotus on vähintään samantasoinen kuin suojaerotusmuuntajan ensiö- ja toisiopiirien välillä.

*Huomautus: Suojaerotus on tarpeen erityisesti sähkölaitteiden, kuten releiden, kontaktorien, apukytkimien ja minkä tahansa muun virtapiirin jännitteisten osien välillä.*

413.5.1.4 Taipuisien liitântäkaapeleiden on oltava kokonaan näkyvissä siltä osin kuin on todennäköistä, että ne vahingoittuvat mekaanisesti.

413.5.1.5 Suojaerotetuissa virtapiireissä suositellaan erillisten johtojärjestelmien käyttöä. Jos ei voida välttää saman johtojärjestelmän käyttöä suojaerotetuissa ja muissa virtapiireissä, on käytettävä metallivaipattomia monijohdinkaapeleita tai eristettyjä johtimia eristysaineisessa kanavassa, putkessa tai eristysaineisen koteloinnin sisällä. Lisäksi johtimien nimellisjännitteen pitää vastata suurinta esiintyvää jännitettä, ja kussakin virtapiirissä on oltava ylivirtasuoja.

413.5.2 Kun syötetään yksittäistä sähkölaitetta, suojaerotetun virtapiirin jännitteelle alltiita osia ei saa kytkeä suojajohtimeen tai muiden virtapiirien jännitteelle alltiisiin osiin.

*Huomautus: Jos suojaerotetun piirin jännitteelle alltiit osat voivat joutua joko sattumalta tai tarkoituksellisesti kosketuksiin muiden järjestelmien jännitteelle alltiiden osien kanssa, suojaus sähköiskulta ei enää riipu pelkästään suojaerotetun järjestelmän suojauksesta vaan myös jälkimmäisen järjestelmän jännitteelle alltiiden osien suojausmenetelmästä.*

413.5.3 Jos on ryhdytty varotoimiin suojaerotetun virtapiirin suojaamiseksi vauriolta ja eristysvialta, kohdan 413.5.1.1 mukaista jännitelähdettä saa käyttää useamman sähkölaitteen syöttämiseen, jos kaikki kohtien 413.5.3.1 – 413.5.3.4 vaatimukset täyttyvät.

413.5.3.1 Suojaerotetun virtapiirin jännitteelle alttiit osat on kytkettävä yhteen maadoittamattomilla, eristetyillä potentiaalintasausjohtimilla. Tällaisia potentiaalintasausjohtimia ei saa kytkeä muiden virtapiirien suojajohtimiin tai jännitteelle alttiisiin osiin eikä mihinkään muihin johtaviin osiin.

*Huomautus: Ks. kohdan 413.5.2 huomautus.*

413.5.3.2 Kaikissa pistorasioissa on oltava suojakoskettimet, jotka on kytkettävä kohdan 413.5.3.1 mukaiseen potentiaalintasausjärjestelmään.

413.5.3.3 Lukuun ottamatta luokan II sähkölaitteiden syöttämiseen tarkoitettuja taipuisia kaapeleita, kaikissa taipuisissa kaapeleissa on oltava suojajohdin, jota käytetään potentiaalintasausjohtimena.

413.5.3.4 Kaksoismaasulussa on suojalaitteen toimittava taulukon 41 A edellyttämässä ajassa.

## 42 SUOJAUS LÄMMÖN VAIKUTUKSILTA

### 421 Yleistä

Ihmiset, kotieläimet ja kiinteästi asennetut laitteet ja sellaiset kiinteät esineet, jotka ovat sähkölaitteiden läheisyydessä, on suojattava sähkölaitteiden lämpenemisen tai lämpösäteilyn aiheuttamalta vaurioitumiselta. Sähkölaitteet eivät saa:

- polttaa, sytyttää tai huonontaa aineita
- aiheuttaa palojälkiä tai
- estää jo asennettuja sähkölaitteita toimimasta turvallisesti.

*Huomautus: Ylivirtasuojaus, ks. luku 43.*

### 422 Palosuojaus

422.1 Sähkölaite ei saa aiheuttaa palovaaraa ympäristölleen.

Näiden vaatimusten lisäksi on otettava huomioon valmistajan asennusohjeet.

422.2 Kiinteästi asennettu sähkölaite, jonka pintalämpötila voi aiheuttaa palovaaraa ympäristössään oleville esineille, on:

- asennettava sellaiselle alustalle, joka kestää kyseisen lämpötilan ja johtaa huonosti lämpöä, tai ympäröivä vastaavalla aineella, tai
- erotettava rakennusosista sellaisilla aineilla, jotka kestävät kyseeseen tulevat lämpötilat ja johtavat huonosti lämpöä, tai
- asennettava siten, että lämpö voi purkautua turvallisesti riittävän etäällä sellaisesta aineesta, joka saattaa vaurioitua ko. lämpötilassa. Mahdollisten tukirakenteiden on johdettava huonosti lämpöä.

422.3

Kun kiinteästi asennettu sähkölaite voi normaalissa käytössä aiheuttaa valokaaria tai kipinöitä, on sähkölaite:

- koteloitava kokonaisuudessaan valokaaria kestävällä aineella, tai
- erotettava valokaaren kestävillä aineilla rakennusosista, joita valokaaret tai kipinät voivat vaurioittaa, tai
- asennettava siten, että valokaaret ja kipinät sammuvat turvallisella etäisyydellä rakennusosista, joita valokaarien ja kipinöiden lämpövaikutus voi vahingoittaa.

Tällaiseen suojaukseen käytettävän valokaaren kestävä raaka-aineen on oltava palamatonta tai huonosti lämpöä johtavaa sekä kestävä tarpeeksi mekaanista rasitusta.

422.4

Kiinteästi asennetut sähkölaitteet, jotka kohdistavat tai keskittävät lämpöä tiettyyn pisteeseen, on asennettava siten, etteivät kiinteät esineet tai rakennusosat normaalissa käytössä lämpene vaarallisesti.

422.5

Kun rakennuksen sisällä sijaitseva sähkölaite sisältää huomattavan määrän syttyvää nestettä, palavan nesteen tai palamistuotteiden (liekit, savu, myrkylliset kaasut) pääsy rakennuksen muihin osiin on estettävä.

*Huomautus:* 1) *Esimerkkejä sopivista varotoimista ovat:*

- *valumiskuoppa, joka kerää vuotavan nesteen ja varmistaa sen sammumisen tulipalon sattuessa, tai*
- *sähkölaitteen asentaminen tilaan, joka on tarpeeksi palonkestävä ja jossa on riittävät kynnykset tai vastaavat sekä vain ulos johtavia ilmanvaihtoaukkoja.*

2) *Yleinen alaraja "huomattavalle" määrälle on 25 l.*

3) *Pienemmälle määrälle riittää järjestely, joka estää nesteen vuotamisen.*

4) *Suosittelaa, että tulipalon sattuessa laitteisto kytketään jännitteettömäksi.*

422.6

Asennuspaikalla rakennettavan lisäsuojuksen on kestävä korkein sähkölaitteen aiheuttama lämpötila.

Palavat materiaalit eivät sovi tällaisten suojusten rakentamiseen, ellei niitä ole päällystetty syttymättömällä materiaalilla tai sellaisella vaikeasti syttyvällä materiaalilla, jonka lämmönjohtavuus on pieni.

423

### Suojaus palovammoilta

Sähkölaitteiden kosketusetäisyydellä olevat osat eivät saa saavuttaa lämpötilaa, joka todennäköisesti aiheuttaa palovammoja ihmisille. Lämpötiloissa on otettava huomioon taulukossa 42 A annetut arvot. Kaikki asennuksen osat, jotka normaalissa käytössä todennäköisesti aiheuttavat lyhyeksikin aikaa taulukon 42 A arvot ylittäviä lämpötiloja, on suojattava tahattomalta kosketamiselta.

Taulukon 42 A arvoja ei sovelleta laitteisiin, joiden kosketeltavien pintojen lämpötiloille on rakennestandardissa annettu palovammoilta suojaamista koskevat raja-arvot.

**Taulukko 42 A.** Lämpötilojen raja-arvot sähkölaitteiden kosketusetäisyydellä oleville luoksepäästäville osille.

Luoksepäästävä osa	Luoksepäästävän osan materiaali	Maksimilämpötila (°C)
Toiminnan aikana kädessä pidettävä	Metalli	55
	Muu	65
Osat, joihin on tarkoitus koskea mutta ei pitää kädessä	Metalli	70
	Muu	80
Osat, joita ei tarvitse koskettaa normaalissa käytössä	Metalli	80
	Muu	90

424

### Suojaus ylikuumenemiselta

424.1

#### Koneelliset ilmanlämmitysjärjestelmät

424.1.1

Koneellisten ilmanlämmitysjärjestelmien rakenteen on oltava sellainen, että muiden kuin varaavien keskuslämmitysyksiköiden lämmityselementtejä ei voi kytkeä päälle, ennen kuin tarvittava ilmanvirtaus on saavutettu. Lämmityselementtien pitää lisäksi kytkeytyä pois päältä ilmavirtauksen loppuessa. Lisäksi niissä on oltava kaksi toisistaan riippumatonta lämpötilaa rajoittavaa laitetta, jotka estävät ilman lämpötilaa ylittämästä ilmakehässä sallittua arvoa.

424.1.2

Lämpöelementtien rungon ja kotelon on oltava palamatonta ainetta.

## 424.2

### **Kuumaa vettä tai höyryä tuottavat laitteet**

Kaikki kuumaa vettä tai höyryä tuottavat laitteet on joko rakenteellisesti tai asennettaessa suojattava ylikuumentumiselta kaikissa käyttöolosuhteissa. Jollei laite kokonaisuudessaan täytä sitä koskevan standardin vaatimuksia, suojaus on saatava aikaan sopivalla palautettavalla suojalaitteella, jonka toiminta ei riipu lämpötilansäätimestä.

Jos laitteessa ei ole avointa poistoaukkoa, siinä on oltava myös laite, joka rajoittaa veden paineen.

## 43

### **YLIVIRTASUOJAUS**

## 431

### **Yleistä**

### 431.1

Jännitteiset johtimet on suojattava ylikuormitukselta (433) ja oikosululta (434) yhdellä tai useammalla automaattisella syötön poiskytkevällä suojalaitteella. Näin ei kuitenkaan tarvitse tehdä, jos ylivirta on rajoitettu kohdan 436 mukaisesti. Ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen on lisäksi sovittava keskenään yhteen kohdan 435 vaatimusten mukaan.

*Huomautus:* 1) *Jännitteisiä johtimia, jotka on kohdan 433 mukaisesti suojattu ylikuormitukselta, pidetään myös suojattuna sellaisilta vioilta, jotka aiheuttavat ylikuormitusvirran suuruusluokkaa olevan ylivirran.*

2) *Soveltaminen, ks. kohta 473.*

3) *Tämä luvun säännöt koskevat myös kiinteästi asennettuja taipuisia kaapeleita.*

*Taipuisia kaapeleita, jotka liittyvät kiinteään asennukseen pistokytkimellä, ei ole välttämättä suojattu ylikuormitukselta.*

## 432

### **Suojalaitteiden rakenne**

Suojalaitteiden rakenteen on oltava kohdissa 432.1 – 432.3 esitetyn mukainen.

### 432.1

#### **Suojalaitteet, jotka suojaavat sekä ylikuormitus- että oikosulkuvirroilta**

Näiden suojalaitteiden on kyettävä katkaisemaan suojalaitteen asennuspai-  
kassa esiintyvä ylivirta, mukaan lukien suurin oikosulkuvirta. Niiden on oltava kohtien 433 ja 434.3.1 vaatimusten mukaisia.

Tällaisia suojalaitteita voivat olla:

- ylikuormituslaukaisijalla varustetut katkaisijat
- ylikuormitussuoja yhdessä varokkeiden kanssa sekä
- varoke, joka on tarkoitettu johdon suojaamiseen.

- Huomautus:*
- 1) *Varoke käsittää kaikki osat, jotka yhdessä sulakkeen kanssa muodostavat suojalaitteen.*
  - 2) *Kun käytetään sellaisia suojalaitteita, joiden katkaisukyky alittaa sijoituspaikassa esiintyvän oikosulkuvirran, on noudatettava kohdan 434.3.1 vaatimuksia.*

#### **432.2 Ylivirtasuoja, joka toimii vain ylikuormitussuojana**

Nämä ovat tavallisesti suojalaitteita, joiden toiminta-aika on käänteisesti verrannollinen virtaan. Lisäksi ylivirtasuojan katkaisukyky voi olla pienempi kuin verkon oikosulkuvirta siinä kohdassa, johon suojalaite on asennettu. Niiden on täytettävä kohdan 433 vaatimukset.

#### **432.3 Ylivirtasuoja, joka toimii vain oikosulkusuojana**

Tällainen ylivirtasuoja voidaan asentaa, kun ylikuormitussuojaus hoidetaan muulla tavalla tai kun kohdan 473 mukaan ei tarvita ylikuormitussuojausta. Tällaisen suojalaitteen on kyettävä katkaisemaan oikosulkuvirta suurimpaan asennuspaikalla esiintyvään oikosulkuvirtaan asti. Suojalaitteen on täytettävä kohdan 434 vaatimukset.

Tällaisia ylivirtasuojalaitteita voivat olla:

- katkaisijat, joissa on ylivirtalaukaisija oikosulkusuojausta varten, ja
- varokkeet.

#### **432.4 Suojalaitteiden ominaisuudet**

Ylivirtasuojan ominaisuuksien on täytettävä niitä koskevien standardien SFS-EN 60 947, SFS-EN 60 898 tai IEC 269 vaatimukset.

*Huomautus:* *Muita suojalaitteita voidaan käyttää edellyttäen, että niiden virta-aikaominaisuudet antavat tässä kohdassa määritellyä vastaavan suojan.*

Jokainen virtapiiri on varustettava ylikuormitussuojalla siten, että ylikuormitusvirta katkaistaan, ennen kuin lämpötila nousee niin, että eristys, jatkokset, liitokset tai johtimien ympäristö vahingoittuu.

Johdinta ylikuormitukselta suojaavan suojalaitteen ominaisuuksien on täytettävä seuraavat ehdot:

1)

$$I_B \leq I_n \leq I_z ,$$

2)

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z ,$$

missä:

$I_B \hat{=}$  virtapiirin mitoitusvirta,

$I_z \hat{=}$  johtimen jatkuva kuormitettavuus (ks. kohta 523),

$I_n \hat{=}$  suojalaitteen nimellvirta ja

*Huomautus:* Sellaisessa suojalaitteessa, jonka toiminta-arvoa voi asettaa, nimellvirta  $I_n$  tarkoittaa valittua asetusarvoa.

$I_2 \hat{=}$  virta, jolla suojalaite toimii tehokkaasti; käytännössä  $I_2$  on sama kuin:

- katkaisijan toimintarajavirta ja
- johdon suojaamiseen tarkoitetun sulakkeen sulamisrajavirta.

*Huomautus:* Kohdan 433.2 mukainen suojaus ei aina anna täydellistä suojausta tietyissä tapauksissa, esim. jos ylivirta on pidemmän aikaa pienempi kuin  $I_2$ . Lisäksi tällainen suojaus ei välttämättä johda taloudelliseen lopputulokseen. Siksi on oletettu, että piirit suunnitellaan siten, ettei pitkäaikaisia pieniä ylikuormituksia esiinny usein.



### 433.3

#### Rinnankytkettyjen johtimien suojaus

Kun sama suojalaite suojaa useampia rinnakkain kytkettyjä johtimia, virran  $I_2$  arvo on kaikkien johtimien kuormitettavuuksien summa. Tätä voidaan soveltaa vain, kun johtimet on asennettu siten, että niissä kulkee lähes yhtä suuri virta.

*Huomautus: Rinnankytketyt johtimet voidaan suojata samalla suojalaitteella vain, jos johtimien ominaisuudet (rakenne, asennustapa, pituus, poikkipinta) ovat samanlaiset, eikä johdossa ole haaroituksia. Johtimien virranjako on tarvittaessa tarkistettava mittaamalla.*

### 434

#### Oikosulkusuojaus

*Huomautus: Tässä käsitellään vain samaan virtapiiriin kuuluvien johtimien välisiä oikosulkuja.*

#### 434.1

##### Yleistä

Jokainen virtapiiri on varustettava oikosulkusuojalla, joka katkaisee piirin oikosulkuvirran, ennen kuin se aiheuttaa johtimissa ja liitoksissa lämpö- ja mekaanisista vaikutuksista johtuvaa vaaraa.

#### 434.2

##### Oikosulkuvirran määrittäminen

Oikosulkuvirta on määritettävä kussakin tarpeellisessa asennuksen pisteessä. Tämä voidaan tehdä laskemalla tai mittaamalla.

#### 434.3

##### Oikosulkusuojalaitteen ominaisuudet

Oikosulkusuojan on täytettävä seuraavat vaatimukset:

##### 434.3.1

Suojalaitteen katkaisukyky ei saa olla pienempi kuin suojalaitteen asennuspaikalla esiintyvä suurin oikosulkuvirta, paitsi seuraavassa tapauksessa.

Pienempi katkaisukyky sallitaan, jos suojalaitteen syöttöpuolella on toinen suojalaite, jonka katkaisukyky riittää. Tällaisessa tapauksessa molempien suojalaitteiden ominaisuudet on sovittava yhteen siten, että suojalaitteiden läpi kulkeva energia ( $I^2t$ ) ei ylitä kuormituspuolen suojalaitteen ja suojattavien johtimien vahingoittumatta kestävä arvoa.

*Huomautus: Tietyissä tapauksissa voi olla tarpeen ottaa huomioon muitakin vaikutuksia, kuten esim. kuormituksen puoleiseen suojalaitteeseen kohdistuvat dynaamiset rasitukset ja valokaarienergia. Yksityiskohtaisempia tietoja suojalaitteiden valinnassa huomioon otettavista seikoista saa kyseisen laitteen valmistajalta.*

Kaikki oikosulkuvirrat missä tahansa virtapiirin kohdassa on katkaistava viimeistään silloin, kun johtimet saavuttavat suurimman sallitun lämpötilan.

Enintään 5 s kestävässä oikosuluissa voidaan seuraavasta kaavasta laskea aika  $t$ , jonka kuluessa johtimen lämpötila nousee sallittuun rajalämpötilaan. Johtimen oletetaan olevan normaalissa suurimmassa sallitussa käyttölämpötilassa ennen oikosulkua.

$$t = \left( k \times \frac{A}{I} \right)^2 ,$$

missä:

$t$   $\hat{=}$  kesto aika sekunteina

$A$   $\hat{=}$  johdinpoikkipinta (mm<sup>2</sup>)

$I$   $\hat{=}$  todellinen oikosulkuvirta (A) tehollisarvona sekä

$k$   $\hat{=}$  **115**, kun johtimet ovat PVC-eristeisiä kuparijohtimia,

**135**, kun johtimet ovat luonnonkumilla, butyylikumilla, silloitetulla polyeteenillä (PEX) tai eteenipropeenikumilla (EPR) eristettyjä kuparijohtimia,

**74**, kun johtimet ovat PVC-eristeisiä alumiinijohtimia,

**87**, kun johtimet ovat luonnonkumilla, butyylikumilla, silloitetulla polyeteenillä tai eteenipropeenikumilla eristettyjä alumiinijohtimia,

**115**, kun kyseessä ovat tinalla juotetut kuparijohtimien liitokset, mikä vastaa 160 °C lämpötilaa.

- Huomautus:*
- 1) *Kun kesto aika on hyvin lyhyt (< 0,1 s), on virran epäsymmetrialla merkitystä ja virtaa rajoittavilla laitteilla arvon  $k^2 A^2$  on oltava suurempi kuin läpi kulkeva energia ( $I^2 t$ ), jonka valmistaja on ilmoittanut suojalaitteelle.*
  - 2) *Oikosulkusuojalaitteen nimellisvirta voi olla suurempi kuin johdon kuormitettavuus.*

#### 434.4

#### Rinnankytkettyjen johtimien oikosulkusuojaus

Sama oikosulkusuojaja voi suojata useampia rinnankytkettyjä johtimia, jos oikosulkusuojajan ominaisuudet ja kaapelien asennustapa on otettu huomioon oikosulkusuojaa valittaessa. Suojalaitteiden valinta, ks. luku 53.

*Huomautus:* On otettava huomioon myös oikosulku, joka ei vaikuta kaikkiin johtimiin.

## **435 Ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen yhteensovittaminen**

### **435.1 Suojaus yhdellä suojalaitteella**

Kun ylikuormitussuojalaite täyttää kohdan 433 vaatimukset ja sen katkaisukyky on vähintään yhtä suuri kuin suojalaitteen asennuskohdassa esiintyvä suurin oikosulkuvirta, suojalaitteen katsotaan suojaavan kuormituspuolen johtimet myös oikosulkuvirralla.

*Huomautus: Tämä oletamus ei välttämättä ole voimassa kaikilla oikosulkuvirran arvoilla; varsinkin tietyillä virtaa rajoittamattomilla katkaisijoilla tämä on tarkistettava kohdan 434.3 vaatimusten mukaan.*

### **435.2 Suojaus erillisillä suojalaitteilla**

Kohtien 433 ja 434 vaatimuksia sovelletaan vastaavasti ylikuormitussuojaan ja oikosulkusuojaan.

Ylikuormitus- ja oikosulkusuojalaitteiden ominaisuudet on valittava siten, että oikosulkusuojan läpi kulkeva energia ei ylitä sitä energian arvoa, jonka ylikuormitussuoja kestää vaurioitumatta.

*Huomautus: Tämä vaatimus ei kuitenkaan estä standardin SFS-EN 60 947-4-1 mukaisen koordinaation käyttöä.*

## **436 Ylivirran rajoittaminen syöttöjärjestelmän ominaisuuksien avulla**

Johtimien katsotaan olevan suojatut ylikuormitus- ja oikosulkuvirroilta, kun johtimia syötetään järjestelmästä, joka ei voi syöttää johtimen kuormitettavuuden ylittävää virtaa (esimerkiksi tietyt soittokellomuuntajat, hitsausmuuntajat ja aurinkokennot).

## **45 ALIJÄNNITESUOJAUS**

### **451 Yleiset vaatimukset**

451.1 Silloin kun jännitteenalenemasta tai jännitekatkosta ja sitä seuraavasta jännitteen jälleenkytketymisestä voi aiheutua vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle, on ryhdyttävä asianmukaisiin varotoimiin. Varotoimiin on ryhdyttävä myös, jos osa asennuksesta tai kulutuskojeista voi vaurioitua jännitteenaleneman takia.

Alijännitesuojausta ei vaadita silloin, kun ihmisille ei aiheudu vaaraa, ja pidetään hyväksyttävänä asennuksen tai kulutuskojeen vauriota.

- 451.2 Alijännitesuojalaite voi toimia hidastuksella, jos suojattava asennuksen osa kestää lyhytaikaisen jännitteenaleneman tai jännitekatkon.
- 451.3 Jos käytetään kontaktoreita, niiden avautumisessa tai uudelleen kytkeytymissä tapahtuva hidastus ei saa estää ohjaus- ja suojalaitteiden välitöntä katkaisua.
- 451.4 Alijännitesuojien ominaisuuksien on sovittava laitestandardeissa esitettyihin sähkölaitteiden käynnistys- ja käyttövaatimuksiin.
- 451.5 Jos suojalaitteen uudelleen kytkeytyminen voi aiheuttaa vaaraa, se ei saa tapahtua automaattisesti.

## 46 EROTTAMINEN JA KYTKENTÄ

### 460 Johdanto

Tässä luvussa käsitellään paikallisia ja kauko-ohjattuja erottamis- ja kytkentätoimenpiteitä, joiden avulla estetään tai vältetään sähköasennusten ja sähkökäyttöisten laitteiden ja koneiden käyttöön liittyviä vaaratilanteita. Luvussa ei kuitenkaan käsitellä automaattisia erottamis- ja kytkentätoimenpiteitä.

### 461 Yleiset vaatimukset

- 461.1 Jokaisen erotus- tai kytkentälaitteen on täytettävä sitä koskevat kohdan 537 vaatimukset.
- 461.2 TN-C-järjestelmässä PEN-johdinta ei saa erottaa tai kytkeä. TN-S-järjestelmässä nollajohdinta ei tarvitse erottaa tai kytkeä.

*Huomautus: Suojajohdinta ei saa missään järjestelmässä erottaa tai kytkeä (ks. myös kohta 543.3).*

- 461.3 Tässä luvussa esitetyt toimenpiteet eivät korvaa luvuissa 41 – 45 esitettyjä suojausmenetelmiä.

### 462 Erottaminen

- 462.1 Jokainen virtapiiri on voitava erottaa jokaisesta jännitteisestä syöttöjohtimesta, lukuun ottamatta kohdassa 461.2 esitettyjä tapauksia.

Useamman virtapiirin saa erottaa samalla laitteella, jos käytön ehdot sen sallivat.

462.2 Sopivilla toimenpiteillä on varmistettava, etteivät laitteet tule tahattomasti jännitteisiksi.

*Huomautus: Edellä tarkoitettuja toimenpiteitä voivat olla yksi tai useampi seuraavista:*

- lukitus
- varoituskilven asettaminen
- sijoittaminen lukittavaan tilaan tai koteloon.

*Lisätoimenpiteenä virtapiiri voidaan oikosulkea tai maadoittaa.*

462.3 Kun sähkölaite tai kotelo sisältää jännitteisiä osia, jotka on kytketty useampaan kuin yhteen syöttöjärjestelmään, on laitteen yhteyteen asetettava varoituskilpi, jossa ilmoitetaan, että kyseiset osat on erotettava eri syöttöjärjestelmistä. Kilpi on sijoitettava siten, että se on kaikkien niiden henkilöiden nähtävissä, jotka voivat päästä käsiksi jännitteisiin osiin. Kilpeä ei tarvita, mikäli laitteessa on lukitusjärjestelmä, jonka avulla varmistetaan, että kaikki asianomaiset virtapiirit on erotettu.

462.4 Tarvittaessa on oltava käytössä sopivat laitteet varastoituneen sähköenergian purkamiseen.

## **463 Poiskytkentä mekaanisten huoltotoimenpiteiden ajaksi**

463.1 Jos mekaanisiin huoltotoimenpiteisiin voi liittyä loukkaantumisen vaara, sähkökäyttöinen mekaaninen laite on voitava kytkeä irti.

*Huomautus: Tässä tarkoitettu sähkökäyttöinen mekaaninen laite voi olla pyörivä kone, lämpöelementti tai sähkömagneettinen laite.*

*Nämä vaatimukset eivät koske järjestelmiä, joiden käyttövoimana on muu kuin sähkö, kuten pneumaattisia, hydraulisia tai höyrykäyttöisiä järjestelmiä. Tällaisissa tapauksissa on mahdollista, että järjestelmään liittyvän sähköjärjestelmän kytkeminen irti ei yksin riitä.*

463.2 Sopivilla toimenpiteillä on varmistettava, ettei sähkökäyttöistä laitetta tahattomasti kytketä tai käynnistetä mekaanisten huoltotoimenpiteiden aikana, ellei kytkentälaite ole jatkuvasti työn tekijän valvottavissa.

*Huomautus: Edellä tarkoitettuja toimenpiteitä voivat olla yksi tai useampi seuraavista:*

- lukitus
- varoituskilven asettaminen
- sijoittaminen lukittavaan tilaan tai koteloon.

## **464 Hätäkytkentä ja hätäpysäytys**

- 464.1 Jokaisessa laitteiston osassa, jossa voi olla tarpeen ohjata syöttöä odottamattoman vaaratilanteen poistamiseksi, on oltava hätäkytkentämahdollisuus.
- 464.2 Kun on olemassa sähköiskun vaara, hätäkytkinlaitteen on kytkettävä irti kaikki jännitteiset johtimet lukuun ottamatta kohdassa 461.2 esitettyjä.
- 464.3 Hätäkytkentäjärjestelmän ja hätäpysäytysjärjestelmän on vaikutettava mahdollisimman suoraan asianomaisiin syöttöjohtimiin.
- Järjestelmän on oltava sellainen, että syöttö katkeaa yhden ainoan toimenpiteen avulla.
- 464.4 Hätäkytkentäjärjestelmän on oltava sellainen, että sen toiminta ei aiheuta lisävaaraa tai estä muita toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen vaaran poistamiseksi.
- 464.5 Hätäpysäytysmahdollisuus on oltava, jos sähkökäyttöiset liikkuvat osat voivat aiheuttaa vaaraa.

## **465 Käyttökytkennät (ohjaus)**

### **465.1 Yleistä**

- 465.1.1 Jokaista erikseen ohjattavaa virtapiirin osaa varten on oltava käyttökytkin, jolla voidaan tehdä käyttökytkennät riippumatta asennuksen muista osista.
- 465.1.2 Käyttökytkimien ei välttämättä tarvitse ohjata virtapiirin kaikkia jännitteisiä osia.
- Yksinapaista kytkintä ei saa asentaa nollajohtimeen.
- 465.1.3 Kuormitusten ohjaukseen on käytettävä yleensä käyttökytkintä.
- Yksittäinen käyttökytkin voi ohjata useampia samanaikaisesti toimivaksi tarkoitettuja laitteita.
- 465.1.4 Käyttökytkentään saa käyttää pistokytкимиä, joiden nimellisvirta on enintään 16 A.
- 465.1.5 Käyttökytkimien, joiden avulla siirrytään syöttöjärjestelmästä toiseen, on vaikutettava kaikkiin jännitteisiin johtimiin. Lisäksi ne eivät saa ohjata syöttöjärjestelmiä toimimaan rinnan, jollei laitteisto ole erityisesti tarkoitettu toimimaan siten.
- Näissä tapauksissa ei saa katkaista PEN- tai suojajohtimia.

## **465.2 Ohjausvirtapiirit (apupiirit)**

Ohjausvirtapiirit on suunniteltava, rakennettava ja suojattava siten, että ohjausvirtapiirin ja johtavien osien välisestä viasta mahdollisesti aiheutuvan ohjattavan laitteen virhetoiminnon (esim. tahaton ohjaus) synnyttämä vaara estyy.

## **465.3 Moottoreiden ohjaus**

465.3.1 Moottorin ohjausvirtapiirien on oltava sellaisia, ettei moottori käynnisty automaattisesti uudelleen moottorin pysähtyttyä jännitteenaleneman tai jännitteen katoamisen takia, jos käynnistymisestä voi aiheutua vaaraa.

465.3.2 Kun moottoria jarrutetaan virran suuntaa vaihtamalla, on huolehdittava siitä, ettei pyörimissuunta vaihdu moottorin pysähtyessä, jos siitä voi aiheutua vaaraa.

465.3.3 Kun turvallisuus riippuu moottorin pyörimissuunnasta, on huolehdittava siitä, että pyörimissuunta ei muutu esim. yhden vaiheen häviämisen takia.

## **47 SUOJAUSMENETELMIEN KÄYTTÖ**

### **470 Yleistä**

470.1 Suojausmenetelmiä on käytettävä jokaisessa asennuksessa, asennuksen osassa ja sähkölaitteessa tässä luvussa vaaditulla tavalla.

470.2 Suojausmenetelmät on valittava ja niitä on käytettävä ulkoisten tekijöiden vaikutusten perusteella luvussa 48 määritellyllä tavalla.

470.3 Suojaus on toteutettava:

- a) sähkölaitteiden valinnalla,
- b) käyttämällä suojausmenetelmiä asennettaessa tai
- c) edellisten menetelmien yhdistelmällä.

470.4 Kun käytetään erilaisia suojausmenetelmiä samassa asennuksessa tai asennuksen osassa, on estettävä niiden väliset vaaralliset keskinäiset vaikutukset.

## 471 Suojaus sähköiskulta

### 471.1 Kosketussuojaus

Kaikkien sähkölaitteiden kosketussuojaukseen on käytettävä jotain kohtien 411 ja 412 suojausmenetelmistä.

### 471.2 Kosketusjännitesuojaus

471.2.1 Lukuun ottamatta kohdassa 471.2.2 esitettyjä poikkeuksia, kaikkien sähkölaitteiden kosketusjännitesuojaukseen on käytettävä jotain kohtien 411 ja 413 suojausmenetelmistä kohtien 471.2.1.1 – 471.2.1.3 mukaisesti.

471.2.1.1 Syötön automaattista poiskytkentää (kohta 413.1) on käytettävä kaikissa asennuksissa lukuun ottamatta niitä asennuksen osia, joihin on sovellettu kohtien 471.2.1.2 tai 471.2.1.3 mukaista suojausmenetelmää.

471.2.1.2 Kun automaattista poiskytkentää on epäkäytännöllistä käyttää kohdan 413.1 vaatimusten mukaisesti tai se ei ole toivottavaa, voidaan tietty osa asennuksesta suojata eristämällä käyttöpaikka (kohta 413.3) tai paikallisella maasta erotetulla potentiaalintasauksella (kohta 413.4).

471.2.1.3 Jokaisessa asennuksessa, yleensä tietyssä laitteessa tai asennuksen osassa, voidaan käyttää jotain seuraavista suojausmenetelmistä:

- SELV- tai PELV-pienoisjännite (411.1)
- II-luokan tai vastaavasti eristetyt sähkölaitteet (413.2) ja
- suojaerotus (413.5).

471.2.2 Seuraavia tarvikkeita ei tarvitse suojata kosketusjännitteeltä:

- Ilmajohtojen eristimien kannattimet ja niihin liitetyt metalliosat (ilmajohtotarvikkeet), jos ne sijaitsevat kosketusetäisyyden ulkopuolella (412.4).
- Raudoitettut betonipylväät, jos raudoitukseen ei voi koskea.
- Sellaiset jännitteelle alttiit osat, joihin ei voi niiden pienen koon (n. 50 mm x 50 mm) tai sijainnin vuoksi tarttua tai jotka eivät merkittävässä määrin voi joutua kosketuksiin ihmiskehon kanssa edellyttäen, että niitä on vaikea yhdistää suojajohtimeen tai yhdistys olisi epäluotettava.

*Huomautus: Nämä ehdot koskevat esim. pultteja, niittejä, arvokilpiä ja johtojen kiinnityslaitteita.*



- Metalliputket tai muut metallikotelot, jotka suojaavat sähkölaitteita kohdan 413.2 mukaisesti.
- Putkilangan metallivaippa, kun putkilanka on asennettu kuivaan tilaan, jossa on eristävä lattia.

### 471.2.3

Kun suojaukseen käytetään syötön automaattista poiskytkentää, nimellistointavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä on käytettävä suojaamaan ulos asennettuja nimellisvirralltaan enintään 20 A pistorasioita ja sellaisia pistorasioita, joilla voidaan olettaa syötettävän ulkona käytettäviä siirrettäviä sähkölaitteita.

- Huomautus:*
- 1) *Jos asennuksessa varaudutaan siirrettävien laitteiden käyttämiseen ulkona, suositellaan, että tarpeen mukaan yksi tai useampi pistorasia sijoitetaan sopivasti ulos.*
  - 2) *Muita tapauksia, joissa vaaditaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimen käyttöä, on esitetty osassa 7.*
  - 3) *Kun suojaukseen käytetään syötön automaattista poiskytkentää, nimellistointavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimen käyttö on erityisen suositeltavaa kohdan 412.5 mukaisena lisäsuojana suojaamaan nimellisvirralltaan enintään 20 A pistorasioita, jotka on tarkoitettu muiden kuin ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden käyttöön.*

## 473

### Ylivirtasuojaus

*Huomautus:* Tämän kohdan vaatimukset eivät ota huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutuksia. Näitä huomioon ottavia suojausmenetelmiä käsitellään luvussa 48.

### 473.1

#### Ylikuormitussuojaus

#### 473.1.1

##### *Ylikuormitussuojien sijoittaminen*

##### 473.1.1.1

Ylikuormitussuojat on sijoitettava sellaiseen kohtaan, jossa muutos, esim. johdinpoikkipinnassa, johdinlajissa, asennustavassa tai muussa rakenteessa pienentää johtimen kuormitettavuutta, kohdissa 473.1.1.2 ja 473.1.2 mainittuun poikkeuksiin.

##### 473.1.1.2

Johdon ylikuormitussuojan saa sijoittaa mihin tahansa kohtaan johtoa, ellei kohdan 473.1.1.1 mukaisen muutoskohdan ja ylikuormitussuojan sijoituspaikan välillä johtoa haaroiteta eikä välillä ole pistorasioita. Lisäksi toisen seuraavista ehdoista pitää täyttyä:

- a) Johto on suojattu oikosululta kohdan 434 vaatimusten mukaisesti.

- b) Johto on enintään 3 m pitkä ja se on tehty siten, että oikosulun vaara on mahdollisimman pieni eikä johtoa ole sijoitettu lähelle palavaa ainetta (ks. kohta 473.2.2.1).

#### 473.1.2

##### *Ylikuormitussuojien pois jättäminen*

Tässä kohdassa mainittuja tapauksia ei saa käyttää asennuksissa palovaarallisissa tai räjähdysvaarallisissa tiloissa eikä muissa sellaisissa tiloissa, joille on omat vaatimuksensa.

Ylikuormitussuojaa ei vaadita:

- a) Johdossa, joka sijaitsee kohdan 473.1.1.1 mukaisen muutoskohdan kuormituspuolella, jos syöttöpuolen suojalaite suojaa johdon tehokkaasti ylikuormitukselta.
- b) Jos johto ei todennäköisesti ylikuormitu, se on suojattu oikosululta kohdan 434 mukaisesti, sitä ei ole haaroitettu eikä siinä ole pistorasioita.
- c) Televiestintään, ohjaukseen, merkinantoon ja vastaaviin liittyvissä asennuksissa.

*Huomautus: Kohdan c) osalta on noudatettava näitä koskevia erityisvaatimuksia.*

#### 473.1.3

##### *Ylikuormitussuojien sijoittaminen tai pois jättäminen IT-järjestelmissä*

Kohdissa 473.1.1 ja 473.1.2 esitetyt vaatimukset ylikuormitussuojien sijoittamisesta tai niiden pois jättämisestä ovat voimassa IT-järjestelmissä vain, jos kaikissa ylikuormitukselta suojaamattomissa piireissä on vikavirtasuojakytkin tai kaikissa sellaisten virtapiirien syöttämissä sähkölaitteissa — johdot mukaan luettuna — on käytetty kohdassa 413.2 esitettyä suojausmenetelmää.

#### 473.1.4

##### *Tapaukset, joissa ylikuormitussuoja suositellaan jätettäväksi pois turvallisuuksista*

Ylikuormitussuojat suositellaan jätettäväksi pois sellaisista virtapiireistä, jotka syöttävät sähkölaitteita, joissa virtapiirin odottamaton avautuminen voi aiheuttaa vaaraa.

Esimerkkejä tällaisista tapauksista ovat:

- pyörivien koneiden magnetoimispiirit
- nostomagneettien syöttöpiirit
- virtamuuntajien toisiopiirit ja
- virtapiirit, jotka syöttävät palonsammutuslaitteistoja.

*Huomautus: Näissä tapauksissa on syytä harkita ylikuormitushälytyksen käyttöä.*

## 473.2 Oikosulkusuojaus

### 473.2.1 Oikosulkusuojiin sijoittaminen

Oikosulkusuoja on sijoitettava sellaiseen kohtaan, jossa johtimen poikkipinta pienenee tai ominaisuudet muuttuvat muutoin kohdassa 473.1.1.1 esitetyllä tavalla, kohdissa 473.2.2 (vaihtoehtoinen sijoittaminen) tai 473.2.3 (poisjättäminen) mainituin poikkeuksin.

### 473.2.2 Oikosulkusuojiin vaihtoehtoinen sijoittaminen

Tässä kohdassa mainittuja tapauksia ei saa käyttää asennuksissa palovaarallisissa tai räjähdysvaarallisissa tiloissa eikä muissa sellaisissa tiloissa, joille on omat vaatimuksensa.

Oikosulkusuoja saa sijoittaa muualle kuin kohdassa 473.2.1 määriteltyyn paikkaan kohtien 473.2.2.1 tai 473.2.2.2 ehtojen mukaisesti.

473.2.2.1 Se johdon osa, joka sijaitsee johdinpoikkipinnan pienenemiskohdan tai muun muutoskohdan ja suojalaitteen sijoituspaikan välissä, täyttää samanlaisesti seuraavat kolme ehtoa:

- a) johdon pituus on enintään 3 m,
- b) asennus toteutetaan siten, että oikosulun vaara on mahdollisimman pieni,

*Huomautus: Ehto voidaan toteuttaa esim. suojaamalla johto hyvin ulkoisten tekijöiden vaikutuksilta.*

- c) johtoa ei sijoiteta siten, että siitä aiheutuu palovaaraa tai vaaraa ihmisille.

473.2.2.2 Johdinpoikkipinnan pienenemiskohdan tai muun muutoskohdan syöttöpuolella sijaitseva suojalaite suojaa kuormituspuolella olevan johdon oikosululta kohdan 434.3.2 mukaisesti.

### 473.2.3 Oikosulkusuojiin pois jättäminen

Oikosulkusuoja ei vaadita:

- kun kyseessä on johtimet, jotka liittävät generaattoreita, muuntajia, taseasuntoajia tai akkuja niihin liittyviin oikosulkusuojiin.
- kun kyseessä on virtapiiri, jonka katkeaminen voisi aiheuttaa vaaraa kyseisen asennuksen toiminnalle, kuten kohdassa 473.1.4 mainituissa tapauksissa.
- kun kyseessä on tietyt mittauspiirit.

Tällöin seuraavien kahden ehdon pitää kuitenkin täytyä samanaikaisesti:

- a) johto asennetaan siten, että oikosulun vaara on mahdollisimman pieni (katso kohta 473.2.2.1, b),
- b) johtoa ei sijoiteta lähelle palavaa ainetta.

### **473.3 Eri johtimien asettamat vaatimukset**

#### *473.3.1 Vaihejohtimien suojaaminen*

473.3.1.1 Kaikki vaihejohtimet on varustettava ylivirtasuojalla. Ylivirtasuojan on katkaistava ylivirta, joka esiintyy kyseisessä vaihejohtimessa, mutta sen ei tarvitse katkaista virtaa muista jännitteisistä johtimista, lukuun ottamatta mitä on sanottu kohdassa 473.3.2.

473.3.1.2 TT-järjestelmissä toisessa vaihejohtimessa ei tarvitse olla ylivirtasuojaa, kun kyseessä on virtapiirit, joita syötetään vaiheiden väliltä ja joissa ei ole nollajohdinta. Tällöin seuraavien ehtojen on kuitenkin täyttyvä samanaikaisesti:

- a) samassa piirissä tai sen syöttöpuolella on differentiaalinen suojalaite, joka kytkee irti kaikki vaihejohtimet,
- b) nollajohdinta ei syötetä keinotekoisesta tähtipisteestä sellaisesta kohdasta virtapiiriä, joka sijaitsee kohdassa a) mainitun suojalaitteen kuormituspuolella.

*Huomautus: Jos yksittäisen vaiheen irtikytketyminen voi aiheuttaa vaaraa, kuten kolmivaihemootoreissa, on ryhdyttävä riittäviin varotoimenpiteisiin (huomautus koskee sekä kohtaa 473.3.1.1 että kohtaa 473.3.1.2).*

#### *473.3.2 Nollajohtimen suojaaminen*

##### *473.3.2.1 TT- tai TN-järjestelmät*

- a) Nollajohdinta ei tarvitse suojata ylivirralla, kun sen poikkipinta on vähintään yhtä suuri tai vastaava kuin vaihejohtimien.
- b) Kun nollajohtimen johdinpoikkipinta on pienempi kuin vaihejohtimien, on nollajohdin suojattava ylivirralla johdinpoikkipinnan edellyttämällä tavalla. Tämän suojan on kytkettävä irti vaihejohtimet, mutta sen ei tarvitse kytkeä irti nollajohdinta.

Kuitenkin, nollajohtimen saa jättää suojaamatta ylivirralla seuraavien ehtojen täytyessä samanaikaisesti:

- nollajohdin on suojattu oikosululta vaihejohtimien suojalaitteen avulla ja

- suurin todennäköinen virta, joka normaalissa käytössä kulkee nol-lajohtimen kautta, on selvästi pienempi kuin nolajohtimen kuormitetta-vuus.

- Huomautus:*
- 1) *Toinen ehto täytetään, jos syötetty teho jakautuu mahdolli-simman tasaisesti eri vaiheiden välillä, esim. jos kunkin vaihe- ja nolajohtimen väliin kytkettyjen kuormitusten (kuten valaistuksen ja pistorasioiden) tehojen summa on paljon pienempi kuin kyseisen piirin koko teho. Nollajohtimen joh-dinpoikkipinta ei saa olla pienempi kuin luvussa 52 määritelty johdinpoikkipinnan arvo.*
  - 2) *TN-C-järjestelmässä PEN-johdinta ei saa katkaista.*

#### 473.3.2.2 *IT-järjestelmä*

IT-järjestelmissä ei virtapiirissä yleensä ole nolajohdinta.

Jos virtapiirissä kuitenkin on nolajohdin, siinä on yleensä oltava ylivirtasuoja, joka ylivirran esiintyessä kytkee irti virtapiirin kaikki jännitteiset johtimet, myös nolajohtimen. Tämä ei ole tarpeen, jos:

- nolajohdin on tehokkaasti suojattu oikosululta sellaisella suojalaitteella, joka sijaitsee syöttöpuolella, esim. koko asennuksen alkupisteessä, koh-dan 434.3 vaatimusten mukaan tai
- jos virtapiiri on suojattu vikavirtasuojakytkimellä, jonka nimellinen toiminta-virta on enintään 0,15-kertainen verrattuna vastaavan nolajohtimen kuor-mitettavuuteen. Tämän laitteen on kytkettävä irti kaikki vastaavan virta-piirin jännitteiset johtimet, myös nolajohdin.

#### 473.3.3 *Nollajohtimen kytkeminen irti ja sen kytkeminen takaisin*

Kun vaaditaan, että nolajohdin kytkeytyy irti, se ei saa kytkeytyä irti ennen vaihejohtimia ja sen on kytkeydyttävä takaisin samanaikaisesti tai aikai-semmin kuin vaihejohtimet.

## SUOJAUSMENETELMIEN VALINTA ULKOISTEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUSTEN PERUSTEELLA

### 481 Suojaus sähköiskulta

#### 481.1 Yleistä

481.1.1 Kohtien 481.2 ja 481.3 vaatimukset osoittavat, kuinka luvussa 41 esitettyjä suojausmenetelmiä käytetään eri ulkoisten tekijöiden vallitessa.

- Huomautus:*
- 1) Käytännössä vain seuraavien ulkoisten tekijöiden vaikutukset ovat keskeisiä suojausmenetelmien valinnassa:
    - henkilöiden pätevyys
    - ihmisen kehon resistanssi
    - henkilöiden yhteys maapotentiaaliin.
  - 2) Muilla ulkoisilla tekijöillä ei ole käytännössä merkitystä valittaessa ja toteutettaessa suojausta sähköiskulta, mutta ne on erityisesti otettava huomioon valittaessa laitteita.

481.1.2 Silloin, kun tiettyjen ulkoisten tekijöiden vaikuttaessa voidaan käyttää useita suojausmenetelmiä, sopivan menetelmän valinta riippuu vallitsevista olosuhteista ja kyseessä olevan laitteen luonteesta.

*Huomautus:* Erityisasennukset ja -tilat, ks. osa 7.

#### 481.2 Kosketussuojaus

481.2.1 Suojausta eristämällä jännitteiset osat (ks. kohta 412.1) tai suojausta käyttämällä suojuksia tai kotelointia (ks. kohta 412.2) voidaan käyttää kaikkien ulkoisten tekijöiden vallitessa.

481.2.2 Suojaus esteiden avulla (ks. kohta 412.3) on sallittu vain sellaisissa erikoissovelluksissa, kuten elektrolyysilaitoksissa ja vastaavissa, joissa suojaus käyttämällä suojuksia tai kotelointia (ks. kohta 412.2) on vaikea toteuttaa. Näille alueille saa päästä vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt, joille on annettu työskentelyohjeet. Lisäksi näiden alueiden tulee olla selkeitä ja ne on merkittävä varoituskilvillä.

Suojaus sijoittamalla kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4) hyväksytään edellisen kappaleen mukaisissa erikoissovelluksissa sekä rakennusten ulkopuolisissa ilmajohtoverkoissa niitä koskevien vaatimusten mukaisesti (ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4).

Kosketussuojaus sähkötiloissa, joihin pääsevät vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt, ks. kohta 801.

481.2.3 Kosketussuojaamattomia rakenteita ei Suomessa hyväksytä.

481.2.4.1 Kohtaa ei sovelleta Suomessa.

481.2.4.2 Kohtaa ei sovelleta Suomessa.

*Huomautus: IEC-standardi 364-4-481 sallii kosketussuojaamattomien rakenteiden käytön kytkinlaitoksissa. Standardin kohdat 481.2.3 ja 481.2.4 käsittelevät näitä rakenteita.*

### **481.3 Kosketusjännitesuojaus**

481.3.1 Kaikissa asennuksissa voidaan käyttää syötön automaattista poiskytkentää.

Yleensä kohdan 413.1 ehdot ovat voimassa.

Asennuksissa tai asennusten osissa, joissa kosketusjännitteeksi osan 7 vastaavissa kohdissa (esim. 704 ja 705) sallitaan jatkuvasti enintään 25 V (tehollisarvo) vaihtojännitettä tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä, on noudatettava joko kohdan 481.3.1.1 tai 481.3.1.2 vaatimuksia.

*Huomautus: 1) Kohdan 481.3.1.1 vaatimukset ovat voimassa silloin, kun pienempi kosketusjännite vaaditaan koko asennuksessa.*

*2) Kohdan 481.3.1.2 vaatimukset ovat voimassa silloin, kun pienempi kosketusjännite vaaditaan vain osassa asennusta.*

481.3.1.1 Asennuksissa, joissa kosketusjännitteeksi osan 7 vastaavissa kohdissa (esim. 704 ja 705) sallitaan jatkuvasti enintään 25 V (tehollisarvo) vaihtojännitettä tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:

— TN- ja IT-järjestelmissä pisimmät sallitut poiskytkentäajat, jotka on annettu taulukoissa 41 A ja 41 B, korvataan seuraavalla:

**Taulukko 48 A. Pisimmät sallitut poiskytkentäajat.**

TN-järjestelmä		IT-järjestelmä		
Asennuksen nimellisjännite	Poiskytkentäaika	Asennuksen nimellisjännite	Poiskytkentäaika s	
$U_0$		$U_0/U$	Ei nollajohdinta	Nollajohdin
V	s	V		
120	0,35	120 - 240	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,5
277	0,2	277/480	0,2	0,5
400, 480	0,05	400/690	0,06	0,2
580	0,02*)	580/1000	0,02*)	0,08

$U_0 \hat{=}$  jännite vaiheen ja maan välillä

\*) Jos poiskytkentäaikaa ei voida varmistaa, voi olla tarpeellista käyttää muita suojausmenetelmiä, kuten lisäpotentiaalintasausta.

— TT-järjestelmässä kohdan 413.1.4.2 ehto korvataan seuraavalla:

$$R_A \times I_a \leq 25V ,$$

— IT-järjestelmässä kohdan 413.1.5.3 ehto korvataan seuraavalla:

$$R_A \times I_d \leq 25V ,$$

#### 481.3.1.2

Asennusten osissa, joissa kosketusjännitteeksi osan 7 vastaavissa kohdissa sallitaan jatkuvasti enintään 25 V (tehollisarvo) vaihtojännitettä tai 60 V sykkeetöntä tasajännitettä, kohdan 413.1 vaatimukset voidaan toteuttaa joillain seuraavista menetelmistä:

- lisäpotentiaalintasauksella kohdan 413.1.6 mukaisesti, jolloin kohdan 413.1.6.2 kaavassa arvo 50 korvataan arvolla 25
- käyttämällä suojaukseen nimellistoimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä.

*Huomautus: Tämän kohdan mukaisesti voidaan suojaus toteuttaa kohdan 413.1 yleisten ehtojen mukaisesti suurimmassa osassa asennusta ja soveltaa lisäsuojausehtoja paikoissa, joissa osa 7 vaatii kosketusjännitteen rajoittamista.*



481.3.2 Suojaus käyttämällä luokan II sähkölaitteita tai vastaavaa eristystä kohdan 413.2 mukaisesti hyväksytään kaikissa olosuhteissa, ellei osassa 7 ole annettu rajoituksia.

*Huomautus: Turvallisuussyistä laitteet on valittava siten, että otetaan riittävästi huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset.*

481.3.3 Suojausta eristämällä käyttöpaikka saa käyttää vain kohdan 413.3 ehtojen mukaisesti.

481.3.4 Suojausta paikallisen maasta erotetun potentiaalintasauksen avulla saa käyttää vain tiloissa, joissa ei ole suoraa yhteyttä maapotentiaaliin.

481.3.5 Suojaerotusta saa käyttää kaikissa tiloissa. Kuitenkin tiloissa, joissa henkilöt ovat jatkuvasti kosketuksissa metalliosien kanssa, esim. säiliöiden sisällä, sitä saa käyttää vain yhden siirrettävän laitteen syöttämiseen yhdestä muuntajasta.

481.3.6 Kohdan 411.1.4 mukaisen SELV- ja kohdan 411.1.5 mukaisen PELV-järjestelmän käyttö hyväksytään kosketusjännitesuojaukseen kaikissa tilanteissa.

*Huomautus: 1) Tietyissä tapauksissa osissa 7 ja 8 hyväksytään vain SELV-järjestelmän käyttö ja pienisjännitteen arvo rajoitetaan pienemmäksi kuin 50 V eli 25 tai 12 volttiin.*

*2) FELV-järjestelmän käyttö vaatii muun kosketusjännitesuojausmenetelmän käytön (ks. kohta 411.3.3).*

481.3.7 Tietyissä asennuksissa tai asennuksen osissa esim. tiloissa, joissa henkilöt voivat olla veden alla, osan 7 vastaava kohta vaatii erityisiä suojaustoimenpiteitä.

## **482 Palosuojaus**

### **482.0 Yleistä**

Tämän kohdan vaatimukset on otettava huomioon luvun 42 vaatimusten lisäksi, kun kyseessä ovat asennukset tiloissa, joissa vallitsevat seuraavat ulkoiset tekijät.

### **482.1 Häätilanteista poistuminen**

Hätäpoistumista koskevia vaatimuksia on annettu muiden viranomaisten määräyksissä.

482.1.1 Johtoja ei pidä sijoittaa ensisijaisesti poistumisteihin. Jos tätä ei voida välttää, on käytettävä sellaisia kaapeleita tai koteloita, jotka eivät levitä paloa tai lämpene siten, että lähellä olevat materiaalit syttyisivät ajassa, jonka poistumisteiden materiaalit on määritelty kestävänsä. Elleivät rakennusviranomaiset muuta ole määritelleet, tämä aika on 30 minuuttia.

Johdot, jotka on asennettu poistumisteihin, on sijoitettava kosketusetäisyyden ulkopuolelle tai suojattava mekaaniselta vaurioitumiselta, jonka kohteeksi ne saattavat joutua poistumisen yhteydessä. Poistumisteillä sijaitsevien johtojen tulee olla mahdollisimman lyhyitä.

482.1.2 Tiloissa, joissa voi oleskella samanaikaisesti paljon ihmisiä, esim. teatterit ja sairaalat, kytkinlaitteiden on oltava tiettyjä poistumista helpottavia kytkinlaitteita lukuun ottamatta ainoastaan tehtävään oikeutettujen henkilöiden käytettävissä.

Jos kytkinlaitteet sijoitetaan poistumisteiden varrelle, niiden on oltava joko rakenteeltaan sellaisia tai varustettava sellaisella lisäsuojuksella, että ne kestävät tulipaloa.

482.1.3 Tiloissa, joissa voi oleskella samanaikaisesti paljon ihmisiä ja näiden tilojen poistumisteillä, on palavia nesteitä sisältävien sähkölaitteiden käyttö kielletty.

*Huomautus: Sähkölaitteisiin sisältyvät yksittäiset apukondensaattorit esim. purkauslamppuvalaisimissa ja moottorikäynnistimissä eivät ole kiellettyjä.*

## 482.2 Palovaarallisen materiaalin varastointi tai käsittely

*Huomautus: 1) Palovaarallisuusluokittelu, ks. ympäristöministeriön julkaisu E 2.*

*2) Räjähdyksivaaralliset tilat, ks. niitä koskevat erityisvaatimukset.*

482.2.1 Tiloihin, joissa varastoidaan tai käsitellään palovaarallisia materiaaleja, saa asentaa vain sellaisia sähkölaitteita, jotka ovat välttämättömiä kyseisten tilojen käytön kannalta, lukuun ottamatta kohdan 482.2.6 mukaisia johtojärjestelmiä.

482.2.2 Kun on odotettavissa, että sähkölaitteiden kotelolle kerääntyy siinä määrin pölyä, että laitteen jäähtyminen vaikeutuu ja tästä voi aiheutua palovaaraa, on ryhdyttävä toimenpiteisiin, etteivät kyseiset kotelot saavuta liian korkeaa lämpötilaa.

482.2.3 Sähkölaitteet on valittava ja asennettava siten, että niiden lämpeneminen normaalikäytössä ja vikatapauksissa ei voi aiheuttaa tulipaloa.

Nämä järjestelyt voidaan toteuttaa laitteen rakenteella tai asennustavalla.

Erityismenettelyt eivät ole tarpeen, jos pintojen lämpötila ei todennäköisesti aiheuta lähellä olevien esineiden syttymistä.

482.2.4 Suoja-, ohjaus- ja erotuslaitteet on sijoitettava sellaisen tilan ulkopuolelle, jossa käsitellään tai varastoidaan palovaarallisia materiaaleja, ellei niitä ole sijoitettu koteloon, jonka IP-luokka on vähintään IP4X, kuitenkin vähintään IP5X, jos tilassa esiintyy pölyä.

482.2.5 Jos johtoa ei ole asennettu palamattoman aineen sisään, on varmistettava että johto ei edistä tulipalon leviämistä.

*Huomautus: Esimerkiksi PVC-eristeiset kaapelit ja johtimet täyttävät nämä vaatimukset.*

482.2.6 Johtojen, jotka kulkevat näiden tilojen läpi, mutta eivät ole välttämättömiä kyseisen tilan sähkölaitteiden kannalta, on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- Johtojen on täytettävä kohdan 482.2.5 vaatimukset.
- Johdoissa ei ole liitoksia näissä tiloissa, elleivät liitokset ole sijoitettu palonkestäviin koteloihin, joiden ominaisuudet ovat vastaavat kuin muilla samaan tilaan asennetuilla laitteilla.
- Johdot on suojattu ylivirralla kohdan 482.2.11 mukaisesti.

482.2.7 Sähköiseen puhallinlämmitykseen tarvittava ilma on otettava paikasta, jossa ei esiinny palavaa pölyä tai palavia höyryjä tai kaasuja.

Poistuvan ilman lämpötila ei saa aiheuttaa palovaaraa.

482.2.8 Moottorit, joita ohjataan automaattisesti tai kauko-ohjauksella tai joita ei jatkuvasti valvota, on suojattava moottorinsuojakytkimillä, jotka eivät saa palautua automaattisesti.

482.2.9 Valaisimien on oltava sopivia kyseisiin tiloihin ja niiden kotelointiluokan on oltava vähintään IP4X, kuitenkin vähintään IP5X, jos tilassa esiintyy pölyä.

Lamppujen ja valaisimien osien on oltava riittävästi suojattuja mekaaniselta vahingoittumiselta esim. vahvarakenteisilla muovisilla koteloidilla, ritilöillä tai vahvalla lasilla. Näitä suojuksia ei saa kiinnittää lampunpitimiin, ellei niitä ole rakennettu tällaiseen käyttöön.

482.2.10 Kun erikoisolosuhteista johtuen on tarpeellista rajoittaa järjestelmän vikavirtojen aiheuttamaa vaaraa, virtapiiri on joko suojattava nimellistoimintavirraltaan enintään 500 mA vikavirtasuojakytkimellä, tai milloin sellaista ei voida käyttää, virtapiiriä on jatkuvasti valvottava eristystilan valvontalaitteella, joka hälyttää eristysvian sattuessa.

Eristetty valvontajohdin, joka voi olla suojajohdin, voi kuulua kyseisen piirin johtojärjestelmään, ellei johtojärjestelmään kuulu suojajohtimeen kytkettyä metallikotelo.

482.2.11 Johdot, joka kulkevat sellaisen tilan kautta, jossa varastoidaan tai käsitellään palovaarallisia materiaaleja, on varustettava oikosulkusuojalla ja ylikuormitussuojalla, jotka sijaitsevat tilan ulkopuolella.

482.2.12 Riippumatta kohtien 411.1.4.3 ja 411.1.5.2 vaatimuksista, pitää SELV- ja PELV-piirien jännitteiset osat suojata

— käyttämällä suojuksia tai kotelaita, joilla saavutetaan vähintään kotelointiluokan IPXXB mukainen suojaus tai

— käyttämällä eristystä, joka kestää vähintään 1 min ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

482.2.13 PEN-johtimia ei saa käyttää tiloissa, joissa käsitellään tai varastoidaan palovaarallisia materiaaleja, lukuun ottamatta niitä virtapiirejä, jotka kulkevat kyseisten tilojen läpi.

### 482.3 **Paloa levittävät rakennusmateriaalit**

482.3.1 On varmistettava, että sähkölaite ei sytytä seiniä, lattiaa tai kattoa.

### 482.4 **Paloa levittävät rakennusosat**

Näitä koskevia vaatimuksia esittävät normaalisti rakennus- ja pelastusviranomaiset.

482.4.1 Jos rakennusosien muoto tai mitoitus voi edistää palon leviämistä, on ryhdyttävä toimiin, ettei sähköasennus edistä palon leviämistä (esim. ns. savupiippuilmio).

*Huomautus: Voidaan käyttää paloilmaisimia, jotka varmistavat paloa rajoittavien menetelmien toiminnan, esim. palonkestävien sulkulaitteiden sulkeutumisen kanavissa ja vastaavissa.*

**51 YLEISET SÄÄNNÖT****510 Yleistä**

510.1 Sähkölaitteet on valittava ja asennettava siten, että suojausmenetelmille ja sähkölaitteiston toiminnalle asetetut vaatimukset toteutuvat. Myös ulkoisten tekijöiden asettamien vaatimuksien on täytyttävä.

510.2 Sähkölaitteet on valittava ja asennettava siten, että ne täyttävät tämän luvun sekä soveltuvat muiden lukujen vaatimukset.

**511 Sähkölaitteiden rakennestandardit**

511.1 Sähkölaitteen on täytettävä sitä koskevien rakennestandardien turvallisuusvaatimukset.

Erilaiset sähkölaitteiden rakennestandardit, ks. kohta 133.1.

**512 Käyttöominaisuudet ja ulkoisten tekijöiden vaikutukset****512.1 Käyttöominaisuudet****512.1.1 Jännite**

Sähkölaitteiden on sovittava asennuksessa käytettyyn nimellisjännitteeseen.

Jos IT-asennuksissa käytetään nollajohdinta, vaiheen ja nollan välille kytkettävien sähkölaitteiden on oltava eristettyjä pääjännitteen mukaisesti.

*Huomautus: Tietyissä sähkölaitteissa voi olla tarpeen ottaa huomioon suurin ja pienin normaalissa käytössä esiintyvä jännite.*

**512.1.2 Virta**

Sähkölaitteet on valittava siten, että ne kestävät normaalissa käytössä esiintyvän virran.

Sähkölaitteiden on kestettävä myös normaalista poikkeavissa tilanteissa todennäköisesti esiintyvät virrat sen ajan, jonka käytettyjen suojalaitteiden ominaisuudet määräävät.

### 512.1.3 *Taajuus*

Jos taajuus vaikuttaa sähkölaitteen toimintaan, laitteen nimellistaajuuden on vastattava sen virtapiirin taajuutta, johon laite liitetään.

### 512.1.4 *Teho*

Sähkölaitteiden tehon on sovittava normaaleihin käyttötilanteisiin, kun otetaan huomioon kuormitusaste.

### 512.1.5 *Yhteensopivuus*

Ellei asennettaessa ole käytetty muita soveltuvia menetelmiä, sähkölaitteet on valittava tai asennettava siten, etteivät ne normaalissa käytössä ja kytkentätoimenpiteiden aikana aiheuta muille laitteille häiriötä tai haittaa sähkönsyöttöä.

## 512.2 **Ulkoisten tekijöiden vaikutukset**

512.2.1 Sähkölaitteet on valittava ja asennettava siten, että otetaan huomioon ne ulkoisten tekijöiden vaikutukset, joiden kohteeksi laitteet voivat joutua. Näin varmistetaan sähkölaitteen tarkoituksenmukainen toiminta ja suojausmenetelmien luotettavuus.

Sähkölaitteen ilmoitetut arvot ovat voimassa ainoastaan niissä olosuhteissa, jotka on määritetty asianmukaisessa standardissa. Arvot pätevät myös, jos sähkölaite on testattu sen käyttöympäristöä vastaavissa olosuhteissa.

512.2.2 Jos sähkölaitteella ei ole rakenteensa perusteella sijaintipaikan ulkoisten tekijöiden edellyttämiä ominaisuuksia, voidaan sitä kuitenkin käyttää edellyttäen, että se varustetaan asennettaessa soveltuvalla lisäsuojauksella. Lisäsuojaus ei saa haitata sähkölaitteen toimintaa.

512.2.3 Suojauksessa on otettava huomioon samanaikaisesti vaikuttavat erilaiset ulkoiset tekijät.

## 513 **Luoksepäästävyys**

### 513.1 **Yleistä**

Kaikki sähkölaitteet, johdot mukaan luettuina, on järjestettävä siten, että niitä voi käyttää, tarkastaa ja huoltaa ja niiden liitoksiin pääsee käsiksi. Luoksepäästävyys ei saa merkittävästi huonontua, kun sähkölaitteita asennetaan koteloihin tai vastaaviin.

## 514 Tunnistaminen

### 514.1 Yleistä

Jos kytkinlaitteiden tai muiden osien käyttötarkoitukset voivat sekaantua, käyttötarkoitus on ilmoitettava kilvillä tai muulla sopivalla tavalla.

Silloin kun käyttäjä ei voi seurata kytkinlaitteen toiminnan seurauksia ja siitä voi aiheutua vaaraa, käyttäjän nähtävälle on asennettava sopiva tunnistamislaite, joka soveltuvin osin täyttää standardien SFS-EN 60 073 ja SFS-EN 60 447 vaatimukset.

### 514.2 Johtojärjestelmät

Johdot on järjestettävä tai merkittävä siten, että ne voidaan tunnistaa tarkastamista, testausta, korjaamista tai asennuksen muutostöitä varten.


### 514.3 Nolla-, suoja- ja PEN-johtimien merkitseminen

514.3.1 Nolla- ja suojajohtimissa pitää käyttää seuraavia standardin IEC 446 mukaisia tunnuksia:

Eristetyn suojajohtimen tunnistamiseen on käytettävä kelta-vihreäraitaista tunnusväriä. Kelta-vihreäraitaista tunnusväriä ei saa käyttää muissa kuin suojajohtimessa tai PEN-johtimessa.

*Huomautus: Suojajohtimena on yleensä käytettävä kelta-vihreäraitaista johdinta. Seuraavissa tapauksissa saa suojajohtimena käyttää muun väristä johdinta:*

- suojajohtimena käytetään kaapelin konsentrista johdinta
- poikkipinnaltaan vähintään 120 mm<sup>2</sup> johtimilla tai yksijohdinkaa-peleilla
- kaapelissa, jossa on useita samanvärisiä johtimia.

*Näissä tapauksissa suojajohtimena käytetty johdin on merkittävä johtimen päissä kelta-vihreäraitaisella lisämerkinnällä tai suojamaadoitusjohtimen tunnuksella .*

Eristetyn nollajohtimen tunnusväri on vaaleansininen.

*Huomautus: 1) Jos johdossa ei ole vaaleansinistä johdinta, voidaan nollajohtimena käyttää muun väristä johdinta. Nollajohtimena käytetty johdin on merkittävä johtimen päissä vaaleansinisellä lisämerkinnällä.*

*Jos monijohdinkaapelissa ei tarvita nollajohdinta, voidaan vaaleansinistä johdinta käyttää muihin tarkoituksiin, ei kuitenkaan suojajohtimena eikä yleensä PEN-johtimena.*

- 2) *Eräissä kaapeli- ja johdinstandardeissa käytetään väritunnukseksi sinistä.*
- 3) *Vanhoissa asennuksissa on vaaleansinistä johdinta käytetty PEN-johtimena.*

Eristettyjen PEN-johtimien on oltava kelta-vihreäraitaisia ja lisäksi johtimen päät on merkittävä vaaleansinisellä lisämerkinnällä.

*Huomautus: PEN-johtimena on yleensä käytettävä kelta-vihreäraitaista johdinta. Seuraavissa tapauksissa saa PEN-johtimena käyttää muun väristä johdinta:*

- PEN-johtimena käytetään kaapelin konsentrista johdinta
- poikkipinnaltaan vähintään 120 mm<sup>2</sup> yksijohdinkaapeleilla
- kaapelissa, jossa on useita samanvärisiä johtimia.

*Näissä tapauksissa PEN-johtimena käytetty johdin on merkittävä johtimen päissä kelta-vihreäraitaisella ja vaaleansinisellä lisämerkinnällä.*

Virtapiirin muut johtimet pitää olla tunnistettavissa. Muovi- tai kumieristeisissä kaapeleissa käytetään eri johtimien tunnistamiseen taulukossa 51 A esitettyjä väritunnuksia.

**Taulukko 51 A.** Kaapelien johtimien tunnusvärit.

Johtimien lukumäärä	Johtimien tunnusvärit	
2	vaaleansininen ja musta tai ruskea	
3	Kiinteästi asennettu kaapeli  Kelta-vihreäraitainen, vaaleansininen ja musta  tai  Vaaleansininen, musta ja ruskea	Siirrettävä kaapeli  Kelta-vihreäraitainen, vaaleansininen ja ruskea  tai  Vaaleansininen, musta ja ruskea
4 tai enemmän	kelta-vihreäraitainen, vaaleansininen, musta, ruskea ja seuraavat johtimet mustia tai ruskeita  tai  vaaleansininen, musta, ruskea ja seuraavat johtimet mustia tai ruskeita  tai  kelta-vihreäraitainen, musta, ruskea ja seuraavat johtimet mustia tai ruskeita	

Sähköasennuksissa käytettävien eristettyjen johtimien tunnusväreinä saa käyttää seuraavia värejä: musta, ruskea, punainen, sininen (mukaanlukien vaaleansininen), violetti, harmaa, vaaleanpunainen ja turkoosi. Keltaista tai vihreää johdinta ei saa käyttää sähköasennuksissa. Tarvittaessa voidaan käyttää yhdistelmiä edellä olevista väreistä. Keltaista ja vihreää ei saa käyttää muihin yhdistelmiin kuin kelta-vihreäraitaiseen.

Suositteluvia käytettäviä värejä ovat suojajohtimena käytettävän kelta-vihreäraitaisen ja nollajohtimena käytetyn vaaleansinisen lisäksi musta ja ruskea.



Numeroita saa käyttää johtimien tunnistamiseen ohjauskaapeleissa, joissa on vähintään 7 johdinta.

Numeroita voidaan käyttää muitten kuin suoja- tai PEN-johtimien tunnistamiseen voimakaapeleissa, joiden johdinpoikkipinta on vähintään 6 mm<sup>2</sup>.

Harmonisoitujen standardien mukaan tehdyissä kaapeleissa voidaan johtimien tunnistamiseen käyttää näissä standardeissa määriteltyjä tunnuksia.

*Huomautus: Johtimien tunnistamisen helpottamiseksi voidaan tässä esitettyjen johdinvärien lisäksi käyttää tarvittavia kirjain-, numero- tai kuviotunnuksia.*

#### **514.4 Suojalaitteet**

Suojalaitteet on sijoitettava ja merkittävä siten, että suojattavat piirit voidaan helposti tunnistaa. Tämän takia voi olla tarkoituksenmukaista sijoittaa suojalaitteet jakokeskuksiin.

Suojalaitteet on merkittävä siten, että merkintöjen perusteella voidaan selvittää se virtapiiri tai kulutuskoje, johon suojalaite kuuluu, sekä ylivirtasuojan nimellisvirta tai aseteltavan ylivirtasuojan asetteluarvo.

#### **514.5 Dokumentointi**

514.5.1 Sähköasennusten dokumentointiin on tarvittaessa käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenee erityisesti seuraavat tiedot:

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji) sekä
- tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa.

Yksinkertaisista asennuksista edellä mainitut tiedot voivat olla luettelomuodossa.

514.5.2 Käytettyjen tunnusten on oltava voimassa olevien SFS-standardien tai kansainvälisten standardien mukaisia tai muuten yksiselitteisiä.

#### **515 Keskinäiset vaikutukset**

515.1 Sähkölaitteet on valittava ja asennettava siten, että vältetään haittavaikutukset sähköasennuksen ja sähköasennukseen kuulumattomien osien välillä.

515.2 Kun eri virtalajeilla ja eri jännitteillä toimivat sähkölaitteet on ryhmitelty samaan asennuksen osaan (kuten keskukseen, ohjausyksikköön, koteloon tai vastaavaan), laitteiden on oltava keskenään erotettuja siten, että laitteiden väliset haittavaikutukset vältetään.

**520 Yleistä**

520.1 Johtojärjestelmää valittaessa ja asennettaessa on otettava huomioon osan 1 peruseriaatteet, jotka koskevat johtimia ja niiden liittämistä, jatkamista, asentamista tai ripustamista sekä suojausta ulkoisten tekijöiden vaikutuksilta.

*Huomautus: Tämä luku koskee yleensä myös suojojohdimia, mutta luku 54 sisältää niille lisävaatimuksia.*

**521 Erilaiset johtojärjestelmät**

521.1 Johtojärjestelmää valittaessa on otettava huomioon käytettävät kaapelit ja johtimet taulukon 52 F mukaisesti edellyttäen, että ulkoisten tekijöiden vaikutukset on otettu huomioon asianmukaisissa rakennestandardeissa.

521.2 Johdon sijoituspaikka on valittava taulukon 52 G mukaan.

521.3 Esimerkkejä johtojen asennustavoista esitetään taulukossa 52 H.

*Huomautus: Muita johtojärjestelmiä, joita ei käsitellä tässä luvussa, saa käyttää, jos ne täyttävät tämän luvun yleiset vaatimukset.*

**521.4 Kiskojärjestelmät**

Kiskojärjestelmien on oltava standardin SFS-EN 60439-2 mukaisia ja ne on asennettava valmistajan asennusohjeen mukaisesti. Asennuksen on täytettävä myös kohtien 522 (lukuun ottamatta kohtia 522.1.1, 522.3.3, 522.8.1.6, 522.8.1.7 ja 522.8.1.8), 525, 526, 527 ja 528 vaatimukset.

**521.5 Vaihtovirtapiirit**

Vaihtovirtapiiriin kuuluvat johtimet, jotka asennetaan ferromagneettisen kotelon sisälle, on asennettava siten, että kaikki samaan virtapiiriin kuuluvat johtimet ovat saman kotelon sisällä.

*Huomautus: Jos tätä ehtoa ei täytetä, induktiovirrat voivat aiheuttaa haitallista lämpenemistä ja liiallisia jännitehäviöitä.*

**521.6 Putket ja johtokanavat**

Yhteisen kaapelivaipan sisällä, samassa asennusputkessa tai johtokanavassa voi olla useita virtapiirejä edellyttäen, että kaikkien johtimien eristys on valittu jännitteeltään suurimman virtapiirin johtimien eristyksen mukaiseksi.

**Taulukko 52 F. Johtojärjestelmän valinta.**

Johtimet ja kaapelit		Asennustapa								
		Kiinnittämättä	Kiinnitetty	Putkessa	Avattavassa johtokanavassa *)	Umpinaisessa johtokanavassa	Kaapeli-tikkailia, -hyllyillä, -kannattimilla	Eristimillä	Kannatin-köydellä	
Paijaat johtimet		-	-	-	-	-	-	+	-	
Eristetyt johtimet		-	-	+	+	+	-	+	-	
Vaipalliset kaapelit (mukaan lukien armeeratut ja mineraalieristeiset)		+	+	+	+	+	+	0	+	
										Monijohtimiset
Yksijohtimiset		0	+	+	+	+	+	0	+	

+ : Sallittu

- : Ei sallittu

0 : Ei soveltuva tai ei käytetä yleensä

\*) Tähän kuuluvat listajärjestelmät, avattavat lattiakanaavajärjestelmät ja vastaavat.

Taulukko 52 G. Johtojen asentaminen.

Sijainti		Asennustapa									
		Kiinnittämättä	Kiinnitetty	Putkessa	Avattavassa johtokanavassa*)	Umpinaisessa johtokanavassa	Kaapelitikkaila, -hyllyillä, -kannattimilla	Eristimillä	Kannatin-köydellä		
Rakennuksen onteloissa	Käsiksi päästävä	25	21, 25	22, 22A	31, 32	23, 23A	12, 13, 14, 15, 16	-	0		
	Ei käsiksi päästävä	21, 25, 73, 74	0	22, 22A, 73, 74	0	23, 23A	0	-	-		
Asennuskuljussa		43	43	41, 42	31, 32	4, 4A, 24, 24A	12, 13, 14, 15, 16	-	0		
Maassa		62, 63	0	61	-	61	0	-	-		
Uppoasennus rakenteissa		52, 53	51	1, 2, 5, 5A	33, 33A	24, 24A	0	-	-		
Pinta-asennus rakenteissa		-	11, 11A	3, 3A	31, 32, 71, 72	4, 4A	12, 13, 14, 15, 16	18	-		
Vapaasti ilmassa		-	-	0	34, 34A	-	12, 13, 14, 15, 16	18	17		
Vedessä		81	81	0	-	0	0	-	-		

Numerot viittaavat taulukkoon 52 H.

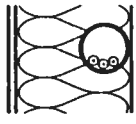
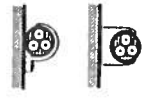



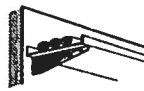







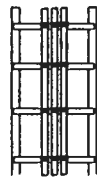
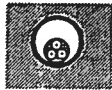


- : Ei sallittu



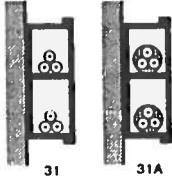

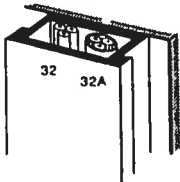


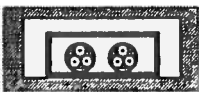

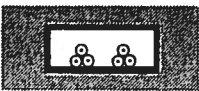

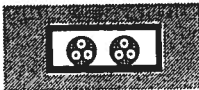
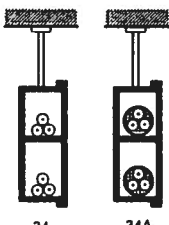

0 : Ei soveltuva tai ei käytetä yleensä










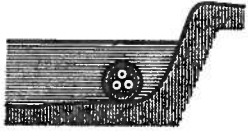




\*) Tähän kuuluvat listajärjestelmät, avattavat lattiakanavajärjestelmät ja vastaavat.

## Taulukko 52 H. Esimerkkejä johtojen asennustavoista.

Huomautus: Kuvien tarkoituksena ei ole esittää tiettyä tuotetta tai asennuskäytäntöä, vaan niiden tarkoitus on kuvata esiteltyä asennustapaa.

Esimerkki	Kuvaus	Viite	Esimerkki	Kuvaus	Viite
 huone	Eristepäällysteiset johtimet putkessa lämpöeristetyssä seinässä	1		Vaipalliset ja/tai armeeratut kaapelit	11
 huone	Monijohdinkaapeli putkessa lämpöeristetyssä seinässä	2		- kiinnitettynä seinälle	11
	Eristepäällysteiset johtimet putkessa seinällä	3		rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	12
	Yksi- tai monijohdinkaapeli putkessa seinällä	3A		rei'itetyllä kaapelihyllyllä, joko vaaka- tai pystysuorassa asennossa	13
	Eristepäällysteiset johtimet umpinaisessa johtokanavassa seinällä	4		kannattimilla	14
 4 4A	Yksi- tai monijohdinkaapeli umpinaisessa johtokanavassa seinällä	4A		kiinnikkeillä, irti seinästä tai katosta	15
	Eristepäällysteiset johtimet putkessa kivirakenteessa	5		kaapelitikkailla	16
	Yksi- tai monijohdinkaapeli putkessa kivirakenteessa	5A		Vaipallinen yksi- tai monijohdinkaapeli, joka riippuu kannatusköydestä tai joka sisältää kannatusköyden	17
				Paljas tai eristepäällysteinen johdin eristimillä	18

Esimerkki	Kuvaus	Viite	Esimerkki	Kuvaus	Viite
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit rakennuksen onteloissa	21			
	Eristepäällysteiset johtimet putkessa rakennuksen onteloissa	22		Eristepäällysteiset johtimet tai yksi- tai monijohdinkaapelit avattavalla kannella varustetussa johtokanavassa seinällä	31
	Yksi- tai monijohdinkaapeli putkessa rakennuksen onteloissa	22A		- vaakatasoon asennettuina	32
	Eristepäällysteiset johtimet umpinaisessa johtokanavassa rakennuksen onteloissa	23		- pystysuoraan asennettuina	32
	Yksi- tai monijohdinkaapelit umpinaisessa johtokanavassa rakennuksen onteloissa	23A		Eristepäällysteiset johtimet lattiaan upotetussa, avattavalla kannella varustetussa johtokanavassa	33
	Eristepäällysteiset johtimet umpinaisessa johtokanavassa kivirakenteessa	24		Yksi- tai monijohdinkaapelit lattiaan upotetussa, avattavalla kannella varustetussa johtokanavassa	33A
	Yksi- tai monijohdinkaapelit umpinaisessa johtokanavassa kivirakenteessa	24A		Eristepäällysteiset johtimet riippuvassa, avattavalla kannella varustetussa johtokanavassa	34
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit - alas lasketun katon yläpuolisessa tilassa - korotetun lattian alapuolisessa tilassa	25		Yksi- tai monijohdinkaapelit riippuvassa, avattavalla kannella varustetussa johtokanavassa	34A

Esimerkki	Kuvaus	Viite	Esimerkki	Kuvaus	Viite
	Eristepäällysteiset johtimet tai yksi- tai monijohdinkaapelit putkessa suljetussa johtokanavassa vaaka- tai pystysuoraan asennettuina	41		Eristepäällysteinen johdin listassa	71
	Eristepäällysteiset johtimet putkessa tuulettuvassa johtokanavassa lattiassa	42		Eristepäällysteiset johtimet tai vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit jaetussa lattialistassa	72
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit avoimessa tai tuuletetussa johtokanavassa, joka on asennettu joko vaaka- tai pystysuoraan asentoon	43		Eristepäällysteiset johtimet putkessa tai vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit ovilistassa	73
	Vaipalliset monijohdinkaapelit lämpöeristetyssä seinässä	51		Eristepäällysteiset johtimet putkessa tai vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit ikkunakehyksissä	74
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit kivirakenteessa ilman ylimääräistä mekaanista suojaa	52		Vaipallinen kaapeli veteen upotettuna	81
	Mekaanisella suojalla varustetut vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit kivirakenteessa	53			
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit putkessa tai umpinaisessa johtokanavassa, joka on upotettu maahan	61			
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit maahan upotettuna ilman ylimääräistä mekaanista suojaa	62			
	Vaipalliset yksi- tai monijohdinkaapelit maahan upotettuna ja mekaanisella suojalla varustettuna	63			

## 522

## Ulkoisten tekijöiden vaikutus

*Huomautus: Tähän kohtaan sisältyvät vain ne luvun 32 mukaiset ulkoisten tekijöiden vaikutukset, joilla on merkitystä johtojärjestelmille.*

### 522.1

#### Ympäristön lämpötila

#### 522.1.1

Johtimet on valittava ja asennettava siten, että otetaan huomioon ympäristön korkein lämpötila. Lisäksi kohdan 523 taulukossa 52 A esitettyjä korkeimpia sallittuja lämpötiloja ei saa ylittää.

#### 522.1.2

Johtimia sekä niihin kuuluvia tarvikkeita saa asentaa ja käsitellä ainoastaan niissä lämpötiloissa, jotka tuotteelle on määritelty tai jotka valmistaja on ilmoittanut.

### 522.2

#### Ulkoiset lämmönlähteet

#### 522.2.1

Ulkoisten lämmönlähteiden aiheuttamien haitallisten lämpövaikutusten ehkäisemiseksi johtojärjestelmä on suojattava jollain seuraavista tavoista tai muulla yhtä tehokkaalla tavalla:

- suojuksilla
- sijoittamalla johtojärjestelmä riittävän etäälle lämmönlähteestä
- valitsemalla tarvikkeet siten, että otetaan huomioon mahdollisesti esiintyvät haitalliset vaikutukset tai
- vahvistamalla tai vaihtamalla eristysainetta paikallisesti.

*Huomautus: Ulkoisen lämmönlähteen lämpö voi siirtyä säteilemällä, konvektion avulla tai johtumalla esim:*

- lämminvesijärjestelmästä
- sähkölaitteista ja valaisimista
- prosesseista
- lämpöä johtavan aineen välityksellä sekä
- kun johtimet tai ympäröivät tarvikkeet joutuvat alttiiksi auringonsäteilylle.

### 522.3

#### Vesi

#### 522.3.1

Johtojärjestelmä on valittava ja asennettava siten, ettei veden tunkeutuminen sisään aiheuta vahinkoa. Kaikkien valmiiksi asennettujen johtojärjestelmän osien IP-kotelointiluokan on vastattava kyseiselle paikalle asetettuja vaatimuksia.

*Huomautus: Jos kaapeleiden eristys ja vaippa ovat vahingoittumattomia, niiden katsotaan suojaavan kosteudelta. Erityistä huomiota on kiinnitettävä niihin kaapeleihin, joihin roiskuu jatkuvasti vettä, jotka upotetaan veteen tai jotka on asennettu veden alle.*

#### 522.3.2

Jos vettä voi kertyä johtojärjestelmään esim. tiivistymällä, on veden poistuminen varmistettava.



522.3.3 Jos johtojärjestelmä voi joutua alttiiksi aallokelle, mekaaniselta vaurioitumiselta on suojauduttava kohtien 522.6, 522.7 ja 522.8 soveltuvien vaatimusten mukaan.

## 522.4 Vieraat kiinteät aineet

522.4.1 Johtojärjestelmä on valittava ja asennettava siten, että vieraita kiinteitä aineita ei pääse haitallisesti tunkeutumaan järjestelmään. Kaikkien valmiiksi asennettujen johtojärjestelmän osien IP-koteloitiluokan on vastattava kyseiselle paikalle asetettuja vaatimuksia.

522.4.2 Tiloissa, joissa esiintyy huomattavissa määrin pölyä, on lisätoimenpitein estettävä pölyn kerääntyminen siinä määrin, että se vaikeuttaa johtojärjestelmän jäähtymistä.

*Huomautus: Näissä tiloissa voi olla tarpeen valita johtojärjestelmä, joka helpottaa pölyn poistamista (ks. kohta 529).*

## 522.5 Korroosiota tai likaantumista aiheuttavat aineet

522.5.1 Silloin kun korroosiota tai likaantumista aiheuttavat aineet tai vesi voivat aiheuttaa korroosiota tai muuta vahinkoa johtojärjestelmän osille, ne on suojattava sopivalla tavalla tai osat on valmistettava aineesta, joka kestää tällaisten aineiden vaikutukset.

*Huomautus: Sopivia asennettaessa tehtäviä lisäsuojaustoimenpiteitä voivat olla suojateippien, lakkojen ja rasvan käyttö.*

522.5.2 Eri metalleja, jotka voivat vaikuttaa toisiinsa elektrolyyttisesti, ei saa asentaa siten, että ne joutuvat kosketuksiin toistensa kanssa, ellei erityisesti ole estetty haittavaikutusten syntymistä.

522.5.3 Aineita, jotka voivat keskenään vaikuttaa joko molempiin tai toiseen vaurioitavasti tai vaarallisesti heikentävästi, ei saa asentaa siten, että ne joutuvat kosketuksiin toistensa kanssa.

## 522.6 Mekaaniset vaikutukset

522.6.1 Johtojärjestelmä on valittava ja asennettava siten, että mekaanisten vaikutusten, esim. iskujen, lävistyksen tai puristuksen seurauksena syntyvät vauriot jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

522.6.2 Kiinteästi asennettu johtojärjestelmä, jota saattavat rasittaa keskinkertaiset tai voimakkaat iskut tai sysäykset, on suojattava:

- käyttämällä itsestään riittävän vahvaa johtojärjestelmää
- sijoittamalla johtojärjestelmä sopivasti
- käyttämällä ylimääräistä mekaanista suojaa tai
- käyttämällä edellä olevien järjestelyjen yhdistelmää.

## **522.7 Värähtelyt**

522.7.1 Johdon, joka on tuettu tai kiinnitetty värähtelyille alttiisiin rakennusten osiin, on sovittava näihin olosuhteisiin. Tämä koskee erityisesti kaapeleita ja niiden liittimiä.

*Huomautus: Erityistä huomiota on kiinnitettävä värähtelevien laitteiden liittämiseen. Tarvittaessa on käytettävä taipuisia kaapeleita.*

## **522.8 Muut mekaaniset vaikutukset**

522.8.1 Johtojärjestelmä on valittava ja asennettava siten, etteivät kaapelin vaippa ja eristys sekä kaapelien liitälaitteet vahingoitu mekaanisesti asennuksen, käytön ja huollon aikana.

522.8.1.1 Rakenteiden sisään asennettavat asennusputket tai johtokanavat on asennettava valmiiksi kutakin piiriä varten, ennen kuin eristetty johdin tai kaapeli vedetään niihin.

522.8.1.2 Johtojärjestelmien taivutussäteiden on oltava sellaisia, etteivät johtimet ja kaapelit vahingoitu.

522.8.1.3 Jos johtimia tai kaapeleita ei ole tuettu koko pituudeltaan, ne on tuettava sopivin välein siten, etteivät kaapelit tai johtimet vaurioidu oman painonsa vaikutuksesta.

522.8.1.4 Jos johtojärjestelmä joutuu jatkuvan vetorasituksen alaiseksi esim. pysytysuorissa asennuksissa oman painonsa takia, on valittava sopiva asennustapa sekä tyyppiltään ja poikkipinnaltaan sopiva kaapeli tai johdin.

522.8.1.5 Johtojärjestelmiin, joihin tai joista on tarkoitus vetää kaapeleita tai johtimia, on päästävä tätä varten käsiksi.

522.8.1.6 Lattiaan asennettu johtojärjestelmä on suojattava vahingoittumiselta ottaen huomioon lattian mahdolliset käyttötavat.

522.8.1.7 Kiinteästi seinän sisään asennettava johtojärjestelmä on asennettava pysytysuoraan, vaakasuoraan tai huoneen särmien suuntaisesti.

Rakenteiden sisään asennetun, kiinnittämättömän johtojärjestelmän saa kuitenkin vetää lyhintä mahdollista reittiä.

522.8.1.8 Taipuisat johtojärjestelmät on asennettava siten, ettei johtimiin tai liitoksiin kohdistu vetorasituksia.

## **522.9 Kasvusto ja homeet**

522.9.1 Jos paikalla on tai oletetaan esiintyvän haitallista kasvustoa, tämä on otettava huomioon johtojärjestelmää valittaessa tai on käytettävä erityistä suojaa.

*Huomautus: Voi olla tarpeen käyttää asennustapaa, joka helpottaa tällaisen kasvuston poistamista, ks. kohta 529.*

## **522.10 Eläimet**

522.10.1 Jos eläinten (esim. jyrsijöiden) tiedetään tai oletetaan aiheuttavan haittaa, tämä on otettava huomioon johtojärjestelmää valittaessa tai johtojärjestelmä on suojattava erityisesti esimerkiksi:

- johtojärjestelmän mekaanisilla ominaisuuksilla
- johtojen sijoituksella
- käyttämällä ylimääräistä mekaanista suojaa tai
- käyttämällä näiden yhdistelmää.

## **522.11 Auringon säteily**

522.11.1 Jos johtojärjestelmä on tai sen oletetaan olevan alttiina auringonsäteilylle, tämä on otettava huomioon johtojärjestelmää valittaessa tai on käytettävä sopivaa suojaa.

*Huomautus: Ks. myös lämpötilan nousua koskeva kohta 522.2.1.*

## **522.12 Seismiset vaikutukset**

Suomessa ei maanjäristyksiä tarvitse ottaa huomioon.

## **522.13 Tuuli**

522.13.1 Ks. kohdat 522.7 ja 522.8.

## **522.14 Rakenteiden liikkeet**

522.14.1 Jos rakennuksen osien välillä tai rakennuksen ja maan välillä voi esiintyä liikkeitä, kaapelit on tuettava ja suojattava siten, ettei johtimiin kohdistu liiallista mekaanista rasitusta.

522.14.2 Liikkuvissa ja epävakaisissa rakenteissa on käytettävä taipuisia johtojärjestelmiä.

*Huomautus: Ks. myös kohdat 522.7 ja 522.8.*

## 523

## Kuormitettavuus

### 523.0

### Johdanto

Tämän kohdan vaatimusten tarkoituksena on taata johtimien ja niiden eristysten tyydyttävä käyttöikä sellaisten termisten rasitusten alaisina, jotka normaalissa käytössä kuormittavat niitä pitkän aikaa. Muut seikat, jotka voivat vaikuttaa johtimien poikkipinnan valintaan, ovat:

- suojaus sähköiskulta (41)
- suojaus lämmön vaikutuksilta (42)
- ylivirtasuojaus (43)
- jännitteenalenema (525) ja
- johtimien liittimien rajalämpötilat.

Vaatimukset koskevat kaapeleita ja eristettyjä johtimia, jotka on tarkoitettu käytettäväksi enintään 1000 V vaihtojännitepiireissä ja enintään 1500 V tasajännitepiireissä.

Vaatimukset koskevat myös maahan asennettuja kaapeleita.

### 523.1

### Yleistä

#### 523.1.1

Suurimman jatkuvan virran, jolla johdinta määrätyissä olosuhteissa kuormitetaan, on oltava sellainen, etteivät taulukon 52 A lämpötilan raja-arvot ylitä. Virran arvo on joko valittava kohdan 523.1.2 mukaan tai määritettävä kohdan 523.1.3 mukaan.

**Taulukko 52 A.** Eristysaineiden suurimmat sallitut käyttölämpötilat.

Eristyksen laji	Suurin sallittu lämpötila °C
Polyvinyylikloridi (PVC)	70 (johtimessa)
Silloitettu polyeteeni (PEX) ja eteenipropeenikumi (EPR)	90 (johtimessa)
Mineraali (PVC:llä päällystetty tai paljas ja kosketeltavissa)	70 (vaipassa)
Mineraali (paljas, ei kosketeltavissa, eikä kosketuksissa palaviin materiaaleihin)	105 (vaipassa)

*Huomautus:* 1) Taulukossa 52 A esitetyt suurimmat sallitut lämpötilat ovat standardien IEC 502 ja IEC 702 mukaisia.

2) Mineraalieristeisille kaapeleille voidaan sallia korkeampia lämpötiloja sen mukaan, kuinka hyvin kaapelit kestävät lämpöä. Sallittuihin lämpötiloihin vaikuttavat myös kaapelien liittokset, ympäristöolosuhteet ja muut ulkoisten tekijöiden vaikutukset.

#### 523.1.2

Eristettyjen johtimien ja armeeraamattomien kaapelien katsotaan täyttävän kohdan 523.1.1 vaatimukset, jos niissä kulkeva virta ei ylitä johtimien ja kaapeleiden kuormitettavuusstandardeissa tai liitteessä I ilmoitettuja virta-arvoja.

Niiden kaapelityyppien ja kaapelikokojen kuormitettavuus, joita ei ole käsitelty em. standardeissa, on määritettävä kohdan 523.1.3 mukaan.

523.1.3 Kuormitettavuudet ja korjauskertoimet, jotka täyttävät kohdan 523.1 vaatimukset, voidaan määrittää standardin IEC 287 mukaan, testaamalla tai laskemalla yleisesti hyväksytyllä menetelmällä. Kuormituksen ominaisuudet ja maahan asennetuissa kaapeleissa myös maan lämpöresistiivisyys on otettava huomioon.

## 523.2 Ympäristön lämpötila

523.2.1 Ympäristön lämpötila on kuormittamattomia johtoja ympäröivän väliaineen lämpötila.

## 523.5 Virtapiirin kuormitettujen johtimien määrä

523.5.1 Virtapiirissä otetaan huomioon ne johtimet, joissa kulkee kuormitusvirta. Silloin kun monivaihepiirien kuormituksen oletetaan olevan symmetrinen, piiriin kuuluvaa nollajohdinta ei tarvitse ottaa huomioon. Kohdassa 523.5.2. on kuitenkin poikkeuksia tähän sääntöön.

523.5.2 Kun nollajohtimessa kulkee virta, eikä vaihejohtimien kuormitus vastaavasti pienene, nollajohdin on otettava huomioon virtapiirien kuormitettavuutta määritettäessä.

*Huomautus: Tällaisia virtoja voivat aiheuttaa esim. merkittävät harmoniset yliaaltovirrat kolmivaihevirtapiireissä.*

523.5.3 Yksinomaan suojajohtimina toimivia johtimia ei oteta huomioon. PEN-johtimet on otettava huomioon kuten nollajohtimet.

## 523.6 Rinnankytketyt johtimet

Kun kaksi tai useampia johtimia kytketään rinnan samassa vaiheessa tai navassa, on varmistettava, että kuormitusvirta jakautuu tasan rinnankytkettyjen johtimien välillä.

Tämän vaatimuksen katsotaan täyttyvän, jos johtimet ovat samaa materiaalia, niillä on sama johdinpoikkipinta, ne ovat suunnilleen yhtä pitkiä ja niitä ei haaroiteta ja

- joko rinnankytketyt johtimet muodostuvat monijohdinkaapeleista tai kierretyistä yksijohdinkaapeleista tai johtimista
- tai jos rinnankytketyt johtimet muodostuvat taso- tai kolmiomuodossa olevista yksijohdinkaapeleista, joiden johdinpoikkipinta on suurempi kuin  $50 \text{ mm}^2$  kuparia tai  $70 \text{ mm}^2$  alumiinia. Näissä tapauksissa noudatetaan tällaisissa asennustavoissa tarvittavia asennuskuvioita. Nämä asennuskuviot koostuvat eri vaiheiden tai napojen sopivista ryhmityksistä ja sijoituksista.

523.7

### Asennusolosuhteiden muutokset asennusreitillä

Kun jäähtymisolosuhteet vaihtelevat asennusreitillä eri osien välillä, kuormitettavuus on määritettävä asennusreitillä hankalimpien olosuhteiden mukaisesti.

524

### Johtimien poikkipinta

524.1

Äärijohtimien poikkipinta ei saa olla pienempi kuin mitä taulukossa 52 J on ilmoitettu.

524.2

Nollajohtimen poikkipinnan on oltava sama kuin vaihejohtimien:

- yksivaihepiirissä johtimen poikkipinnasta riippumatta ja
- monivaihepiireissä, kun vaihejohtimien poikkipinta on enintään 16 mm<sup>2</sup> kuparia tai 25 mm<sup>2</sup> alumiinia.

524.3

Monivaihepiireissä, joissa vaihejohtimien poikkipinta on suurempi kuin 16 mm<sup>2</sup> kuparia tai 25 mm<sup>2</sup> alumiinia, nollajohtimen poikkipinta saa olla pienempi kuin vaihejohtimien. Seuraavien ehtojen pitää kuitenkin samankaltaisesti täyttyä:

- suurin virta (mukaan lukien yliaallot), joka voi esiintyä nollajohtimessa normaalikäytön aikana, ei ole suurempi kuin nollajohtimen kuormitettavuus

*Huomautus: Normaalissa käytössä kuormituksen pitäisi käytännössä jakautua tasaisesti eri vaiheiden välillä.*

- nollajohtimen on suojattu ylivirralla kohdan 473.3.2 mukaan
- nollajohtimen poikkipinta on vähintään 16 mm<sup>2</sup> kuparia tai 25 mm<sup>2</sup> alumiinia.

525

### Jännitteenalenema kuluttajan sähköasennuksissa

Kohta on harkittavana.

*Huomautus: Muiden vaatimusten puuttuessa suositellaan, että käytännössä jännitteenalenema ei saa olla sähkölaitteiston liittymiskohdan ja sähkölaitteen välillä suurempi kuin 4 % sähkölaitteiston nimellisjännitteestä.*

*Suurempi jännitteenalenema voidaan hyväksyä moottoreissa käynnistyksen aikana ja sellaisissa sähkölaitteissa, joiden kytkentävirta on suuri.*

*Epänormaalikäytön aiheuttamia tilapäisiä olosuhteita ei tarvitse ottaa huomioon.*

**Taulukko 52 J. Johtimien pienin sallittu poikkipinta.**

Johtojärjestelmä	Käyttötarkoitus	Johdin	
		Materiaali	Poikkipinta mm <sup>2</sup>
Kiinteät asennukset	Voima- ja valaistuspiirit	Cu Al	1,5 16 (ks. huom. 1)
	Merkinanto- ja ohjauspiirit	Cu	0,5 (ks. huom. 2)
Eristämätömät johtimet	Voimapiirit	Cu Al	10 16
	Merkinanto- ja ohjauspiirit	Cu	4
Eristetyillä johtimilla ja kaapeleilla tehdyt taipuisat liitännät	Tietyä kojetta varten	Cu	Asianomaisen rakennestandardin mukaan
	Muuhun käyttöön	Cu	0,75 (ks. huom. 3)
	Pienoisjännitepiireillä erikoiskäytössä	Cu	0,75

Huom. 1: Alumiinijohtimissa käytettävät liittimet on testattava ja hyväksyttävä erityisesti tähän käyttöön.

Huom. 2: Elektronikkalaitteiden merkinanto- ja ohjauspiireissä hyväksytään 0,1 mm<sup>2</sup> poikkipinta.

Huom. 3: Vähintään 7-johtimisten taipuisien monijohdinkaapeleiden osalta huomautus 2 on voimassa.

## 526 Liitokset

526.1 Sekä johtimien keskinäisten liitosten että sähkölaitteiden ja johtimien välisten liitosten on oltava sähköisesti ja mekaanisesti luotettavia.

526.2 Liitostapoja valittaessa on otettava huomioon seuraavat seikat:

- johdinaine
- johtimen säikeiden määrä ja muoto
- johtimen poikkipinta sekä
- yhteen kytkettävien johtimien lukumäärä.

*Huomautus: Juotettuja liitoksia tulisi välttää voimakaapelijärjestelmissä. Jos niitä käytetään, niiden toteutuksessa pitää ottaa huomioon viruminen ja mekaaniset vaikutukset, ks. kohdat 522.6, 522.7 ja 522.8.*

526.3 Kaikkiin liitoksiin pitää päästä käsiksi tarkastusta, testausta ja huoltoa varten, lukuun ottamatta seuraavia poikkeuksia:

- maakaapelien liitokset
- massaan valetut tai kapseloidut liitokset sekä
- liitokset kylmän johdon ja kattolämmityselementin tai lattialämmitysjärjestelmän välillä.

526.4 Tarvittaessa on estettävä liittimissä normaalin käytön aikana olevan lämpötilan vaurioittamasta niihin kiinnitettyjen tai tuettujen johtimien eristeitä.

## 527 Palon leviämisen minimointi

### 527.1 Toimenpiteet palo-osaston sisällä

527.1.1 Palon leviämisen vaaraa on minimoitava valitsemalla sopivat asennustarvikkeet ja asennustapa kohdan 522 mukaan.

527.1.2 Johtojärjestelmä on asennettava siten, ettei rakennuksen kestävyys ja paloturvallisuus heikkene.

527.1.3 Kaapelit, jotka täyttävät julkaisun HD 405.1 vaatimukset, ja tarvikkeet, jotka täyttävät standardin IEC 614 tai muun johtojärjestelmiä koskevan standardin mukaiset palonkestävyysvaatimukset, voidaan asentaa ilman erikoistoimenpiteitä.

*Huomautus: Asennuksissa, joissa esiintyy erityisiä vaaratekijöitä, voi olla tarpeen käyttää kaapeleita, jotka täyttävät standardin IEC 332-3 mukaisen niputettuja kaapeleita koskevat vaatimukset.*

527.1.4 Kaapeleita, jotka eivät täytä julkaisun HD 405.1 vaatimuksia, saa käyttää ainoastaan lyhyillä etäisyyksillä liitettäessä esim. sähkölaite kiinteään asennukseen. Tällaisia kaapeleita ei saa viedä palo-osastosta toiseen.



527.1.5 Johtojärjestelmän muut osat, jotka ovat rakenteeltaan luotettavia, mutta eivät täytä standardin IEC 614 tai muun johtojärjestelmiä koskevan standardin mukaisia palonkestävyysvaatimuksia, on asennettava kokonaisuudessaan palamattoman rakennusmateriaalin sisään.

*Huomautus: Kohdissa 527.1.3 ja 527.1.5 esitetyt viittaukset muihin standardeihin ovat harkittavina.*

## 527.2 Läpivientien tiivistäminen

527.2.1 Kohdassa, jossa johtojärjestelmä viedään rakennuksen osan, kuten lattian, seinän, katon tai väliseinän läpi, läpivienti on tiivistettävä siten, että rakennuksen osalle vaadittu palotekninen luokka pysyy vähintään samana kuin ilman läpivientä.

527.2.2 Johtojärjestelmän osat, kuten putket, johtokanavat tai kiskokanavat, jotka lävistävät rakennuksen osat, joille on määritelty palotekninen luokka, on ulkopuolisen tiivistämisen lisäksi tiivistettävä sisäpuolelta siten, että tiivistyksen palotekninen luokka on sama kuin sen rakennuksen osan, jonka kautta ne vedetään. Ks. kohta 527.2.1.

527.2.3 Kohdissa 527.2.1 ja 527.2.2 vaaditun tiivistyksen paloturvallisuusominaisuudet voidaan todeta tyyppitestauksen avulla.

527.2.4 Kun johtojärjestelmän putket täyttävät standardin IEC 614 mukaiset palonkestoisuustestit ja niiden poikkipinta on enintään 710 mm<sup>2</sup>, niitä ei tarvitse tiivistää sisäpuolelta, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- järjestelmän kotelointiluokka on vähintään IP33 ja
- jos putki lävistää rakennuksen palo-osastoa erottavan rakenteen, sen päät ovat myös vähintään kotelointiluokkaa IP33.

527.2.5 Johtojärjestelmää ei saa viedä rakennuksen kantavan osan läpi, ellei kantaavuutta ole ensin varmistettu.

527.2.6 Kaikkien tiivistysten, joita tehdään kohtien 527.2.1 ja 527.2.3 mukaisesti, on täytettävä seuraavat vaatimukset sekä kohdan 527.3 vaatimukset:

- niiden on sovittava yhteen asennusmateriaalien kanssa
- niiden on sallittava asennuksessa esiintyvät lämpöliikkeet ilman, että tiivistys huononee ja
- niiden on oltava mekaanisesti riittävän lujia kestämään rasitukset, joita syntyy, jos asennusta kannattavat tuet vahingoittuvat palossa.

*Huomautus: 1) Nämä vaatimukset voivat olla soveltuvissa rakennestandardeissa.*

*2) Tämän kohdan vaatimukset täyttyvät, jos*

- *joko kaapelin kiinnikkeet tai tuet on asennettu enintään 750 mm päähän tiivistyksestä ja ne kestävät ilman tiivistykseen kohdistuvaa räsitusta mekaanisia kuormia, joita on odotettavissa tiivistyksen palon puoleisten kaapelitukien romahtaessa.*
- *tai itse tiivisteiden rakenne antaa riittävän tuen.*

### **527.3 Ulkoisten tekijöiden vaikutukset**

527.3.1 Kohtien 527.2.1 ja 527.2.2 vaatimusten täyttämiseksi tehtävien tiivistysten on kestettävä samat ulkoisten tekijöiden vaikutukset kuin johtojärjestelmän. Lisäksi niiden on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- Niiden on kestettävä palamistuotteita samalla tavoin kuin lävistettävän rakenteen.
- Paikoissa, joissa lävistettävältä rakenteelta vaaditaan vesisuojausta, myös johdintiivistyksen on oltava vesisuojattu vastaavasti.
- Elleivät kaikki tiivistyksessä käytetyt tarvikkeet kestä kosteutta lopullisesti käyttökuntoon asennettuna, tiivistyskohta on suojattava tippuvalta vedeltä, joka voi joutua tiivistykseen valumalla johtojärjestelmää myöten tai muulla tavoin.

### **527.4 Asennusolosuhteet**

527.4.1 Asennustyön aikana läpivienneissä voi olla tarpeen käyttää tilapäisiä tiivistyksiä.

527.4.2 Muutostöissä on tiivistys saatettava ennalleen niin pian kuin mahdollista.

### **527.5 Tarkastus ja testaus**

527.5.1 On tarkastettava, että tiivistys on tehty tyyppitestatun tuotteen asennusohjeiden mukaisesti.

527.5.2 Tämän tarkastuksen lisäksi ei vaadita muuta testausta.

## **528 Muiden laitteistojen läheisyys**

### **528.1 Sähkölaitteistojen läheisyys**

528.1.1 Jännitealueisiin I ja II kuuluvia virtapiirejä ei saa asentaa samaan johtojärjestelmään, ellei kaapeleiden eristys vastaa johtojärjestelmän suurimmalta jännitteeltä vaadittua eristystä tai ellei jokin seuraavista ehdoista täyty:

- jokainen monijohdinkaapelin johdin on eristetty suurimman kaapelissa esiintyvän jännitteen mukaan

- kaapelien eristys vastaa niiden käyttöjännitettä ja ne on asennettu erilliseen tilaan johtokanavassa tai
- käytetään erillisiä asennusputkia.

*Huomautus: Televiestintä- ja tiedonsiirtopiireissä sekä vastaavissa voi olla tarpeellista ottaa huomioon sekä sähköstaattiset että sähkömagneettiset häiriöt.*

## **528.2 Muiden kuin sähkölaitteistojen läheisyys**

528.2.1 Johtojärjestelmää ei saa asentaa lähelle sellaisia laitteita, joista lähtevä lämpö, savu tai höyry voi vahingoittaa sitä. Näin voidaan kuitenkin tehdä, jos asennus on suojattu esim. koteloinnilla. Kotelointi ei kuitenkaan saa estää lämmön poistumista asennuksesta.

528.2.2 Jos johtojärjestelmä on asennettu sellaisten laitteiden alapuolelle, jotka voivat aiheuttaa veden tiivistymistä (kuten kaasu-, höyry- tai vesiputkistot), se on suojattava näiden aiheuttamilta haitallisilta vaikutuksilta.

528.2.3 Jos sähkölaitteet pitää asentaa muiden kuin sähkölaitteiden läheisyyteen, ne on järjestettävä siten, että muiden laitteiden mikään todennäköinen toiminta ei vahingoita sähkölaitteita tai päinvastoin.

*Huomautus: Vaatimus voidaan toteuttaa*

- *sopivalla laitteiden välisellä etäisyydellä tai*
- *käyttämällä mekaanista tai termistä suojusta.*

528.2.4 Jos sähkölaitteisto sijoitetaan muun kuin sähkölaitteiston välittömään läheisyyteen, seuraavat vaatimukset on täytettävä:

- johtojärjestelmä on suojattava sopivalla tavalla niiltä vaaroilta, jotka voivat aiheutua muiden laitteistojen läheisyydestä normaalissa käytössä
- kosketusjännitesuojaus on toteutettava kohdan 413 vaatimusten mukaisesti. Sähkölaitteistoon kuulumattomia metallisia osia pidetään muina johtavina osina.

## **529 Huollettavuus ja puhdistettavuus**

529.1 Johtojärjestelmää valittaessa ja asennettaessa on otettava huomioon sitä todennäköisesti huoltavien ja puhdistavien henkilöiden tiedot ja kokemus.

529.2 Jos huoltoa varten joudutaan poistamaan käytöstä suojusta tai suojausmenetelmä, ne on voitava ottaa takaisin käyttöön ilman, että suojausvaikutus huononee.

529.3 Johtojärjestelmän huoltoa vaativiin osiin on päästävä käsiksi ilman vaaraa.

*Huomautus: Tietyissä tapauksissa voi olla tarpeen asentaa kiinteitä rakenteita, esim. tikkaita tai kulkusilloja.*

**Yleistä**

Tämän luvun vaatimukset täydentävät luvun 51 yleisiä vaatimuksia.

**Yleiset vaatimukset**

Useampinapaisten kytkinlaitteiden liikkuvien koskettimien on oltava mekaanisesti keskenään kytkettyjä siten, että ne avautuvat ja sulkeutuvat käytännöllisesti katsoen samanaikaisesti. Ainoastaan nollajohtimelle tarkoitetut koskettimet voivat kuitenkin sulkeutua ennen muita koskettimia ja avautua niiden jälkeen.

Useampivaiheisissa virtapiireissä ei saa käyttää yksinapaista kytkinlaitetta nollajohtimessa. Tästä on kuitenkin poikkeuksia kohdassa 537.2.4.

Kiinteästi asennetussa ryhmäjohdossa, jossa on vaihejohdin ja nollajohdin, yksinapainen kytkinlaite täytyy asentaa vaihejohtimeen.

Kytkinlaitteiden, joilla on useampia toimintoja, on täytettävä tämän luvun kutakin toimintaa koskevat vaatimukset.

**Suojalaitteet, joilla kosketusjännitesuojaus toteutetaan syötön automaattisen poiskytkennän avulla****Ylivirtasuojat***TN-järjestelmät*

TN-järjestelmissä ylivirtasuojat on valittava ja asennettava kohtien 473.2, 473.3 ja 533.3 oikosulkusuojausta koskevien vaatimusten mukaisesti. Lisäksi niiden on täytettävä kohdan 413.1.3.3 vaatimukset.

*IT-järjestelmät*

Kun jännitteelle alttiit osat on kytketty yhteen, on toisen vian sattuessa suojana käytetyn ylivirtasuojan täytettävä kohdan 532.1.1 vaatimukset. Tässä pitää myös ottaa huomioon, mitä kohdassa 413.1.5.5 on määrätty.

## 532.2 Vikavirtasuojakytkimet

### 532.2.1 Yleiset asennusvaatimukset

532.2.1.1 Vikavirtasuojakytkintä käytettäessä on varmistauduttava siitä, että se kytkee pois kaikki suojaamansa virtapiirin jännitteiset johtimet. Jos TN-S-järjestelmissä nollajohdin on luotettavasti maan potentiaalissa, sitä ei tarvitse kytkeä pois.

532.2.1.2 Suojajohdin ei saa kulkea vikavirtasuojakytkimen magneettisen piirin kautta.

532.2.1.3 Vikavirtasuojakytkimet on valittava ja virtapiirit jaettava osiin siten, että tavalliset vuotovirrat eivät turhaan saa suojalaitetta toimimaan.

*Huomautus: Vikavirtasuojakytkimet voivat toimia millä tahansa vikavirran arvolla, joka on yli 50 % nimellisestä toimintavirrasta.*

532.2.1.5 Vikavirtasuojakytkintä ei pidetä riittävänä kosketusjännitesuojausmenetelmänä sellaisissa piireissä, joissa ei käytetä suojajohdinta, vaikka sen nimellistoimintavirta olisi enintään 30 mA.

### 532.2.2 Laitteiden valinta niiden käyttötavan perusteella

532.2.2.1 Vikavirtasuojakytkimessä voi olla apujännitelähde, kun otetaan huomioon kohdassa 532.2.2.2 esitetyt vaatimukset.

*Huomautus: Apujännitelähde voi olla syöttöjärjestelmä.*

532.2.2.2 Apujännitelähteellä varustettua vikavirtasuojakytkintä, joka ei toimi apujännitelähteen vioittuessa, saa käyttää vain, jos jompi kumpi seuraavista ehdoista täyttyy:

- kohdan 413.1. mukainen kosketusjännitesuojaus on varmistettu myös siinä tapauksessa, että apujännitelähde ei toimi
- laitteet on asennettu laitteistoihin, joita käyttävät, testaavat ja tarkastavat ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt.

### 532.2.3 TN-järjestelmät

Jos tietyssä sähkölaitteessa tai asennuksen osassa ei voida täyttää yhtä tai useampaa kohdan 413.1.3 ehtoa, ne voidaan suojata vikavirtasuojakytkimellä. Tällaisessa tapauksessa jännitteelle alttiita osia ei tarvitse kytkeä TN-järjestelmän suojajohtimeen. Ne pitää kuitenkin kytkeä maadoituselektrodiin, jonka resistanssi sopii vikavirtasuojalaitteen toimintavirtaan. Tällä tavalla suojattu virtapiiri on käsitettävä TT-järjestelmäksi, ja siltä osin kohta 413.1.4 on voimassa.

Jos erillisiä maadoituselektrodeja ei kuitenkaan ole olemassa, jännitteelle alttiit osat on kytkettävä suojajohtimeen vikavirtasuojakytkimen syöttöpuolella.

#### 532.2.4 TT-järjestelmät

Jos asennusta suojaa ainoastaan yksi vikavirtasuojakytkin, se on sijoitettava asennuksen liittymiskohtaan. Näin ei kuitenkaan tarvitse tehdä, jos liittymiskohtaan ja laitteen sijaintikohdan välinen asennuksen osuus täyttää luokan II kojeiden tai vastaavan eristyksen käytöstä asetetut vaatimukset (ks. kohta 413.2).

*Huomautus: Kun asennuksella on useampia kuin yksi liittymiskohta, tämä vaatimus koskee niitä kaikkia.*

#### 532.2.5 IT-järjestelmät

Kun suojaukseen käytetään vikavirtasuojakytkintä eikä ensimmäistä vikaa haluta kytkeä pois, on merkityksettömän impedanssin kautta tapahtuvassa yksivaiheisessa maasulussa syntyvän virran oltava pienempi kuin virta, jolla suojalaite ei vielä toimi.

### 532.3 Eristystilan valvontalaitteet

Eristystilan valvontalaitteella valvotaan jatkuvasti sähköasennuksen eristystilaa kohdan 413.1.5.4 mukaisesti. Valvontalaitteen tulee antaa signaali, kun eristystaso heikkenee merkittävästi. Näin eristyksen heikentänyt tekijä voidaan löytää ja vika korjata, ennen kuin toinen vika kytkee syötön pois.

Valvontalaitteen toiminta-arvo on asetettava pienemmäksi kuin arvo, joka on vaadittu kohdassa 612.3 kyseisen asennuksen eristystasolle.

Eristystilan valvontalaite tulee suunnitella ja asentaa siten, että sen toiminta-arvoa voidaan muuttaa ainoastaan käyttämällä avainta tai työkalua.

## 533 Ylivirtasuojat

### 533.1 Yleiset vaatimukset

533.1.1 Tulppavarokkeissa syöttö on tuotava pohjakoskettimeen.

533.1.2 Kahvavarokkeiden varokealustat on asennettava siten, ettei varokkeessa voi aiheutua oikosulkua kahden vierekkäisen varokealustan johtavien osien välillä, kun vaihdetaan sulaketta.

533.1.3 Varokkeiden, joiden sulakkeita todennäköisesti poistavat tai vaihtavat muut kuin ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt, on oltava tyyppiä, joka täyttää standardin IEC 269-3 turvallisuusvaatimukset.

Varokkeet tai yhdistelmälaitteet, joiden sulakkeita todennäköisesti poistavat tai vaihtavat vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt, on asennettava

siten, että on varmistettu, että sulake voidaan poistaa tai vaihtaa ilman jännitteisten osien tahatonta koskettamista.

533.1.4 Jos katkaisijaa voi käyttää joku muu kuin opastettu tai ammattitaitoinen henkilö, sen on oltava rakennettu tai asennettu siten, että sen ylivirta-asettelua ei voi muuttaa tahattomasti ilman avainta tai työkalua. Asetteluarvon pitää olla helposti nähtävissä.

## 533.2 Ylikuormitussuojien valinta

Ylikuormitussuojan nimellisvirta (tai asetteluvirta) on valittava kohdan 433.2 mukaisesti.

Jaksoittaisissa kuormissa arvot  $I_n$  ja  $I_2$  on valittava termisesti vastaavasta, jatkuvasta kuormasta saatavien arvojen  $I_B$  ja  $I_Z$  perusteella.

$I_B \hat{=}$  virtapiirin mitoitusvirta,

$I_Z \hat{=}$  johtimen jatkuva kuormitettavuus,

$I_n \hat{=}$  ylikuormitussuojan nimellisvirta ja

$I_2 \hat{=}$  virta, jolla ylikuormitussuoja toimii tehokkaasti.

*Huomautus: Joissakin tapauksissa on otettava huomioon kuormitusten kytkentävirrat, jotta suojalaitte ei toimisi tarpeettomasti.*

## 533.3 Oikosulkusuojien valinta

Kun luvun 43 vaatimuksia sovelletaan oikosulkutapauksissa, jotka kestävät enintään 5 s, on otettava huomioon sekä pienin että suurin oikosulkuvirta.

## 535 Alijännitesuojat

Alijännitesuojana voi olla:

- alijänniterele tai -laukaisija, joka ohjaa kytkinlaitetta, tai
- kontaktori, joka ei sulkeudu itsestään jännitteen palatessa.

## 536 Eri suojalaitteiden keskinäinen koordinaatio

### 536.2 Vikavirtasuojakytkimen ja ylivirtasuojan yhteensopivuus

536.2.1 Kun vikavirtasuojakytkin on yhdistetty ylivirtasuojaan, suojalaitteyhdistelmän ominaisuuksien (katkaisukyky, toiminta-arvot suhteessa nimellisvirtaan) on vastattava kohtien 433, 434, 533.2 ja 533.3 vaatimuksia.

## 536.2.2

Ellei vikavirtasuojakytkintä ole yhdistetty ylivirtasuojaan, niin:

- ylivirtasuojaus on varmistettava käyttämällä sopivaa kohdan 473 mukais-  
ta suojalaitetta
- vikavirtasuojakytkimen on kestettävä vaurioitumatta ne termiset ja me-  
kaaniset rasitukset, joita siihen todennäköisesti kohdistuu kuorman  
puolella tapahtuvan oikosulun aikana
- vikavirtasuojakytkin ei saa vaurioitua näissä oikosulkuolosuhteissa edes  
silloin, kun vikavirtasuojakytkin itse pyrkii avaamaan virtapiirin virran epä-  
tasapainon tai maasulkuvirran takia.

*Huomautus: Mainitut rasitukset riippuvat oikosulkuvirrasta vikavirtasuojakytkimen  
asennuspaikassa ja oikosulkusuojalaitteen toimintaominaisuuksista.*

## 537

### **Erotus- ja kytkentälaitteet**

#### 537.1

##### **Yleistä**

Kohtien 462 – 465 mukaisten erotus- ja kytkentälaitteiden on täytettävä niitä  
koskevat vaatimukset. Jos laitetta käytetään useampaa toimintaa varten, sen  
on täytettävä kutakin tällaista toimintaa koskevat vaatimukset.

*Huomautus: Tietyissä tapauksissa voivat olla tarpeen lisävaatimukset yhdistetyille  
toiminnoille.*

#### 537.2

##### **Erotuslaitteet**

##### 537.2.1

Erotuslaitteiden on tehokkaasti erotettava kaikki jännitteiset syöttöjohtimet  
virtapiiristä siten, että kohdan 461.2 edellytykset täyttyvät.

##### 537.2.1.1

Erotuslaitteiden on täytettävä seuraavat kaksi vaatimusta:

- a) uusissa laitteissa, puhtaissa ja kuivissa olosuhteissa, erotuslaitteiden  
kaikkien auki olevien napojen välisen syöksyjännitekestoisuuden tulee  
olla taulukossa 53 A esitetyn, sähkölaitteiston nimellisjännitteestä riippu-  
van jännitteen suuruinen.

*Huomautus: Suurempia avausvälejä kuin mitä syöksyjännitekestoisuus vaatii  
saatetaan tarvita muunkin kuin erotuksen takia.*

*Erotuskytkimet, ks. SFS-EN 60947-3.*



**Taulukko 53 A.** Syöksyjännitekestoisuus nimellisjännitteen funktiona.

Sähkölaitteiston nimellisjännite V	Erotuslaitteen syöksyjännitekestoisuus kV	
	Ylijänniteluokka III	Ylijänniteluokka IV
120 - 240 (yksivaihejärjestelmä, jossa on keskijohdin)	3	5
230/400 277/480	5	8
400/690 577/1 000	8	10

b) auki olevien napojen välinen vuotovirta ei saa ylittää:

- 0,5 mA napaa kohti uusissa laitteissa, kuivissa ja puhtaissa olosuhteissa
- 6 mA napaa kohti laitteen standardissa määritellyn käyttöiän lopussa.

Testattaessa koejännitteen tulee olla 110 % sähkölaitteiston nimellisestä vaihejännitteestä. Tasajännitteellä testattaessa jännitteen täytyy olla yhtä suuri kuin koevaihtojännitteen tehollisarvo.

537.2.1.2 Erotuslaitteen auki olevien koskettimien avausvälin on oltava nähtävissä tai selvästi ja luotettavasti merkittynä "Auki"-merkinnällä. Tällaista merkintää saa käyttää ainoastaan silloin, kun vaadittu avausväli saavutetaan jokaisessa navassa.

*Huomautus: Tämän kohdan mukaan vaadittu merkintä voidaan tehdä tunnuksilla "0" ja "I" avatun ja suljetun asennon osoittamiseksi, jos tällaisten tunnusten käyttö hyväksytään laitestandardissa.*

537.2.1.3 Puolijohteita ei saa käyttää erotuslaitteina.

537.2.2 Erotuslaitteiden rakenteen on oltava sellainen tai niiden on oltava asennettu siten, että ne eivät voi sulkeutua tahattomasti.

*Huomautus: Tällaisen sulkeutumisen voivat aiheuttaa esim. iskut ja tärinä.*

537.2.3 On varmistauduttava siitä, että erotuslaitteita ei avata epähuomiossa tai tahattomasti.

*Huomautus: Tämä voidaan tehdä sijoittamalla erotuslaite lukittavaan tilaan tai lukitsemalla erottimen ohjauslaite. Erotuslaite voidaan myös kytkeä yhteen sellaisen laitteen kanssa, jonka saa avata kuormitettunakin (esim. katkaisija).*

537.2.4 Erotuslaitteiden on oltava ensisijaisesti useampinapaisia laitteita, jotka erottavat syötön kaikki navat. Vierekkäin sijaitsevat yksinapaiset laitteet ovat myös sallittuja.

*Huomautus: Vaadittu erotus voidaan tehdä esim. käyttämällä:*

- *erottimia tai kuormanerottimia*
- *pistokytkimiä*
- *sulakkeita*
- *liitoskappaleita tai*
- *erikoisliittimiä, jotka eivät vaadi johtimen irrottamista.*

537.2.5 Kaikkien erotuslaitteiden on oltava selvästi tunnistettavissa, esim. sellaisen merkinnän avulla, joka osoittaa, minkä virtapiirin laite erottaa.

### **537.3 Kytkinlaitteet, joita käytetään poiskytkentään mekaanisen huollon ajaksi**

537.3.1 Kytkinlaitteet, joita käytetään poiskytkentään mekaanisen huollon ajaksi, on sijoitettava yleensä syöttävään päävirtapiiriin.

Kun tähän tarkoitukseen käytetään kytkimiä, niiden on pystyttävä katkaisemaan asennuksen asianomaisen osan virta täydellä kuormalla.

Moottorikäytön tms. ohjausvirtapiirin katkaisua saa käyttää ainoastaan silloin, kun

- lisäsuojauksen, kuten esim. mekaanisten salpojen avulla
- tai standardin vaatimukset täyttävän ohjauslaitteen avulla

saadaan aikaan turvallisuus, joka vastaa päävirtapiirin katkaisua.

*Huomautus: Laitteiston saa katkaistua mekaanisia huoltotoimenpiteitä varten esim:*

- *useampinapaisilla kytkimillä*
- *katkaisijoilla*
- *kontaktoreita ohjaavilla ohjauskytkimillä*
- *pistokytkimillä.*

537.3.2 Näitä kytkinlaitteita tai niiden ohjauskytkimiä saa voida ohjata ainoastaan käsin.

Kytkinlaitteen avattujen koskettimien avausvälien pitää olla nähtävissä tai selvästi ja luotettavasti osoitettu "Auki"-merkinnällä.

*Huomautus: Tämän kohdan mukaan vaadittu merkintä voidaan tehdä tunnuksilla "0" ja "I" avatun ja suljetun asennon osoittamiseksi, jos tällaisten tunnusten käyttö hyväksytään laitestandardissa.*

537.3.3 Näiden kytkinlaitteiden rakenteen on oltava sellainen tai niiden on oltava asennettu siten, että ne eivät voi sulkeutua tahattomasti.

*Huomautus: Tällaisen sulkeutumisen voivat aiheuttaa esim. iskut tai tärinä.*

537.3.4 Nämä kytkinlaitteet on sijoitettava ja merkittävä siten, että ne ovat helposti tunnistettavissa ja käytettävissä.

### **537.4 Hätäkytkinlaitteet ja hätäpysäytyslaitteet**

537.4.1 Hätäkytkinlaitteen on kyettävä katkaisemaan täysi kuormitusvirta, tarvittaessa myös moottorin käynnistysvirta.

#### 537.4.2

Hätäkytkinlaitteena voidaan käyttää:

- yhtä kytkinlaitetta, joka kykenee suoraan katkaisemaan syöttävän virtapiirin, tai
- yhdellä toiminnalla ohjattavaa eri laitteiden yhdistelmää, joka katkaisee syöttävän virtapiirin.

Pistokytkintä ei saa käyttää hätäkytkinlaitteena.

Hätäpysäytyksessä syöttävää virtapiiriä voi olla tarpeen pitää kytkeytyneenä esim. liikkuvien osien pysäyttämiseksi jarruttamalla.

*Huomautus: Hätäkytkentä voidaan tehdä esimerkiksi:*

- päävirtapiiriin sijoitetuilla kytkimillä tai
- ohjausvirtapiiriin (apuvirtapiiriin) sijoitetuilla painonapeilla tai vastaavilla.

#### 537.4.3

Päävirtapiirin suoraan katkaisuun on käytettävä käsikäyttöisiä kytkinlaitteita, jos se on käytännössä mahdollista.

Kauko-ohjattavien kytkinlaitteiden on avauduttava, kun niiden ohjauskela tulee jännitteettömäksi tai on käytettävä muuta vastaavan turvallisuuden takaavaa menetelmää.

#### 537.4.4

Hätäkytkinlaitteiden ohjaimien (kahvat, painonapit yms.) on oltava helposti tunnistettavissa ensisijaisesti käyttäen punaista väriä kontrastin luovaa taustaa vasten.

#### 537.4.5

Ohjaimien on oltava helposti käytettävissä niissä paikoissa, joissa voi esiintyä vaaraa ja tarvittaessa myös muualla, mistä kyseinen vaara voidaan poistaa.

#### 537.4.6

Hätäkytkinlaitteen ohjaimen pitää olla lukittavissa "Auki"-asentoon, elleivät sekä hätäkytkennän että uudelleen käynnistyksen ohjaimet ole saman henkilön valvonnassa.

Hätäkytkinlaitteen vapauttaminen ei saa tehdä asianomaista asennuksen osaa uudelleen virralliseksi.

#### 537.4.7

Hätäkytkinlaitteet ja hätäpysäytyslaitteet on sijoitettava ja merkittävä siten, että ne ovat helposti tunnistettavissa ja käytettävissä.

### 537.5

#### Käyttökytkimet

#### 537.5.1

Käyttökytkimien on sovellettava rasittavimpaan käyttöön, mihin ne voivat joutua.

*Huomautus: Käyttökytkimenä voidaan käyttää esimerkiksi:*

- kytkimiä
- puolijohdelaitteita
- katkaisijoita
- kontaktoreja
- releitä ja
- nimellisvirraltaan enintään 16 A pistokytkimiä.

537.5.2 Käyttökytkimet voivat ohjata virtaa tekemättä avausväliä.

*Huomautus: Esimerkiksi puolijohdekytkinlaitteet kykenevät katkaisemaan virran virtapiirissä tekemättä avausväliä.*

537.5.3 Erottimia, varokkeita ja liitoskappaleita ei saa käyttää käyttökytkiminä.

## **54 MAADOITTAMINEN JA SUOJAJOHTIMET**

### **541 Yleistä**

541.1 Maadoitusten on täytettävä sähköasennukselle asetetut turvallisuus- ja toimintavaatimukset.

### **542 Yhdistäminen maahan**

#### **542.1 Maadoitus**

542.1.1 Maadoitus voi olla sekä suojausta että toimintaa varten tai pelkästään toiseen näistä tarkoituksista laitteiston tarpeen mukaan.

542.1.2 Maadoitukseen liittyvät laitteet on valittava ja asennettava siten, että:

- maadoitusresistanssi vastaa asennuksen suojaus- ja toimintavaatimuksia ja arvon arvioidaan säilyvän riittävänä
- maasulkuvirta ja vuotovirta maahan voi kulkea aiheuttamatta vaaraa, erityisesti aiheuttamatta termisiä, lämpömekaanisia tai sähkömekaanisia ratkaisuja ja että
- ne ovat riittävän vahvarakenteisia tai varustettu mekaanisella lisäsuojuksella ulkoisten tekijöiden vaikutuksilta (ks. luku 32).

542.1.3 Muiden metalliosien vaurioitumisvaara esim. elektrolyyttisen korroosion takia on estettävä.

#### **542.2 Maadoituselektrodi**

542.2.1 Seuraavantyyppisiä maadoituselektrodeja voidaan käyttää:

- tangot tai putket
- nauhat, langat tai köydet
- maadoituslevyt
- perustuksiin upotetut maadoituselektrodit ja
- maan sisällä olevan betonirakenteen rauditus

*Huomautus: Esijännitettyjen rakenteiden betoniteräksien liitoksissa on noudatettava erityistä huolellisuutta.*

— muut soveltuvat maanalaiset rakenteet.

Vesijohtoputkistoja ei Suomessa saa käyttää maadoituselektrodina (ks. kohta 542.2.6)

*Huomautus: Maadoituselektrodin tehokkuus riippuu maaperän paikallisista ominaisuuksista. On valittava yksi tai useampi maadoituselektrodi, joka soveltuu maaperän ominaisuuksiin ja vaadittavaan maadoitusresistanssin arvoon.*

542.2.2 Maadoituselektrodien rakenne ja upotussyvyys on valittava siten, että maan kuivuminen tai jäätyminen ei suurena maadoitusresistanssia vaadittua arvoa suuremmaksi.

542.2.3 Maadoituselektrodin on kestettävä mekaanisesti mm. korroosion aiheuttamat vauriot.

Maadoituselektrodina voi käyttää kuparista tai ruostumattomasta, kuumasinkitystä teräksestä tai kuparipäälysteisestä teräksestä tehtyä elektrodia. Kuitenkin myös betoniraudoitusta saa käyttää maadoituselektrodina.

Käytettäessä kupariköyttä tai -lankaa maadoituselektrodina sen minimipoikkipinnan on oltava vähintään 16 mm<sup>2</sup>. Teräksestä tehdyn maadoituselektrodin poikkipinnan on oltava vähintään 35 mm<sup>2</sup> ja kuumasinkityn teräksen sinkityksen vahvuuden tulee olla vähintään 60 µm. Maadoituselektrodin ainepaksuuden, putken seinämä ja köyden langat mukaanluettuna, on oltava vähintään 1 mm kuparia tai 2 mm terästä.

542.2.4 Maadoituksia suunniteltaessa on otettava huomioon maadoituselektrodien korroosiosta johtuva maadoitusresistanssin kasvu.

542.2.5 Kohtaa ei sovelleta Suomessa.

542.2.6 Johtoverkkoja, esim. vesijohtoverkkoa ja kaapelien suojavaippoja, ei saa käyttää maadoituselektrodeina suojaustarkoituksiin.

*Huomautus: Vaatimus ei estä luvun 41 mukaisen potentiaalintasauksen tekemistä.*

542.2.7 Kohtaa ei sovelleta Suomessa.

### **542.3 Maadoitusjohtimet**

542.3.1 Maadoitusjohtimien on vastattava kohdan 543.1 vaatimuksia. Jos ne on upotettu maahan, niiden poikkipintojen pitää kuitenkin olla taulukon 54 A mukaisia.

## Taulukko 54 A. Maadoitusjohtimien poikkipinta.

	Mekaanisesti suojattu	Mekaanisesti suojaamaton
Korroosiolta suojattu <sup>1)</sup>	Kohdan 543.1 vaatimusten mukainen	16 mm <sup>2</sup> kuparia tai kuumasinkittyä terästä
Korroosiolta suojaamaton	16 mm <sup>2</sup> kuparia tai 35 mm <sup>2</sup> kuumasinkittyä terästä	

<sup>1)</sup> Korroosiosuojaus saavutetaan eristetyllä johtimella.

542.3.2 Maadoitusjohdin on yhdistettävä maadoituselektrodiin mekaanisesti ja sähköisesti luotettavasti. Käytettäessä puristusliitintä se ei saa vaurioittaa elektrodia tai maadoitusjohdinta.

### 542.4 Päämaadoitusliittimet tai -kiskot

542.4.1 Jokaisessa asennuksessa on oltava päämaadoitusliitin tai -kisko ja siihen on liitettävä seuraavat johtimet:

- maadoitusjohtimet
- suojajohtimet jakokeskuksen suojakiskolta tai PEN-kiskolta
- pääpotentiaalintasausjohtimet sekä
- mahdollisesti vaaditut toiminnalliset maadoitusjohtimet.

542.4.2 Maadoitusjohdin on voitava kytkeä irti paikassa, johon pääsee käsiksi. Liitoksen on hyvä olla päämaadoitusliittimessä tai -kiskossa, jotta maadoitusresistanssi olisi helppo mitata. Liitoksen on oltava mekaanisesti vahva ja sen pitää varmistaa luotettava sähköinen liitos. Liitos saa olla avattavissa vain työkalun avulla.

### 542.5 Eri järjestelmien maadoitusten kytkeminen yhteen

#### 542.5.1 Suurjännitejärjestelmät

Suurjännitejärjestelmän maasulkuvirran aiheuttama kosketusjännite pienjännitejärjestelmän maadoitetussa osassa saa olla suurjännitejärjestelmiä koskevissa voimassa olevissa määräyksissä annetun arvon mukaiset. Ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 1, 10 § 2.

## 543 Suojajohtimet

Potentiaalintasausjohtimet suojajohtimina, ks. kohta 547.

### 543.1 Pienimmät sallitut poikkipinnat

Suojajohtimien poikkipinnat on joko

- laskettava kohdan 543.1.1 mukaan, tai
- valittava kohdan 543.1.2 mukaan.

Kummassakin tapauksessa on otettava huomioon kohta 543.1.3.

- Huomautus:*
- 1) Suojajohtimien poikkipinnat voi olla tarpeen laskea kohdan 543.1.1 mukaan, jos vaihejohtimien poikkipinnat on mitoitettu oikosulkuvirtojen mukaan.
  - 2) Asennus on toteutettava siten, että suojajohtimet mahtuvat sähkölaitteiden liittimiin.

#### 543.1.1

Suojajohtimen poikkipinta ei saa olla pienempi kuin mitä saadaan seuraavasta kaavasta (kaavaa voidaan soveltaa vain, jos poiskytkentäaika on enintään 5 s):

$$A = \frac{\sqrt{I^2 \times t}}{k} ,$$

missä:

$A \hat{=}$  suojajohtimen poikkipinta (mm<sup>2</sup>)

$I \hat{=}$  suojalaitteen kautta kulkeva vikavirran tehollisarvo (A), kun tapahtuu hyvin pieni-impedanssinen maasulku,

$t \hat{=}$  suojalaitteen toiminta-aika (s) ja

*Huomautus:* Piirin impedanssin virtaa rajoittava vaikutus ja suojalaitteen virranrajoituskyky ( $I^2t$ ) pitää ottaa huomioon.

$k \hat{=}$  kerroin, jonka arvo riippuu suojajohtimien raaka-aineesta, eristyksestä ja muusta rakenteesta sekä johtimelle sallituista alku- ja loppulämpötiloista.

$k$ -arvot: katso taulukot 54 B – 54 E.

Taulukon 54 D arvot on täydennetty standardista DIN VDE 0100 Teil 540.

Jos kaavasta saadaan poikkipinnan arvo, jota ei ole käytettävän johtimen tyyppikohtaisessa standardissa, on valittava standardipoikkipinnaltaan seuraavaksi suurin johdin.

- Huomautus:*
- 1) On tarpeen, että täten lasketut poikkipinnat sopivat yhteen vika-virtapiirin impedanssin vaatimusten kanssa.
  - 2) Räjähdyksvaarallisissa tiloissa hyväksytyt lämpötilojen raja-arvot ovat niitä koskevissa erityismääräyksissä.
  - 3) Liitosten suurin sallittu lämpötila on otettava huomioon.

**Taulukko 54 B.** Kertoimen  $k$  arvot eristetyille erillisille suojaohjimille ja eristämättömille suojaohjimille, jotka koskettavat kaapelivaippoja.

Suojaohjimen tai kaapelin eristys	PVC	EPR PEX	Butyylikumi
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Kerroin $k$			
– kuparijohtimilla	143	176	166
– alumiinijohtimilla	95	116	110
– teräsjohtimilla	52	64	60
<b>Huom!</b> Johtimen alkulämpötilaksi on oletettu 30 °C.			

**Taulukko 54 C.** Kertoimen  $k$  arvot monijohdinkaapelissa johtimena olevalle suojaohjimelle.

Suojaohjimen eristys	PVC	EPR PEX	Butyylikumi
Alkulämpötila	70 °C	90 °C	85 °C
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Kerroin $k$			
– kuparijohtimilla	115	143	134
– alumiinijohtimilla	76	94	89

**Taulukko 54 D.** Kertoimen  $k$  arvot, kun kaapelin vaippa tai armeeraus toimii suojaohjimena.

Eristys	PVC	EPR PEX	Butyylikumi
Alkulämpötila	60 °C	80 °C	75 °C
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Johdinmateriaali	kerroin $k$		
– teräs	44	54	51
– alumiini	81	98	93
– lyijy	22	27	26



**Taulukko 54 E.** Kertoimen  $k$  arvot eristämättömille johtimille, kun johtimen kuumeneminen ei voi vahingoittaa lähiympäristön aineita.

Asennusolosuhteet		Näkyvässä tai sähkötiloissa oleva asennus <sup>1)</sup>	Normaalit käyttöolosuhteet	Palovaaralliset käyttöolosuhteet
Johdinmateriaali				
Kupari	maksimilämpötila	500 °C	200 °C	150 °C
	kerroin $k$	228	159	138
Alumiini	maksimilämpötila	300 °C	200 °C	150 °C
	kerroin $k$	125	105	91
Teräs	maksimilämpötila	500 °C	200 °C	150 °C
	kerroin $k$	82	58	50
<b>Huom!</b> Johtimen alkulämpötilaksi on oletettu 30 °C.				

<sup>1)</sup> Annetut lämpötilat ovat voimassa vain, kun liitoksien lämpeneminen ei vaikuta liitoksen laatuun (johtokykyyn).

#### 543.1.2

Suojajohtimen poikkipinnan on oltava vähintään taulukon 54 F mukainen. Tällöin poikkipintaa ei tarvitse tarkistaa, kuten kohdassa 543.1.1 esitetään.

Jos taulukosta saadaan poikkipinnan arvo, joka ei ole standardin mukainen, on valittava vähintään standardipoikkipinnaltaan seuraavaksi suurin johdin.

**Taulukko 54 F.** Suojajohtimen ja vaihejohtimien poikkipintojen suhteet.

Äärijohtimen poikkipinta $A$ (mm <sup>2</sup> )	Pienin sallittu suojajohtimen poikkipinta $A_p$ (mm <sup>2</sup> )
$A \leq 16$	$A$
$16 < A \leq 35$	16
$A > 35$	$A/2$

Taulukon 54 F arvot koskevat vain suojajohtimia, jotka ovat samaa metallia kuin äärijohtimet. Jos näin ei ole, suojajohtimen poikkipinta on määritettävä siten, että sen johtavuus vastaa taulukkoa 54 F soveltamalla saatua arvoa.

543.1.3 Sellaisen erillisen suojajohtimen poikkipinnan, joka ei ole kaapelivaipan sisällä tai äärijohtimen kanssa samassa asennusputkessa, on oltava vähintään:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, jos suojajohdin on mekaanisesti suojattu, ja
- 4 mm<sup>2</sup>, jos mekaanista suojausta ei ole.

*Huomautus: Katso myös kohta 522, joka koskee johtimien ja kaapelien valintaa ja asentamista siten, että otetaan huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset.*

543.1.4 Jos suojajohdin on usean virtapiirin yhteinen, se on mitoittettava suurimman vaihejohtimen poikkipinnan vaatimusten mukaan.

## 543.2 Suojajohtimen tyyppi

*Huomautus: Suojajohtimien valinnassa ja asentamisessa tulee ottaa huomioon sekä luvun 52 että luvun 54 vaatimukset.*

543.2.1 Suojajohdin voi olla:

- monijohtimisen kaapelin johdin
- eristetty tai paljas johdin äärijohtimien kanssa samassa kotelossa
- kiinteästi asennettu paljas tai eristetty johdin
- eräiden kaapelien metallinen vaippa, armeeraus tai konsentrinen johdin
- metallinen johtotie tai muu metallinen suoja sekä
- tietty muu johtava osa.

543.2.2 Kun asennukseen sisältyy tehdasvalmisteisen jakokeskuksen tai jakelukiskojärjestelmän metallisia kotelointia tai runkoja, niitä saa käyttää suojajohtimena, jos ne täyttävät samanaikaisesti seuraavat kolme ehtoa:

- a) osien sähköinen johtokyky on toteutettu siten, että suojaus mekaanisia, kemiallisia ja sähkökemiallisia vaikutuksia vastaan on varmistettu
- b) osien johtokyky vastaa vähintään kohdassa 543.1 esitettyä johtokykyä
- c) kyseisissä osissa on suojajohtimelle tarkoitetut liittimet.

*Huomautus: Kohta c) koskee vain ulkoisten suojajohtimien liittämistä.*

543.2.3 Konsentrista johdinta, metallivaippaa tai kotelointia saa käyttää siihen kuuluvan virtapiirin suojajohtimena, jos ne täyttävät kohdan 543.2.2 vaatimukset a ja b. Muita sähköasennukseen kuuluvia putkia ei saa käyttää suojajohtimena.

543.2.4 Muut johtavat osat voivat toimia suojajohtimena, jos ne täyttävät seuraavat neljä vaatimusta:

- a) kyseisten osien sähköinen johtokyky voidaan taata joko rakenteen tai sopivien liitoksien avulla, ja ne on suojattu mekaanista, kemiallista tai sähkökemiallista vahingoittumista vastaan.
- b) osien johtokyky vastaa vähintään kohdassa 543.1 esitettyä johtokykyä.
- c) muun johtavan osan poistaminen ei katkaise suojajohdinsiirtoa eikä heikennä sen johtokykyä.
- d) kyseiset osat on suunniteltu suojajohdinkäyttöön tai muutettu sellaisiksi.

Vesi- ja kaasujohtoa tai vastaavia muuhun käyttöön tarkoitettuja putkistoja ei saa käyttää suojajohtimena.

### **543.3 Suojajohtimen sähköisen johtokyvyn varmistaminen**

- 543.3.1 Suojajohdin on suojattava sopivalla tavalla mekaaniselta ja kemialliselta huononemiselta sekä sähkömekaanisilta voimilta.
- 543.3.2 Suojajohtimen liitoksiin pitää päästä käsiksi, massaan valettuja tai vastaavalla tavalla suljettuja liitoksia lukuun ottamatta.
- 543.3.3 Suojajohtimessa ei saa olla kytkinlaitetta. Liitokset voivat olla työkalulla avattavissa mittauksia varten.
- 543.3.4 Kun valvotaan suojajohdinsiirtoa, valvontalaitteiden käämejä ei saa asentaa suojajohtimeen.
- 543.3.5 Jännitteelle alttiita osia ei saa käyttää suojajohdinsiirtoa osana muissa kuin kohdassa 543.2.2 mainituissa laitteissa.

## **544 Suojausta varten tehdyt maadoitukset**

*Huomautus: TN-, TT- ja IT-järjestelmien suojausjärjestelyt, ks. luku 41.*

### **544.1 Ylivirtasuojalaitteiden kanssa käytettävien suojajohtimien asennus**

*Huomautus: Kun sähköiskulta suojaamiseen käytetään ylivirtasuojia, suojajohtimen olisi sisällyttävä samaan johtojärjestelmään kuin jännitteiset johtimet tai oltava niiden välittömässä läheisyydessä.*

## 544.2 Maadoitus- ja suojajohtimet vikajännitesuojalaitteita varten

544.2.1 Lisämaadoituselektrodin on oltava sähköisesti riippumaton kaikista muista maadoitetuista metalliosista, esim. rakenneosien metalliosista, putkista tai metallivaippaisista kaapeleista. Tämä vaatimus täytetään, jos lisämaadoituselektrodi asennetaan riittävän etäälle kaikista muista maadoitetuista metalliosista.

544.2.2 Lisämaadoituselektrodiin johtava maadoitusjohdin pitää eristää, jotta se ei kosketa suojajohdinta, siihen yhdistettyä osaa tai sen kanssa mahdollisesti kosketuksessa olevaa muuta johtavaa osaa.

*Huomautus: Tämä vaatimus on tarpeen, jottei jännitteen tuntoelin tule tahattomasti oikosuljetuksi.*

544.2.3 Suojajohdin saa olla kytkettynä ainoastaan niiden sähkölaitteiden jännitteelle alttiisiin osiin, joiden syöttö katkeaa suojalaitteen toimiessa vian esiintyessä.

## 546 Yhdistetty suoja- ja nollajohtimen käyttäminen

### 546.1 Yleistä

Yhdistettyä suoja- ja nollajohdinta käytettäessä suojajohdinkäytön ehtojen pitää aina täytyä.

### 546.2 PEN-johtimet

546.2.1 TN-järjestelmissä voidaan kiinteästi asennetuissa johdoissa, joiden johdinpoikkipinta on vähintään 10 mm<sup>2</sup> kuparia tai 16 mm<sup>2</sup> alumiinia, käyttää yhteistä johdinta (PEN-johdinta) sekä suoja- että nollajohtimena kaapeleissa edellyttäen, että tätä asennuksen osaa ei ole suojattu vikavirtasuojakytkimellä.

*Huomautus: IEC:stä poiketen 4 mm<sup>2</sup> konsentrista PEN-johdinta ei hyväksytä.*

Rakennuksissa, joissa on tai joihin luultavasti tulee tärkeitä tietotekniikan laitteistoja, suositellaan erillisen suojajohtimen ja nollajohtimen käyttämistä syöttöpisteestä lähtien. Näin harhavirtoja ja EMC-ongelmia esiintyy mahdollisimman vähän. Häiriöt johtuvat nollavirran kulusta signaalikaapeleissa.

*Huomautus: Tätä kohtaa sovelletaan erityisesti toimisto- tai teollisuuskäyttöön tarkoitettuihin rakennuksiin.*

546.2.2 Harhavirtojen estämiseksi PEN-johdin on eristettävä samalla tavalla kuin virtapiirin vaihejohtimet. Poikkeuksena ovat PEN-johtimet ilmajohdossa ja

muovieristeisessä ja muovivaippaisessa kaapelissa, jossa PEN-johdin on konsentrisen johdin.

*Huomautus: Jakokeskuksen sisällä PEN-johdinta ei tarvitse eristää.*

546.2.3 Kun tietyistä asennuksen kohdasta lähtien käytetään erillistä nollajohdinta ja suojajohdinta, näitä johtimia ei saa kytkeä yhteen tämän kohdan jälkeen. Paikassa, jossa johtimet eriyvät, on oltava erilliset liittimet tai kiskot suojajohtimia ja nollajohtimia varten. PEN-johdin on kytkettävä suojajohtimelle tarkoitettuun liittimeen tai kiskoon.

546.2.4. Muita johtavia osia ei saa käyttää PEN-johtimena.

## **547 Potentiaalintasausjohtimet**

### **547.1 Pienimmät sallitut poikkipinnat**

#### *547.1.1 Pääpotentiaalintasausjohtimet*

Pääpotentiaalintasausjohtimen poikkipinnan on oltava vähintään puolet asennuksen suurimman suoja- tai PEN-johtimen poikkipinnasta, kuitenkin vähintään 6 mm<sup>2</sup>. Poikkipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla yli 25 mm<sup>2</sup> kuparia tai johtokyvyltään vastaavaa muuta metallia.

#### *547.1.2 Lisäpotentiaalintasausjohtimet*

Sellaisen lisäpotentiaalintasausjohtimen poikkipinnan, joka yhdistää kaksi jännitteelle altista osaa toisiinsa, on oltava vähintään yhtä suuri kuin jännitteelle alttiiseen osaan kytketyn suoja- tai PEN-johtimen pienimmän poikkipinnan.

Sellaisen lisäpotentiaalintasausjohtimen poikkipinnan, joka yhdistää laitteen jännitteelle alttiit osat muihin johtaviin osiin, on oltava vähintään puolet vastaavan suojajohtimen poikkipinnasta.

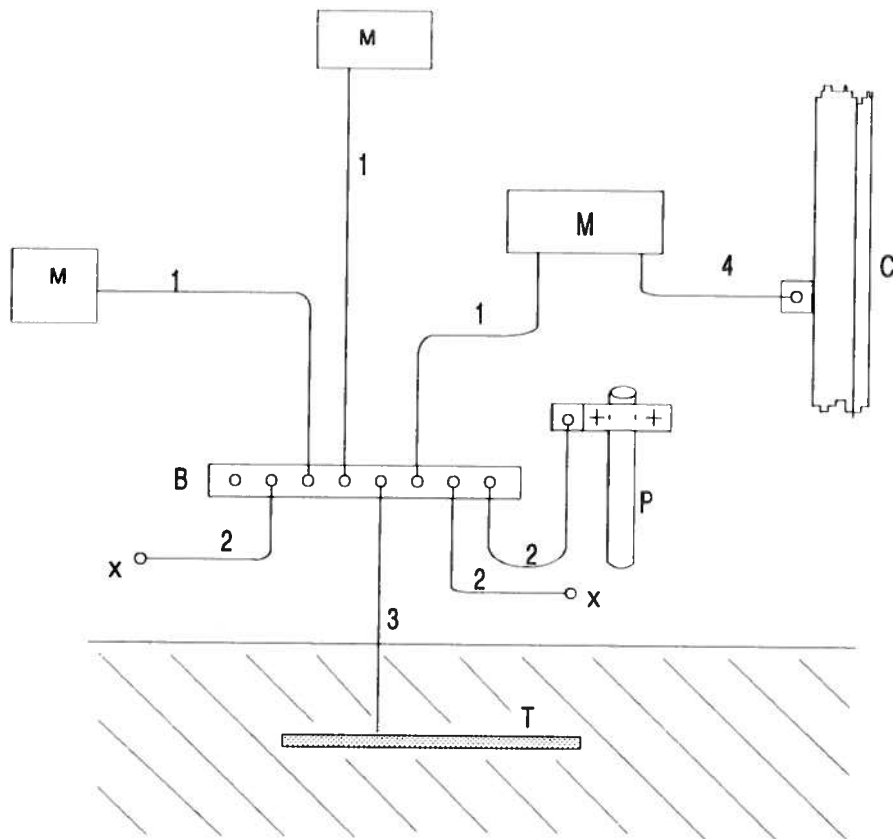
Johtimen on kuitenkin vastattava kohdan 543.1.3 minimivaatimuksia.

Lisäpotentiaalintasauksen voi muodostaa kiinteän laitteen muu johtava osa, kuten metallinen tukirakenne, lisäjohdin tai näiden yhdistelmä.

#### *547.1.3 Vesimittarien ohikytkeminen*

Jos rakennuksen vesijohtoja käytetään maadoitustarkoituksiin tai potentiaalintasaukseen, vesimittari on tarvittaessa ohikytkettävä. Ohikytkentään käytetyn johtimen poikkipinnan on vastattava sen käyttöä potentiaalintasausjohtimena tai toiminnallisena maadoitusjohtimena.

## MAADOITUS- JA SUOJAJOHTIMET



- 1 = suojajohdin
- 2 = pääpotentiaalintasausjohdin
- 3 = maadoitusjohdin
- 4 = lisäpotentiaalintasausjohdin

- B = päämaadoitusliitin
- M = jännitteelle altis osa
- C = muu johtava osa
- P = metallinen päävesijohto
- T = maadoituselektrodi
- X = muut laitteistot, esim. ukkossuojaus- ja tietotekniikkalaitteistot

## 55 MUUT SÄHKÖLAITTEET

### 551 Generaattorilaitteistot

#### 551.1 Soveltamisala

551.1.1 Tämän kohdan vaatimukset koskevat sähköasennuksia, jotka on tarkoitettu toimimaan 50 V – 1 000 V vaihtojännitteellä tai 120 V – 1 500 V tasajännitteellä ja jotka sisältävät generaattorilaitteiston, joka syöttää joko jatkuvasti tai ajoittain koko sähkölaitteistoa tai osaa siitä. Vaatimukset koskevat sähköasennuksia, joiden syöttö on seuraava:

- yleisestä jakeluverkosta erillisen sähköasennuksen syöttö
- yleisestä jakeluverkosta tavanomaisesti syötettävän sähköasennuksen varasyöttö
- yleisestä jakeluverkosta syötettävän sähköasennuksen rinnakkaissyöttö tai
- soveltuvat yhdistelmät yllä mainituista.

*Huomautus: 1) Erityisvaatimukset turvasyöttöjärjestelmän syötölle ovat luvussa 56.*

*2) Ennen kuin varavoimageneraattori liitetään sähkölaitteistoon, jota normaalisti syötetään yleisestä jakeluverkosta, sähköntoimittajan kanssa on sovittava ehdoista.*

551.1.2 Vaatimukset koskevat generaattoreita, joissa teholähteenä on:

- polttomoottori
- turbiini (mukaanluettuna tuuli- ja vesiturbiinit)
- sähkömoottori
- valosähköinen kenno
- sähkökemiallinen akusto
- muu soveltuva teholähde.

551.1.3 Vaatimukset koskevat seuraavia generaattorilaitteistoja:

- verkkomagnetoituja ja erillismagnetoituja tahtigeneraattoreita
- verkkomagnetoituja ja itsemagnetoituja epätahtigeneraattoreita
- verkkokommutoituja ja itsekommutoituja staattisia vaihtosuuntaajia, joissa joko on ohituskytkin tai ei ole ohituskytkintä.

551.1.4 Vaatimukset koskevat generaattorilaitteiston käyttöä seuraaviin tarkoituksiin:

- pysyvästi asennettujen sähköasennusten syöttö
- tilapäisten sähköasennusten syöttö ja
- sellaisten siirrettävien laitteiden syöttö, joita ei ole pysyvästi liitetty kiinteään sähköasennukseen.

## 551.2 Yleiset vaatimukset

551.2.1 Magnetointi- ja kommutointitapojen on sovittava generaattorilaitteiston käyttö-tarkoitukseen. Generaattorilaitteisto ei saa huonontaa muiden syöttöjär-jestelmien turvallisuutta ja oikeaa toimintaa.

*Huomautus: Yleisen jakeluverkon kanssa rinnan toimivien generaattorilaitteistojen erityisvaatimukset, ks. 551.6.*

551.2.2 Jokaiselle syöttöjärjestelmälle tai niiden yhdistelmälle, jota voidaan käyttää muista syöttöjärjestelmistä tai niiden yhdistelmästä riippumatta, on määri-tettävä odotettavissa olevat oikosulku- ja maasulkuvirrat.

Sähköasennukseen kuuluvien suojalaitteiden ja mahdollisesti yleiseen jakeluverkkoon liittyvien suojalaitteiden sallitut nimellisivirrat ja -jännitteet eivät saa ylittyä missään syöttöjärjestelmien käyttötavassa.

551.2.3 Jos generaattorilaitteistolla on tarkoitus yksinään syöttää sähköasennusta, generaattorilaitteiston tehon ja muiden ominaisuuksien on oltava sellaisia, etteivät jännite- ja taajuusvaihtelut vaaranna tai vaurioita laitteita, kun kuormitus kytketään päälle tai pois päältä. Vaihtoehtoisesti osia sähköasen-nuksen kuormituksesta on kytkettävä pois automaattisesti, jos generaattorin kuormitettavuus ylitetään.

*Huomautus: 1) On kiinnitettävä huomiota yksittäisten kuormien kokoon generaat-torin tehoon verrattuna ja moottorien käynnistysvirtoihin.*

*2) Asennuksen suojalaitteille määriteltyihin tehokertoimiin on kiinni-tettävä huomiota.*

*3) Asennettaessa generaattori olemassaolevaan rakennukseen tai asennukseen, voivat asennuksen ulkoiset olosuhteet muuttua (ks. luku 32), koska generaattorissa on liikkuvia osia, kuumia osia tai siitä tulee pakokaasuja, jne.*

## 551.3 Kosketusjännitesuojaus

Sähköasennuksen kosketusjännitesuojaus on toteutettava siten, että otetaan huomioon jokainen yksittäinen syöttöjärjestelmä tai syöttöjärjestelmien yhdistelmä, joita voidaan käyttää riippumatta muista syöttöjärjestelmistä tai niiden yhdistelmistä.

551.3.1 *Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla*

Kosketusjännitesuojaus automaattisen poiskytkennän avulla on toteutettava kohdan 413.1 mukaisesti lukuun ottamatta kohtien 551.3.2 – 551.3.4 erityis-tapauksia.



551.3.2 *Lisävaatimukset sähköasennuksille, joissa generaattorilaitteisto kytkeytyy yleisen jakeluverkon tilalle varasyötöksi (varavoimajärjestelmät)*

Suojaus automaattisen poiskytkennän avulla ei saa riippua liittymisestä yleisen jakeluverkon maadoitukseen, jos generaattori kytkeytyy vaihtoehtona TN-verkolle. Laitteistolla on oltava maadoituselektrodi.

551.3.3. *Lisävaatimukset sähköasennuksille, joihin kuuluu staattinen vaihtosuuntaaja*

551.3.3.1 Jos staattisella vaihtosuuntaajalla syötetyn sähköasennuksen osien kosketusjännitesuojaus riippuu kokonaan siitä, sulkeutuuko ohituskytkin automaattisesti ja toimivatko ohituskytkimen syötönpuoleiset suojalaitteet kohdan 413.1 mukaisessa ajassa, niin vaihtosuuntaajan kuormituspuolella on käytettävä lisäpotentiaalintasausta samanaikaisesti kosketeltavien jännitteelle alltiiden osien ja muiden metalliosien välillä kohdan 413.6 mukaisesti. Vaadittavien potentiaalintasausjohtimien resistanssin samanaikaisesti kosketeltavien metalliosien välillä on täytettävä seuraava ehto:

$$R \leq \frac{50V}{I_a} ,$$

missä  $I_a$  on suurin maasulkuvirta, jonka staattinen vaihtosuuntaaja voi syöttää yksinään 5 sekunnin ajan.

*Huomautus: Jos tällaisen vaihtosuuntaajan on tarkoitus toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa, myös kohdan 551.6 vaatimukset ovat voimassa.*

551.3.3.2 On ryhdyttävä varotoimiin tai sähkölaitteet on valittava siten, etteivät vaihtosuuntaajan kehittämät tasavirtakomponentit tai suuntaajan suodattimet huononna suojalaitteiden toimintaa.

551.3.4 *Lisävaatimukset automaattiselle poiskytkennälle, kun generaattorit eivät ole kiinteästi asennettuja*

Kohtien 551.3.4.1 ja 551.3.4.2 vaatimukset koskevat kannettavia generaattorilaitteistoja sekä generaattorilaitteistoja, jotka on tarkoitettu siirrettäväksi toiseen paikkaan tilapäistä käyttöä varten. Tällainen generaattorilaitteisto voi olla osa sähköasennusta, jota käytetään vastaavalla tavalla. Vaatimukset eivät koske pysyviä, kiinteästi asennettuja sähkölaitteistoja.

*Huomautus: Liitäntälaitteet, ks. standardi SFS-EN 60 309-2.*

551.3.4.1 Eri laitteiden ja laitteiston osien välillä on oltava suojajohdin, joka on osana kaapelia ja vastaa taulukkoa 54 F. Suojajohtimen on täytettävä luvun 54 vaatimukset.

551.3.4.2 Jotta TN- ja TT- ja IT-järjestelmissä saadaan aikaan kohdan 413.1 mukainen automaattinen poiskytkentä, on asennettava vikavirtasuojakytkin, jonka nimellistoimintavirta on enintään 30 mA.

*Huomautus: IT-järjestelmässä vikavirtasuojakytkin voi olla toimimatta, ellei toinen maavioista ole järjestelmän siinä osassa, joka on ennen vikavirtasuojakytkimen suojaamaa virtapiiriä.*

## 551.4 Ylivirtasuojaus

551.4.1 Kun käytetään järjestelmiä, jotka ilmaisevat generaattorilaitteiston ylivirran, nämä on sijoitettava niin lähelle generaattorin liitännänapoja kuin käytännössä on mahdollista.

*Huomautus: Generaattorilaitteiston oikosulkuvirta voi olla ajasta riippuva; verrattuna jakeluverkkosyötön oikosulkuvirtaan se voi olla paljon pienempi.*

551.4.2 Kun generaattorilaitteiston on tarkoitus toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa tai kun kaksi tai useampia generaattorilaitteistoja voi toimia rinnan, kiertäviä yliaaltovirtoja on rajoitettava siten, etteivät johtimet ylikuormitu.

Kiertävien yliaaltovirtojen vaikutuksia voidaan rajoittaa seuraavasti:

- valitsemalla generaattorit, joissa on kompensointikäänitys
- asentamalla sopiva impedanssi generaattoreiden tähtipisteiden välille
- asentamalla kytkimiä, jotka katkaisevat kiertovirralliset piirit, mutta jotka on lukittu toisiinsa siten, että kosketusjännitesuojaus toimii
- asentamalla suodattimia ja
- muilla sopivilla tavoilla.

*Huomautus: On kiinnitettävä huomiota suurimpaan jännitteeseen, joka voi syntyä harmonisia virtoja rajoittamaan kytketyn impedanssin yli.*

## 551.5 Lisävaatimukset sähköasennuksille, joissa generaattorilaitteiston syöttö on vaihtoehto yleisen jakeluverkon syötölle (varasyöttö)

551.5.1 Kohdan 461 erotusvaatimusten mukaan on varmistettava, ettei generaattori voi toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa. Sopivia menetelmiä ovat seuraavat:

- sähköinen, joko mekaaninen tai muunlainen lukitus vaihtokytkimen käyttömekanismien tai ohjauspiirien välillä
- lukitusjärjestelmä, johon on ainoastaan yksi erikseen luovutettava avain

- kolmiasentoinen vaihtokytkin, joka katkaisee toisen syötön, ennen kuin toinen syöttö kytkeytyy
- automaattinen vaihtokytkin, jossa on sopiva lukitus ja
- muut menetelmät, jotka ovat yhtä turvallisia.

551.5.2 TN-S-järjestelmissä, joissa nollajohdinta ei ole erotettu jakeluverkosta, vikavirtasuojakytkin on sijoitettava siten, etteivät jakeluverkon nollajohtimien maayhteydet aiheuta virheellistä toimintaa.

*Huomautus: Jos varavoimajärjestelmän turvallisuus on erityisesti otettava huomioon, TN-S-järjestelmässä voi olla tarpeen erottaa sähköasennuksen nollajohdin jakeluverkon nollajohtimesta. Näin ehkäistään häiriöitä, kuten salamoiden aiheuttamia indusoituneita syöksyjännitteitä.*

## 551.6 Lisävaatimukset sähköasennuksille, joissa generaattorilaitteisto voi toimia rinnan yleisen jakeluverkon kanssa

551.6.1 Kun valitaan ja käytetään generaattorilaitteistoa, joka on tarkoitettu toimimaan rinnan yleisen jakeluverkon kanssa, on huolehdittava siitä, ettei yleiseen verkkoon tai sähköasennukseen aiheudu häiriöitä. Tällaisia häiriöitä voivat olla esimerkiksi jännitteen vaihtelut, verkkojännitteen vääristymät, vaiheiden epäsymmetria sekä käynnistyksen ja tahdistuksen aiheuttamat häiriöt. Jakeluverkon haltijan kanssa on neuvoteltava mahdollisista erityisvaatimuksista. Jos generaattori täytyy tahdistaa verkkoon, tulisi käyttää automaattista tahdistuslaitteistoa.

551.6.2 Generaattorilaitteisto on varustettava suojalaitteilla, jotka voivat kytkeä laitteiston irti yleisestä verkosta, jos verkkosyöttö katkeaa tai jännite tai taajuus generaattorin liitännänavoissa poikkeaa tavanomaisesta.

Suojan tyyppi, herkkyys ja toiminta-aika riippuu yleisen jakeluverkon suojauksesta ja siksi suojat on valittava yhteistyössä jakeluverkon haltijan kanssa.

551.6.3 Generaattorilaitteisto ei saa kytkeytyä yleiseen jakeluverkkoon, jos jakeluverkon jännite ja taajuus poikkeavat kohdassa 551.6.2 vaadittujen suojalaitteiden toiminta-alueesta.

551.6.4 Generaattorilaitteisto on varustettava laitteilla, joilla sen voi erottaa yleisestä jakeluverkosta. Näiden laitteiden on oltava jatkuvasti yleisen jakeluverkon haltijan käytettävissä.

551.6.5 Kun generaattorilaitteisto voi toimia yleisen jakeluverkon vaihtoehtoisena syöttönä, sähköasennuksen on täytettävä kohdan 551.5 vaatimukset.

## 56 TURVASYÖTTÖJÄRJESTELMÄT

### 561 Yleistä

- 561.1.1 Turvasyöttöjärjestelmiä varten on valittava teholähde, joka kykenee pitämään yllä syöttöä riittävän pitkän ajan.
- 561.1.2 Turvasyöttöjärjestelmässä, jonka on toimittava tulipalon aikana, kaikkien laitteiden pitää olla suojattu joko rakenteeltaan tai asennustavaltaan riittävän pitkäksi ajaksi palolta.
- 561.2 Ensisijaisesti suositellaan käytettäväksi sellaista suojausta sähköiskulta, joka ei aiheuta syötön automaattista poiskytkentää. IT-järjestelmissä on käytettävä jatkuvasti toimivaa valvontalaitetta, joka antaa kuuluvan ja näkyvän hälytyksen ensimmäisestä viasta.
- 561.3 Sähkölaitteet on asennettava siten, että niitä on helppo tarkastaa, testata ja huoltaa säännöllisesti.

### 562 Turvasyöttöjärjestelmien teholähteet

*Huomautus: Ajoneuvojen käynnistysakut eivät yleensä täytä turvasyöttöjärjestelmien teholähteille asetettuja vaatimuksia.*

- 562.1 Teholähteet on asennettava kiinteästi ja siten, etteivät ne voi vaurioitua tavallisesti käytettävän syötön vioituessa.
- 562.2 Teholähteet on sijoitettava sopivaan tilaan ja niihin saavat päästä käsiksi ainoastaan ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt.
- 562.3 Tilassa, johon teholähteet on sijoitettu, on oltava riittävä ilmanvaihto. Pakokaasu, savu tai teholahteesta lähtevät kaasut eivät saa tunkeutua sellaiselle alueelle, jossa on ihmisiä.
- 562.4 Toisistaan riippumattomia, samasta jakeluverkosta lähteviä erillisiä syöttöjä ei sallita, ellei voida varmistaa, että molemmat syötöt eivät vioitu samanaikaisesti.
- 562.5 Turvasyöttöjärjestelmän teholähdettä ei saa käyttää muuhun tarkoitukseen. Jos käytettävissä on kuitenkin useampia teholähteitä, niitä voidaan käyttää varavoimajärjestelmän syöttöön. Tämä sallitaan vain, jos yhden teholahteen vioituessa jäljelle jäävä käytettävissä oleva teho riittää käynnistämään kaikki turvasyöttötoiminnot ja pitämään niitä yllä. Tämä edellyttää yleensä, että muut kuin turvasyöttöjärjestelmään liittyvät sähkölaitteet kytkeytyvät irti automaattisesti.
- 562.6 Kohdat 562.2 – 562.5 eivät koske sähkölaitteita, joita syötetään erikseen omista akuistaan.

## 563

### Virtapiirit

563.1 Turvasyöttöjärjestelmän virtapiirit eivät saa olla riippuvaisia muista virtapiireistä.

*Huomautus: Tämä tarkoittaa, että sähkövika tai mikä tahansa tapahtuma tai muutos yhdessä järjestelmässä ei vaikuta toisen järjestelmän oikeaan toimintaan. Tämä voi vaatia virtapiirien erottamista palonkestävillä aineilla, erillisiä asennusreittejä tai koteloiden käyttöä.*

563.2 Turvasyöttöjärjestelmän virtapiirit eivät saa kulkea palovaarallisten tilojen kautta, elleivät ne ole palonkestäviä. Virtapiirit eivät saa kulkea räjähdysvaarallisten tilojen kautta.

*Huomautus: Piirien viemistä palovaarallisten tilojen läpi on vältettävä, mikäli se on käytännössä mahdollista.*

563.3 Kohdan 473.1 mukainen ylikuormitussuojaus voidaan jättää pois.

563.4 Ylivirtasuojat on valittava ja asennettava siten, että ylivirta yhdessä virtapiirissä ei estä muiden virtapiirien oikeaa toimintaa.

563.5 Kytkinlaitteiden on oltava selvästi tunnistettavissa ja ne on sijoitettava tiloihin, joihin on pääsy ainoastaan ammattitaitoisilla tai opastetuilla henkilöillä.

563.6 Hälytyslaitteiden on oltava selvästi tunnistettavissa.

## 564

### Laitteet

564.1 Valaistusjärjestelmissä valolähteen on oltava sellainen, että määritelty valaistustaso saavutetaan vaaditussa ajassa.

564.2 Kahdesta eri virtapiiristä syötetyssä laitteessa yhdessä virtapiirissä esiintyvä vika ei saa huonontaa suojausta sähköiskulta tai toisen virtapiirin toimintaa. Tällaiset sähkölaitteet on kytkettävä tarvittaessa kummankin virtapiirin suoja-johtimiin.

## 565

### Erityisvaatimukset turvasyöttöjärjestelmille, joiden teholähteet eivät kykene toimimaan rinnan

565.1 Teholähteiden rinnakkain kytketyminen on estettävä esim. mekaanisella lukituksella.

565.2 Oikosulkusuojaus ja kosketusjännitesuojaus on varmistettava kummankin teholähteen osalta.

566

**Erityisvaatimukset turvasyöttöjärjestelmille, joiden  
teholähteet kykenevät toimimaan rinnan**

*Huomautus: Varavoimajärjestelmien rinnankäyttö vaatii yleensä syöttävän sähkölaitoksen luvan. Tämä voi vaatia erityislaitteita esimerkiksi takatehon välttämiseksi.*

566.1

Oikosulkusuojaus ja kosketusjännitesuojaus on varmistettava niissä tapauksissa, joissa laitteistoa syötetään vain yhdestä teholähteestä tai sitä syötetään rinnan kummastakin teholähteestä.

566.2

Tarvittaessa on rajoitettava järjestelmän nollapisteiden välistä kiertovirtaa. Erityisesti on otettava huomioon kolmas yliaalto.

**61 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET**

*Huomautus: Luvussa 61 mainitut tarkastukset on tarkoitettu asennuksen rakentajan tai haltijan tehtäväksi.*

**610 Yleistä**

- 610.1 Jokainen sähköasennus on tarkastettava silmämääräisesti asennuksen aikana tai sen valmistuessa ennen kuin se otetaan käyttöön. Lisäksi sille on tehtävä mahdollisuuksien mukaan sellaiset testit, joiden avulla todetaan, että tämän julkaisun vaatimuksia on noudatettu.
- 610.2 Kohdassa 514.5 vaaditut tiedot on annettava tarkastavien henkilöiden käyttöön.
- 610.3 Tarkastuksen ja testausten yhteydessä on toimittava niin, ettei aiheuteta henkilövaaraa ja ettei omaisuudelle ja asennetuille laitteille aiheudu vahinkoa.
- 610.4 Kun olemassa olevaa asennusta laajennetaan tai muutetaan, on todettava, että laajennus tai muutos on vaatimusten mukainen ja ettei se heikennä olemassa olevan asennuksen turvallisuutta.

**611 Silmämääräinen tarkastus**

- 611.1 Silmämääräinen tarkastus on yleensä tehtävä ennen testauksia ja yleensä tehtävä koko asennuksen ollessa jännitteettömänä.
- 611.2 Silmämääräisesti on tarkastettava, että kiinteästi asennetut sähkölaitteet:
- ovat niitä koskevien turvallisuusvaatimusten mukaisia
- Huomautus: Tämä voidaan tehdä esim. tutkimalla merkintöjä ja todistuksia.*
- ovat näiden vaatimusten ja valmistajan ohjeiden mukaisesti valittuja ja asennettuja sekä
  - eivät ole vaaraa aiheuttavalla tavalla näkyvästi vaurioituneita.
- 611.3 Silmämääräisessä tarkastuksessa on todettava vähintään seuraavat kohdat:
- sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät, mukaanlukien vaadittavien etäisyyksien mittaukset, jotka koskevat esimerkiksi suojausta käyttämällä

suojaus- tai koteloita, suojausta esteiden avulla tai suojausta sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle, ks. kohdat 412.2 – 412.4, 413.3 ja 471).

*Huomautus: Kohdassa 413.3 esitetty menetelmä "suojaus eristämällä käyttöpaikka" voidaan todeta vain silloin, kun laitteistossa on pelkästään kiinteästi asennettuja laitteita.*

- palosuojausten käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet (ks. luku 42)
- johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenalenneman kannalta (ks. kohta 523)
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu (ks. luku 53)
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus (ks. luku 46 ja kohta 537)
- sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan (ks. 512.2)
- nolla- ja suojajohtimien tunnuksiset (ks. kohta 514.3)
- piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo (ks. kohta 514.5)
- virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus (ks. kohta 514)
- johtimien liitosten sopivuus
- sähkölaitteiston käytön ja huollon vaatima tila.

## **612 Testaus**

### **612.1 Yleistä**

Seuraavat kyseeseen tulevat testit on tehtävä ja mieluiten seuraavassa järjestyksessä:

- suojajohtimien, PEN-johtimien ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuus (ks. kohta 612.2)
- asennuksen eristysresistanssi (ks. kohta 612.3)
- SELV- ja PELV-piirien tai suojaerotettujen piirien erotus (ks. kohta 612.4)
- lattia- ja seinäpintojen resistanssi (ks. kohta 612.5)
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta (ks. kohta 612.6)
- napaisuus (ks. kohta 612.7)
- jännitelujuus (ks. kohta 612.8)
- toiminta (ks. kohta 612.9).



Jos jossain testissä havaitaan vika, tämä ja sitä edeltävät testit, joissa saatuun tulokseen havaittu vika on voinut vaikuttaa, toistetaan sen jälkeen, kun vika on korjattu.

Tässä kuvatut testausmenetelmät ovat referenssimenetelmiä; muita menetelmiä saa käyttää, jos niiden avulla saadut tulokset ovat vähintään yhtä luotettavia.

## 612.2 Suojajohtimien, PEN-johtimien ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuus

Suojajohtimien, PEN-johtimien sekä pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien jatkuvuus on testattava. Suositellaan, että tämä testi tehdään käyttämällä syöttöä, jonka kuormittamaton jännite on 4 – 24 V tasa- tai vaihtojännitteellä ja jonka minimivirta on 0,2 A.

## 612.3 Asennuksen eristysresistanssi

Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä.

- Huomautus:*
- 1) *TN-C-järjestelmässä PEN-johdinta pidetään osana maata.*
  - 2) *Mittauksen aikana vaihe- ja nollajohtimet saa kytkeä yhteen (rinnan).*

**Taulukko 61 A.** Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot.

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,25
Enintään 500 V, edellä olevaa kohtaa lukuun ottamatta	500	≥ 0,5
Yli 500 V	1 000	≥ 1,0

Kunkin virtapiirin eristysresistanssi, joka on mitattu taulukon 61 A mukaisilla koejännitteillä, kun laitteet on kytketty pois, on tyydyttävä, jos eristysresistanssin arvo on vähintään yhtä suuri kuin taulukossa 61 A.

Mittaukset on tehtävä tasavirralla. Testauslaitteen on kyettävä syöttämään 1 mA virta, kun jännite on taulukon 61A mukainen.

Jos piiri sisältää elektronisia laitteita, eristysresistanssi mitataan ainoastaan yhteen kytkettyjen vaiheiden ja nollajohtimen sekä toisaalta maan välillä.

- Huomautus:* *Edellisen kappaleen mukainen kytkentä on tarpeen, koska kokeen tekeminen kytkemättä yhteen jännitteisiä johtimia voisi vaurioittaa elektronisia laitteita.*

## **612.4 SELV- ja PELV-piirien tai suojaerotettujen piirien erotus**

Virtapiirien erotus on tarkastettava kohdan 612.4.1 mukaisesti, kun suojaukseen on käytetty SELV-piiriä, kohdan 612.4.2 mukaisesti, kun suojaukseen on käytetty PELV-piiriä ja kohdan 612.4.3 mukaisesti, kun suojaukseen on käytetty suojaerotusta.

### **612.4.1 SELV**

Kohdan 411 mukainen jännitteisten osien erotus muiden virtapiirien jännitteisistä osista ja maasta todetaan mittaamalla eristysresistanssi. Resistanssiarvojen on oltava taulukon 61 A mukaisia.

### **612.4.2 PELV**

Kohdan 411 mukainen jännitteisten osien erotus muiden virtapiirien jännitteisistä osista todetaan mittaamalla eristysresistanssi. Resistanssiarvojen on oltava taulukon 61 A mukaisia.

### **612.4.3 Suojaerotus**

Kohdan 413.5 mukainen jännitteisten osien erotus muiden virtapiirien jännitteisistä osista ja maasta todetaan mittaamalla eristysresistanssi. Resistanssiarvojen on oltava taulukon 61 A mukaisia.

## **612.5 Lattia- ja seinäpintojen resistanssi**

Kun kohdan 413.3 vaatimukset on täytettävä, resistanssi on samassa tilassa mitattava vähintään kolmesta kohdasta. Yksi mittaus on tehtävä n. 1 m päässä jostakin kyseisen tilan kosketeltavasta muusta johtavasta osasta. Kaksi muuta mittausta tehdään kauempana.

Edellä mainittu mittausten sarja on tehtävä kaikille mittausta vaativille pinnoille.

Tämän osan liitteessä A on esimerkkimenetelmä lattia- ja seinäpinnoitteiden resistanssin mittaamisesta.

## **612.6 Syötön automaattisen poiskytkennän toiminta**

### **612.6.1 Yleistä**

Kosketusjännitesuojausmenetelmän toimivuus käytettäessä syötön automaattista poiskytkentää tarkastetaan seuraavasti:

## a) TN-järjestelmä

Kohdan 413.1.3.3 vaatimustenmukaisuus on todettava:

- 1) mittaamalla vikavirtapiirin impedanssi (ks. kohta 612.6.3). Vaihtoehtoisesti vaatimustenmukaisuus voidaan todeta mittaamalla suojajohtimien resistanssi (ks. kohta 612.6.4).

*Huomautus: Edellä mainitut mittaukset eivät ole tarpeen silloin, kun on käytettävissä laskelmat vikavirtapiirin impedanssista tai suojajohtimien resistanssista ja kun asennus on toteutettu siten, että johtimien pituus ja niiden poikkipinta voidaan tarkastaa. Tässä tapauksessa riittää suojajohtimien jatkuvuuden tarkastaminen (ks. kohta 612.2).*

- 2) tarkastamalla käytettyjen suojalaitteiden ominaisuudet (esim. tarkastamalla silmämääräisesti katkaisijoiden virta-asettelut ja sulakkeiden nimellisvirrat sekä testaamalla vikavirtasuojakytkimet).

*Huomautus: Liitteessä B on esimerkkejä vikavirtasuojakytkimien testausmenetelmistä.*

Lisäksi on varmistettava maadoitusresistanssin  $R_B$  tehokkuus, kun se on kohdan 413.1.3.7 mukaan tarpeen.

## b) TT-järjestelmä

Kohdan 413.1.4.2 vaatimustenmukaisuus on todettava:

- 1) mittaamalla asennuksen jännitteelle alttiiden osien maadoituselektrodin resistanssi (ks. kohta 612.6.2) ja
- 2) tarkastamalla käytetyn suojalaitteen ominaisuudet. Tämä tarkastus on tehtävä:

— vikavirtasuojakytkimille silmämääräisesti ja testaamalla.

*Huomautus: Liitteessä B on esimerkkejä vikavirtasuojakytkimien testausmenetelmistä.*

— ylivirtasuojille silmämääräisesti (esim. katkaisijoiden virta-asettelu, sulakkeiden nimellisvirta)

— suojajohtimille tarkastamalla niiden jatkuvuus (ks. kohta 612.2).

## c) IT-järjestelmä

Laskemalla tai mittaamalla ensimmäinen vian aiheuttama vikavirta.

*Huomautus: 1) Tämä mittaus ei ole tarpeen, jos asennuksen kaikki jännitteelle alttiit osat on liitetty syöttöverkon maadoitukseen (ks. kohta 312.2.3)*

ja järjestelmä on kytketty maahan impedanssin kautta (ks. kohta 413.1.5.1).

- 2) Mittaus tehdään vain siinä tapauksessa, että asiaa ei voida selvittää laskemalla, koska kaikkia parametreja ei tunneta. Mittauksen aikana on ryhdyttävä varotoimenpiteisiin kaksoisvian aiheuttaman vaaran välttämiseksi.

Jos olosuhteet toisen vian tapahtuessa ovat TT-järjestelmän mukaiset (ks. kohta 413.1.5.5 a), tarkastus tehdään kohdan 612.6.1 b mukaisesti.

Jos olosuhteet ovat TN-järjestelmän mukaiset (ks. 413.1.5.5 b), tarkastus tehdään kohdan 612.6.1 a mukaisesti.

*Huomautus:* Vikavirtapiirin impedanssia mitattaessa on välttämätöntä, että järjestelmän nollapiste ja suojajohdin yhdistetään asennuksen alkupisteessä keskenään vähäisen impedanssin kautta.

#### 612.6.2 Maadoituselektrodin resistanssin mittaaminen

Maadoituselektrodin resistanssi on mitattava soveltuvalla menetelmällä, kun sille on määrätty arvo (ks. kohdat 413.1.4.2 TT-järjestelmien osalta, 413.1.3.7 TN-järjestelmien osalta ja 413.1.5.3 IT-järjestelmän osalta).

- Huomautus:*
- 1) Liitteessä C on mittausmenetelmä, jossa käytetään kahta apumaadoituselektrodia ja määritellään ne ehdot, jotka on täytettävä.
  - 2) Kun TT-järjestelmää käytettäessä asennus sijaitsee siten, ettei kahta apumaadoituselektrodia voi käyttää (esim. kaupungeissa), saadaan vikavirtapiirin impedanssin (tai resistanssin) mittauksen tuloksena liian suuret arvot.

#### 612.6.3 Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen

Vikavirtapiirin impedanssi on mitattava piirin nimellistaajuudella.

*Huomautus:* Liitteessä D on esimerkkejä vikavirtapiirin impedanssin mittausmenetelmistä.

Mitatun vikavirtapiirin impedanssin on oltava TN-järjestelmissä kohdan 413.1.3.3 mukainen ja IT-järjestelmissä kohdan 413.1.5.6 mukainen.

*Huomautus:* Kun vikavirtapiirin impedanssin suuruuteen voi vaikuttaa erityisen suuret vikavirrat, voidaan tällaisilla virroilla tehtaassa tai laboratorioissa suoritettut mittaukset ottaa huomioon. Tämä pätee erityisesti tehdasvalmisteisille jakokeskuksille ja johtokanavajärjestelmille, metalliputkille sekä metallivaipalla varustetuille kaapeleille.

#### 612.6.4 Suojajohtimien resistanssin mittaaminen

612.6.4.1 Tarkastus suoritetaan mittaamalla jännitteelle alttiin osan ja sitä lähinnä olevan pääpotentiaalitasauksen pisteen välinen resistanssi  $R$ .

*Huomautus: Vaatimus koskee myös metalliputkia ja muita metallikoteloita, joita käytetään suojajohtimena kohdan 543.2 edellytyksin.*

Suositellaan, että tämä testi tehdään käyttämällä syöttöä, jonka kuormittamaton jännite on 4 – 24 V tasa- tai vaihtojännitteellä ja jonka minimivirta on 0,2 A.

Mitatun resistanssin  $R$  on täytettävä seuraava ehto:

$$R \leq \frac{U_c}{I_t}$$

jossa:

$U_c \hat{=}$  taulukon 61 B mukainen suurin sallittu kosketusjännite, joka on annettu taulukkojen 41 A ja 41 B mukaisille poiskytkentäajoille.

$I_t \hat{=}$  virta, joka aiheuttaa suojalaitteen automaattisen toiminnan taulukkojen 41 A ja 41 B mukaisessa ajassa.

**Taulukko 61 B.** Suurin sallittu kosketusjännite poiskytkentäajan funktiona.

Poiskytkentäaika s	Suurin sallittu kosketusjännite V
0,1	350
0,2	210
0,4	105
0,8	68
5	50

*Huomautus: Suurimmat sallitut kosketusjännitteiden arvot on määritetty julkaisun IEC 479-1 perusteella.*

Kun kohdan 413.1.3.6 mukaisesti on sallittu enintään 5 sekunnin poiskytkentäaika, tätä menetelmää ei voida käyttää.

612.6.4.2 Kun kohtien 612.6.3 ja 612.6.4.1 vaatimukset eivät täyty ja käytetään kohdan 413.1.6 mukaista lisäpotentiaalintasausta, tai muuten epävarmoissa tapauksissa, potentiaalintasaauksen luotettavuus on todettava kohdan 413.1.6.2 mukaisesti.

### **612.7 Napaisuus**

Koska yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty, napaisuuden toteamiseksi on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin.

### **612.8 Jännitelujuus**

Testi tehdään asennuspaikalla valmistettaville ja tyyppitestaamattomille laitteille. Testausmenetelmät on harkittavina. Toistaiseksi voidaan käyttää standardissa EN 60 439 esitettyä menetelmää.

### **612.9 Toiminta**

Erilaisille asennetuille laitteille, kuten kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille on tehtävä toimintatestit sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja säädetty oikein näiden vaatimusten mukaan.

Suojalaitteille on tehtävä tarpeen mukaan toiminnalliset kokeet sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja säädetty oikein.

### **MENETELMÄ LATTIA- JA SEINÄPINNOITTEIDEN RESISTANSSIN MITTAAMISEKSI**

Jännitelähteenä käytetään eristysresistanssimittaria, jonka tyhjäkäyntijännite tasajännitteellä on n. 500 V (tai 1 000 V, jos asennuksen nimellisjännite ylittää 500 V). Eristysresistanssimittarina käytetään omalla jännitelähteellä, esim. paristolla, varustettua mittaria.

Resistanssi mitataan mittauselektrodin ja asennuksen suojajohtimen väliltä.

Mittauselektrodina voidaan käyttää jompaa kumpaa seuraavista rakenteista. Epäselvissä tapauksissa mittauselektrodi 1 on referenssimenetelmä.

*Huomautus: Mittaus suositellaan tehtäväksi ennen pinnan viimeistelyä (lakkaaminen, maalaaminen tai vastaavat).*

#### **Mittauselektrodi 1**

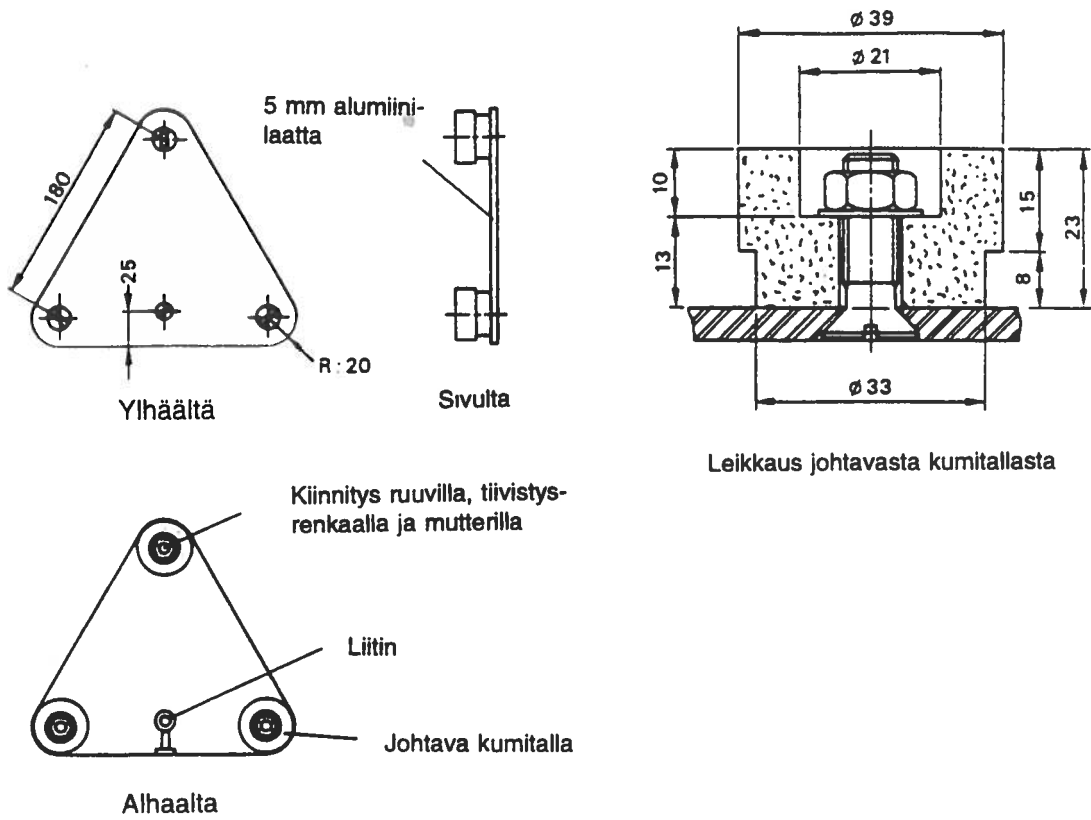
Mittauselektrodina on neliönmuotoinen metallilevy, jonka sivun pituus on n. 250 mm. Levyn ja mitattavan alustan väliin asetetaan vedellä kostutettu neliönmuotoinen paperi tai kangas, jonka sivun pituus on n. 270 mm. Paperista tai kankaasta on poistettu ylimääräinen vesi.

Resistanssia mitattaessa metallilevyä painetaan lattiaa vasten 750 N ja seinää vasten 250 N voimalla.

#### **Mittauselektrodi 2**

Mittauselektrodina on kolmijalkainen metallilevy, jonka alustaa vasten olevat jalat sijaitsevat tasasivuisen kolmion kärkipisteissä. Kussakin jalassa on joustava kumitalla, jolla varmistetaan kuormitetun levyn tiivis kosketus testattavan alustan kanssa alueella, joka on n. 900 mm<sup>2</sup>. Kunkin jalan resistanssin on oltava alle 5000 Ω.

Ennen mittauksia mitattava alusta kostutetaan tai peitetään kostutetulla kankaalla. Mitattaessa painetaan kolmijalkaista metallilevyä lattiaa vasten 750 N voimalla ja seinää vasten 250 N voimalla.



**Kuva A1. Mittauselektrodi 2.**



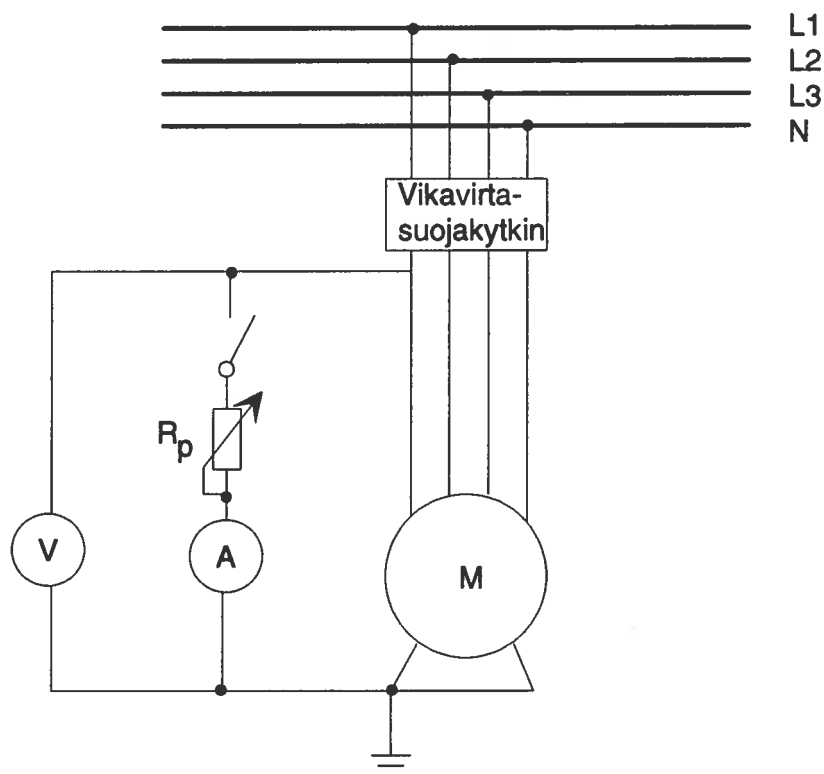
## VIKAVIRTASUOJAKYTKIMIEN TOIMINNAN TARKASTAMINEN

Seuraavat menetelmät ovat esimerkkejä.

### Menetelmä 1

Kuva B1 esittää periaatetta menetelmästä, jossa säädettävä resistanssi on kytketty kuormanpuoleisen jännitteisen johtimen ja jännitteelle alttiiden osien välille. Virtaa suurennetaan pienentämällä säädettävän resistanssin  $R_p$  arvoa.

Virta  $I_{\Delta}$ , jolla vikavirtasuojakytkin toimii, ei saa olla suurempi kuin vikavirtasuojakytkimen nimellistoimintavirta  $I_{\Delta n}$ .



**Kuva B1.**

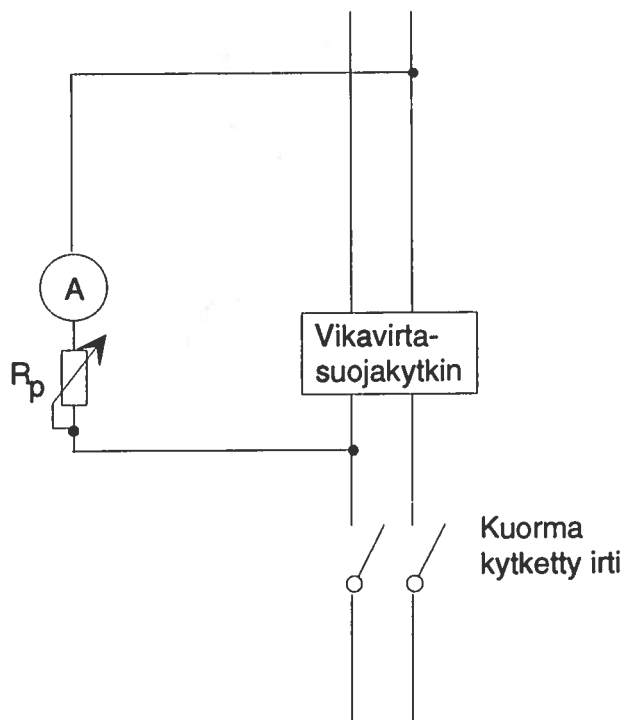
*Huomautus: Menetelmää 1 voidaan käyttää TN-S-, TT- ja IT-järjestelmissä. IT-järjestelmissä voi olla tarpeen kytkeä järjestelmän jokin piste kokeen ajaksi suoraan maahan, jotta vikavirtasuojakytkin toimisi.*

## Menetelmä 2

Kuva B2 esittää periaatetta menetelmästä, jossa säädettävä resistanssi on kytketty syöttöpuolen jännitteisen johtimen ja kuormanpuoleisen toisen jännitteisen johtimen välille.

Virtaa suurennetaan pienentämällä säädettävän resistanssin  $R_p$  arvoa.

Virta  $I_\Delta$ , jolla vikavirtasuojakytkin toimii, ei saa olla suurempi kuin vikavirtasuojakytken nimellistoimintavirta  $I_{\Delta n}$ . Kuormitus on kytkettävä irti testin ajaksi.



**Kuva B2.**

*Huomautus: Menetelmää 2 voidaan käyttää TN-S-, TT-, ja IT-järjestelmissä.*

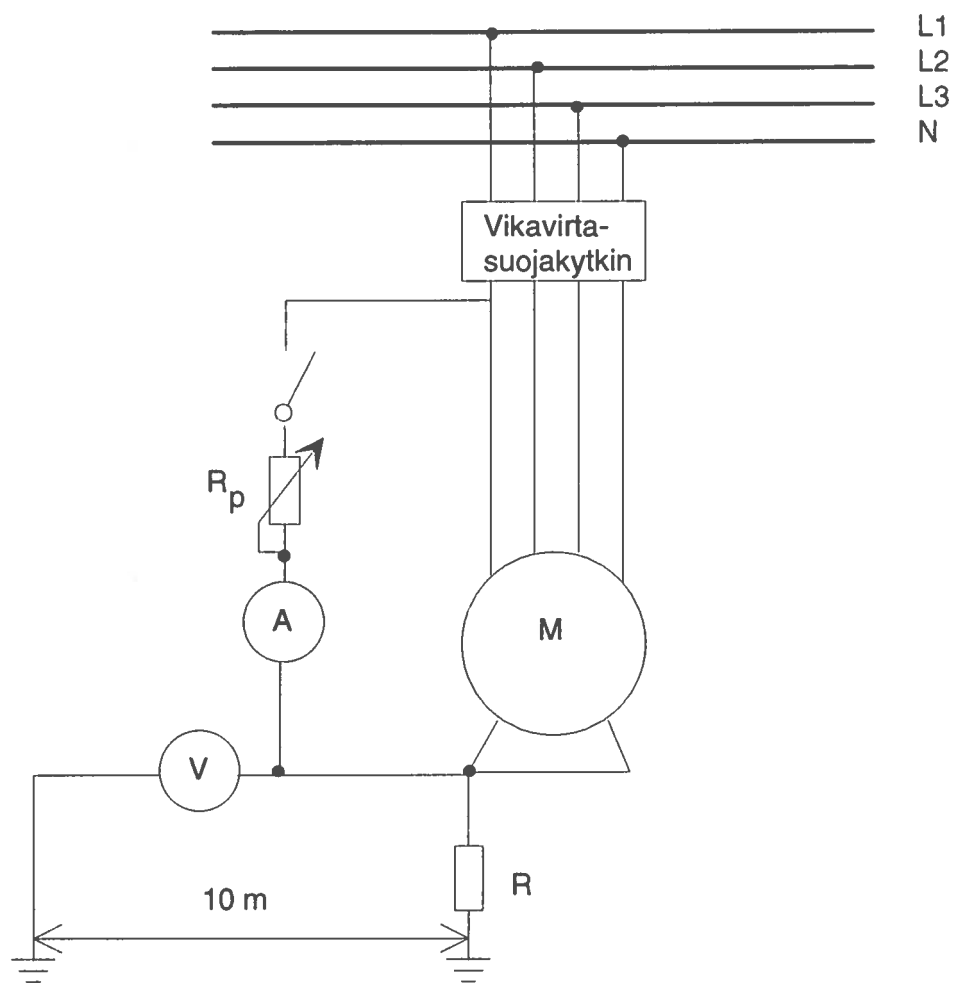
## Menetelmä 3

Kuvassa B3 on esitetty periaate menetelmästä, jossa käytetään apuelektrodia. Virtaa suurennetaan pienentämällä säädettävän resistanssin  $R_p$  arvoa. Tämän jälkeen mitataan jännite  $U$  jännitteelle alttiiden osien ja erillisen apuelektrodin välillä. Myös virta  $I_\Delta$  mitataan; se ei saa olla suurempi kuin vikavirtasuojakytken nimellistoimintavirta  $I_{\Delta n}$ .

Seuraava ehdon on täyttyvä:

$$U = U_L \times \frac{I_\Delta}{I_{\Delta n}}$$

jossa  $U_L$  on suurin sallittu kosketusjännitteen arvo.



**Kuva B3.**

- Huomautus:*
- 1) Menetelmää 3 voidaan käyttää vain tiloissa, joissa apuelektrodin käyttö on mahdollista.
  - 2) Menetelmää 3 voidaan käyttää TN-S-, TT- ja IT-järjestelmissä. IT-järjestelmissä voi olla tarpeen kytkeä järjestelmän jokin piste kokeen ajaksi suoraan maahan, jotta vikavirtasuojakytkin toimisi.

### MAADOITUSELEKTRODIN RESISTANSSIN MITTAAMINEN

Maadoitusresistanssia mitattaessa voidaan käyttää esim. seuraavaa menetelmää (ks. kuva C1):

Vakiosuuruisen vaihtovirran annetaan kulkea maadoituselektrodista  $T$  apumaadoituselektrodiin  $T_1$ , joka on sijoitettu sellaiselle etäisyydelle elektrodista  $T$ , että elektrodien resistanssit eivät vaikuta toisiinsa.

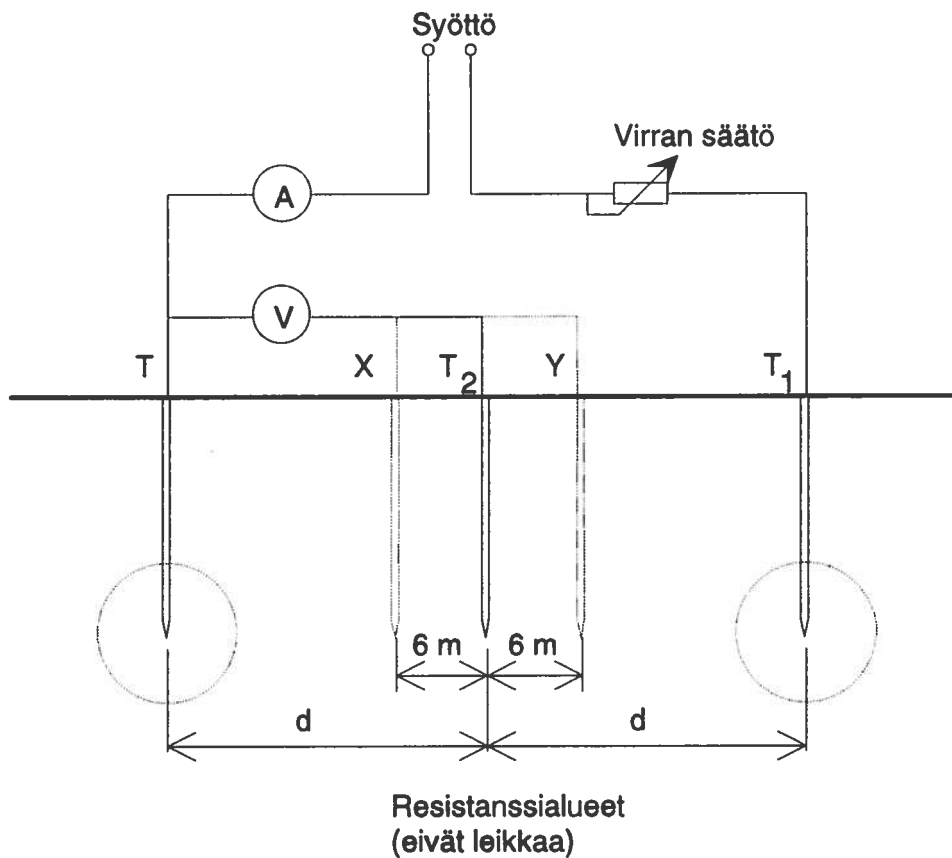
Toinen apumaadoituselektrodi  $T_2$ , jonka voi muodostaa maahan upotettu metallitanko, työnnetään puoleen väliin elektrodien  $T$  ja  $T_1$  välille ja mitataan jännitehäviö elektrodien  $T$  ja  $T_2$  välillä.

Maadoituselektrodin resistanssi saadaan jakamalla elektrodien  $T$  ja  $T_2$  välinen jännite virralla, joka kulkee elektrodista  $T$  elektrodiin  $T_1$ , edellyttäen että resistanssit eivät vaikuta toisiinsa.

Sen varmistamiseksi, että maadoituselektrodin resistanssi on oikea, mitataan kaksi muuta lukemaa siten, että toinen apuelektrodi  $T_2$  siirretään n. 6 m pois päin ja n. 6 m lähemmäksi elektrodia  $T$ . Jos näin saadut kolme eri tulosta ovat suunnilleen samanlaisia, voidaan kolmen mitatun arvon keskiarvoa pitää maadoituselektrodin  $T$  resistanssina. Jos mitatut arvot eivät ole samanlaisia, toistetaan mittaukset suurentamalla etäisyyttä elektrodien  $T$  ja  $T_1$  välillä.

Jos koe tehdään verkkotaajuisella virralla, volttimittarin sisäisen impedanssin on oltava vähintään 200  $\Omega/V$ .

Kokeessa käytetyn virtalähteen on oltava eristetty verkosta (esim. erillisillä käämeillä varustetulla muuntajalla).



**Kuva C1.**

- $T \hat{=}$  mittauksen kohteena oleva maadoituselektrodi sen ollessa irtikytkettynä kaikista muista jännitelähteistä.
- $T_1 \hat{=}$  apumaadoituselektrodi
- $T_2 \hat{=}$  toinen apumaadoituselektrodi
- $X \hat{=}$  elektrodin  $T_2$  sijainti tarkistusmittauksessa
- $Y \hat{=}$  elektrodin  $T_2$  sijainti toisessa tarkistusmittauksessa

Maadoitusmittaukset, ks. myös Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu D-15.

### VIKAVIRTAPIIRIN IMPEDANSSIN MITTAAMINEN

TN-järjestelmissä voidaan käyttää esim. seuraavia menetelmiä mitattaessa vikavirtapiirin impedanssi.

- Huomautus:*
- 1) Tässä liitteessä esitetyt menetelmät antavat vikavirtapiirin impedanssille vain likimääräiset arvot, koska niissä ei oteta huomioon jännitteen vektoriominaisuutta, eli niitä olosuhteita, jotka vallitsevat todellisen maasulun yhteydessä. Likimääräisyys on kuitenkin hyväksyttävissä edellyttäen, että tarkasteltavana olevan piirin reaktanssi on niin pieni, että sitä ei tarvitse ottaa huomioon.
  - 2) On suositeltavaa, että nollapisteen ja jännitteelle alltiiden osien välinen jatkuvuus testataan (ks. kohta 612.2) ennen vikavirtapiirin impedanssin mittausta.

#### Menetelmä 1:

#### Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen jännitteenaleneman avulla

Piirin jännite mitataan säädettävän kuormitusvastuksen  $R$  ollessa kytkettynä ja sen ollessa irtikytettynä. Vikavirtapiirin impedanssi lasketaan kaavasta

$$Z = \frac{U_1 - U_2}{I_R}$$

jossa:

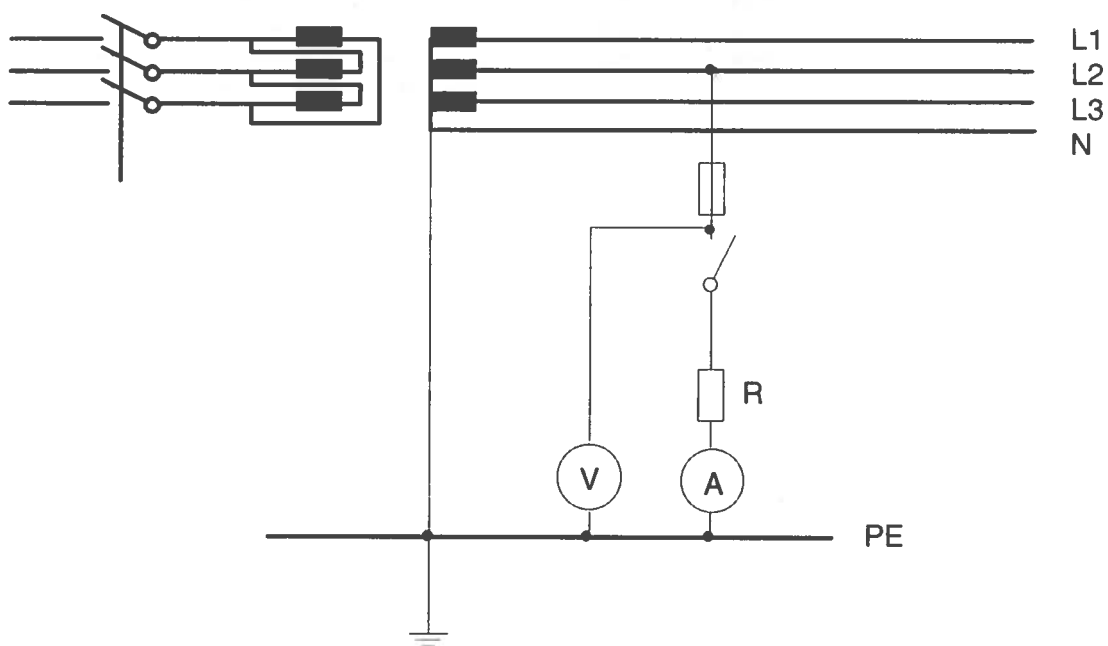
$Z \hat{=}$  vikavirtapiirin impedanssi

$U_1 \hat{=}$  jännite kuormitusresistanssin ollessa irtikytettynä

$U_2 \hat{=}$  jännite kuormitusresistanssin ollessa kytkettynä

$I_R \hat{=}$  kuormitusresistanssin läpi kulkeva virta.

*Huomautus:* Jännitteiden  $U_1$  ja  $U_2$  välisen eron tulee olla merkittävä.



Kuva D1.

**Menetelmä 2:**

**Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen erillisen jännitelähteen avulla**

Mittaus tehdään normaalin verkon ollessa irtikytkettynä ja muuntajan ensiöpuolen ollessa oikosuljettuna. Menetelmässä käytetään erillistä jännitelähdettä (ks. kuva D 2). Vikavirtapiirin impedanssi lasketaan kaavasta

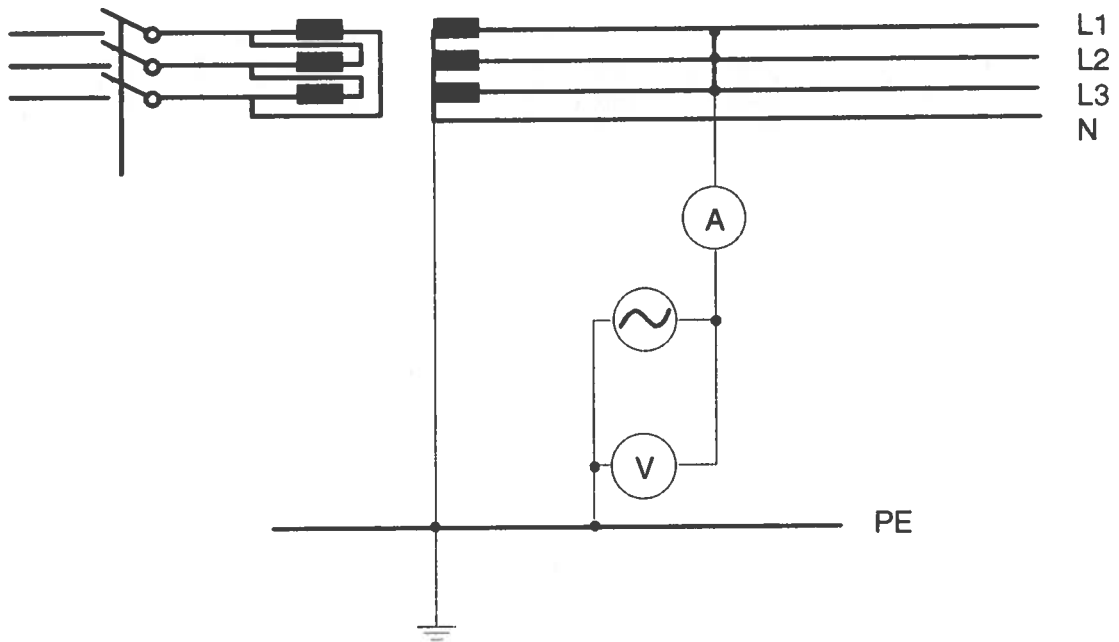
$$Z = \frac{U}{I}$$

jossa:

$Z \hat{=}$  vikavirtapiirin impedanssi

$U \hat{=}$  mitattu koejännite

$I \hat{=}$  mitattu koevirta



**Kuva D2.**



**700 Yhteiset vaatimukset****700.1 Yleistä**

Osan 7 vaatimukset joko täydentävät, muuttavat tai korvaavat osien 1 – 6 yleisiä vaatimuksia.

Lisäksi eräitä laitteistoja koskevia täydentäviä vaatimuksia on osassa 8.

*Huomautus: Kohdissa 701 – 706, 750 ja 751 viittaavat kohtanumeron jälkeen merkityt numerot osien 1 – 6 numerointiin. Niissä mainitaan ainoastaan ne kohdat, jotka sisältävät muutoksia osien 1 – 6 vaatimuksiin. Jos viittausta osien 1 – 6 numerointiin ei ole, osien 1 – 6 vaatimukset ovat voimassa.*

*Kohdissa 708, 709, 711 ja 713 numerointi ei viittaa osien 1 – 6 numerointiin.*

**701 Kylpy- ja suihkutilat****701.1 Soveltamisala**

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat tiloja, joissa on kylpyamme tai suihku. Näissä tiloissa sähköiskun aiheuttama vaara on lisääntynyt, koska kehon kokonaisresistanssi on pienentynyt ihon ollessa märkä ja kehon ollessa kosketuksessa maan potentiaalissa olevien osien kanssa.

Nämä vaatimukset eivät kohtaa 701.53 b) lukuun ottamatta koske sellaista tehdasvalmisteista rakenteeltaan suljettua suihkukaappia, jossa on oma suihkuallas ja vedenpoistojärjestelmä.

*Huomautus: Lääkinnälliseen hoitoon tarkoitetuissa kylpytiloissa voi olla erityisvaatimuksia.*

**701.3 Yleiset vaatimukset****701.32 Alueiden luokittelu**

Kylpytila ja suihkutila jaetaan seuraaviin alueisiin:

Alue 0 on kylpyammeen tai suihkualtaan sisäpuolinen tila.

Alue 1 on tila, joka ulottuu vaakasuunnassa kylpyammeen tai suihku-altaan ulkoreunaan, tai jos suihkuallasta ei ole, 0,6 m etäisyydelle suihkun suuttimesta. Pystysuunnassa alue 1 ulottuu 2,25 m korkeudelle lattiasta.

Alue 2 on tila, joka on alueen 1 ulkopuolella ja ulottuu vaakasuunnassa 0,6 m etäisyydelle alueesta 1. Pystysuunnassa alue 2 ulottuu 2,25 m korkeudelle lattiasta.

Alue 3 on tila, joka on alueen 2 ulkopuolella ja ulottuu vaakasuunnassa 2,4 m etäisyydelle alueesta 2. Pystysuunnassa alue 3 ulottuu 2,25 m korkeudelle lattiasta.

*Huomautus: Esimerkkejä alueista, joissa on otettu huomioon seinät ja kiinteästi asennetut osat, on kuvissa 701 A1, 701 A2, 701 B ja 701 C.*

## **701.4 Suojausmenetelmät**

### **701.41 Suojaus sähköiskulta**

*Huomautus: Pistorasioiden suojaaminen, ks. kohta 701.53 a).*

701.411.1.4.3 Kun käytetään SELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellisjännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

— käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään kotelointiluokan IPXXB mukainen suojaus tai

— käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

### **701.413.1.6 Lisäpotentiaalintasaus**

Vaativuudesta alueilla 1, 2 ja 3 olevien muiden johtavien osien yhdistämisestä potentiaalintasausjohtimilla jännitteelle alttiisiin osiin ei sovelleta Suomessa.

### **701.471 Suojaus sähköiskulta**

701.471.0 Alueella 0 saa käyttää vain SELV-järjestelmää, jonka nimellisjännite on enintään 12 V vaihtojännitteellä ja 30 V tasajännitteellä. Piiriin kuuluva suoja-jännitelähde on asennettava alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuolelle.

701.471.1 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla (412.3) eikä jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4).

701.471.2 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä (413.3) eikä suojausta paikallisella, maasta erotetulla potentiaalintasauksella (413.4).

## 701.5 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

### 701.51 Yleiset säännöt

701.512.2 Sähkölaitteiden koteloitiluokan on täytettävä vähintään seuraavat vaatimukset:

Alueella 0: IPX7

Alueella 1: IPX4, kuitenkin IPX5 julkisissa kylpytiloissa, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua

Alueella 2: IPX4, kuitenkin IPX5 julkisissa kylpytiloissa, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua

Alueella 3: IPX1, kuitenkin IPX5 julkisissa kylpytiloissa, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua.

### 701.52 Johtojen valinta ja asentaminen

701.520.01 Seuraavat vaatimukset koskevat pinta-asennusta ja seiniin enintään 5 cm syvyydelle asennettuja johtojärjestelmiä.

701.520.02 Johtojärjestelmän eristyksen on täytettävä kohdan 413.2 vaatimukset, eikä metallivaipallista johtojärjestelmää saa käyttää.

*Huomautus: Johtojärjestelmä voi koostua esimerkiksi eristysaineisiin asennusputkiin vedetyistä eristepääällysteisistä johtimista tai vaipallisista monijohdin-kaapeleista.*

701.520.03 Alueille 0, 1 ja 2 saa asentaa ainoastaan sellaisia johtojärjestelmiä, joita tarvitaan kyseisillä alueilla olevien sähkölaitteiden syöttämiseen.

701.520.04 Alueella 0, 1 ja 2 ei saa olla jakorasioita.

### 701.53 Kytkinlaitteet

a) Alueelle 0 ei saa asentaa kytkinlaitteita tai vastaavia.

Alueelle 1 ei saa asentaa kytkinlaitteita tai vastaavia lukuunottamatta SELV-järjestelmän kytkimiä, joiden syötön nimellisjännite on enintään 12 V vaihtojännitteellä ja 30 V tasajännitteellä. Piiriin kuuluva suojajännitelähde on asennettava alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuolelle.

Alueelle 2 ei saa asentaa kytkinlaitteita tai vastaavia lukuunottamatta seuraavia laitteita:

— SELV-järjestelmän kytkimiä, joiden syötön nimellisjännite on enintään 12 V vaihtojännitteellä ja 30 V tasajännitteellä. Piirin kuuluva suojajännitelähde on asennettava alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuolelle.

- parranajokoneelle tarkoitettuja pistorasioita, joita syötetään pistorasiaan yhdistetyllä pienitehoisella suojausluokan II suojaerotusmuuntajalla.

Alueelle 3 saa asentaa pistorasioita, kytkimiä ja varusteita ainoastaan, jos ne on suojattu jollain seuraavista tavoista:

- suojaerotuksella (413.5), johon on liitetty vain yksi laite
- SELV-järjestelmällä (411.1)
- syötön automaattisen poiskytkennän avulla, käyttäen nimellistoiminta-virralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä.

*Huomautus: Lankaohjattujen kytkimien eristysaineiset ohjauslangat sallitaan alueilla 1, 2 ja 3 edellyttäen, että ne täyttävät standardin IEC 669-1 vaatimukset.*

- b) Kytkinlaitteiden ja pistorasioiden on sijaittava vähintään 0,6 m etäisyydellä tehdasvalmisteisen suihkukaapin oviaukosta (ks. kuva 701 C).

## 701.55

### *Muut kiinteästi asennetut laitteet*

Alueella 0 saa olla vain sähkölaitteita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi nimenomaan kylpyammeessa tai suihkualtaassa.

Seuraavat vaatimukset eivät koske laitteita, joita syötetään kohdan 411.1 ja kohdan 701.411.1.4.3 vaatimusten mukaisesta SELV-piiristä.

Alueelle 1 saa asentaa ainoastaan vedenlämmittimiä.

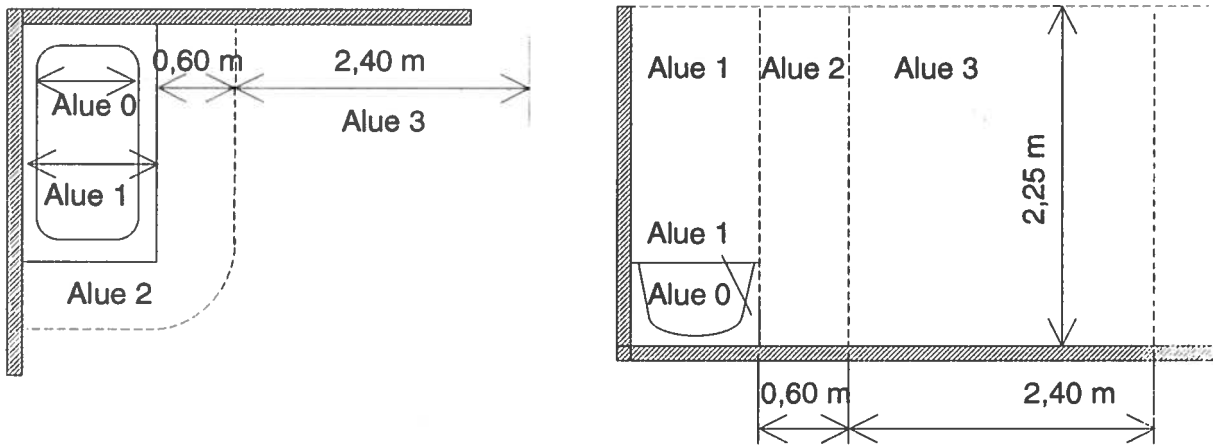
Alueelle 2 saa asentaa ainoastaan seuraavia laitteita:

- vedenlämmittimiä
- luokan I valaisimia, luokan I lämmittimiä ja porealtaaseen kuuluvia luokan I laitteita, jotka täyttävät laitestandardin vaatimukset ja jotka on tarkoitettu esimerkiksi saamaan aikaan paineilmaa poreallasta varten. Näiden laitteiden syöttöpiirissä on käytettävä vikavirtasuojakytkintä, jonka nimellistoimintavirta on enintään 30 mA sekä
- luokan II valaisimia, luokan II lämmittimiä ja porealtaaseen kuuluvia luokan II laitteita, jotka täyttävät laitestandardin vaatimukset.

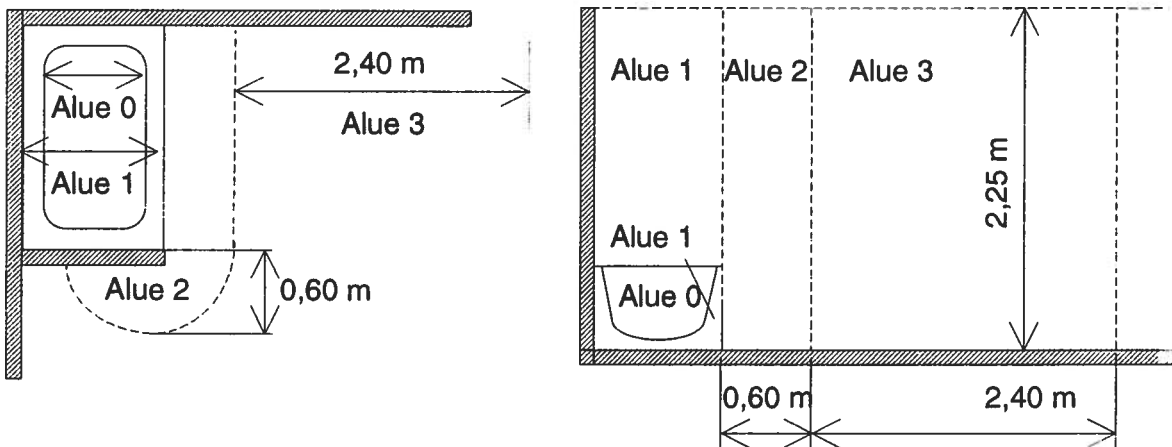
Yllä olevista vaatimuksista riippumatta porealtaaseen kuuluvat sähkölaitteet, jotka täyttävät laitestandardin vaatimukset, saa asentaa porealtaan alapuoleiseen tilaan alueella 1, jos tilaan pääsee käsiksi ainoastaan työkalun avulla.

Vaatimusta lattiaan asennettavien lämmityslaitteiden päälle tulevasta metalliverkosta ei sovelleta Suomessa.

## Kylpyamme

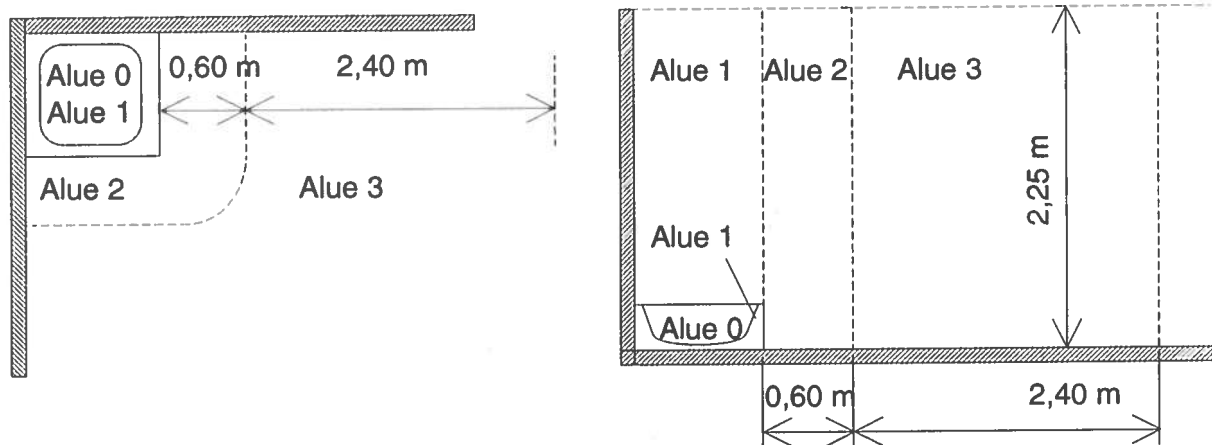


## Kylpyamme, jossa on kiinteä väliseinä

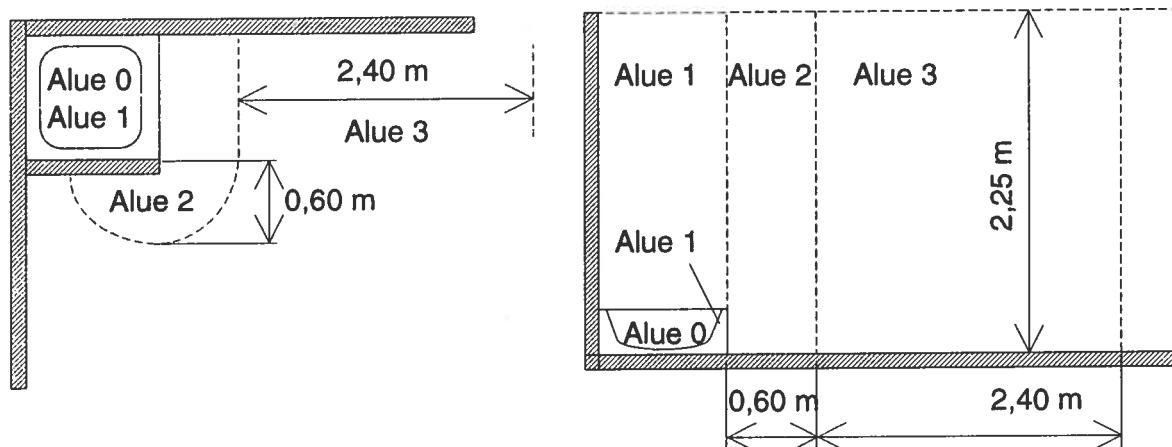


Kuva 701 A1. Alueiden mitat tilassa, jossa on kylpyamme.

## Suihkuallas

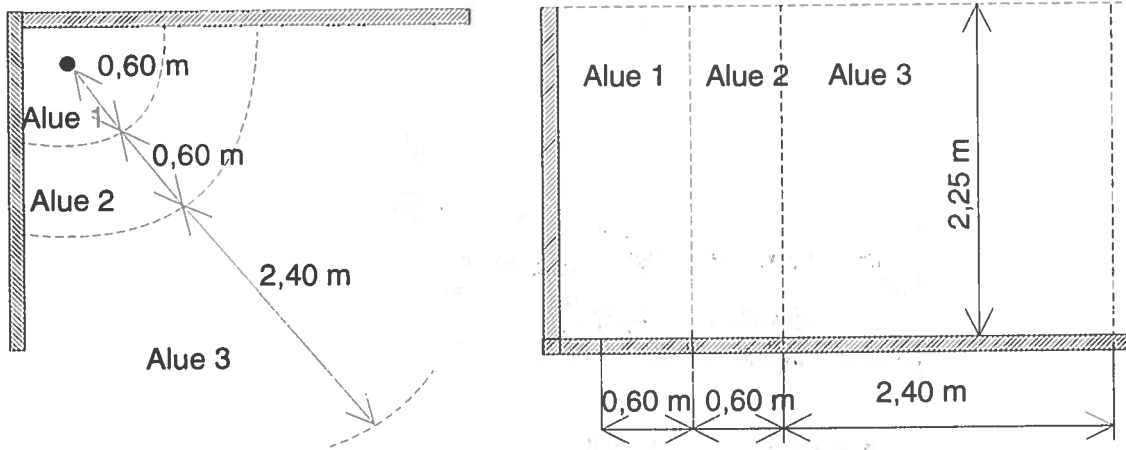


## Suihkuallas, jossa on kiinteä väliseinä

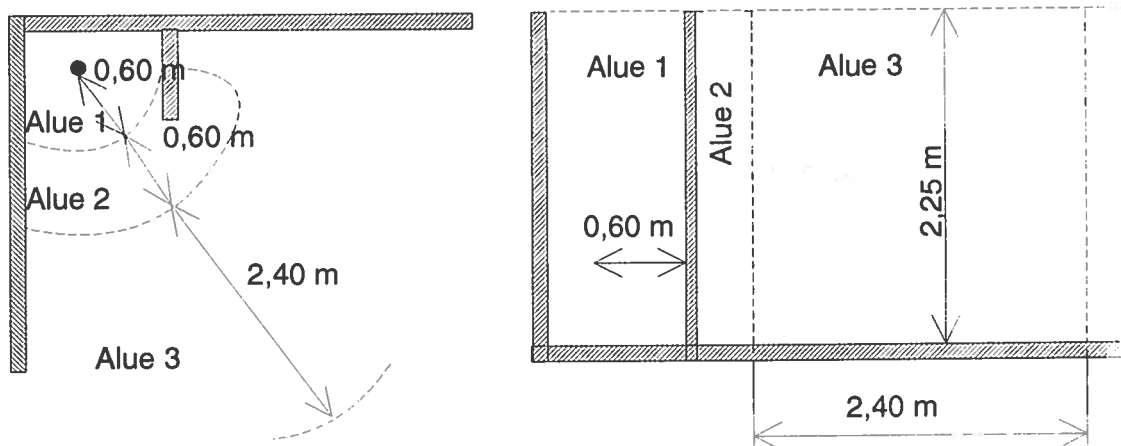


Kuva 701 A2. Alueiden mitat tilassa, jossa on suihkuallas.

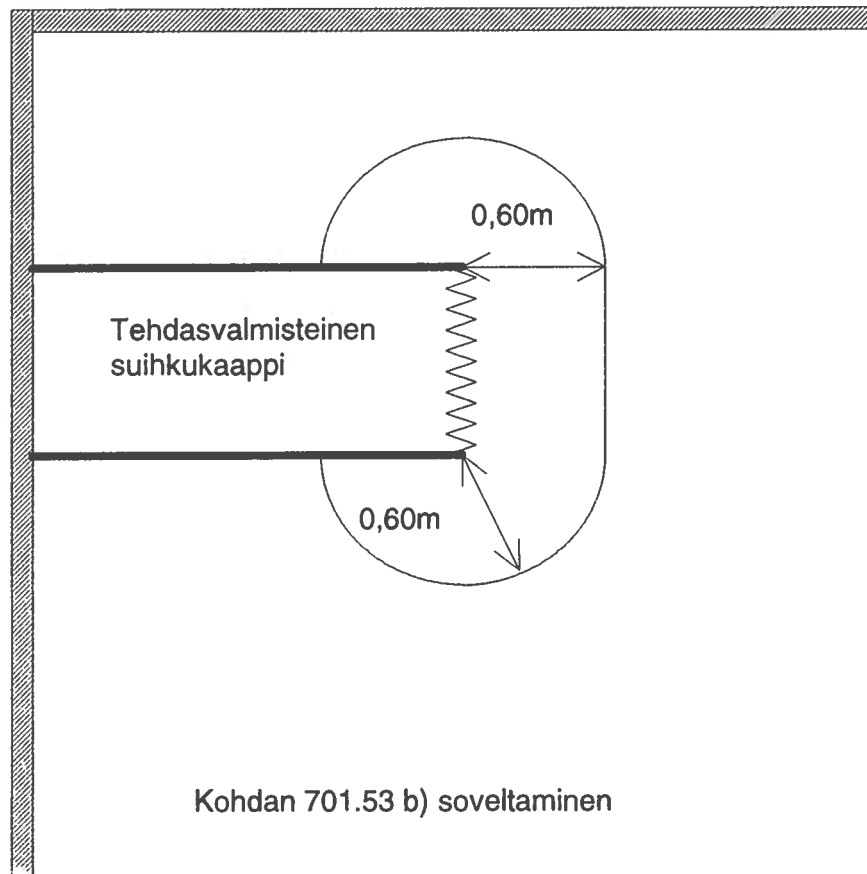
### Suihkutila ilman allasta



### Ilman allasta oleva suihkutila, jossa on kiinteä väliseinä



**Kuva 701 B.** Alueiden mitat tilassa, jossa on suihkutila ilman kylpyammetta tai suihkuallasta.



**Kuva 701 C.** Tehtasvalmisteinen suihkukaappi.



## 702 Uima-allastilat

### 702.1 Soveltamisala

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat uima- ja kahluuallastiloja sekä niiden läheisyydessä olevia alueita. Näissä tiloissa sähköiskun aiheuttama vaara on lisääntynyt, koska kehon kokonaisresistanssi on pienentynyt ihon ollessa märkä ja kehon ollessa kosketuksessa maan potentiaalissa olevien osien kanssa.

*Huomautus: Lääkinnälliseen hoitoon tarkoitetuissa uima-allastiloissa voi olla erityisvaatimuksia.*

### 702.3 Yleiset vaatimukset

#### 702.32 Alueiden luokittelu

Uima-allastilat jaetaan seuraaviin alueisiin:

- Alue 0 muodostuu uima-altaan sisäpuolisesta tilasta mukaan lukien sellaiset syvennykset tai vastaavat, joihin uima-altaassa olevat henkilöt pääsevät helposti.
- Alue 1 ulottuu vaakasuunnassa altaan reunasta 2 m etäisyydelle sekä pystysuunnassa 2,5 m korkeudelle lattiasta tai muusta pinnasta, jolla ihmisten oletetaan liikkuvan. Kun uima-altaaseen kuuluu hyppyteline, ponnahduslauta, lähtökoroke tai liukumäki, ulottuu alue 1 hyppytelineestä, ponnahduslaudasta tai lähtökorokkeesta vaakasuunnassa 1,5 m etäisyydelle sekä pystysuunnassa 2,5 m korkeudelle siitä pinnasta, jolla ihmisten oletetaan liikkuvan.
- Alue 2 ulottuu alueen 1 ulkopuolella vaakasuunnassa 1,5 m etäisyydelle alueesta 1 sekä pystysuunnassa 2,5 m korkeudelle lattiasta tai muusta pinnasta, jolla ihmisten oletetaan liikkuvan.

### 702.4 Suojausmenetelmät

#### 702.41 Suojaus sähköiskulta

702.411.1.4.3 Kun käytetään SELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellisjännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään kotelointiluokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

## 702.413.1.6 *Lisäpotentiaalintasaus*

Vaatimusta alueilla 1, 2 ja 3 olevien muiden johtavien osien yhdistämisestä potentiaalintasausjohtimilla jännitteelle alttiisiin osiin ei sovelleta Suomessa.

## 702.471 *Suojaus sähköiskulta*

702.471.0 Alueilla 0 ja 1 saa käyttää vain SELV-järjestelmää, jonka nimellisjännite on enintään 12 V vaihtojännitteellä ja 30 V tasajännitteellä. Piiriin kuuluva jännitelähde on asennettava kiinteästi alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuolelle. (Ks. kuitenkin kohta 702.53).

Laitteet, joita käytetään vain silloin, kun ihmiset ovat alueen 0 ulkopuolella, hyväksytään edellyttäen, että käyttäjiä varoitetaan esimerkiksi laitteiden sopivilla merkinnöillä ja on olemassa käyttöohjeet. Laitteet on suojattava jollakin seuraavassa esitetyistä tavoista:

- niitä syötetään erikseen kohdan 413.5.1 mukaisesta suojaerotusmuuntajasta
- niitä syötetään SELV-piiristä (411.1) tai
- ne suojataan nimellistoimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojakyt-kimellä.

702.471.1 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla (412.3) eikä jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4).

702.471.2 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä (413.3) eikä suojausta paikallisella, maasta erotetulla potentiaalintasauksella (413.4).

## 702.5 **Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen**

### 702.51 *Yleiset säännöt*

702.512.2 Sähkölaitteiden kotelointiluokan on täytettävä vähintään seuraavat vaatimukset:

Alueella 0: IPX8

Alueella 1: IPX5

IPX4 pienissä sisällä olevissa allastiloissa, jos niitä ei tavallisesti puhdisteta suihkuttamalla.

Alueella 2: IPX2 sisällä olevissa allastiloissa

IPX4 ulkona olevissa allastiloissa, kuitenkin

IPX5, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua.

### 702.52 *Johtojen valinta ja asentaminen*

702.520.01 Seuraavat säännöt koskevat pinta-asennuksena toteutettuja johtojärjestelmiä ja seiniin enintään 5 cm syvyydelle asennettuja johtojärjestelmiä.

- 702.520.02 Alueilla 0 ja 1 ei saa käyttää metallivaipallista johtojärjestelmää.
- Alueella 2 johtojärjestelmässä ei saa olla kosketeltavaa metallista päällystä.
- Huomautus: Johto voi koostua esimerkiksi eristysaineisiin asennusputkiin vedetyistä eristepäällysteisistä johtimista tai vaipallisista monijohdinkaapeleista.*
- 702.520.03 Alueille 0 ja 1 saa asentaa ainoastaan sellaisia johtojärjestelmiä, joita tarvitaan kyseisillä alueilla olevien sähkölaitteiden syöttämiseen.
- 702.520.04 Alueilla 0 ja 1 ei saa olla jakorasioita.
- 702.53 *Kytkinlaitteet*
- Alueille 0 ja 1 ei saa asentaa kytkinlaitteita tai vastaavia laitteita lukuun ottamatta asennuksia pienissä uima-allastiloissa, joissa pistorasiaa ei voi asentaa alueen 1 ulkopuolelle.
- Pistorasiat sallitaan alueella 1 vain, jos ne on asennettu vähintään kosketusetäisyyden eli 1,25 m etäisyydelle alueen 0 rajoista ja vähintään 0,3 m korkeudelle lattiasta. Lisäksi pistorasia on suojattava jollain seuraavista tavoista:
- nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä
  - syöttämällä pistorasiaa erikseen suojaerotuksella (413.5). Suojaerotusmuuntaja on asennettava tällöin alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuolelle.
- Alueella 2 saa olla pistorasioita, kytkimiä tai vastaavia ainoastaan, jos
- niitä syötetään erikseen omasta kohdan 413.5.1 vaatimusten mukaisesta suojaerotusmuuntajasta tai
  - niitä syötetään SELV-piiristä (411.1) tai
  - ne suojataan nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä.
- 702.55 *Muut kiinteästi asennetut laitteet*
- Alueilla 0 ja 1 saa olla vain sellaisia kiinteästi asennettuja laitteita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi uima-altaassa.
- Alueella 2 olevat sähkölaitteet saavat olla
- luokkaa II, jos ne ovat valaisimia tai
  - luokkaa I, jos ne on suojattu nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä, tai
  - sellaisia, että niitä syötetään kohdan 413.5.1 mukaisella erillisellä suojaerotusmuuntajalla tai vastaavalla jännitelähteellä.
- Vaativuudesta lattiaan asennettavien lämmityslaitteiden päälle tulevasta metalliverkosta ei sovelleta Suomessa.



## 703 Saunat

### 703.1 Soveltamisala

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat ensisijaisesti asennuksia saunan löylyhuoneissa, joissa on standardin SFS-EN 60 335-2-53 mukainen sähkökiuas. Vaatimukset soveltuvat myös sellaisten löylyhuoneiden asennuksiin, joissa on muu kuin sähkölämmiteinen kiuas.

703.2.1 Löylyhuone: Huone tai tila, jossa ilma lämmitetään kuumaksi ja jossa ilman suhteellinen kosteus on yleensä pieni ja nousee vain lyhytaikaisesti, kun kiukaalle heitetään vettä.

### 703.4 Suojausmenetelmät

#### 703.41 Suojaus sähköiskulta

703.411.1.4.3 Kun käytetään SELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellisjännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään koteloitiluokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

#### 703.471 Suojaus sähköiskulta

703.471.1 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla (412.3) eikä jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4).

703.471.2 Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä (413.3) eikä suojausta paikallisella, maasta erotetulla potentiaalintasauksella (413.4).

### 703.5 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen

#### 703.51 Yleiset säännöt

703.512.2 Sähkölaitteen koteloitiluokan on täytettävä vähintään IP24 vaatimukset.

Löylyhuone jaetaan neljään alueeseen (ks. kuva 703 A).

Alue 1, johon saa asentaa ainoastaan kiukaan sekä sen käyttöön kuuluvia sähkölaitteita.

Alue 2, jolla sähkölaitteiden lämmönkestävyydelle ei aseteta mitään erityisvaatimuksia.

Alue 3, jossa sähkölaitteiden on kestettävä vähintään 125 °C ympäristön lämpötila.

Alue 4, jossa sähkölaitteiden on kestettävä yhtä hyvin lämpöä kuin alueella 3. Alueella saa olla ainoastaan valaisimia, jotka on asennettu siten, etteivät ne itse kuumene tai kuumenna ympäristöä liikaa. Lisäksi alueella saa olla kiukaan ohjaukseen ja säätöön tarvittavia laitteita ja niihin kuuluvia kaapeleita.

703.52

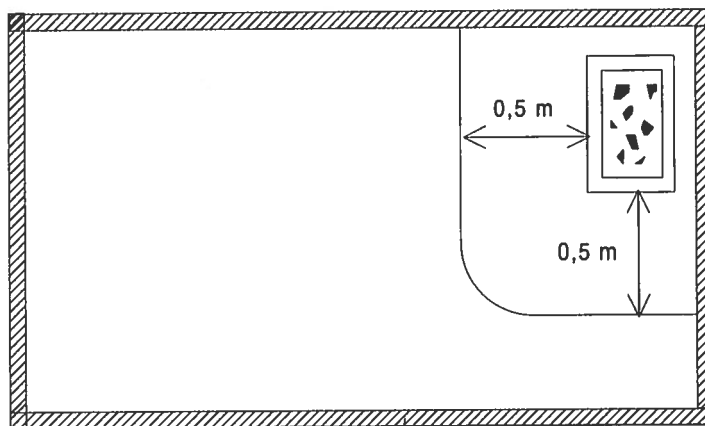
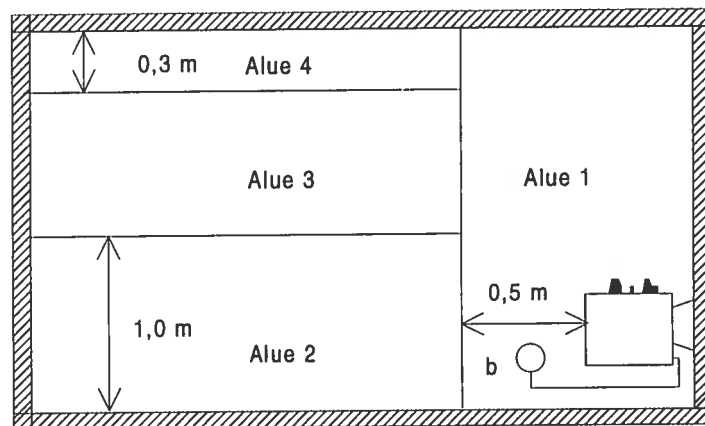
*Johtojen valinta ja asentaminen*

Johtojärjestelmän eristyksen on täytettävä kohdan 413.2 vaatimukset. Metallivaipallisia kaapeleita ei saa käyttää.

703.53

*Kytkinlaitteet*

Muita kuin kiukaaseen kuuluvia kytkinlaitteita ei saa asentaa löylyhuoneeseen. Löylyhuoneeseen ei saa asentaa pistorasioita.



lämpöeristys

b = liitännätarasia

**Kuva 703 A.** Eri alueet ympäristön lämpötilan kannalta.

*Huomautus:* Alue 2 ulottuu HD-asiakirjan 0,5 m:stä poiketen 1,0 m korkeudelle ja alue 1 ulottuu kattoon saakka (HD:ssä 0,30 m etäisyydelle katosta).

## 704 Rakennustyömaat

### 704.1 Soveltamisala

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat tilapäisiä sähköasennuksia

- uudisrakennustyömailla
- käytössä olevissa rakennuksissa, kun rakennusta korjataan, muutetaan, laajennetaan tai puretaan
- julkisen rakentamisen työmailla
- maarakennustyömailla
- vastaavilla muilla työmailla.

Tämän kohdan vaatimukset eivät koske kaivosten ja avolouhosten sähköasennuksia.

Rakennusten osia, joihin tehdään rakenteellisia muutoksia (esim. laajentaminen, merkittävä korjaus tai purkaminen), pidetään rakennustyömaina niin kauan kuin työ kestää ja vaatii tilapäisasennuksia.

Rakennustyömaiden yleisten tilojen sähköasennuksia (toimistot, pukuhuoneet, kokoushuoneet, ruokalat, ravintolat, lepo- ja yöpymishuoneet, käymälät jne.) koskevat osien 1 – 6 yleiset vaatimukset.

*Huomautus: Erikoistiloja voi koskea ankarammat vaatimukset, esimerkiksi kohdan 706 ahtaita johtavia tiloja koskevat vaatimukset.*

704.1.5 Rakennustyömailla kiinteät asennukset rajoittuvat pääkeskukseen, joka sisältää pääkytkimen ja pääsulakkeet tai vastaavat tilapäisasennusten ylivirtasuojat.

Kuorman puoleisia asennuksia pidetään siirrettävinä asennuksina lukuun ottamatta niitä asennuksen osia, jotka on tehty luvun 52 johtojärjestelmiä koskevien vaatimusten mukaisesti.

### 704.3 Yleiset vaatimukset

#### 704.313 Syöttöjärjestelmät

704.313.1.3 Jokaisesta sähkölaitteesta on tiedettävä, mistä jännitelähteestä sitä syötetään, ja jokainen sähkölaite saa sisältää ainoastaan yhteen ja samaan syöttöön liitettyjä osia. Tämä ei koske ohjaus- ja merkinantovirtapiirejä eikä varavoimajärjestelmien syöttöjä.

*Huomautus: Rakennustyömaata voidaan syöttää useammasta jännitelähteestä, mukaan luettuina kiinteät ja siirrettävät generaattorilaitteistot.*

## **704.4 Suojausmenetelmät**

- 704.41 *Suojaus sähköiskulta*
- 704.413.1 *Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla*
- 704.413.1.5 *IT-järjestelmät*

Jos IT-järjestelmässä asennusta syötetään rakennustyömaahan kuuluvasta muuntajasta, järjestelmä on varustettava maasulun valvontalaitteella.

### **704.471 *Suojaus sähköiskulta***

Kohdan 471 vaatimusten lisäksi ovat seuraavat vaatimukset voimassa:

Kun kosketusjännitesuojaukseen käytetään syötön automaattista poiskytkentää, on kosketusjännite, joka on suurempi kuin 25 V vaihtojännitteellä (teholisarvo) ja suurempi kuin 60 V sykkeettömällä tasajännitteellä, kytkettävä pois kohdan 481.3 taulukon 48 A osoittamassa ajassa.

Nimellisvirraltaan enintään 32 A pistorasiat on joko suojattava vikavirtasuojakytkimillä, joiden nimellistoimintavirta on enintään 30 mA (412.5), tai ne on liitettävä SELV-piiriin (411.1), tai kutakin pistorasiaa on syötettävä erillisestä suojaerotusmuuntajasta (413.5).

## **704.5 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen**

### **704.51 *Yleiset säännöt***

704.511.1 Rakennustyömailla käytettävien työmaakeskusten on oltava standardin SFS-EN 60439-4 mukaisia.

704.512.2 Työmaakeskusten kotelointiluokan on oltava standardin SFS-EN 60439-4 mukainen.

Muiden laitteiden kotelointiluokan on vastattava ulkoisten tekijöiden vaikutuksia.

### **704.52 *Johtojen valinta ja asentaminen***

Johdot on asennettava siten, ettei johtimien liittimiin kohdistu räsitusta, ellei niitä ole erityisesti tehty kestäväksi räsituksia.

Vaurioiden välttämiseksi kaapeleita ei tulisi viedä työmaan teiden tai jalkakäytävien poikki. Jos näin kuitenkin tehdään, kaapelit on erityisesti suojattava mekaaniselta vaurioitumiselta ja koskettamiselta työmaan rakenteisiin.

Taipuisien kaapeleiden on oltava tyyppiä H07RN-F tai vastaavaa rakennetta.

Rakennustyömaan ilmajohtojen on täytettävä Sähkötarkastuskeskuksen julkaisun A 4 vaatimukset.



704.53 *Kytkinlaitteet*

704.537 *Erotus- ja kytkentälaitteet*

Jokaisen rakennustyömaan sähkönsyötön liittymiskohdassa on oltava pääkeskus, jossa on pääkytkin ja muut ensisijaiset suojalaitteet.

Jokaisen jakokeskuksen syötössä on oltava laite tai laitteet erotusta ja kytkentää varten.

Kaikkien sellaisten kulutuskojeiden syötöissä, joissa on tarpeen erottaa vaaran poistamiseksi kaikki jännitteiset johtimet, on oltava hätäkytkinlaitteet.

Pää- ja ryhmäjohtojen erotus- ja suojalaitteet saavat sijaita pääkeskuksessa tai pääkeskuksesta syötetyissä erillisissä keskuksissa.

Syötön erotuslaitteet on voitava lukita auki-asentoon (ks. kohta 462.2) esimerkiksi lukolla tai sijoittamalla erotuslaitteet lukittavaan koteloon.

Kulutuskojeita on syötettävä ryhmäkeskuksista, joissa jokaisessa on:

- ylivirtasuojat
- laitteet kosketusjännitesuojausta varten ja
- pistorasiat.

Turvasyöttö- ja varavoimajärjestelmät on liitettävä sellaisilla laitteilla, että eri syöttöjärjestelmät eivät voi kytkeytyä yhteen.

704.538 *Pistorasiat*

Pistorasioiden on oltava:

- kohdan 704.537 mukaisten jakokeskusten sisällä
- vastaavien jakokeskusten ulkoseinällä tai
- jatkojohdossa tai kaapelikelassa.

**705 Maa- ja puutarhatalouden sähköasennukset**

**705.1 Soveltamisala**

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat kaikkia kiinteitä asennuksia maa- ja puutarhatalouden sisä- ja ulkotiloissa sekä eläimille tarkoitetuissa tiloissa (esim. navetoissa, talleissa, sikaloissa, kanaloissa, rehun käsittely- ja varastointitiloissa sekä heinien, olkien ja lannoitteiden varastointitiloissa).

Vaatimukset eivät koske maatilojen asuinrakennuksia.

## 705.4 Suojausmenetelmät

### 705.41 Suojaus sähköiskulta

705.411.1.4.3 Kun käytetään SELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellijännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään kotelointi-luokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

705.412.5 Virtapiirit, jotka syöttävät pistorasioita, on suojattava nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimillä.

705.413.1 Kun eläimille tarkoitetuissa tiloissa käytetään kosketusjännitesuojaukseen syötön automaattista poiskytkentää, on kosketusjännite, joka on suurempi kuin 25 V vaihtojännitteellä (tehollisarvo) ja suurempi kuin 60 V sykkeettömällä tasajännitteellä, kytkettävä pois kohdan 481.3 taulukon 48 A osoittamassa ajassa.

705.413.1.6 Eläimille tarkoitetuissa tiloissa on tehtävä lisäpotentiaalintasaus, jolla on yhdistettävä kaikki asennuksen suojajohtimet, jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat, joita karja voi koskettaa.

*Huomautus: Suositellaan käytettäväksi lattiaan upotettua, suojajohtimeen yhdistettyä metalliverkkoa.*

### 705.42 Suojaus lämmön vaikutuksilta

#### 705.422 Palosuojaus

Palosuojausta varten on asennettava vikavirtasuojakytkin, jonka nimellistoimintavirta on enintään 500 mA.

Karjan hoidossa käytettävät lämpökojeet on kiinnitettävä siten, että ne ovat riittävän etäällä karjasta ja riittävän kaukana syttyivistä aineista, jotta vältetään karjan palovammat ja tulipaloriski.

Säteilylämmittimillä etäisyyden on oltava vähintään 0,5 m, ellei lämmittimen valmistaja ole käyttöohjeessa määritellyt etäisyyttä vielä suuremmaksi.

#### 705.482 Palosuojaus

*Huomautus: 1) Karjan evakuointi hätätapauksessa on otettava huomioon. Tällöin voi olla tarpeen noudattaa kohdan 482.1 vaatimuksia.*

*2) Palovaarallisissa tiloissa on noudatettava kohdan 482.2 vaatimuksia.*

## **705.5 Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen**

### *705.51 Yleiset säännöt*

705.512 Sähkölaitteiden kotelointiluokan on täytettävä vähintään IP44 vaatimukset.

*Huomautus: Korkeampi kotelointiluokka voi olla tarpeen ulkoisten tekijöiden vaikutusten takia.*

### *705.53 Kytkinlaitteet*

705.532.2 *Huomautus: Suositellaan, että ryhmäjohdot suojataan vikavirtasuojakytkimellä, jonka nimellistoimintavirta on mahdollisimman pieni, enintään 30 mA.*

### *705.537 Erotus- ja kytkentälaitteet*

Hätäkytkin- ja hätäpysäytyslaitteita ei saa asentaa karjan ulottuville tai sellaiseen paikkaan, johon karja voi esteistä huolimatta päästä. Tässä on otettava huomioon myös karjan joutuminen paniikkiin.

### *705.55 Muut laitteet*

*Huomautus: 1) Kun sähköaitoja käytetään ilmajohtojen läheisyydessä, olisi otettava huomioon riittävät etäisyydet induktiovirtojen takia.*

*2) Laajamittaisessa karjanhoidossa olisi otettava huomioon luvut 35 ja 56, erityisesti karjan elintoiminnot turvaavissa järjestelmissä.*

## **706 Ahtaat johtavat tilat**

### **706.1 Soveltamisala**

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat ahtaissa johtavissa tiloissa olevia kiinteästi asennettuja sähkölaitteita ja siirrettävien sähkölaitteiden syöttöjä vastaavissa tiloissa.

Ahdas johtava tila muodostuu pääasiassa ympäröivistä metallisista tai muista johtavista rakenteista. Tällaisessa tilassa on todennäköistä, että ihminen joutuu suurella osalla kehoaan koskettamaan ympäröiviä johtavia osia ja mahdollisuudet irrottautua tällaisesta kosketuksesta ovat rajoitetut.

Nämä erityisvaatimukset eivät koske tiloja, joissa ihminen voi vapaasti työskennellä ja joihin voi vapaasti mennä tai joista voi poistua joutumatta kosketuksiin johtavien osien kanssa.

## 706.4 Suojausmenetelmät

### 706.41 Suojaus sähköiskulta

706.411.1.4.3 Kun käytetään SELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellijännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

- käyttämällä suojuksia tai koteloita, joilla saavutetaan vähintään kotelointiluokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

### 706.471 Suojaus sähköiskulta

#### 706.471.1 Kosketussuojaus

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla (412.3) eikä jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4).

#### 706.471.2 Kosketusjännitesuojaus

Ainoastaan seuraavat suojausmenetelmät ovat sallittuja:

a) Kädessä pidettävien työkalujen ja siirrettävien mittalaitteiden syöttämiseen:

- SELV-piirit (411.1) tai
- suojaerotus (413.5) edellyttäen, että suojaerotusmuuntajan toisiokäämiin kytketään ainoastaan yksi laite.

*Huomautus: Suojaerotusmuuntajassa voi olla useampi toisiokäämi.*

b) Käsivalaisimen syöttämiseen:

- SELV-piiri (411.1).

*Huomautus: Vaatimukset eivät estä käyttämästä SELV-piiriin kytkettyä loisteputkivalaisinta, jossa on sisään rakennettu muuntaja jännitteen nostamiseksi.*

c) Kiinteiden laitteiden syöttämiseen:

- syötön automaattinen poiskytkentä (413.1) ja lisäpotentiaalintasaus (413.1.6) kiinteiden laitteiden jännitteelle alttiiden osien ja tilan johtavien osien välillä
- SELV-piiri (411.1)

- suojaerotus (413.5) edellyttäen, että suojaerotusmuuntajan toisiokäämiin kytketään ainoastaan yksi laite tai
- luokan II tai muiden vastaavasti eristettyjen laitteiden käyttäminen, jos laitteet suojataan nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä, ja laitteiden kotelointiluokka on riittävä.

706.471.2.2 Suojajännite- ja suojaerotuslähteet on sijoitettava ahtaan johtavan tilan ulkopuolelle, elleivät ne ole osa kiinteää asennusta kohdan 706.471.2 c) mukaisesti.

706.471.2.3 Jos tietyt laitteet, esim. mittaus- ja ohjauslaitteet, vaativat toiminnallista maadoittamista, kaikki jännitteelle alttiit osat pitää yhdistää ahtaassa johtavassa tilassa potentiaalintasauksella kaikkiin muihin johtaviin osiin ja toiminnalliseen maadoitukseen.

## **708 Matkailuajoneuvojen ja niiden paikoitusalueiden sähköasennukset**

### **708.0 Johdanto**

Muista osan 7 kohdista poiketen kohdat on numeroitu juoksevasti. Viittaus osien 1 – 6 vaatimuksiin on suluissa.

### **708.1 Soveltamisala**

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat matkailuajoneuvojen paikoitusalueiden sellaisia sähköasennusten osia, jotka on tarkoitettu matkailuajoneuvojen (matkailuperävaunut ja -autot) tai teltoissa olevien sähkölaitteiden syöttämiseen. Lisäksi ne koskevat matkailuperävaunujen ja matkailuautojen sisäisiä sähköasennuksia, kun niiden nimellisjännite on enintään 440 V (vaihtojännite). Myöhemmin tässä kohdassa käytetään nimitystä *matkailuajoneuvo* sekä matkailuperävaunusta että matkailuautosta.

### **708.2 Määritelmiä**

#### **708.2.1 Matkailuajoneuvo**

Ajoneuvo, jota voidaan käyttää tilapäiseen majoittumiseen ja jota voidaan siirtää hinaamalla tai ajamalla ja joka on rekisteröitävä tieliikennettä varten.

#### **708.2.2 Matkailuajoneuvon paikoituspaikka**

Paikka, joka on tarkoitettu matkailuajoneuvon paikoittamiseen.

#### **708.2.3 Matkailuajoneuvon paikoitusalue**

Maa-alue, jossa on vähintään kaksi matkailuajoneuvon paikoituspaikkaa.

#### 708.2.4 *Paikoituspaikan sähkösyöttölaitteet*

Laitteet, joiden avulla matkailuajoneuvon syöttökaapeli voidaan liittää syöttävään sähköverkkoon.

### **708.3 Matkailuajoneuvojen paikoitusalueita koskevat erityismääräykset**

#### 708.3.1 *Suojaus sähköiskulta*

##### 708.3.1.1 *Suojaus esteiden avulla (412.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla.

##### 708.3.1.2 *Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle.

##### 708.3.1.3 *Suojaus eristämällä käyttöpaikka (413.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä.

*Huomautus: Tästä seuraa, että luokan 0 sähkölaitteita ei saa käyttää.*

#### 708.3.2 *Johtojen valinta ja asentaminen (52)*

Seuraavat johtojärjestelmät soveltuvat paikoituspaikan sähkönjakeluun.

*Huomautus: Paikoituspaikkojen sähkösyötössä suositellaan käytettäväksi maahan asennettuja kaapeleita.*

##### 708.3.2.1 *Maahan asennetut kaapelit*

Maahan asennettujen kaapeleiden on sijaittava matkailuajoneuvon paikoituspaikan tai muun sellaisen alueen ulkopuolella, johon voidaan työntää teltan kiinnityspuikkoja tms., ellei kaapeleita ole suojattu erillisellä mekaanisella suojalla.

##### 708.3.2.2 *Ilmajohdot*

Ilmajohdoina on käytettävä eristettyjä johtoja ja niiden on oltava vähintään 2 m vaakasuoran etäisyyden päässä matkailuajoneuvon paikoituspaikasta.

Ilmajohdojen pylväät ja muut tukirakenteet pitää sijoittaa tai suojata siten, etteivät ne ole alttiina ajoneuvojen törmäyksille.

Ilmajohdojen rakenteen on täytettävä Sähkötarkastuskeskuksen julkaisun A 4 vaatimukset.

### 708.3.3 Kytkinlaitteet (53)

#### 708.3.3.1 Sähköliitälaitteet

Paikoituspaikan sähköliitälaitteiden on oltava lähellä paikoituspaikkaa ja enintään 20 m päässä paikoitetun matkailuajoneuvon tai teltan sähköliitälaitteista.

#### 708.3.3.2 Pistorasiat

708.3.3.2.1 Matkailuajoneuvon verkkoliitännässä on käytettävä standardin SFS-EN 60 309-2 mukaista pistorasiaa. Pistorasia on sijoitettava koteloon, jonka materiaali täyttää julkaisun HD 444.2.1 vaatimukset (850 °C osille, jotka kantavat virtaa johtavia osia ja 650 °C koteloille), ellei laitestandardissa ole annettu muita arvoja.

708.3.3.2.2 Pistorasiat on sijoitettava 0,8 – 1,5 m etäisyydelle maanpinnasta pistorasian alimmasta kohdasta mitattuna.

708.3.3.2.3 Pistorasioiden nimellisvirran on vastattava suurinta kuormitusta ja oltava vähintään 16 A.

708.3.3.2.4 Jokaista paikoituspaikkaa kohti on oltava vähintään yksi pistorasia.

708.3.3.2.5 Jokaisella pistorasialla on oltava oma ylivirtasuojaja.

708.3.3.2.6 Pistorasiat on suojattava vikavirtasuojakytkimellä, jonka nimellistoimintavirta on enintään 30 mA. Yksi vikavirtasuojakytkin saa suojata enintään kolmea pistorasiaa.

*Huomautus: Paikoituspaikalle suositellaan asennettavaksi varoituskilpi, jossa käyttäjille kerrotaan, että vika yhdessä virtapiirissä voi katkaista syötön muihinkin pistorasioihin.*

### 708.4 Liitälaitteita koskevat erityisvaatimukset (ks. kuva 708A)

Liitäntä matkailuajoneuvon paikoituspaikan pistorasian ja matkailuajoneuvon välillä on tehtävä käyttäen:

- standardin SFS-EN 60 309-2 mukaista suojakoskettimellista pistotulppaa
- taipuisaa liitäntäkaapelia tyyppiltään A07BB-F tai H07RN-F tai vastaavaa, jonka pituus on vähintään 25 m, poikkipinta on vähintään 2,5 mm<sup>2</sup>, ja jossa on suojajohdin. Suojajohtimena on käytettävä kelta-vihreäraitaista johdinta ja nollajohtimena vaaleansinistä johdinta.
- standardin SFS-EN 60 309-2 mukaista kojepistoketta.

## 708.5 Matkailuajoneuvojen sähköasennuksia koskevat erityisvaatimukset

### 708.5.1 Suojaus sähköiskulta

#### 708.5.1.1 Suojaus esteiden avulla (412.3)

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla.

#### 708.5.1.2 Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4)

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle.

#### 708.5.1.3 Suojaus käyttämällä syötön automaattista poiskytkentää (413.1)

Johtojärjestelmässä on oltava suojajohdin, joka on liitetty matkailuajoneuvon kojevastakkeen suojakoskettimeen. Suojajohdin on liitettävä myös sähkölaitteiden jännitteelle alttiisiin osiin ja matkailuajoneuvossa olevien pistorasioiden suojakoskettimiin.

#### 708.5.1.4 Lisäpotentiaalintasaus (413.1.6)

Matkailuajoneuvon muut johtavat osat on yhdistettävä asennuksen suojajohtimeen tarvittaessa useammassa kuin yhdessä kohdassa, jos rakenne ei takaa tällaisen yhteyden jatkuvuutta. Potentiaalintasauksessa käytettyjen johtimien nimellispoikkipinnan on oltava vähintään 4 mm<sup>2</sup> kuparia, tai muita johdinmetalleja käytettäessä niiden johtavuuden ja mekaanisen kestävyuden pitää olla vastaavia.

Jos matkailuajoneuvo on pääosin tehty eristävästä aineesta, nämä vaatimukset eivät koske sellaisia metalliosia, jotka eivät todennäköisesti tule jännitteiseksi vian sattuessa.

#### 708.5.1.5 Suojaus eristämällä käyttöpaikka (413.3)

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä.

*Huomautus: Tästä seuraa, että luokan 0 sähkölaitteita ei saa käyttää.*

### 708.5.2 Johtojen valinta ja asentaminen (52)

#### 708.5.2.1 Rakenne

Johtojärjestelmä voi koostua yhdestä tai useammasta toisistaan sähköisesti riippumattomasta järjestelmästä. Jokaista erillistä järjestelmää on syötettävä omalla erillisellä liitäntälaitteella.



### 708.5.2.2 *Johtimet ja kiinteän asennuksen asennusputket*

Seuraavanlaisia johtimia on käytettävä:

- hienolankaisia eristettyjä johtimia (tyyppi H07V3-K) tai vastaavaa asennettuina eristeaineiseen asennusputkeen
- muutamalankaisia eristettyjä johtimia (tyyppi H07V-R) tai vastaavaa asennettuina eristeaineiseen asennusputkeen tai
- taipuisaa kaapelia (tyyppi H05RN-F) tai vastaava.

Asennusputkien on täytettävä standardin IEC 614 vaatimukset. Polyeteenistä tehtyä asennusputkea ei saa käyttää.

### 708.5.2.3 *Johdinpoikkipinta*

Johtimien poikkipinta on mitoitettava liitettävän kuormituksen mukaisesti. Poikkipinnan on kuitenkin oltava vähintään 1,5 mm<sup>2</sup>.

*Huomautus: Matkailuajoneuvossa käytettävät lämpöeristeet vaikuttavat johtimien kuormitettavuuteen silloinkin, kun ne ovat ainoastaan johtimen toisella puolella. Tällöin saattaa suurempipoikkipintaisten johtimien käyttö olla välttämätöntä.*

### 708.5.2.4 Yksijohtimisten suojajohtimien on oltava eristettyjä.

### 708.5.2.5 *Mekaaninen suojaus*

Koska johtojärjestelmä joutuu alttiiksi tärinälle, kaikki johtimet on suojattava mekaaniselta vaurioitumiselta joko sijaintinsa tai lisäsuojauksen avulla. Metalliosien läpi menevät johtimet on läpimenokohdassa suojattava luotettavasti paikalleen kiinnitetyn sopivan holkin tai vastaavan avulla. Erityisesti johdot on suojattava terävien reunojen tai hankaavien osien aiheuttamilta mekaanisilta vaurioilta.

### 708.5.2.6 *Erilleen sijoitus*

Jännitealueeseen II kuuluvien johtimien on kuljettava erillään jännitealueeseen I kuuluvista johtimista (ELV) ja niiden on oltava asennettuina siten, etteivät kyseessä olevat johtojärjestelmät voi joutua kosketukseen keskenään.

### 708.5.2.7 *Kaapeleiden sijoittaminen*

#### 708.5.2.7.1 Kaikki muut paitsi asennusputkessa olevat kaapelit on kiinnitettävä luotettavasti eristetyillä kiinnikkeillä, joiden keskinäinen etäisyys pystysuoraan

asennetuissa kaapeleissa saa olla enintään 0,40 m ja vaakasuoraan asennetuissa kaapeleissa enintään 0,25 m.

Liitoksiin ja haaroituksiin on päästävä käsiksi.

708.5.2.7.2 Johtojen liitokset ja haaroitukset on tehtävä tähän tarkoitukseen sopivissa rasioissa, jotka antavat mekaanisen suojan. Jos rasian kansi voidaan irrottaa ilman työkalua, liittimien on oltava eristettyjä.

Asennusputkien ja -rasioiden on oltava julkaisun HD 444.2.1 mukaista materiaalia (ks. kohta 708.3.3.2.1), ellei laitestandardissa ole määritelty muita arvoja.

708.5.2.7.3 Mitään johtojärjestelmän osaa ei saa sijoittaa kaasupulloille tarkoitettuun tilaan.

### 708.5.3 *Kytkinlaitteet (53)*

#### 708.5.3.1 *Matkailuajoneuvon kojevastake*

708.5.3.1.1 Matkailuajoneuvon kojevastakkeena on käytettävä standardin SFS-EN 60309-2 mukaista kojevastaketta, jossa on suojakosketin.

708.5.3.1.2 Matkailuajoneuvon kojevastake on asennettava:

- mahdollisimman korkealle, kuitenkin enintään 1,8 m korkeudelle maan pinnasta
- paikkaan, johon pääsee helposti käsiksi ja
- upotettuna sopivaan kannelliseen syvennykseen, jonka voi avata matkailuajoneuvon ulkopuolelta.

708.5.3.1.3 Matkailuajoneuvon kojevastakkeen läheisyydessä on oltava selvä ja pysyvä kilpi, josta käy ilmi nimellisjännite, -virta ja -taajuus.

#### 708.5.3.2 *Pääkytkin*

Jokainen sisäpuolinen sähköasennus on varustettava pääkytkimellä, jolla voidaan erottaa kaikki jännitteiset johtimet, mukaan luettuna mahdollinen nollajohdin. Pääkytkimen on sijaittava matkailuajoneuvon sisäpuolella luoksepäästävässä paikassa.

Pääkytkimen välittömään läheisyyteen, helposti havaittavaan kohtaan, on kiinnitettävä opastuskilpi. Kilven tekstin on oltava sen maan kielellä, jossa matkailuajoneuvo on ensi kertaa vähittäismyynnissä, ja tekstistä on käytävä ilmi seuraavat tiedot:

- ohjeet siitä, kuinka liittäminen ja erottaminen tehdään saavuttaessa matkailuajoneuvon paikoituspaikalle ja sieltä lähdettäessä

- toimenpiteet vikatapauksessa
- tarvittaessa sulakkeiden vaihto-ohjeet sekä
- suositus matkailuajoneuvon sähköasennuksien säännöllisestä tarkastamisesta.

### 708.5.3.3 *Ylivirtasuojaus*

Jokainen ryhmäjohto on suojattava omalla erillisellä ylivirtasuojalla, joka erottaa kaikki vaihejohtimet. Jos asennuksessa on vain yksi ryhmäjohto, tässä vaadittu ylivirtasuojaa saa toimia kohdan 708.5.3.2 mukaisena pääkytkimenä.

### 708.5.4 *Asennustarvikkeet*

#### 708.5.4.1 *Yleistä*

Asennustarvikkeiden, kuten kytkimien, lampunpitimien ja vastaavien on oltava rakenteeltaan sellaisia, ettei niissä ole kosketeltavia metalliosia.

#### 708.5.4.2 *Pistorasiat*

Jännitealueen II (ks. määritelmät) pistorasioissa on oltava liitin suojajohtimen liittämistä varten. Tämä vaatimus ei koske erillisestä suojaerotusmuuntajasta syötettyjä pistorasioita.

Kun matkailuajoneuvossa on ELV-pistorasioita, asennuksen kaikkien jännitealueen II pistorasioiden on oltava sellaista rakennetta, etteivät niihin sovi pistotulpat, jotka on tarkoitettu käytettäväksi ELV-pistorasioissa.

#### 708.5.4.3 *Ulkoilman vaikutukset*

Jos pistorasia tai muu asennustarvike sijaitsee paikassa, jossa se joutuu alttiiksi kosteudelle tai vedelle, sen rakenteen tai koteloinnin on täytettävä kotelointiluokan IP55 vaatimukset.

### 708.5.5 *Sähkökojeet*

Jokaista kiinteästi asennettua sähkökojetta on voitava ohjata kojeeseen tai sen läheisyyteen asennetulla kytkimellä, ellei sähkökojeessa ole siihen rakenteellisesti kuuluvaa kytkintä.

### 708.5.6 *Valaisimet*

708.5.6.1 Valaisimet tulisi mieluiten kiinnittää suoraan matkailuajoneuvon runkoon tai sisäpäällysteeseen.

Riippuvalaisimet on varustettava laitteella, jolla ne voidaan lukita siten, ettei valaisin tai sen liitäntäjohto vaurioidu matkailuajoneuvon liikkeessa. Riippuvalaisimissa käytettävien asennustarvikkeiden on oltava mitoitettuja kestämään ripustetun massan paino.

708.5.6.2 Kahdella eri jännitteellä toimivaksi tarkoitettussa valaisimessa on oltava:

- erilliset lampunpitimet kutakin jännitettä varten ja
- kunkin lampunpitimen lähellä selvä ja pysyvästi näkyvä merkintä, josta ilmenee lampun jännite ja suurin teho.

Tällaisen valaisimen on oltava rakenteeltaan sellainen,

- ettei valaisin vaurioidu, vaikka molemmat lamput ovat toiminnassa samanaikaisesti
- ettei ole mitään mahdollisuutta, että jännitealueeseen I ja II kuuluvat piirit joutuisivat kosketuksiin keskenään
- että jännitealueen I ja jännitealueen II liittimet on sijoitettu niin, että erijännitteiset liittimet pysyvät luotettavasti erillään toisistaan ja
- ettei lamppuja voida kiinnittää sellaisiin lampunpitimiin, jotka on tarkoitettu muilla jännitteillä toimiville lampuille.

708.5.7 *ELV-asennukset*

708.5.7.1 *Yleistä*

Matkailuajoneuvon ELV-asennusten on täytettävä kohdan 411.1 vaatimukset. ELV-asennuksissa voidaan käyttää PELV- tai SELV-järjestelmää.

*Huomautus: Katso myös julkaisun IEC 536-2 suositukset.*

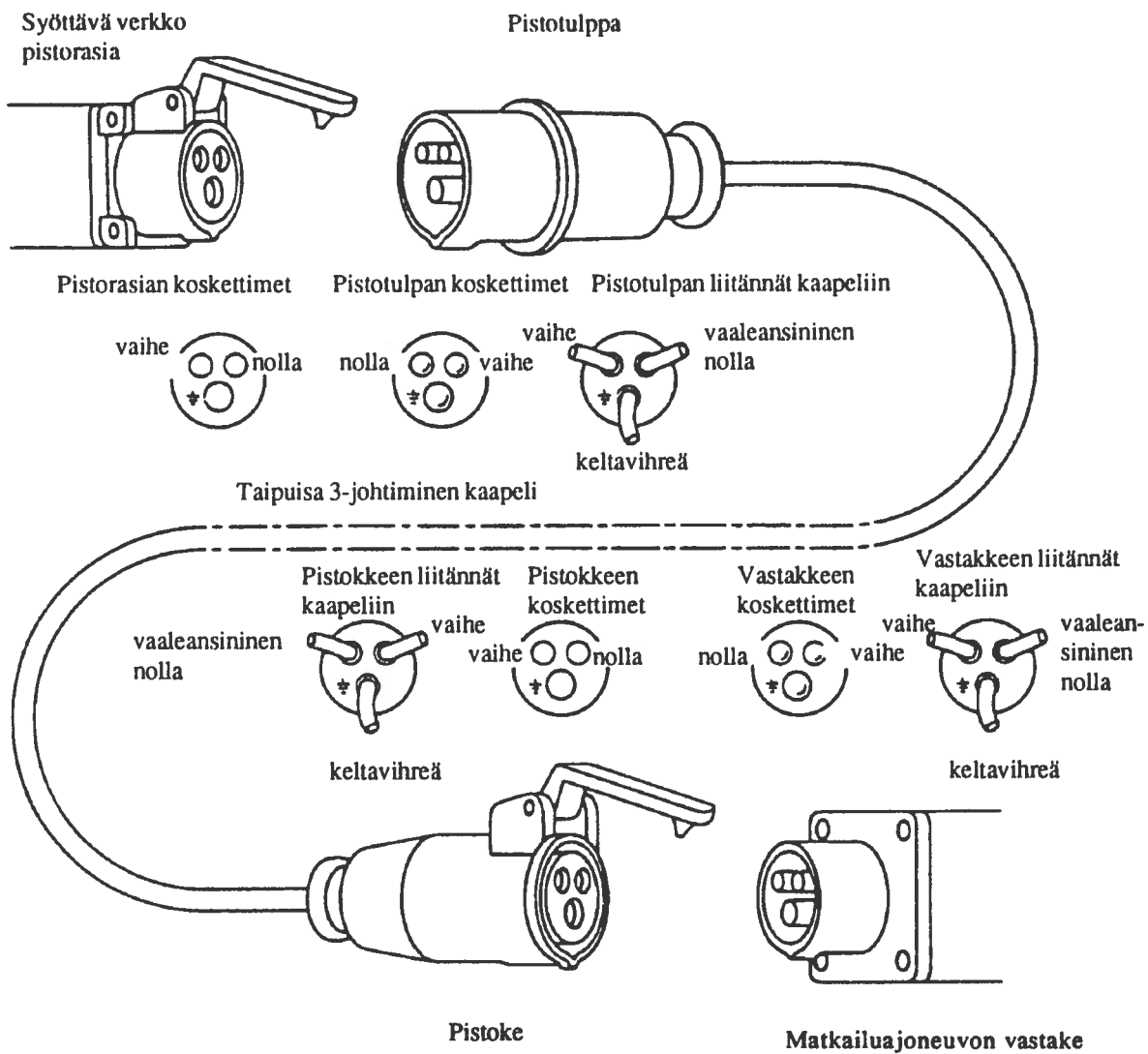
Asennuksissa on käytettävä jotain seuraavista julkaisussa HD 472 annetuista jännitteistä: 12 V, 24 V tai 48 V (AC tai DC).

708.5.7.2 *Pistorasiat*

ELV-pistorasioissa on oltava selvästi näkyvä, pistorasian jännitettä osoittava merkintä ja niiden rakenteen on oltava sellainen, että niihin ei voi työntää jännitealueen II pistotulppaa.

708.5.8 *Sähköasennukset kylpy- ja suihkutiloissa*

Kohdan 701 vaatimukset ovat voimassa.



**Kuva 708 A.** Esimerkki matkailuajoneuvon liittämisestä.

## 709 Pienveneiden ja pienvenesatamien sähköasennukset

### 709.0 Johdanto

Muista osan 7 kohdista poiketen kohdat on numeroitu juoksevasti. Viittaus osien 1 – 6 vaatimuksiin on suluissa.

### 709.1 Soveltamisala

Tämän kohdan erityisvaatimukset koskevat:

- pienvenesatamien sähkölaitteistoja, jotka on tarkoitettu pienveneiden liittämiseen
- pienveneen sähkölaitteistoa, jota syötetään vain maissa olevasta syöttöjärjestelmästä

*Huomautus: Näille asennuksille on ominaista korroosiosta, rakenteiden liikkumisesta ja mekaanisesta vahingoittumisesta johtuva vaara. Näissä tiloissa sähköiskun aiheuttama vaara on lisääntynyt, koska kehon kokonaisresistanssi on pienentynyt ihon ollessa märkä ja kehon ollessa kosketuksessa maan potentiaalissa olevien osien kanssa.*

### 709.2 Määritelmiä

Yleiset määritelmät, ks. osa 2.

#### 709.2.1 *Pienvene*

Moottorivene, purjeverene, asuntovene tai muu uiva alus, joka on yksinomaan urheilu- tai vapaa-ajan käytössä.

*Huomautus: Pienveneiden luokittelu, ks. merenkulkuhallituksen käyttämät määritelmät.*

#### 709.2.2 *Pienvenesatama*

Useammalle kuin yhdelle pienveneelle tarkoitettu kiinteä laituri tai ponttonilaituri.

### 709.3 Yleiset vaatimukset

709.3.1 Pienvenesatamien ja pienveneiden sähköasennukset on tehtävä ja laitteet valittava siten, etteivät ne aiheuta hengenvaaraa tai räjähdys- tai palovaaraa.

709.3.2 Syöttöjärjestelmän nimellisjännite on oltava julkaisun HD 472 mukainen.

709.3.3 Pienveneen sähköjärjestelmän syötön nimellinen vaihejännite ei saa olla suurempi kuin 230 V.

709.3.4 Pienveneen kannelle tai sen yläpuolelle asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokan on täytettävä vähintään IP55 vaatimukset.

#### **709.4 Erityisvaatimukset pienvenesatamien ja maista syötettävien pienveneiden syöttöjärjestelmille**

709.4.1 *Pienvenesatama*

709.4.1.1 *Suojaus sähköiskulta (41)*

709.4.1.1.1 *Suojaus esteiden avulla (412.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla.

709.4.1.1.2 *Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle.

709.4.1.1.3 *Suojaus käyttämällä syötön automaattista poiskytkentää (413.1)*

TN-järjestelmänä saa käyttää ainoastaan TN-S-järjestelmää.

Suojauksessa on käytettävä vikavirtasuojakytkintä, paitsi jos suojaus toteutetaan käyttämällä maissa olevaa suojaerotusmuuntajaa (ks. 709.4.1.1.5).

709.4.1.1.4 *Suojaus eristämällä käyttöpaikka (413.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä.

*Huomautus: Tästä seuraa, että luokan 0 sähkölaitteita ei saa käyttää.*

709.4.1.1.5 *Suojaus käyttämällä suojaerotusta (413.5)*

Suojaerotusmuuntajan on täytettävä standardin SFS-EN 60 742 vaatimukset.

*Huomautus: Esimerkkejä vikavirtasuojakytkimen käytöstä veneeseen sijoitetun suojaerotusmuuntajan yhteydessä on liitteen 709 A kuvissa 3 ja 4.*

709.4.1.2 *Johtojen valinta ja asentaminen (52)*

709.4.1.2.1 Pienvenesatamissa voidaan käyttää seuraavia johtojärjestelmiä:

- kuparijohtimisia, muovi- tai kumieristeisiä ja -vaippaisia kaapeleita asennettuna
  - mekaanisesti lujiin, sinkittyihin tai vastaaviin putkiin tai
  - taipuisiin, eristeaineisiin putkiin
- mineraalieristeisiä, PVC-vaippaisia kaapeleita
- mekaanisella tai sähkömekaanisella suojakerroksella varustettuja kaapeleita, joiden ulkovaippa on muovia tai kumia
- muita kaapeleita ja tarvikkeita, joiden ominaisuuden sopivat tähän tarkoitukseen vähintään yhtä hyvin kuin edellä mainitut.

709.4.1.2.2 Seuraavia johtojärjestelmiä ei saa käyttää kelluvilla rakenteilla tai aallonmurtajilla:

- ilmajohtoja
- vapaasti ripustettuja kaapeleita ja
- alumiinijohtimisia kaapeleita

709.4.1.2.3 Jos putkiasennuksessa asennusputkeen voi kerääntyä vettä, on putkessa oltava sopiva vedenpoistoreikä tai vastaava.

### 709.4.1.3 *Pienvenesataman jakokeskukset ja pistorasiat (53)*

709.4.1.3.1 Pienvenesataman jakokeskuksen on oltava mahdollisimman lähellä niitä venepaikkoja, joille se on tarkoitettu.

709.4.1.3.2 Ulos asennettavien jakokeskusten koteloitualueen on täytettävä vähintään IP24 vaatimukset. Koteloinnin on oltava korroosion kestävä ja mekaanisesti luja.

Jos jakokeskus tai pistorasiat on asennettu kelluville laiturirakenteille tai aallonmurtajalle, ne on sijoitettava vähintään 1 m korkeudelle kävelytasosta. Asennuskorkeutta voidaan pienentää 0,3 m:iin, mikäli asennus on suojattu roiskavalta vedeltä sopivilla lisäsuojilla.

709.4.1.3.3 Pienvenesataman jakokeskus on mitoitettava siten, että jokaista venepaikkaa kohti on yksi pistorasia. Pistorasioiden on oltava standardin SFS-EN 60309-2 mukaisia. Jokainen pistorasia on liitettävä suojajohtimeen, ja pistorasioilla on oltava kosketusjännitesuojausmenetelmästä riippumatta seuraavat ominaisuudet:

Nimellisjännite	250 V
Nimellisvirta	16 A
Kellonaikatunnus	6 h
Napaluku	2 + suojajohdin
Rakenne	Koteloitualue IPX4.



709.4.1.3.4 Samassa kotelossa saa olla enintään 6 pistorasiaa.

Jokainen pistorasia tai pistorasiaryhmä, joka on asennettu samalle kävelytasolle tai laiturille, on liitettävä samaan vaiheeseen, ellei niitä syötetä suojaerotusmuuntajasta.

709.4.1.3.5 Jokainen pistorasiaryhmä on suojattava vikavirtasuojakytkimellä, jonka nimellistoimintavirta on enintään 30 mA (ks. liite 709 A, kuva 1), ellei jokaista pistorasiaa syötetä erikseen suojaerotusmuuntajasta (ks. liite 709 A, kuva 2). Suojaus voidaan toteuttaa myös vikavirtasuojakytkimen ja suojaerotusmuuntajan yhteiskäytöllä (ks. kohdat 709.4.1.1.3 ja 709.4.1.1.5).

709.4.1.3.6 Jokainen pistorasia on suojattava erikseen enintään 16 A ylivirtasuojalla. Järjestelmästä riippuen saatetaan tarvita 2-napainen suojaus (ks. kohta 473).

709.4.1.4 *Suojaerotusmuuntajat (413.5)*

709.4.1.4.1 *Liittyminen maaliitääntään maissa olevan suojaerotusmuuntajan kautta*

*Huomautus: Ks. liite 709 A, kuva 2.*

Suojaerotusmuuntajan on täytettävä standardin SFS-EN 60 742 vaatimukset.

Pienveneen potentiaalintasausjärjestelmää ei saa yhdistää maaliitännän suojajohtimeen. Suojaerotusmuuntajan kuhunkin toisiokäämiin liittää vain yhden pienveneen.

Seuraavat johtavat osat on yhdistettävä potentiaalintasausjohtimeen, joka liitetään toiseen suojaerotusmuuntajan toisiokäämin napaan.

- a) pienveneen metalliosat, jotka ovat johtavassa yhteydessä veden kanssa. Rakenteen jatkuvuuden varmistamiseksi on yhdistäminen tehtävä tarvittaessa useammassa kuin yhdessä kohdassa.

*Huomautus: Tämä vaatimus ei koske eristysaineelle asennettuja metalliosia eikä metalliosia, jotka on eristetty muista metalliosista.*

- b) kaikkien pistorasioiden suojakoskettimet.

- c) laitteiden jännitteelle alttiit osat.

709.4.1.4.2 *Liittyminen maaliitääntään pienveneessä olevan, potentiaalintasaukseen yhdistetyn suojaerotusmuuntajan kautta*

*Huomautus: Ks. liite 709 A, kuva 3.*

Suojaerotusmuuntajan on täytettävä kohdan 413.5 ja standardin SFS-EN 60 742 vaatimukset. Pienveneen potentiaalintasausjärjestelmää ei saa yhdistää maaliitännän suojajohtimeen.

Kun suojaerotusmuuntajan toisiokäämi yhdistetään pienveneen metalliosiin, (ks. liite 709 A, kuva 3) seuraavat osat on yhdistettävä potentiaalintasausjohtimeen, joka vuorostaan liitetään suojaerotusmuuntajan toisiokäämin toiseen napaan:

- a) veneen kaikkien pistorasioiden suojakoskettimet
- b) veneen sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat
- c) metalliset osat, jotka ovat yhteydessä venettä ympäröivään veteen.

#### 709.4.1.4.3 *Liittyminen maaliitântään pienveneessä olevan, potentiaalintasaukseen yhdistämättömän suojaerotusmuuntajan kautta*

*Huomautus: Ks. liite 709 A, kuva 4.*

Suojaerotusmuuntajan tulee täyttää kohdan 413.5 vaatimukset ja standardin SFS-EN 60 742 vaatimukset.

Kun suojaerotusmuuntajan toisiokäämiä ei yhdistetä potentiaalintasausjohtimella pienveneen metalliosiin (ks. liite 709 A, kuva 4), saa suojaerotusmuuntajan toisiokäämiin liittää vain yhden pistorasian tai laitteen.

*Huomautus: Suojaerotusmuuntajalla voi olla useita toisiokäämejä.*

#### 709.4.2 *Pienveneen liittäminen (52/53)*

##### 709.4.2.1 *Liitântälaitteen osat*

Pienveneen liittämiseen käytettävän laitteen tulee muodostua seuraavista osista:

- a) kohdan 709.4.1.3.3 vaatimusten mukaisesta pistotulpasta, jonka suojaosketin on yhdistetty suojajohtimeen sekä
- b) kolmijohtimellisesta liitântäkaapelista (tyyppi H07RN-F tai vastaava), joka on joko pysyvästi liitetty pienveneeseen tai liitetty kohdan 709.4.1.3.3 vaatimukset täyttävään jatkopistorasiaan (ks. liite 709 B, kuva 5).

##### 709.4.2.2 *Liitântäkaapelin pituus*

Kaapeli ei saisi olla yli 25 m pitkä. Kaapelissa ei saa olla jatkosta eikä jatkopistokytintä.

##### 709.4.2.3 *Kojevastake*

Kun pienvene liitetään kojevastaketta ja pistoketta käyttämällä, näiden on oltava kohdan 709.4.1.3.3 mukaisia ja ne on sijoitettava helposti luoksepäästävään paikkaan. Kojevastake on sijoitettava paikkaan, jossa kojevastake ja liitântäkaapeli eivät vahingoitu veneen liikkeistä, ankkuriköysien koskettamisesta tai hankauksesta, kiinnitysköysistä tai muiden liikkuvien osien, kuten apujollan, koskettamisesta tai hankauksesta.

#### 709.4.2.4 *Syötön vaihdon lukitus*

Kun syöttö vaihdetaan pienjännitteisestä maaliitännästä veneessä olevaan syöttöjärjestelmään tai päinvastoin, syöttöjen kytkentä rinnan ei saa olla mahdollista.

#### 709.4.3 *Pienvene, jota syötetään vain maaliitännästä*

##### 709.4.3.1 *Suojaus sähköiskulta (41)*

##### 709.4.3.1.1 *Suojaus esteiden avulla (412.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta esteiden avulla.

##### 709.4.3.1.2 *Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle (412.4)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää jännitteisten osien sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle.

##### 709.4.3.1.3 *Suojaus eristämällä käyttöpaikka (413.3)*

Suojausmenetelmänä ei saa käyttää käyttöpaikan eristämistä.

*Huomautus: Tästä seuraa, että luokan 0 sähkölaitteita ei saa käyttää.*

##### 709.4.3.1.4 *Lukuun ottamatta kohdassa 709.4.1.4.3 mainittua liitintä (ks. liite 709 A, kuva 4), ne pieneneen kosketeltavat johtavat osat, joihin voi tulla vikajännite tai maan potentiaali, on yhdistettävä potentiaalintasausjohtimilla toisiinsa ja suojajohtimeen.*

Potentiaalintasausjohtimen on oltava poikkipinnaltaan vähintään 4 mm<sup>2</sup> kuparia ja rakenteeltaan taipuisa (poikkipinta, ks. kohta 547.1.2).

Ensimmäisen kappaleen vaatimus ei koske metalliosia, jotka on eristetty esim. peruseristyksellä kosketussuojauksen takia.

##### 709.4.3.2 *Pieneneen johtojärjestelmä (52)*

##### 709.4.3.2.1 *Lukuun ottamatta kohdassa 709.4.1.4.3 mainittua liitintä (ks. liite 709 A, kuva 4), on jokaisessa piirissä oltava suojajohdin.*

##### 709.4.3.2.2 *Kaapelit on asennettava siten, etteivät veneen liikkeet saata niitä alttiiksi mekaanisille rasituksille.*

Kaapelit on asennettava ja kiinnitettävä siten, etteivät ne:

- siirry paikaltaan veneen liikkeessä tai
- vahingoitu kitkan, vetorasituksen tai paineen takia ja
- joudu alttiiksi vahingolliselle ympäristön lämpötilalle.

Ellei kaapeleita asenneta muoviputkiin, kouruihin tai vastaaviin, ne on kiinnitettävä n. 30 cm välein kiinnikkeillä, jotka eivät aiheuta korroosiota. Kaapelit on asennettava turvalliselle etäisyydelle polttoainesäiliöistä, pakoputkista ja lämmönlähteistä.

709.4.3.2.3 Seuraavia, poikkipinnaltaan vähintään 1,5 mm<sup>2</sup> kaapeleita saa käyttää:

— eristettyjä johtimia (tyyppi H07V-K tai H07V-R tai vastaavat) asennettuna eristeaineisiin asennusputkiin,

— liitäntäkaapeleita (tyyppi H05RN-F tai vastaava).

Asennusputkien on täytettävä standardin IEC 614 vaatimukset. Taipuisaa polyeteeniputkea ei saa käyttää.

709.4.3.2.4 Kaapeleiden liitoksiin, jatkoksiin ja haaroituksiin on päästävä käsiksi.

709.4.3.2.5 Kaapelien liitokset on tehtävä puristus- tai ruuviliitoksilla tai muulla yhtä luotettavalla tavalla.

Ruuviliitosten on oltava itselukittuvia.

Kaapelien liitokset on tehtävä tarkoitukseen sopivassa rasiassa, joka antaa riittävän suojan. Liitäntätila saa olla avattavissa vain työkalulla.

709.4.3.2.6 Kannen ja vesitiiviiden laipioiden kaapeliläpivientien tulee olla vesitiiviitä.

709.4.3.2.7 Kaapelit suojajännitteisten virtapiirien läheisyydessä, ks. kohta 411.1.3.2.

### 709.4.3.3 *Pienveneen jakokeskukset*

709.4.3.3.1 Jokainen piiri on liitettävä kohdan 709.4.3.3.2 vaatimukset täyttävään jakokeskukseen.

Jakokeskuksiin, ohjauskeskuksiin ja kytkinlaitteisiin on päästävä helposti käsiksi.

Jakokeskuksen kotelon on oltava metallia tai muuta materiaalia, joka ei syty helposti ja on itsestään sammuvaa (ks. standardi IEC 695-2-1)

709.4.3.3.2 Jokainen ryhmäjohto on varustettava ylivirtasuojana toimivana, nimellisvirraltaan sopivalla katkaisijalla, esim. johdonsuojakatkaisijalla.

### 709.4.3.4 *Pääkytkin (537)*

Pienvene on varustettava kaikki piirit erottavalla pääkytkimellä, joka on sijoitettava helposti luoksepäästävään paikkaan. Yhden virtapiirin pienveneisissä saa myös ylivirtasuojaa käyttää pääkytkimenä.

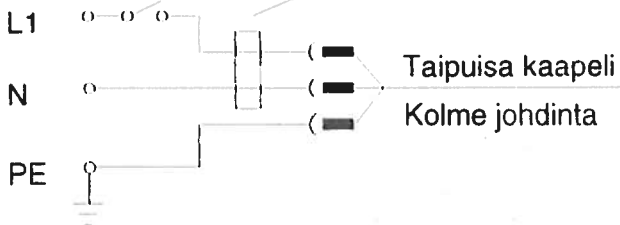
## LIITE 709 A: Vaihtoehtoja pienveneen sähkönsyötön järjestämiseksi

Huomautus: Tavanomaisia kytkimiä ei ole esitetty.

### Sähköverkko maissa

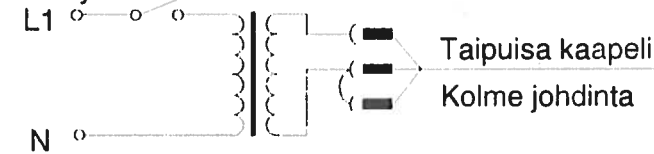
### Pienveneen sähköverkko

Pääkytkin Vikavirtasuojakytkin



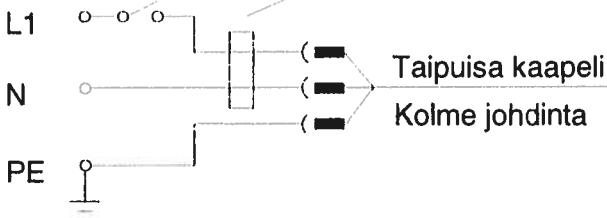
Kuva 1: Suora liitäntä verkkoon, jossa on vikavirtasuojakytkin.

Pääkytkin



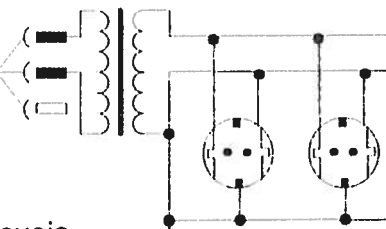
Kuva 2: Suojaerotusmuuntaja maissa. Liitäntä maissa olevaan suojaerotusmuuntajaan (veneen runko ja metalliosat potentiaalintasattuina).

Pääkytkin Vikavirtasuojakytkin



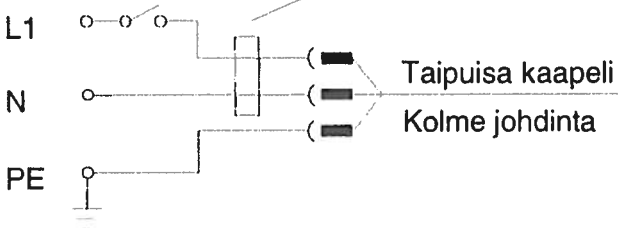
Kuva 3: Suojaerotusmuuntaja veneessä. Liitäntä suojaerotusmuuntajan kautta verkkoon, jossa on vikavirtasuojakytkin (veneen runko ja metalliosat potentiaalintasattuina).

Luokan II suojaerotusmuuntaja



Liitetään metalliosiin, jotka ovat yhteydessä veteen.

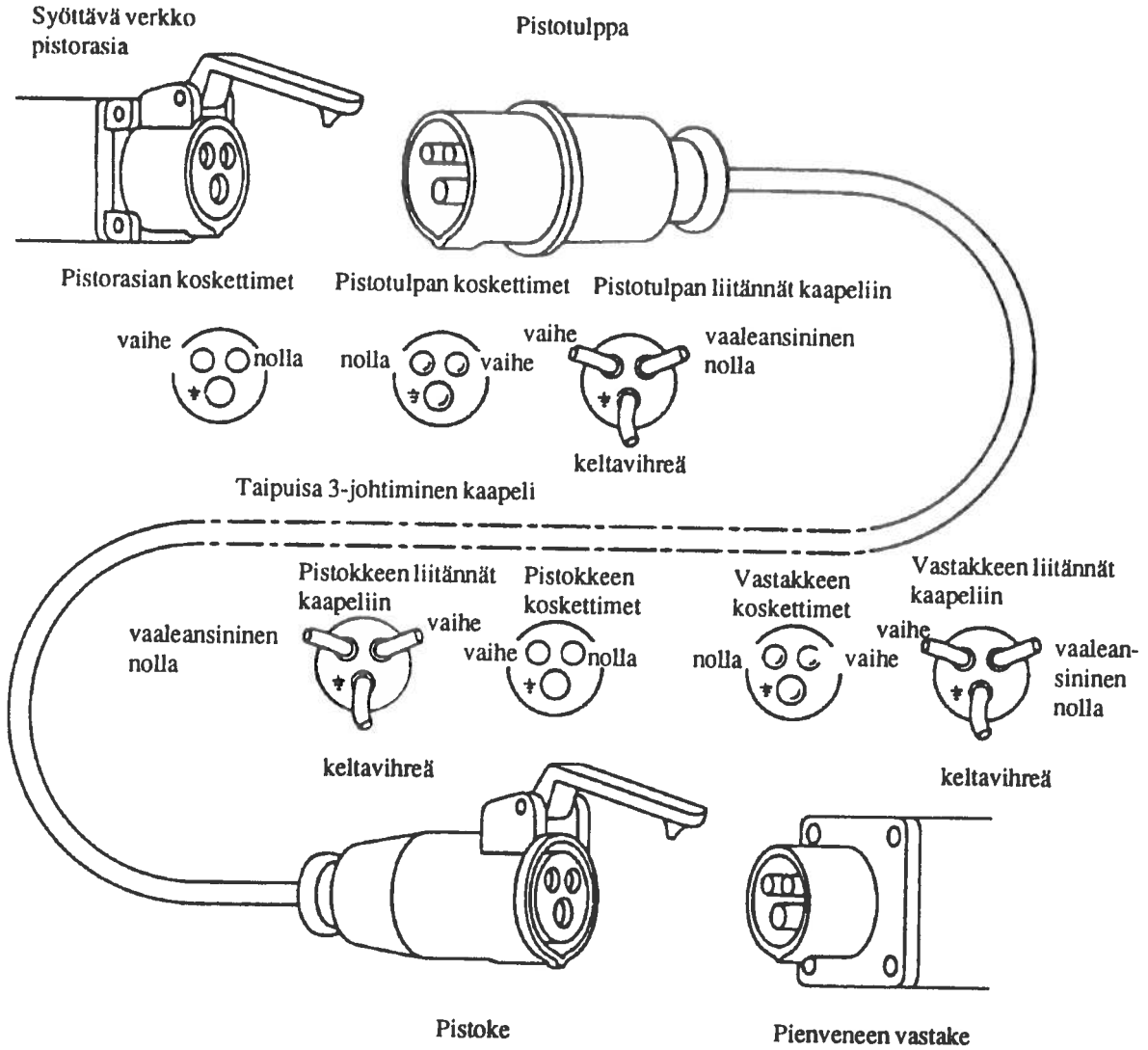
Pääkytkin Vikavirtasuojakytkin



Kuva 4: Suojaerotusmuuntaja veneessä. Liitäntä suojaerotusmuuntajan välityksellä verkkoon, jossa on vikavirtasuojakytkin (ei potentiaalintasasta).

Huom: Suojaerotusmuuntajan kuhunkin toisiokäämiin saa liittää vain yhden pistorasian ja siihen vain yhden kulutuskojeen.

**LIITE 709 B**



**Kuva 5.** Esimerkki pienveneen liitännästä.

## **711 Tilapäiset asennukset messuilla, näyttelyissä yms.**

### **711.1 Soveltamisala**

711.1.1 Tämän kohdan vaatimukset koskevat tilapäisten näyttelyiden ja urheilutapahtumien, kiertävien teattereiden, tivolioiden, sirkusten ja kokousteltojen asennuksia sekä tilapäisiä valaistusasennuksia, esim. katujen koristevalaistuksissa ja rakennusten julkisivuvalaistuksissa.

Asennukset pitää tehdä soveltuvin osin kohdan 704 vaatimusten mukaan.

*Huomautus: Yksityiskohtaisemmat vaatimukset ovat harkittavana.*

## **713 Huonekalujen sähköasennukset**

*Huomautus: Tämän kohdan teksti perustuu yhteispohjoismaisiin NSS-suosituksiin. IEC:ssä vastaavat vaatimukset ovat harkittavana.*

### **713.1 Yleistä**

713.1.1 Tämän kohdan vaatimukset koskevat huonekalujen ja vastaavien kalusteiden sähköasennuksia.

*Huomautus: Huonekaluilla tarkoitetaan näissä ohjeissa pöytiä, sänkyjä sekä esineiden säilytykseen tai esillepanoon tarkoitettuja kalusteita. Rakennukseen kiinteästi asennettuja kaappeja, pöytiä yms. ei pidetä näiden vaatimusten tarkoittamina huonekaluina tai vastaavina kalusteina. Vaatimusten ulkopuolelle jäävät myös*

- kulutuskojeet, kuten pakaste- ja jääkaapit, sähköliedet, astianpesukoneet ja pyykinpesukoneet*
- leikkauspöydät, sairaalasängyt yms.*

### **713.2 Johtojärjestelmä**

713.2.1 Rakennuksen kiinteään asennuksen ja huonekalujen sähköasennusten välisenä liitännäiskaapelina on käytettävä vähintään tyyppiä H05RN-F tai H05VV-F olevia kaapeleita.

713.2.2 Huonekaluihin kuuluvissa asennuksissa on käytettävä joko kiinteään asennukseen tarkoitettuja kaapeleita tai vähintään taipuisia kaapeleita (tyyppi H05RN-F tai H05VV-F).

713.2.3 Liikuteltavissa kaapeleissa on oltava hienolankaiset johtimet.

713.2.4 Kohdan 713.2.1 mukaisen liitännäiskaapelin ja kohdan 713.2.2 mukaisen sisäisen asennuskaapelin poikkipinnan on oltava vähintään 1,5 mm<sup>2</sup> kuparia.

Jos kaapelin pituus rakennuksen kiinteästä asennuksesta huonekalussa kauimpana sijaitsevaan kulutuskojeeseen on enintään 10 m eikä huonekalussa ole pistorasioita, saa johdinpoikkipinta olla kuitenkin 0,75 mm<sup>2</sup> kuparia.

713.2.5 Kaapeli on asennettava kiinteästi tai vedettävä tarkoitukseen sopivaan tilaan (onteloon). Tällaiseen tilaan asennettu kaapeli on suojattava vahingolliselta vetorasitukselta sekä sisäänvientikohdassa että kulutuskojeessa, laitteessa tai vastaavassa.

713.2.6 Kaapeli on sijoitettava siten, että se on riittävästi suojattu mekaaniselta vahingoittumiselta.

713.2.7 Kaapeli on liitettävä siten, että saadaan aikaan hyvä ja pysyvä kosketus. Johtimien päitä ei saa juottaa.

Hienolankaista johdinta liitettäessä on tarkastettava, että liitin soveltuu tällaisen johtimen liittämiseen, tai liitos on varmistettava esim. käyttämällä metalliholkkeja.

### 713.3 **Asennustarvikkeet**

Upotettujen tai pinta-asennettujen, kulutuskojeille tarkoitettujen pistorasioiden tulee olla kiinteään asennukseen soveltuvia.

### 713.4 **Kulutuskojeet**

713.4.1 Kulutuskojeet on sijoitettava siten, etteivät ne epäsuotuisissakaan olosuhteissa kuumene liikaa.

713.4.2 Mikäli kaappi tai vastaava on rakenteeltaan sellainen, että palavaa materiaalia, esim. vuodevaatteita, voi joutua valaisimen lähelle kun kaappi suljetaan, on kaappiin asennettava kytkin, joka automaattisesti sammuttaa valaisimen, kun kaappi suljetaan.

## 750 **Kuivat, palovaarattomat tilat**

*Huomautus: Tämä kohdan vaatimukset perustuvat yhteispohjoismaiseen NSS-suositukseen.*

750.1 *Kuiva tila* on huone tai sen osa, jossa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteiden pinnalle normaalikäytössä tiivisty kosteutta, ja jossa ulkoiset tekijät ovat siinä määrin normaalit, ettei tilaa ole katsottava joksikin muuksi tilaksi.

Kuivissa tiloissa ovat voimassa yleisten osien 1 – 6 vaatimukset.



Huomautus: *Esimerkkejä tässä tarkoitetuista tiloista ovat:*

- *asuinhuoneet, asuinhuoneistojen keittiöt, toimistohuoneet, wc-tilat ja eteiset*
- *asuinhuoneistojen apukeittiöt sekä vaatteidenpesutilat, joissa pesu tapahtuu pääasiassa suljetussa astiassa*
- *vastaavat tilat vapaa-ajan asunnoissa*
- *asuin- ja toimistokiinteistöjen ja vastaavien ullakotilat ja kuivat kellaritilat*
- *myymälät ja niihin verrattavat varastotilat*
- *eräät teollisuustilat.*

## **751 Kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat**

*Huomautus: Tämän kohdan vaatimukset perustuvat yhteispohjoismaisiin NSS-suosituksiin.*

### **751.1 Soveltamisala**

Tämän kohdan erityismääräykset koskevat asennuksia seuraavissa tiloissa:

- ulkotiloissa (A)
- kosteissa tiloissa (B) ja
- märissä tiloissa (C).

A. *Ulkotiloihin* kuuluvat alueet, joissa asennukset veden ja tuulen takia normaalisti joutuvat alltiiksi kosteudelle. Näihin tiloihin kuuluvat myös katokset, jossa ei ole seiniä, esim. autokatokset.

B. *Kosteaa tila* on huone tai sen osa, jossa ilma yleensä tai usein on niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyy kosteutta mutta jossa vesipisaroita muodostuu vain poikkeuksellisesti.

Esimerkkejä kosteista tiloista ovat:

- yhteiskäytössä olevat vaatteidenpesutilat
- elintarvikkeiden säilytykseen tarkoitettut kylmä- ja pakastuhuoneet
- suurkeittiöt
- suurkeittiöiden ja elintarvikemyymälöiden tuotteiden käsittelytilat ja
- tietyt kellarit ja teollisuustilat.

Suurkeittiöllä tarkoitetaan keittiötä, jota käytetään ruoanvalmistukseen ravintoloissa ja laitoksissa. Keittiötä, joka käyttötarkoitukseltaan vastaa kotitalouden keittiötä, ei lasketa kuuluvaksi suurkeittiöihin.

C. *Märkä tila* on huone tai sen osa, jossa ilma yleensä tai usein on niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite on muutoin vastaavasti alltiina vedelle.

Mikäli vain osa huoneesta kuuluu tähän tilaan, on tämän osan asennuksissa sovellettava märkien tilojen asennuksille asetettuja vaatimuksia. Muiden osien asennuksissa on sovellettava joko kosteiden tai kuivien tilojen asennuksille asetettuja vaatimuksia riippuen siitä, mihin tilaluokkaan osa kuuluu.

Esimerkkejä märistä tiloista ovat:

- tietyt tilat panimoissa, säilyke- ja mehutehtaissa, meijereissä ja teurastamoissa
- tietyt tilat selluloosatehtaissa, värjäämöissä ja kemiallisissa tehtaissa
- vaatteiden pesutilat, joissa pesu tapahtuu pääasiassa avoimissa astioissa sekä autojen pesuhallit.

#### 751.41 *Suojaus sähköiskulta*

751.411.1.4.3 Kun käytetään SELV- tai PELV-piiriä, kosketussuojaus on nimellisjännitteen suuruudesta riippumatta toteutettava

- käyttämällä suojuksia ja kotelointiloita, joilla saavutetaan vähintään kotelointiluokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

#### 751.5 **Sähkölaitteiden valinta**

751.512.2 Sähkölaitteiden kotelointiluokan on täytettävä vähintään taulukon 751 A mukaiset vaatimukset.

Poikkeus: Siirrettäviä sähkölaitteita, joita pidetään kädessä käytön aikana sekä siirrettäviä pistorasioita saa käyttää lyhytaikaisesti näissä tiloissa, vaikkei niiden kotelointiluokka täytä taulukon vaatimuksia. Tällöin käyttäjän on varmistettava, etteivät laitteet joudu alltiiksi haitalliselle kosteudelle. Kosketusjännitesuojausvaatimukset on kuitenkin aina täytettävä.

Kotelointiluokkaa valittaessa on lisäksi otettava huomioon ulkoisten tekijöiden vaikutukset. Esim. vesisuihkulle alltiiksi joutuvan laitteen koteloinnin on täytettävä vähintään kotelointiluokan IPX5 vaatimukset.

**Taulukko 751 A.**

Tila	Kotelointiluokka	Lisätietoja
Ulkotila *)	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto).
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta.
Kostea tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

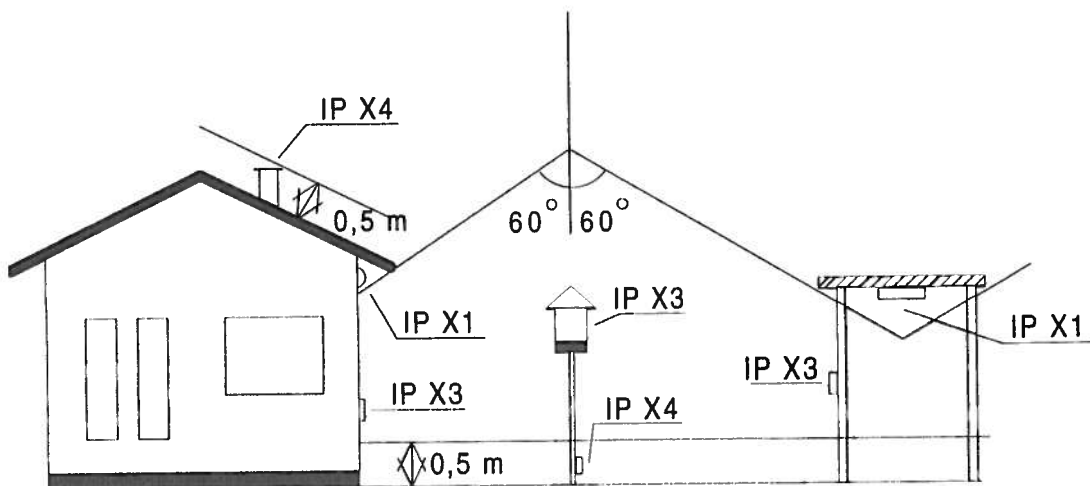
\*) Vaatimuksissa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60° kulmassa ja ettei putoava vesi roisku 0,5 m korkeammalle.

Esimerkkejä ulos asennettavien sähkölaitteiden koteloinnista on kuvassa 751 A.

751.521 Ilmajohtojen on täytettävä Sähkötarkastuskeskuksen julkaisun A 4 vaatimukset.

751.53 *Kytkinlaitteet*

Pistorasiaa ei saa asentaa vaakatason tai kaltevan pinnan yläpinnalle (maanpinta, lattia, vesikatto yms.).



**Kuva 751 A.** Esimerkkejä ulos asennettavien sähkölaitteiden koteloinnista.

**800 Yhteiset vaatimukset**

Osien 1 – 7 vaatimukset ovat voimassa osassa 8 annetuin lisäyksin ja muutoksin.

*Huomautus: Numerointi ei viittaa osien 1 – 6 numerointiin.*

**801 Jakokeskukset****801.1 Yleistä**

Jakokeskuksen on oltava käyttöolosuhteet huomioon ottaen mekaanisesti, termisesti ja sähköisesti riittävän kestävä.

Jakokeskus ei saa normaalissa sille tarkoitettussa käytössä suurimmalla sallitulla kuormituksella aiheuttaa viereisissä palavasta aineesta olevissa rakennusosissa korkeampaa lämpötilaa kuin 80 °C. Jakokeskus on asennettava siten, ettei siitä vian aikanaan aiheudu asennusalueen tai keskuksen kiinnitysrakenteiden syttymisvaaraa.

Tyypitettattujen (TTA) ja osittain tyypitettattujen (PTA) jakokeskusten on oltava standardisarjan SFS-EN 60 439 mukaisia. Standardissa mainittuja avorakenteisia tai etupuolelta suojattuja keskuksia ei kuitenkaan saa käyttää.

Jakokeskus on voitava erottaa jännitteettömäksi erotuskytkimellä tai vastaavalla tavalla. Erotuskytkimen on yleensä sijaittava itse keskuksessa tai sen välittömässä läheisyydessä (keskuksen pääkytkin). Pienet, nimellisvirraltaan enintään 25 A jakokeskukset voidaan rakentaa myös siten, että erotusmahdollisuus on syöttävässä jakokeskuksessa. Erotuspaikan sijainti on tällöin ilmoitettava erotettavaksi tarkoitettussa jakokeskuksessa, ja jakokeskuksen käyttäjällä ja huoltajalla on oltava pääsy erotuspaikkaan.

Jakokeskus on sijoitettava siten, että se on helposti luoksepäästävissä käyttöä ja huoltoa varten ja että se on helposti puhdistettavissa pölystä ja vieraista esineistä.

Laite (tai laitteiston osa), jonka tulee olla helposti luoksepäästävissä käyttöä, vaihtoa, tarkistusta tai asettelua varten, on asennettava laitteen tai laitteiston osan keskilinjasta mitattuna vähintään 0,4 m ja enintään 2,0 m korkeuteen hoitotasosta. Tyypitettatuilla standardin mukaisilla vapaasti seisovilla keskuksilla vaatimusta alarajasta ei ole, mutta laitteiden käsittely on voitava suorittaa ilman vaaraa. Asunnossa tai siihen liittyvissä tiloissa voidaan laitteet asentaa enintään

2,4 m korkeuteen hoitotasosta. Asennuskorkeusvaatimukset eivät koske jakelukiskojärjestelmiin ja vastaaviin kuuluvia pieniä jakokeskuksia.

Jakokeskukselle on varattava sellainen hoitotila, että keskuksessa suoritettavat asennus-, huolto- ja käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa ilman vaaraa.

- Huomautus:*
- 1) *Nimellisvirraltaan vähintään 63 A jakokeskuksissa noudatetaan hoitokäytävien osalta kohdan 801.2 vaatimuksia. Muisakin jakokeskuksissa suositellaan noudatettavaksi näitä vaatimuksia.*
  - 2) *Jakokeskuksen edessä olevassa tilassa, josta jakokeskusta huolletaan ja käytetään, ei saa olla sellaisia keskukseen kuulumattomia johtavia osia, joita todennäköisesti joudutaan jatkuvasti koskettamaan tehtäessä asennus-, huolto tai käyttötoimenpiteitä.*
  - 3) *Sisätiloihin asennetun jakokeskuksen edessä suositellaan käytettäväksi riittävän laajalla alueella eristävää mattoa tai vastaavaa.*

Jakokeskuksen edessä tai hoitokäytävällä ei saa varastoida esineitä, jotka estävät pääsyn laitteiston luo tai haittaavat sen käyttöä tai jotka aiheuttavat palovaaraa.

Jakokeskuksen kosketussuojauksessa ja koteloinnissa on otettava huomioon luvussa 48 ja osassa 7 mainitut ulkoisten tekijöiden vaikutukset.

Jos jakokeskuksen oven takana on käyttötoimenpiteinä käsiteltäviä osia ja jännitteisiä osia, joiden jännite on suurempi kuin kohdan 411.1 mukainen SELV- tai PELV-jännite, on käyttötoimenpiteinä käsiteltävien osien ympäristössä oltava sellainen osittainen kosketussuojaus, ettei jännitteisiä osia jouduta tahattomasti koskettamaan. Oven sisäpinnalla suojauksen on ulotuttava vähintään 2,0 m korkeuteen lattiasta tms. hoitotasosta.

Osittainen kosketussuojaus voidaan toteuttaa seuraavilla tavoilla:

- jännitteiset osat kosketussuojataan sormien ulottumisalueella ja muiden kehonosien mahdollisella kosketusalueella, tai
- jännitteinen osa sijoitetaan laitteeseen niin kapeaan syvennykseen, ettei osaa voi helposti koskettaa tahattomasti, tai
- käyttämällä edellisten vaihtoehtojen yhdistelmää.

Suojalaitteiden ja kytkimien merkinnät, ks. kohta 514.4.

Kun jakokeskuksen nimellisvirta on 63 A tai suurempi, on keskuksen edessä oltava esteetön hoitokäytävä, jonka leveys on vähintään 0,8 m ja korkeus vähintään 2,0 m.

Vähimmäisleveyden 0,8 m on laitteiden tavallisissa käyttöasunnoissa jäätävä vapaaksi väliksi, kun kulkutien leveyttä rajoittavat rakenteet, kuten käyttöasennossa olevat ohjauskahvat ja ulos vedettävät kojeyksiköt, käytävän kummallakin puolella on otettu huomioon. Vapaata väliä pienentäväksi ei lasketa esim. avattuja kennojen ovia eikä tilapäisesti auki olevien koteloiden kansia, joiden on tavallisesti oltava kiinni. Jos kennojen ovet tai koteloiden kannet auki ollessaan estävät nopean poistumisen (esim. avautuvat vain n. 90° tai lukkiutuvat em. asentoon), on vapaaksi kulkutien leveydeksi tällöin jäätävä vähintään 0,6 m. Väliä mitattaessa saa yli 90° kääntyvä ovi olla täysin auki.

Tilassa, jossa hoitokäytävän pituus on yli 10 m, käytävän kummassakin päässä on oltava poistumismahdollisuus. Käytävän ollessa lyhyempi, varsinkin yli 6 m pitkä, suositellaan järjestettäväksi poistumismahdollisuus kumpaankin päähän. Poistumistien leveyden on oltava vähintään 0,6 m ja korkeuden vähintään 2,0 m.

Jakokeskukseen kuuluvat laitteet (tai laitteiston osat) on asennettava siten, ettei niitä huollettaessa jouduta irrottamaan eikä purkamaan muita laitteita ja näihin liittyviä johtoja.

*Huomautus: Jakokeskuksen mekaanisessa mitoituksessa ja rakenteessa on otettava huomioon valokaaresta johtuvan ylipaineen ja lämpövaikutuksen aiheuttama henkilövahingon vaara.*

*Esimerkkejä mekaanisesta rakenteista, joilla rajoitetaan valokaaren vaikutuksia ovat valokaaren kestävä kotelointi ja erilaiset paineenpurkausjärjestelmät.*

*Muita toimenpiteitä, joilla voidaan estää valokaaren muodostuminen tai rajoittaa sen kestoa ja vaikutusta, ovat esimerkiksi seuraavat:*

- *hyvin lyhyt poiskytkentäaika (alle 0,1 s), joka voidaan saavuttaa esim. pikalaukaisulla varustetulla katkaisijalla tai paineeseen, valoon tai lämpöön reagoivilla antureilla*
- *virran rajoitus käyttämällä varokkeita tai virtaa rajoittavia katkaisijoita*
- *erottimen ja siihen kuuluvan katkaisijan välinen lukitus*
- *kauko-ohjaus.*

*Näillä toimenpiteillä voidaan rajoittaa valokaaren vaikutuksia myös keskuksessa, jonka kotelointi ei rajoita vaikutuksia, esim. kun keskuksen kansi on avattu.*

*Näistä toimenpiteistä tärkein on hyvin lyhyen laukaisuaajan käyttö. Lyhyt aika rajoittaa valokaaren suoraa lämpövaikutusta ja muita haitallisia vaikutuksia. Näitä haitallisia vaikutuksia ovat esim. metalleista ja eristeaineista erittyvät kaasut.*

### **801.3 Jakokeskukset, joita käyttävät sähköalalla ammattitaidottomat henkilöt**

Sellaisen rakennukseen kuuluvan jakokeskuksen, joka on asennettu paikkaan, jossa jakokeskusta pääsevät käsittelemään sähköalalla ammattitaidottomat henkilöt, on täytettävä standardin SFS-EN 60 439-3 vaatimukset. Keskuksen kotelointiluokan on oltava vähintään IP2XC.

Asunnoissa ja niihin liittyvissä tiloissa sekä muissa tiloissa, missä laitteet voivat lukitsemattomina olla lasten kosketeltavissa, on tulppavarokkeen asennuskorkeuden oltava vähintään 1,7 m.

### **801.4 Jakokeskukset, jotka sijoitetaan sähkötilaan**

Sähkötilassa, joka on lukittu ja johon normaalisti pääsevät vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt, on sähkölaitteet yleensä suojattava vähintään kotelointiluokan IP2X mukaisella koteloinnilla. Sähkötilassa sallitaan kuitenkin seuraavat lievennykset:

- Kosketussuojausmenetelmänä voidaan käyttää myös sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle vähintään 2,5 m korkeuteen lattiasta tai muusta seisonta-alustasta.
- Jos jännitteisiä osia on alempana kuin 2,5 m, on osat suojattava vähintään kotelointiluokan IP2X vaatimukset täyttävällä suojaseinällä. Riittävänä kotelointina pidetään suojaseiniä ilman kattoa, mikäli suojaseinien korkeus on vähintään 2,3 m ja jännitteisten osien etäisyys suojaseinän yläreunasta on suurempi kuin 0,2 m.
- Jonovarokeytkimillä kalustetun pienjännitekeskuksen kytkimien alapuolella sijaitsevassa kaapelointitilassa ei saa olla paljaita jännitteisiä osia, ja tilan suojauksen muihin tiloihin nähden on oltava vähintään IP1XB. Sulakkeettomien kaapeloimattomien varavarokkeiden (varokeykimien) jännitteettömänä olevien liitinten koskettamismahdollisuutta ei oteta huomioon.

*Huomautus: Yli 1000 V jännitteisten osien suojauksessa on noudatettava niitä koskevia vaatimuksia.*

Sähkötila on rakennettava siten, että sieltä pääsee helposti poistumaan. Ovien on avauduttava sähkötilasta ulospäin ja ne on voitava avata sisäpuolelta ilman avainta silloinkin, kun ne on lukittu ulkopuolelta avaimella. Varsinkin isoissa sähkötiloissa suositellaan sellaisen ovenaukaisulaitteen käyttöä, jolla ovi voidaan avata myös alaosastaan.

## 801.5 Johtojen liittäminen jakokeskukseen

Jakokeskukseen liitettävien johtojen liitäntäpaikat on sijoitettava siten, että johdot voidaan liittää helposti. Liittimien korkeudeksi lattiasta suositellaan vähintään 0,2 m.

Jakokeskuksessa on oltava riittävästi liittimiä ja tilaa siihen liitettäviä johtoja varten. Liittimen on sovelluttava asianomaiselle johtimelle ja johdinmateriaalille.

Jokaisella tulevan ja lähtevän johdon nollajohtimella ja suojajohtimella ja PEN-johtimella on oltava oma erillinen liittimensä.

- Huomautus:*
- 1) *Jakokeskuksen kiskojen ja johtimien merkinnät, ks. standardi SFS-EN 60 439-1.*
  - 2) *PEN-johtimen liitäntä, ks. kohta 546.2.3.*

## 802 Lämmityskaapeliasennukset

### 802.1 Yleistä

Tämä kohta koskee laitteistoja, joiden lämmönlähteenä on lämmityskaapeli. Nämä vaatimukset eivät koske sähkölaitteita, joiden rakenneosana on lämmityskaapeli ja jotka on tehty laitetta koskevan standardin mukaisesti.

Käytettävien lämmityskaapelien on oltava niitä koskevien rakennestandardien mukaisia.

Lämmityskaapelissa on yleensä oltava suojamaadoitettava metallivaippa tai metallinen kosketussuoja. Sitä ei kuitenkaan tarvitse olla suojajännitteellä syöte-tyissä kaapeleissa.

Lämmityskaapelissa on yleensä oltava eristeaineinen korroosiota kestävä päällyys. Teollisuuskäyttöön tarkoitetuissa kaapeleissa ei vaadita eristeaineista päällystä, jos esim. kaapelin korkea lämpötila estää sen käytön.

Lämmityskaapeli saa olla eristämätön (paljas), jos sitä syötetään SELV-järjestelmällä, jonka nimellisjännite on vaihtojännitteellä enintään 25 V tai sykkeettömällä tasajännitteellä enintään 60 V, ja kaapeli sijoitetaan palamattomaan rakenteeseen, esim. käytettäessä kaapelia betonin lämmittämiseen.

Räjähdyksvaarallisissa tiloissa lämmityskaapeliasennusten on täytettävä näitä tiloja koskevat erityisvaatimukset.



Lämmityskaapelien asennuksessa ja käytössä on noudatettava valmistajan antamia ohjeita.

Lämmityskaapelin on mekaanisilta ja sähköisiltä ominaisuuksiltaan sovelluttava käyttöpaikkaansa. Tarvittaessa kaapeli on suojattava mekaaniselta vahingoittumiselta ja kiinnitettävä luotettavasti paikalleen. Käytettävät kiinnikkeet ja niiden varusteet eivät saa vahingoittaa kaapelia.

Lämmityskaapeli on mitoitettava, sijoitettava ja asennettava siten, ettei sen lämpö vaurioita lähellä olevia materiaaleja. Lämmityskaapelia ei saa sijoittaa siten, että se estää muiden sähkölaitteistojen tarpeellisen jäähtymisen.

Lämmityskaapeli on pyrittävä asentamaan koko pituudeltaan lämmönjohtokyvyltään samanarvoiseen väliaineeseen, jos kaapelin käytöstä normaali- tai vikatilanteessa voi aiheutua vaaraa.

Lämmityskaapeli on liitettävä sähköverkkoon kiinteästi tai puolikiinteästi siten, että kytkentätila ja sen liittimet eivät lämpene liikaa. Liitäntä on yleensä tehtävä liitäntäkaapelia käyttäen. Erillistä liitäntäkaapelia ei tarvitse käyttää, jos lämmityskaapelin liittämiseen käytettävän osan lämpötila ei normaalikäytössä ylitä 70 °C.

Lämmityskaapelilaitteisto on varustettava kaikkina- ja vikavirtasuojalla käyttökytkimellä.

Lämmityskaapelilaitteiston eristysresistanssi pitää mitata, ennen kuin laitteisto otetaan käyttöön. Eristysresistanssia koskevat samat vaatimukset kuin syöttävää johtojärjestelmää (ks. luku 61).

Kosketusjännitesuojauksessa on noudatettava kohtien 411 ja 413 vaatimuksia. Suojausmenetelmänä ei saa käyttää suojausta eristämällä käyttöpaikka (413.3) eikä suojausta käyttämällä paikallista maasta erotettua potentiaalintasausta (413.4).

Kosketusjännitesuojausta suunniteltaessa ja toteutettaessa on otettava huomioon, että jos lämmityskaapelissa syntyy oikosulku jännitteisen johtimen ja suojamaadoitetun osan välillä, vikapaikan kautta kulkeva virta voi piiriin jäävän resistanssin takia olla niin pieni, ettei lämmityskaapelilaitteiston suojana toimiva sulake tai vastaava ylivirtasuojaja ole riittävä. Tarvittaessa suojausta on täydennettävä käyttämällä vikavirtasuojakytkintä tai kohdan 413.1.2.2 mukaista lisä-potentiaalintasausta.

Verkkajännitteeseen liitettävät lämmityskaapelit, joissa ei ole metallivaipan päällä eristeaineista päällystyä, on suojattava vikavirtasuojakytkimellä.

Käytettäessä vikavirtasuojakytkintä kosketusjännitesuojaukseen on tarkistettava, että se toimii tarkoitetulla tavalla kyseisellä lämmityskaapelityypillä ja asennustavalla.

#### **802.4 Palosuojaus**

Lämmityskaapeli ei saa aiheuttaa palovaaraa ympäristölleen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä lämmityskaapelin asennukseen palavasta rakennustarvikkeesta olevan rakenteen läheisyydessä. Normaalikäytössä lämmityskaapeli ei saa aiheuttaa 80 °C suurempaa lämpötilaa sitä ympäröivässä palava-aineisessa rakenteessa.

Pelkällä ylivirtasuojalla ei useissa vikatapauksissa saavuteta riittävää suojausta yliämpenemiseltä, vaan pitää käyttää lisäsuojalaitetta. Lämmityskaapelin tyypistä ja asennustavasta riippuen lisäsuojalaitteena voidaan käyttää esimerkiksi lämpötilanrajoitinta, ylikuormitussuojaa tai vikavirtasuojakytkintä tai näiden yhdistelmää. Kun käytetään itserajoittavaa kaapelia, jonka käyttölämpötila on riittävän alhainen, erityistä suojalaitetta ei vaadita.

Käytettäessä vikavirtasuojakytkintä palosuojaukseen sen nimellistoimintavirran pitää olla mahdollisimman pieni, kuitenkin enintään 500 mA.

#### **802.5 Merkinnät ja piirustukset**

Lämmityskaapelilaitteistossa on oltava käyttöä varten tarpeelliset merkinnät ja piirustukset. Jos lämmityskaapeli on peitetty, esim. asennettu lattiaan, on lämmityskaapelin sijainnista oltava piirustus.

### **803 Lämmityskelmuasennukset**

#### **803.1 Yleistä**

Tämä kohta koskee sellaisia kiinteästi asennettuja huoneen lämmitykseen käytettäviä sähkölaitteistoja, joissa lämmönlähteenä on maton tai levyn muotoinen säteilylämmityselementti.

Säteilylämmityselementillä tarkoitetaan sellaista sähköistä elementtiä, joka koostuu kelmuista tai metallilangoista, jotka on sijoitettu muovisen kelmun tai vastaavan sisään ja joka on tarkoitettu peitettäväksi rakennuslevyillä tai vastaavilla.

Tämä kohta ei koske tehdasvalmisteisia lämmityselementtikasetteja ja säteilylämmittäjiä, jotka on rakennettu näitä laitteita koskevien rakennestandardien mukaisesti.

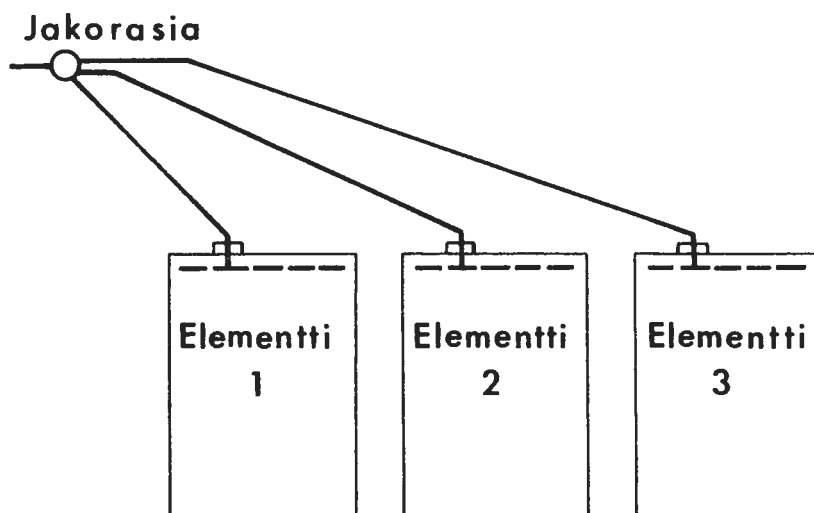
Lämmityskelmun asennuksessa ja käytössä on noudatettava kelmun valmistajan antamia ohjeita.

Lämmityskelmulaitteistoja saa käyttää kuivissa, kosteissa, märissä ja palovaarallisissa tiloissa sekä peseytymistiloissa. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa niitä saa käyttää vain räjähdystarvikevarastoissa.

Lämmityskelmulaitteiston saa liittää vain pienjännitejärjestelmään. Säteilylämmityselementtejä, jotka sijoitetaan peseytymistilaan, on syötettävä SELV-järjestelmällä tai ne on suojattava nimellistoimintavirralla enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä.

Laitteistoon kuuluvat säteilylämmityselementit pitää asentaa siten, että ne voidaan liittää kiinteästi helposti luoksepäästävissä kytkentärasiasa tai vastavassa. Rasian pitää olla luokse päästävissä silloinkin, kun katto- ja seinäpäällysteet on asennettu.

Elementtejä syöttävät johtimet voidaan asennuspaikalla liittää ao. elementtiin siihen kuuluvassa kytkentätilassa sijaitsevan tarkoituksenmukaisen liittimen avulla. Tämän kytkentätilan ei tarvitse olla helposti luokse päästävissä. Ryhmäjohtoa ei saa jatkaa (sarja- tai rinnankytkentä) elementistä toiselle elementtiin kuuluvassa kytkentätilassa.



**Kuva 803 B.** Kytkentätilalla varustettujen lämmityselementtien liittäminen asennuspaikalla.

Lämmityskelmun liitäntäjohdon poikkipinnan on oltava kelmua syöttävän ryhmäjohdon ylivirtasuojaa vastaava. Kuitenkin saa enintään 16 A ylivirtasuojalla suojattuun ryhmäjohtoon liittää lämmityselementtiin kuuluvan 1,5 mm<sup>2</sup> liitäntäjohdon edellyttäen, että johdon virta ei ylitä 1,5 mm<sup>2</sup> poikkipinnalle sallittua arvoa ja että johdon pituus on enintään 1 m.

Lämmityselementin liitäntäjohto, jonka muodostavat eristepäällysteiset johtimet, on vedettävä putkeen tai tätä vastaavaan johtokanavaan. Jos eristepäällysteiset johtimet suojataan niiden päälle vedettävällä eristysletkulla (-sukalla), saavat ne verhouksen takana olla enintään 0,3 m matkalla ilman asennusputkea.

Lämmityskelmulaitteisto tai vastaava on varustettava kaikinapaisella käyttökytkimellä.

Lämmityskelmulaitteiston tai vastaavan eristysresistanssi pitää mitata, ennen kuin laitteisto otetaan käyttöön. Eristysresistanssia koskevat samat vaatimukset kuin syöttävää johtojärjestelmää (ks. luku 61).

### 803.3 Sijoitus

Lämmityskelmu on yleensä sijoitettava kattoon tai seinään. Sen on seinään sijoitettuna oltava vähintään 2,3 m etäisyydellä lattiasta. Vinokattoon sijoitettuna sen on oltava vähintään 2,0 m etäisyydellä lattiasta, kun vaakatason ja vinokaton välinen kulma on enintään 45°. Kun kulma on yli 45°, on etäisyyden oltava vähintään 2,3 m.

Lämmityskelmu voidaan asentaa myös eristävästä materiaalista tehdyn lattian alla olevaan ilmatilaan, jos sen rakenne on tarkoitettu tällaiseen asennukseen ja kelmun yläpuolella on vähintään taulukon 803 A mukainen ilmatila.

**Taulukko 803 A.** Ilmatilan korkeus lattia-asennuksissa.

Säteilylämmityselementin yläpuolisen ilmatilan korkeus	Suurin sallittu kuormitettavuus W/m <sup>2</sup>	Säteilylämmityselementin ja lämpöä johtavan alustan välisen eristeen lämpöresistanssi M
≥ 2 cm	60	$M \leq 1,08 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
≥ 3 cm	90	$M \leq 1,08 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
≥ 4 cm	90	Ei rajoitusta lämpöresistanssille
≥ 8 cm	120	Sallittu vain silloin kun lattiamateriaali kestää näin suuren tehon

Lämmityskelmun, jota syötetään SELV-järjestelmällä kiinteästi asennetusta suojajännitemuuntajasta, saa asentaa myös muuntotyypiseen lattiaan kelmun asennusohjeiden mukaisesti.

Lämmityskelmun saa lisäksi sijoittaa erillisten asennusohjeiden mukaisesti kiinteään penkkiin kirkossa ja muissa vastaavissa tiloissa.

Sisustuksen kiinnittämistä varten on varattava vapaita alueita, joihin säteilylämmityselementtejä ei asenneta. Vapaita alueita on varattava myös niihin paikkoihin, joissa kalustus estää lämpösäteilyä.

#### **803.4 Suojaus mekaaniselta vahingoittumiselta**

On huolehdittava siitä, että säteilylämmityselementti kestää siihen kuljetuksen, asennuksen ja normaalin käytön aikana kohdistuvat mekaaniset rasitukset. Lisäksi lämmöneriste tai peitemateriaali ei saa mekaanisesti vahingoittaa lämmityselementtejä.

Kirkon penkkiin tms. asennettu lämmityskelmu on suojattava erikoistoimenpitein, esim. peittämällä kelmu vahvalla paneelilla tms.

#### **803.5 Palosuojaus**

Säteilylämmityselementti on asennettava siten, että se ei aiheuta vahingollista lämpötilaa sen läheisyydessä sijaitsevassa rakennusosassa. Normaalikäytössä lämmityskelmu ei saa aiheuttaa 80 °C suurempaa lämpötilaa sitä ympäröivässä palava-aineisessa rakenteessa.

Lämmityskelmun peittävät katto-, seinä- ja lattiamateriaalit on valittava lämmityskelmun toimittajan ohjeiden mukaisesti.

Lämmityskelmun sijoituksen on oltava sellainen, ettei kelmu estä sen lähellä olevien sähköjohtojen, valaisimien tms. tarpeellista jäähdytystä.

#### **803.6 Jännitteen leviämisen estäminen**

Lämmityskelmu on kiinnitettävä alustaan siten, ettei jännite leviä johtaviin rakennusosiin, putkistoihin tms.

Lämmityskelmu tai sitä syöttävät johtimet eivät saa koskettaa rakennuksen johtavia osia. Lämmityskelmuja ei saa asentaa rakenteeseen, jossa on johtava kalvo, esim. alumiinikalvo, kosteussulkuna.

#### **803.7 Merkinnät ja piirustukset**

Sen ryhmäkeskuksen luo, johon lämmityskelmulaitteisto tai vastaava on liitetty, on asetettava selvä ja pysyvä piirustus elementtien ja kytkentärasioiden sijoituksesta. Piirustuksessa on lisäksi oltava tiedot elementtien valmistajan nimestä, niiden tehosta ja jännitteestä sekä elementtien päällä olevasta peitemateriaalista. Lisäksi on oltava maininta siitä, että jos peitemateriaali vaihdetaan, uusi materiaali on tarkoitukseen soveltuva.

Ryhmäkeskuksen luona on myös oltava selvä varoitus naulojen lyömisestä, ruuvien kiertämisestä tai reikien tekemisestä niihin paikkoihin, joihin elementtejä on kiinnitetty, samoin kielto kalusteiden kiinnittämisestä alueelle, johon lämmityskelmuja on asennettu sekä varoitus esineiden sijoittamisesta hyllyille tms. alueelle, johon elementtejä on kiinnitetty.

## **804 SELV- tai PELV-järjestelmään liitetyt valaistusjärjestelmät**

### **804.1 Yleistä**

Tämä kohta koskee SELV- tai PELV-järjestelmään liitettyjä valaistusjärjestelmiä, joita syötetään kohdan 411.1.2 mukaisesta suojajännitelähteestä, jonka jännite on vaihtojännitteellä enintään 50 V (tehollisarvo) tai tasajännitteellä enintään 120 V.

Jokaisesta asennuksesta on oltava kytkentäkaavio, josta ilmenevät ylivirtasuojien ja laitteiden sijoitukset, nimellisarvot, johdinpoikkipinnat, yms.

SELV- tai PELV-järjestelmään liitettyjä valaistusasennuksia koskevat myös osien 1 – 7 vaatimukset seuraavassa esitetyin poikkeuksin ja lisäyksin.

### **804.2 Virtapiirien rakenne**

Johtojärjestelmään kuuluvien johtojen on yleensä oltava vahvavirta-asennuksissa käytettäväksi tarkoitettuja eristettyjä johtoja, joiden nimellisjännite on vähintään 250 V vaihtojännitteellä.

Muunlaisia johtoja voidaan käyttää, kun on huolehdittu kosketussuojauksesta

- käyttämällä suojuksia tai koteloitintia, joilla saavutetaan vähintään koteloitintiluokan IPXXB mukainen suojaus tai
- käyttämällä eristystä, joka kestää 1 minuutin ajan 500 V (vaihtojännite) koejännitteen.

Eristämättömiä johtoja voidaan käyttää kohtien 411.1.4 ja 411.1.5 mukaisesti, jos järjestelmän nimellisjännite on vaihtojännitteellä enintään 25 V (tehollisarvo) tai tasajännitteellä enintään 60 V, ja täytetään seuraavat vaatimukset:

- järjestelmä rakennetaan tai koteloidaan siten, ettei se itsessään aiheuta oikosulun vaaraa,
- johdinpoikkipinnat ovat vähintään 4 mm<sup>2</sup>,
- jännitelähteen nimellisteho on enintään 200 VA ja
- johdot tai johdinjärjestelmät eivät kosketa syttyviä materiaaleja.

Johdot on suojattava oikosululta ja ylikuormitukselta luvun 43 ja kohdan 473 mukaisesti.

On varmistauduttava siitä, että oikosulkuvirta johdon loppupäässä on riittävän suuri aiheuttamaan alkupäässä olevan suojalaitteen toiminnan, ennen kuin johtimet vahingoittuvat yllämmön takia.

SELV- tai PELV-piiri voidaan suojata ensiöpuolelle sijoitetulla ylivirtasuojalla, jos se toimii varmasti toisiopuolen ylivirroilla.

*Huomautus: Kun ylivirtasuojia sijoitetaan ensiöpuolelle, on tärkeää, että se on oikean kokoinen. Virta-arvoltaan liian suuri ylivirtasuojia ei suojaa toisiopiiriä.*

Virta-arvoltaan liian suurten sulakkeiden käyttäminen voidaan välttää käyttämällä johdonsuojakatkaisijoita. Ylivirtasuojaus voidaan toteuttaa myös ensiöpuolen oikosulkusuojauksena ja toisiopiirin ylikuormitussuojauksena.

Kun johtimien suojaukseen käytetään sulakkeita, saa tavallisten pienjännitesulakkeiden lisäksi käyttää standardin EN 60 127 mukaisia pienoissulakkeita tai vastaavia esim. standardin ISO/DIS 8820-1 mukaisia autosulakkeita. Sulakkeilla tulee olla riittävä katkaisukyky.

Maadoitetussa PELV-piirissä vaaditaan ylivirtasuojia vain maadoittamattomassa johtimessa. SELV-piirissä ja maadoittamattomassa PELV-piirissä johtimien ylivirtasuojaus voidaan jättää pois toisesta johtimesta, jos seuraavat kaksi ehtoa ovat voimassa:

- ylivirtasuojia on jännitelähteen rakenteellisena osana tai sijoitettuna sen yhteyteen sekä
- mahdollinen oiko- tai maasulun esiintyminen ennen toisiopuolen ylivirtasuojaa on estetty. Tämä edellyttää periaatteessa kaksoiseristystä.

Ylivirtasuojiin on päästävä helposti käsiksi.

Ylivirtasuojien sijoittaminen esim. alaslasketun katon yläpuolelle on sallittua, jos ne ovat jännitelähteen rakenteellisena osana tai sijoitettuna jännitelähteen yhteyteen. Suojien sijoituspaikka on merkittävä.

SELV- ja PELV-piirin suojalaitteiden tulee olla joko rakennettu jännitelähteen yhteyteen tai asennettu kiinteästi.

*Huomautus: Pienoissulakkeita tai vastaavia ei saa sijoittaa vapaasti johtimiin.*

Mikäli ei ole helposti todettavissa, mitkä ylivirtasuojat kuuluvat kuhunkin virtapiiriin, on ylivirtasuojien yhteyteen tehtävä tarpeelliset merkinnät tai kaaviot.

Alaslasketun katon yläpuolelle tai vastaavaan paikkaan sijoitettava muuntaja on asennettava ja liitettävä kiinteästi.

## **804.5 Lämpeneminen**

Valaisimien rakenteen ja asennuksen on oltava sellaisia, etteivät laitteet tai niiden ympäristö lämpene liikaa.

## **805 Suurjännitteiset purkauslamppulaitteistot**

### **805.1 Verkkotaajuuslaitteistot**

Standardi SFS-EN 50 107 on valmisteilla.

### **805.2 Suurtaajuuslaitteistot**

#### *805.2.1 Yleistä*

Tämän kohdan vaatimukset koskevat laitteistoja, joissa on kylmäkatodityyppisiä purkauslamppuja, joiden

- taajuus on vähintään 20 kHz  
enintään 50 kHz
- virta on enintään 50 mA (huippuarvo) ja  
enintään 35 mA (tehollisarvo)
- jännite on enintään 3 kV (tehollisarvo).

#### *805.2.2 Käyttö*

Suurtaajuuslaitteistoa saa käyttää sekä sisätiloissa että ulkotiloissa; ei kuitenkaan palo- ja räjähdysvaarallisissa tiloissa.

#### *805.2.3 Rakenne*

Laitteiston materiaalin ja rakenteen on sovittava laitteiston sijaintipaikalla vallitseviin olosuhteisiin.



Purkauslamppuvalaisin on kiinnitettävä huolellisesti alustaansa. Se ei saa riippua johdon varassa.

*Huomautus: Laitteiston suojaus vierailta esineiltä, pölyltä ja vedeltä, ks. kohdat 512 ja 751.*

#### 805.2.4 Liitäntä

Purkauslamppu on liitettävä tähän tarkoitukseen hyväksytyyn virranrajoittimeen jonka taajuus, virta ja jännite ovat kohdan 805.2.1 mukaisia. Tällaisen virranrajoittimen saa liittää enintään 250 V jännitteeseen.

Verkkopuolen ja virranrajoittimen toisiopuolen välillä on oltava riittävä eristyskerros.

Virranrajoittimen toisiopuolelle saa liittää ainoastaan purkauslamppuja ja näihin kuuluvia laitteita. Toisiopuolella ei saa olla laitetta tai muuta kojetta virtapiirin katkaisemista varten.

#### 805.2.5 Kosketussuojaus

Jännitteiset osat on suojattava tahattomalta koskettamiselta. Lampunpitimen on oltava rakenteeltaan sellainen, että sen kytkentäliittimiä ei voi tahattomasti koskettaa, kun purkauslamppu on paikoillaan tai poistettu pitimestä tai kun sitä asetetaan tai poistetaan. Jotta voitaisiin estää valokaarien syntyminen poistettaessa purkauslamppuja pitimistä, ensiöpiirissä on oltava laitteiston erotusmahdollisuus.

- Huomautus:*
- 1) *Vaatimuksissa tarkoitetun kosketussuojan on oltava vahva, kestävä ja hyvin kiinnitetty.*
  - 2) *Putkenpään kosketussuoja voi olla esim. sopiva kutisteletku. Kosketussuojan on oltava muotoiltu siten, että suoja säilyy, vaikka putki vaurioituisi.*

#### 805.2.6 Suojamaadoitus

Johtavasta aineesta olevat ulkokuoret ja muut jännitteelle alttiit osat on suoja-  
maadoitettava kohdan 413.1 mukaisesti.

Suurtaajuuspuolella olevia jännitteelle alttiita osia ei kuitenkaan tarvitse suoja-  
maadoittaa. Suurtaajuuspuolta ei myöskään voi maadoittaa toiminnallisesti.

#### 805.2.7 *Sijoitus*

Virranrajoitin on sijoitettava mahdollisimman lähelle siihen kuuluvaa purkauslamppua ja mahdollisuuksien mukaan purkauslampun kanssa yhteisen kotelon sisään.

Siirrettävään valaisimeen kuuluvan purkauslampun virranrajoittimen sekä kaikkien tämän toisiopiiriin kuuluvien osien on oltava valaisimen rakenteellisia osia.

Virranrajoittimella varustettu purkauslamppulaitteisto tarvitseena on asennettava siten, että haitallinen lämpötilan nousu kotelossa tai sen ympäristössä estyy.

#### 805.2.8 *Suurjännitejohtimet*

Suurjännitejohtimien on oltava tähän tarkoitukseen sopivaa hienolankaista johdinta, jonka poikkipinta on vähintään 0,5 mm<sup>2</sup> ja jonka eristys on riittävä. Johtimien on oltava niitä koskevien standardien mukaisia ja luotettavasti suojattu mekaaniselta, kemialliselta ja termiseltä vahingoittumiselta.

Pinnalle asennettu johto on kiinnitettävä huolellisesti alustaansa.

Suurjännitejohdossa ei saa olla jatkoksia.

#### 805.2.9 *Kiinnikkeet*

Kiinnikkeiden on oltava sellaisia ja asennettava siten, että ne eivät vahingoita purkauslamppuja ja johtoja. Kiinnikkeiden on kestävä vahingoittumatta asennuspaikalla mahdollisesti esiintyvä kosteus ja syövyttävät aineet.

#### 805.2.10 *Liittimet*

Johtojen liittimien rakenteen on oltava sellainen, että saavutetaan riittävä eristystila sekä johtimien välillä että johtimien ja ulkokuoren välillä.

Purkauslamppu on liitettävä suurjännitejohtoon luotettavasti, esim. ruuviliitoksella, jousikuormitetulla liitoksella, puristusliitoksella tms.

## JOHTIMIEN KUORMITETTAVUUS

Tämän liitteen kuormitettavuustaulukot perustuvat standardiin IEC 364-5-523. Lisäksi on otettu huomioon CENELECin julkaisun R64.001 sisältämät muutokset kuormitettavuuksiin (asennustavat A2 ja B2).

*Huomautus:* 1) *Esimerkki hyväksyttävästä tavasta yksinkertaistaa taulukkoja on annettu tämän liitteen lopussa.*

- 2) *Taulukoissa annetut arvot koskevat armeeraamattomia kaapeleita ja eristepäällysteisiä johtimia. Arvot on määritetty standardin IEC 287 mukaisin menetelmin. Tässä on käytetty standardin IEC 502 mukaisia mittoja enintään 1 kV kaapeleille ja julkaisun HD 383 mukaisia johdinresistansseja.*

*Käytännössä kaapelien rakenne vaihtelee (esim. johtimet ovat erimuotoisia) ja niissä esiintyy valmistustoleransseja. Tämä aiheuttaa hajontaa kaapeleiden mitoissa ja siten myös niiden kuormitettavuudessa kussakin nimellisessä johdinkoossa. Taulukoiden kuormitettavuusarvot on valittu ottaen huomioon arvojen hajonta, kun se vaikuttaa turvallisuuteen ja siten, että arvot sijaitsevat jatkuvalla tasaisella käyrällä johtimen poikkipinnan funktiona.*

- 3) *Monijohtimisissa kaapeleissa, joissa johtimien poikkipinta on vähintään 25 mm<sup>2</sup>, saa käyttää joko poikkipinnaltaan pyöreitä tai muun muotoisia johtimia. Taulukoissa annetut arvot perustuvat muihin kuin pyöreisiin johtimiin.*
- 4) *Mineraalieristeisten kaapelien kuormitettavuuksia ei ole esitetty tässä liitteessä. Niitä koskevat kuormitettavuusarvot on esitetty standardissa IEC 364-5-523.*

### Ympäristön lämpötila

Kun kuormitettavuus valitaan tämän liitteen taulukoiden mukaan, oletetaan että ympäristön lämpötila on:

- ilmaan asennetuilla johdoilla, asennustavasta riippumatta 25 °C
- joko suoraan maahan tai maassa oleviin kanaviin asennetuilla kaapeleilla 15 °C

Kun käytetään tämän liitteen taulukoita ja ympäristön lämpötila poikkeaa taulukoiden referenssiarvosta, taulukoiden 52-C1 – 52-C14 kuormitettavuuksien lisäksi on käytettävä taulukoiden 52-D1 ja 52-D2 lämpötilakorjauskertoimia.

Taulukoissa 52-D1 ja 52-D2 ei ole otettu huomioon mahdollista auringonsäteilyn tai muun infrapunasäteilyn aiheuttamaa lämpötilannousua.

### **Maan lämpöresistiivisyys**

Taulukoiden kuormitettavuusarvot perustuvat maan lämpöresistiivisyyden arvoon 1,0 K m/W.

Paikoissa, joissa maan todellinen lämpöresistiivisyys on suurempi kuin 1,0 K m/W, kuormitettavuutta on pienennettävä vastaavasti tai välittömästi kaapeleiden kanssa kosketuksessa oleva maa-aines on vaihdettava sopivampaan aineeseen.

- Huomautus:*
- 1) *Taulukoiden kuormitettavuusarvot on tarkoitettu ainoastaan rakennuksissa ja niiden välittömässä läheisyydessä olevia johtoja varten. Muissa asennuksissa, joissa tutkimalla voidaan tarkemmin määrittää maan lämpöresistiivisyys suhteessa kuormitukseen, voidaan kuormitettavuus määrittää laskemalla käyttäen standardissa IEC 287 esitettyjä menetelmiä.*
  - 2) *Maahan asennettavien kaapeleiden kuormitettavuudet on muutettu vastaamaan Suomessa yleisesti vallitsevaa maan lämpöresistiivisyyttä 1,0 K m/W käyttäen julkaisussa A1-93 esitettyä taulukkoa 25.2-13. Mikäli lämpöresistiivisyys poikkeaa referenssiarvosta, on käytettävä taulukon 52-D3 korjauskertoimia.*
  - 3) *PEX-eristeisten kaapeleiden eristysmateriaali sallii kaapeleille jatkuvalla kuormituksella 90 °C johdinlämpötilan. Tämä saattaa kuitenkin maa-asennuksissa johtaa kaapelia ympäröivän maan kuivumiseen ja sen lämpöresistiivisyyden kasvuun, josta on seurauksena kaapelin ylikuormittuminen. Tämä on otettava huomioon maan lämpöresistiivisyyttä arvioitaessa.*

### **Useamman kuin yhden virtapiirin johtojärjestelmät:**

Asennustavat A – D taulukossa 52-B1:

Taulukoissa 52-C1 – 52-C4, 52-C13 ja 52-C14 annetut kuormitettavuusarvot koskevat yksittäisiä virtapiirejä, joissa on seuraava määrä kuormitettuja johtimia:

- kaksi eristettyä johdinta tai kaksi yksijohtimista kaapelia tai yksi monijohdinkaapeli, jossa on kaksi kuormitettua johdinta
- kolme eristettyä johdinta tai kolme yksijohtimista kaapelia tai yksi monijohdinkaapeli, jossa on kolme kuormitettua johdinta

Kun vierekkäin asennetaan useampia johtimia tai kaapeleita, on sovellettava taulukoiden 52-E1 – 52-E3 mukaisia korjauskertoimia.

*Huomautus:* Ryhmyksistä aiheutuvat korjauskertoimet on laskettu pitkäjaksoisella jatkuvalla käytöllä kaikille jännitteisille johtimille 100 % kuormituksella. Jos

*kuormitus asennuksen käyttötavoista johtuen on pienempi kuin 100 %, voivat korjauskertoimet olla suurempia.*

Asennustavat E, ja F taulukossa 52-B2:

Taulukoiden 52-C9 – 52-C12 kuormitettavuusarvot koskevat esitettyjä referenssi-asennustapoja.

Kun kaapelit asennetaan kaapelihyllylle tai vastaavalle, sekä yksittäisten virtapiirien että ryhmien kuormitettavuudet määritetään kertomalla ilmaan asennettujen kaapeleiden kuormitettavuudet (annettu taulukoissa 52-C9 – 52-C12) taulukoiden 52-E4 ja 52-E5 mukaisilla korjauskertoimilla.

#### **Asennustapoja A – F koskevat huomautukset:**

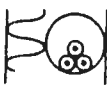




1. Ryhmyyksestä aiheutuvat korjauskertoimet on laskettu keskiarvoina kyseessä olevien eri johdinkokojen, kaapelilajien ja asennusolosuhteiden osalta. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota taulukon huomautuksiin. Joissakin tapauksissa voi tarkempi laskenta olla tarpeen.
2. Ryhmyyksestä aiheutuvat korjauskertoimet on laskettu olettaen, että ryhmä muodostuu yhtä paljon kuormitetuista kaapeleista. Jos ryhmään sisältyy erikoisia kaapeleita, on kiinnitettävä huomiota pienempien kaapelien virtaan.

Jos tunnettujen käyttöolosuhteiden takia tietyn kaapelin virta on huomattavasti pienempi kuin sen sallittu kuormitettavuus ryhmässä, se voidaan jättää huomiotta ryhmän muun osan kuormituskerrointa määritettäessä.

#### **Yleisiä huomautuksia taulukoista:**

1. Kuormitettavuudet on taulukoitu yleisimmin kiinteissä asennuksissa käytössä olevien johdin- ja kaapelieristeiden sekä yleisimmin käytössä olevien asennustapojen osalta. Taulukoidut kuormitettavuudet koskevat käyttöä jatkuvuustilassa (100 % kuormituskerroin) tasavirralla sekä vaihtovirralla nimellistajuuksilla 50 Hz tai 60 Hz.
2. Taulukossa 52-B1 on yksilöity ne asennustavat, joita taulukoidut kuormitettavuudet koskevat. Muut asennustavat ryhmitellään näihin referenssitapoihin viitaten, kun katsotaan, että samoja kuormitettavuuksia voidaan turvallisesti käyttää.
3. Taulukossa 52-B2 on sekä taulukkonumerot, joiden perusteella kuormitettavuudet referenssitapoja varten on valittava että niiden taulukoiden numerot, joita on sovellettava, kun asennuksessa on käytetty referenssitavasta poikkeavaa asennustapaa.





**Taulukko 52-B1: Asennustavat A–D**

Referenssiasennustapa		Muut asennustavat, joilla on sama kuormitettavuus		Taulukko ja sarake						
				PVC-eristeinen		PEX/EPR-eristeinen		Ryhmäkorjauskerroin		
				Yksittäinen virtapiiri	Lämpötilakorjauskerroin	Yksittäinen virtapiiri	Lämpötilakorjauskerroin			
				2 johdinta	3	2 johdinta	3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Eristetyt johtimet eristetyssä seinässä olevassa asennusputkessa	A	- monijohlinen kaapeli eristetyssä seinässä - eristetyt johtimet asennusputkessa asennuslistassa	52-C1 Sarake A	52-C3 Sarake A	52-D1	52-C2 Sarake A	52-C4 Sarake A	52-D1	52-E1
	Monijohlinen kaapeli eristetyssä seinässä olevassa asennusputkessa	A2		52-C13 Sarake 2	52-C13 Sarake 4	52-D1	52-C14 Sarake 2	52-C14 Sarake 4	52-D1	52-E1
	Eristetyt johtimet seinällä olevassa asennusputkessa	B	- eristetyt johtimet seinällä olevassa kanavassa - eristetyt johtimet tuulettuvassa lattiakanavassa olevassa asennusputkessa	52-C1 Sarake B	52-C3 Sarake B	52-D1	52-C2 Sarake B	52-C4 Sarake B	52-D1	52-E1
	Monijohdinkaapeli seinällä olevassa asennusputkessa	B2		52-C13 Sarake 3	52-C13 Sarake 5	52-D1	52-C14 Sarake 3	52-C14 Sarake 5	52-D1	52-E1
	Monijohdinkaapeli seinällä	C	- yksijohdinkaapelit seinällä, lattiassa tai katossa - monijohdinkaapeli kivirakenteessa - monijohdinkaapeli lattialla - yksi- tai monijohdinkaapelit avoimessa tai tuulettuvassa kourussa - monijohdinkaapelit kanavassa tai asennusputkessa avoimessa ilmatilassa tai tiiliseinän kanssa kosketuksissa (kerro arvot kertoimella 0,8 (Huomaus 1))	52-C1 Sarake C	52-C3 Sarake C	52-D1	52-C2 Sarake C	52-C4 Sarake C	52-D1	52-E1
	Monijohtimiset kaapelit maassa olevissa kanavissa	D	- yksijohdinkaapelit maassa olevissa kanavissa - yksi- ja monijohdinkaapelit suoraan maassa (Huomaus 2)	52-C1 Sarake D	52-C3 Sarake D	52-D2	52-C2 Sarake D	52-C4 Sarake D	52-D2	52-E2 ja 52-E3

Huomaus 1) Kun kaapeli mekaanista suojausta varten vedetään enintään 1 m pituisen, tiilipintaa koskettavan ilmatilassa olevan putken tai kanavan läpi, kuormitettavuutta ei tarvitse pienentää. Jos putki tai kanava on kosketuksessa sellaisen aineen kanssa, jonka lämpöresistiivisyys on suurempi, pituutta 0,2 m ei saa ylittää. Tiilipinnalla ei tarkoiteta lämpöeristettyä rakennetta. Kuormitettavuudet lämpöeristettyjä rakenteita varten ovat harkittavina.

Huomaus 2) Suoraan maahan asennettujen kaapeleiden sisällyttäminen tähän kohtaan on sallittu, kun maa-aineksen lämpöresistiivisyys on n. 1,0 K m/W.

Taulukko 52-B2: Asennustavat E, F ja G

Referenssiasennustapa		PVC-eristeinen		PEX/EPR-eristeinen		Korjauskerroin ryhmille ja muille asennustavoille		
		Yksittäinen virtapiiri	Lämpötilakorjauskerroin	Yksittäinen virtapiiri	Lämpötilakorjauskerroin	Asennus	Asennustavat	Taulukko
Monijohdinkaapeli ilma-asennuksessa    Vapaa välimatka seinästä vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija	E	Kupari 52-C9	52-D1	Kupari 52-C11	52-D1	Kaapelihyllyllä (rei'ittämätön)	H	52-E4
		Alumiini 52-C10		Alumiini 52-C12		Kaapelihyllyllä (rei'itetty)	J tai K	
						- kiinnikkeillä - kaapelitikkailla - ripustimilla - kannatusköyden varassa	L	
Yksijohtimiset kaapelit koskettavat toisiaan ilma-asennuksessa    Vapaa välimatka seinästä vähintään kaapelin halkaisija	F	Kupari 52-C9	52-D1	Kupari 52-C11	52-D1	Kaapelihyllyllä (rei'ittämätön)	M	52-E5
		Alumiini 52-C10		Alumiini 52-C12		Kaapelihyllyllä (rei'itetty)	N tai P	
						- vapaasti ilmassa olevat ryhmät - kiinnikkeillä - kaapelitikkailla - ripustimilla - kannatusköyden varassa	Q	
Yksijohtimiset kaapelit ilma-asennuksessa    Vähintään yhden kaapelin halkaisija  	G	Kupari 52-C9	52-D1	Kupari 52-C11	52-D1	-	-	-
		Alumiini 52-C10		Alumiini 52-C12				

## TAULUKKOJEN 52-B1 JA 52-B2 ASENNUSTAPOJA KOSKEVIA HUOMAUTUKSIA

### Asennustavat A ja A2

1. *Eristetyt johtimet tai monijohdinkaapelit eristetyssä seinässä olevassa asennusputkessa:*

Seinärakenne on sellainen, että siinä on vesitiivis ulkopinta, lämpöeriste sekä puinen tai vastaavaa ainetta oleva sisäpinta, jonka lämmönjohtokyky on  $10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Asennusputki on kiinnitetty lähelle seinän sisäpintaa, mutta ei välttämättä kosketa sitä. Lämmön siirtymisen kaapeleista oletetaan tapahtuvan yksinomaan seinän sisäpinnan kautta. Asennusputki voi olla metallia tai muovia.

### Asennustavat B ja B2

2. *Eristetyt johtimet tai monijohdinkaapelit puisen seinän pinnalla olevassa asennusputkessa:*

Asennusputki on kiinnitetty puisen seinän pinnalle siten, että asennusputken ja pinnan välimatka on pienempi kuin 0,3 kertaa putken halkaisija. Asennusputki voi olla metallia tai muovia. Jos asennusputki on kiinnitetty kivirakenteisen seinän pinnalle, johtimien ja kaapeleiden kuormitettavuus voi olla suurempi.

### Asennustapa C

3. *Seinän pinnalla oleva kaapeli:*

Kaapeli on kiinnitetty puisen seinän pinnalle siten, että kaapelin ja pinnan välimatka on pienempi kuin 0,3 kertaa kaapelin halkaisija. Jos kaapeli on asennettu kivirakenteisen seinän pinnalle tai seinän sisään, sen kuormitettavuus voi olla suurempi.

4. *Lattialla tai katon pinnalla oleva kaapeli:*

Kuten edellä kohta 3. Katossa olevan kaapelin kuormitettavuus on hieman pienempi (ks. taulukko 52-E1) kuin seinälle tai lattialle asennetun kaapelin.

### Asennustapa D

5. *Suoraan maahan asennetut kaapelit:*

Kaapeli koskettaa välittömästi ympäröivää maa-ainesta. Taulukoiden kuormitettavuudet perustuvat maan lämpöresistiivisyyteen  $1,0 \text{ K m/W}$  ja asennussyvyyteen  $0,7 \text{ m}$ .



#### 6. *Kanaviin vedetyt kaapelit:*

Suoraan maahan tehtyyn muuhun kuin metalliseen kanavaan vedetty kaapeli. Taulukoidut kuormitettavuudet perustuvat maan lämpöresistiivisyyden arvoon 1,0 K m/W ja upotussyvyyteen 0,7 m. Näitä arvoja voidaan käyttää myös monijohdinkaapeleille, jos kaapelit on vedetty metalliputkeen.

#### **Asennustavat E, F ja G**

##### 7. *Vapaasti ilmassa oleva kaapeli:*

Kaapeli on ripustettu siten, ettei sen kokonaislämmönluovutus ole vaikeutunut. Auringon ja muiden lähteiden aiheuttama lämpeneminen on otettava huomioon. On huolehdittava siitä, että luonnollinen ilmankierto ei esty. Käytännössä riittää, että kaapelin ja sen läheisyydessä olevan pinnan välimatka on vähintään 0,3 kertaa kaapelin ulkohalkaisija, jotta voidaan käyttää vapaasti ilmaan asennettavan kaapelin kuormitettavuusarvoja.

#### **Asennustavat H, J, K, M, N ja P**

##### 8. *Rei'itetyssä kaapelihyllyssä on säännöllisin välein reikiä kaapelin kiinnittämistä varten:*

Jos reikien osuus levyn pinta-alasta on alle 30 %, katsotaan kaapelihyllyn olevan rei'ittämätön.

#### **Asennustavat L ja Q**

##### 9. *Kaapelitikkaat:*

Rakenne on sellainen, että ilmankierto kaapelien ympärillä estyy mahdollisimman vähän. Kaapeleita kannattavien metalliosien osuus on alle 10 % tasopinasta.

##### 10. *Kiinnikkeet, ripustimet:*

Sellaiset kaapeleiden kiinnikkeet, jotka kiinnittävät kaapelin paikalleen määräväleihin ja jotka sallivat lähes täysin vapaan ilmankierron kaapelin ympärillä.

## Taulukko 52-C1

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille  
 PVC-eristys / Kaksi kuormitettua johdinta / Kupari tai alumiini  
 Johdinlämpötila 70 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	A	B	C	D
<b>Kupari</b>				
1,5	15	18,5	20	33
2,5	20	25	27	43
4	27	33	37	56
6	36	43	48	71
10	48	60	66	91
16	64	80	90	123
25	84	107	118	157
35	104	132	146	189
50	126	160	178	224
70	160	203	225	278
95	192	245	273	327
120	222	285	316	373
150	254	-	364	421
185	289	-	415	473
240	339	-	488	547
300	389	-	561	618
<b>Alumiini</b>				
16	50	62	69	94
25	66	83	87	121
35	81	103	109	144
50	98	125	132	171
70	125	159	169	213
95	150	191	206	252
120	173	222	239	286
150	200	-	276	323
185	227	-	315	365
240	267	-	373	420
300	306	-	430	475

*Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.*

## Taulukko 52-C2

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille  
PEX/EPR-eristys / Kaksi kuormitettua johdinta / Kupari tai alumiini  
Johdinlämpötila 90 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	A	B	C	D
Kupari				
1,5	19,5	23	24	39
2,5	27	32	34	50
4	36	43	46	65
6	46	56	60	84
10	63	76	83	108
16	84	104	111	142
25	110	138	143	181
35	136	170	177	218
50	164	205	218	259
70	208	264	279	320
95	250	318	341	379
120	289	368	397	431
150	330	-	458	486
185	376	-	526	546
240	440	-	622	630
300	505	-	720	713
Alumiini				
16	66	82	87	108
25	87	109	105	139
35	107	136	131	168
50	130	164	160	198
70	164	208	205	244
95	198	251	250	289
120	228	292	291	330
150	263	-	336	373
185	299	-	385	420
240	351	-	456	482
300	402	-	527	547

*Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.*

### Taulukko 52-C3

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille  
PVC-eristys / Kolme kuormitettua johdinta / Kupari tai alumiini  
Johdinlämpötila 70 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	A	B	C	D
<b>Kupari</b>				
1,5	13,5	16	18,5	26
2,5	19	22	25	36
4	25	29	33	46
6	32	38	43	57
10	44	53	60	78
16	59	72	80	101
25	77	94	101	130
35	94	117	126	156
50	114	142	152	185
70	144	181	195	228
95	173	219	236	271
120	199	253	274	308
150	228	-	311	349
185	262	-	361	389
240	303	-	427	450
300	347	-	491	510
<b>Alumiini</b>				
16	45	56	62	78
25	60	73	77	100
35	74	91	96	121
50	89	111	116	142
70	113	140	148	176
95	136	170	180	208
120	157	197	208	237
150	180	-	240	269
185	205	-	274	304
240	240	-	323	349
300	276	-	372	395

*Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.*

## Taulukko 52-C4

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille  
PEX/EPR-eristys / Kolme kuormitettua johdinta / Kupari tai alumiini  
Johdinlämpötila 90 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	A	B	C	D
<b>Kupari</b>				
1,5	17,5	20	22	31
2,5	23	28	31	43
4	32	38	41	55
6	41	49	54	68
10	56	68	73	91
16	75	92	99	118
25	98	121	123	152
35	121	149	152	182
50	146	182	186	215
70	186	230	238	268
95	224	279	289	317
120	258	324	334	360
150	296	-	385	407
185	336	-	440	457
240	395	-	520	528
300	452	-	599	573
<b>Alumiini</b>				
16	60	73	79	91
25	79	96	93	117
35	97	120	116	140
50	117	145	141	168
70	147	186	180	207
95	177	224	219	246
120	204	260	254	279
150	235	-	294	315
185	266	-	335	355
240	312	-	395	408
300	358	-	457	463

*Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.*

## Taulukot 52-C5 — 52-C8

Tässä ei esitetä IEC 364-5-523 mainittuja kuormitettavuusarvoja mineraalieristeisille kaapeleille.

## Taulukko 52-C9

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B2 mukaisille asennustavoille E, F ja G kaapeleiden ollessa vapaasti ilmassa  
 PVC-eristys / Kuparijohtimet  
 Johdinlämpötila 70 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikkipinta  (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B2 mukaiset asennustavat						
	Monijohtimiset kaapelit		Yksijohtimiset kaapelit				
	Kaksi kuor- mitettua johdinta	Kolme kuor- mitettua johdinta	Kaksi yksi- johdinka- pelia	Kolme yksi- johdinka- pelia kolmi- on muotoon asennettuna	Kolme yksijohdinkaapelia vierekkäin		
					Toisiaan koskettaen	Erillään	
	E	E	F	F		F	Vaaka- tasossa G
	1	2	3	4	5	6	7
1,5	23	19,5	-	-	-	-	-
2,5	31	26	-	-	-	-	-
4	42	36	-	-	-	-	-
6	54	45	-	-	-	-	-
10	74	63	-	-	-	-	-
16	99	84	-	-	-	-	-
25	126	107	138	116	120	154	137
35	156	133	171	145	151	191	171
50	191	162	207	177	184	232	208
70	245	207	266	228	238	297	269
95	298	252	322	279	291	361	329
120	347	292	373	325	339	419	383
150	401	338	430	377	393	483	444
185	460	385	490	431	451	552	508
240	543	455	578	510	534	651	603
300	629	526	666	589	616	751	698
400	-	-	799	703	739	903	842
500	-	-	920	802	844	1040	975
630	-	-	1065	907	952	1206	1134

**Huomautus** Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuuksi vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.

## Taulukko 52-C10

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B2 mukaisille asennustavoille E, F ja G kaapeleiden ollessa vapaasti ilmassa  
 PVC-eristys / Alumiinijohtimet  
 Johdinlämpötila 70 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikki- pinta  (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B2 mukaiset asennustavat						
	Monijohtimiset kaapelit		Yksijohtimiset kaapelit				
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi yksijohdinkaapelia	Kolme yksijohdinkaapelia kolmion muotoon asennettuna	Kolme yksijohdinkaapelia vierekkäin		
					Toisiaan koskettaen	Erillään	
	E	E	F	F		F	Vaaka- tasossa G
	1	2	3	4	5	6	7
16	77	64	-	-	-	-	-
25	94	82	103	89	92	118	104
35	117	101	129	111	115	147	131
50	143	124	157	135	140	179	161
70	183	159	203	175	183	230	207
95	222	192	249	215	224	280	255
120	258	224	289	251	261	326	298
150	298	259	334	290	304	377	345
185	341	296	384	333	349	431	398
240	402	349	455	397	415	510	473
300	465	403	526	460	482	590	550
400	-	-	636	557	585	711	666
500	-	-	735	646	678	821	773
630	-	-	856	752	790	954	903





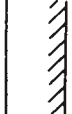


Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.

## Taulukko 52-C11

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B2 mukaisille asennustavoille E, F ja G kaapeleiden ollessa vapaasti ilmassa

PEX/EPR-eristys / Kuparijohtimet

Johdinlämpötila 90 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikki- pinta  (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B2 mukaiset asennustavat						
	Monijohtimiset kaapelit		Yksijohtimiset kaapelit				
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi yksijohtinkaapelia	Kolme yksijohtinkaapelia kolmion muotoon asennettuna	Kolme yksijohtinkaapelia vierekkäin		
					Toisiaan koskettaen	Erillään	
						Vaaka- tasossa G	Pysty- tasossa G
E	E	F	F	F	G	G	
							
	1	2	3	4	5	6	7
1,5	27	23	-	-	-	-	-
2,5	37	33	-	-	-	-	-
4	50	43	-	-	-	-	-
6	65	56	-	-	-	-	-
10	89	78	-	-	-	-	-
16	119	104	-	-	-	-	-
25	154	132	167	140	146	189	167
35	192	163	208	175	183	235	209
50	234	199	251	215	223	286	255
70	300	255	322	278	290	367	330
95	366	309	392	341	354	447	404
120	426	359	454	397	414	520	472
150	491	414	524	460	480	600	548
185	563	474	598	526	552	687	629
240	666	559	706	628	656	812	747
300	770	644	814	726	760	938	866
400	-	-	977	872	915	1128	1048
500	-	-	1125	996	1046	1303	1215
630	-	-	1304	1120	1161	1512	1416

**Huomautus** Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.










## Taulukko 52-C12

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B2 mukaisille asennustavoille E, F ja G kaapeleiden ollessa vapaasti ilmassa

PEX/EPR-eristys / Alumiinijohtimet

Johdinlämpötila 90 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikki- pinta  (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B2 mukaiset asennustavat						
	Monijohtimiset kaapelit		Yksijohtimiset kaapelit				
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi yksijohdinkaapelia	Kolme yksijohdinkaapelia kolmion muotoon asennettuna	Kolme yksijohdinkaapelia vierekkäin		
					Toisiaan koskettaen	Erillään	
	E	E	F	F		F	Vaaka- tasossa G
							
	1	2	3	4	5	6	7
16	94	80	-	-	-	-	-
25	112	100	125	107	111	143	126
35	140	124	156	134	140	178	159
50	171	152	191	165	171	218	195
70	219	194	246	217	223	281	253
95	267	236	300	263	274	345	312
120	312	273	350	307	320	402	365
150	359	314	404	356	372	465	424
185	412	359	464	410	429	535	488
240	488	425	551	489	511	635	583
300	564	489	637	568	593	736	678
400	-	-	769	689	721	890	823
500	-	-	890	800	838	1030	957
630	-	-	1035	934	979	1225	1120

**Huomautus:** Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.

## Taulukko 52-C13

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille A2 ja B2  
 PVC-eristys/ Kaksi tai kolme kuormitettua johdinta/ Kupari- ja alumiinijohtimet  
 Johdinlämpötila 70 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	Kaksi kuormitettua johdinta		Kolme kuormitettua johdinta	
	A2	B2	A2	B2
<b>Kupari</b>				
1,5	14	17	13,5	15,5
2,5	19,5	24	18,5	21
4	26	31	24	28
6	33	40	30	36
10	45	55	41	48
16	60	73	55	66
25	79	91	72	84
35	97	117	87	104
50	116	140	104	125
70	147	178	132	157
95	177	213	159	189
120	203	245	182	218
150	232	-	207	-
185	262	-	236	-
240	308	-	276	-
300	354	-	315	-
<b>Alumiini</b>				
16	46	57	43	50
25	61	75	56	65
35	75	91	68	81
50	91	110	82	97
70	114	138	103	122
95	137	166	125	147
120	159	192	143	169
150	182	-	164	-
185	206	-	186	-
240	242	-	219	-
300	278	-	251	-

*Huomautus: Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.*

## Taulukko 52-C14

Kuormitettavuudet ampeereissa taulukon 52-B1 mukaisille asennustavoille A2 ja B2  
PEX/EPR-eristys / Kaksi tai kolme kuormitettua johdinta/ Kupari- ja alumiinijohtimet  
Johdinlämpötila 90 °C / Ympäristön lämpötila 25 °C

Johtimen nimellis- poikkipinta (mm <sup>2</sup> )	Taulukon 52-B1 mukaiset asennustavat			
	Kaksi kuormitettua johdinta		Kolme kuormitettua johdinta	
	A2	B2	A2	B2
<b>Kupari</b>				
1,5	19	22	17	20
2,5	26	31	22	27
4	34	41	31	36
6	43	53	39	45
10	59	71	53	62
16	79	94	70	83
25	102	123	92	109
35	125	151	113	133
50	150	182	135	160
70	190	229	170	201
95	228	275	204	242
120	263	317	236	278
150	301	-	269	-
185	342	-	306	-
240	401	-	359	-
300	459	-	411	-
<b>Alumiini</b>				
16	62	74	57	66
25	81	97	73	87
35	99	119	90	107
50	119	143	108	128
70	150	182	136	162
95	182	218	163	195
120	209	251	187	224
150	239	-	214	-
185	272	-	242	-
240	319	-	284	-
300	366	-	325	-

**Huomautus:** Nimellispoikkipintaan 16 mm<sup>2</sup> asti on oletettu johtimien poikkipinnan olevan pyöreä. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot perustuvat muunmuotoisiin johtimiin, mutta niitä voidaan turvallisuutta vaarantamatta käyttää myös pyöreille johtimille.

### Taulukko 52-D1

Korjauskertoimet, kun ympäristön lämpötila on jokin muu kuin 25 °C.  
Koskee vapaasti ilmaan asennettujen kaapeleiden kuormitettavuuksia.

Ympäristön lämpötila °C	Eristys	
	PVC	PEX/EPR
10	1,15	1,10
15	1,10	1,07
20	1,05	1,03
30	0,94	0,96
35	0,88	0,92
40	0,82	0,87
45	0,74	0,83
50	0,66	0,78
55	0,57	0,73
60	0,47	0,68
65	-	0,62
70	-	0,55
75	-	0,48
80	-	0,39

### Taulukko 52-D2

Korjauskertoimet, kun maan lämpötila on jokin muu kuin 15 °C.  
Koskee maahan asennettujen kaapeleiden kuormitettavuuksia.

Maan lämpötila (°C)	Eristys	
	PVC	PEX/EPR
10	1,04	1,02
20	0,95	0,96
25	0,90	0,92
30	0,84	0,89
35	0,80	0,85
40	0,73	0,81
45	0,67	0,76
50	0,60	0,73
55	0,52	0,68
60	0,42	0,62
65	-	0,57
70	-	0,50
75	-	0,44
80	-	0,36

### Taulukko 52-D3

Maan lämpöresistiivisyydestä aiheutuva korjauskerroin.

Maan lämpöresistiivisyys K m/W	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Korjauskerroin	1,10	1,0	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

Esimerkkejä eri maalajien lämpöresistiivisyydestä:

— kuiva hiekka (kosteus 0 %)	3,0 K m/W
— kuiva sora ja savi	1,5 K m/W
— puolikuiva sora, suomuta ja hiekka (kosteus 10 %)	1,2 K m/W
— puolikuiva savi ja kostea sora	1,0 K m/W
— kostea savi ja hiekka (kosteus 25 %)	0,7 K m/W

## Taulukko 52-E1

Korjauskertoimet useamman kuin yhden virtapiirin johtojärjestelmille tai useammalle kuin yhdelle monijohdinkaapelille.

Koskee asennusputkeen tai kanavaan vedettyjen ja pinnalle yhteen niputettujen kaapeleiden kuormitusarvoja (52-C1 – 52-C4).

Kohta	Kaapeleiden asettelu	Korjauskertoimet															
		Virtapiirien tai monijohdinkaapeleiden lukumäärä															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
1	Yhteen niputettuina pinnalla tai suljettuna putkeen tai kanavaan	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	
2	Yksi kerros seinällä tai lattialla	Toisiaan koskettaen	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65
3		Erillään	1,00	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
4	Yksi kerros katon alla	Toisiaan koskettaen	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55
5		Erillään	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Huomautus: 1) Nämä kertoimet koskevat tasaisesti kuormitettuja yhtenäisiä ryhmiä.

- 2) Kun vierekkäisten kaapeleiden välimatka vaakatasossa on suurempi kuin niiden kaksinkertainen ulkohalkaisija, korjauskerrointa ei tarvitse käyttää.
- 3) Kaapelit ovat "erillään", kun välimatka vierekkäisten kaapeleiden pintojen välillä on vähintään sama kuin yhden kaapelin halkaisija.
- 4) Samaa korjauskerrointa käytetään:
  - kun kyseessä on kaksi- tai kolmijohtimisten kaapeleiden muodostamat ryhmät,
  - monijohtimiset kaapelit.
- 5) Jos järjestelmässä on sekä kaksi- että kolmijohtimisia kaapeleita, kaapeleiden kokonaislukumääräksi katsotaan virtapiirien lukumäärä ja vastaava korjauskerrointa käytetään kahdelle kuormitetulle johtimelle annetuille taulukoille kaksijohtimisten kaapeleiden osalta ja kolmelle kuormitetulle johtimelle annetuille taulukoille kolmijohtimisten kaapeleiden osalta.
- 6) Jos ryhmä muodostuu yksijohtimisista kaapeleista, joita on  $n$  kappaletta, voidaan ryhmän katsoa muodostuvan lukumäärästä  $n/2$  virtapiirejä, joissa on kaksi kuormitettua johdinta tai lukumäärästä  $n/3$  virtapiirejä, joissa on kolme kuormitettua johdinta.
- 7) Arvot ovat keskiarvoja taulukon 52-B1 johdinko'ille ja asennustavoille. Taulukon arvojen tarkkuus on  $\pm 7,5$  %.

## Taulukko 52-E2

Suoraan maahan asennettujen kaapeleiden korjauskertoimet, kun kyseessä on useampi virtapiiri.

Taulukkojen 52-C1 – 52-C4 mukainen asennustapa D

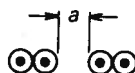
Yksi- tai monijohdinkaapelit

Virtapiirien lukumäärä	Kaapelien välinen etäisyys (a) *)				
	0 m (kaapelit koskettavat toisiaan)	Yksi kaapelin halkaisija	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

\*) Monijohtimiset kaapelit:



Yksijohtimiset kaapelit:



Arvot pätevät asennussyvyydelle 0,7 m ja maan lämpöresistiivisyydelle 1,0 K m/W. Ne ovat keskiarvoja taulukoiden 52-C1 – 52-C4 johdinko'ille ja -lajeille. Keskiarvo-menettely ja pyöristykset voivat joissakin tapauksissa johtaa virheisiin, jotka ovat  $\pm 10$  %. Kun halutaan tarkempia arvoja, ne voidaan laskea standardin IEC 287 mukaan.

### Taulukko 52-E3

Maassa oleviin suojaputkiin asennettujen kaapeleiden korjauskertoimet

Taulukkojen 52-C1 – 52-C4 mukainen asennustapa D

#### A. Monijohdinkaapelit yksittäisissä suojaputkissa

Kaapeleiden lukumäärä	Suojaputkien välinen etäisyys (a) *)			
	0 m (koskettavat toisiaan)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

#### B. Yksijohtimiset kaapelit yksittäisissä suojaputkissa

Kahden tai kolmen kaapelin muodostamien yksijohtimisten virtapiirien lukumäärä	Suojaputkien välinen etäisyys (a) *)			
	0 m (koskettavat toisiaan)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

\*) Monijohtimiset kaapelit:




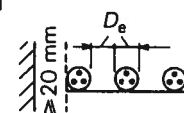

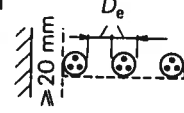

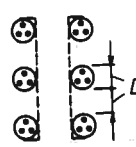

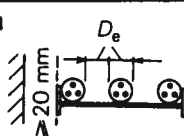
Yksijohtimiset kaapelit:



Arvot pätevät asennussyvyydelle 0,7 m ja maan lämpöresistiivisyydelle 1,0 K m/W. Ne ovat keskiarvoja taulukoiden 52-C1 – 52-C4 johdinko'uille ja -lajeille. Keskiarvo-menettely ja pyöristykset voivat joissakin tapauksissa johtaa virheisiin, jotka ovat  $\pm 10\%$ . Kun halutaan tarkempia arvoja, ne voidaan laskea standardin IEC 287 mukaan.

## Taulukko 52-E4

Monijohdinkaapeleiden muodostamien ryhmien korjauskertoimet (huomautus 2). Koskee vapaasti ilmassa olevien monijohdinkaapeleiden referenssiarvoja (Taulukkojen 52-C9 — 52-C12 mukainen asennustapa E).

Taulukon 52-B2 mukainen asennustapa			Kaapeleiden lukumäärä						
			Hyllyjen lukumäärä	1	2	3	4	6	9
Rei'ittämättömät kaapelihyllyt (Huomautus 3)	H	Vierekkäin	1	0,95	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70
			2	0,95	0,85	0,75	0,75	0,70	0,65
			3	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60
		Erillään	1	1,00	0,95	0,95	0,95	0,90	-
		2	0,95	0,95	0,90	0,90	0,85	-	
		3	0,95	0,95	0,90	0,90	0,85	-	
Rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 3)	J	Vierekkäin	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
			2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
			3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
		Erillään	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-
		2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-	
		3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-	
Pystysuorat rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 4)	K	Vierekkäin	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
			2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70
		Erillään	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	-
			2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	-
Kaapelitikkaat, kannattimet, jne. (huomautus 3)	L	Vierekkäin	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
			2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
			3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
		Erillään	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-	
		3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,95	-	

Huomautus: 1) Annetut arvot ovat keskiarvoja taulukoiden 52-C9 — 52-C12 kaapeliko'ille ja -lajeille. Arvojen hajonta on yleensä pienempi kuin  $\pm 7,5\%$ .

2) Korjauskertoimet koskevat yhdessä kerroksessa olevia kaapeliryhmiä eivätkä ole voimassa silloin kun kaapeli on asennettu useampaan toisiaan koskettavaan kerrokseen. Tällaisia asennuksia varten arvot voivat olla merkittävästi pienempiä ja ne on määritettävä tapaukseen soveltuvaa menetelmää käyttäen.





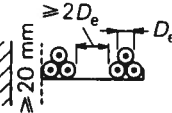
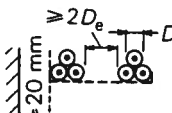
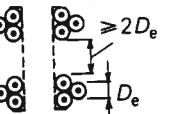
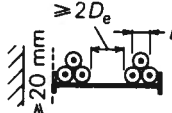
3) Arvot on annettu olettaen hyllyjen väliseksi pystysuoraksi etäisyydeksi 300 mm. Jos tämä etäisyys on pienempi, kertoimia on pienennettävä.

4) Hyllyjen ollessa asennettuja takaseinät toisiaan kohti, niiden vaakasuoraksi etäisyydeksi on oletettu 225 mm. Jos tämä etäisyys on pienempi, kertoimia on pienennettävä.



## Taulukko 52-E5

Yksijohdimisten kaapeleiden muodostamien ryhmien korjauskertoimet (huomautus 2). Koskee vapaasti ilmassa olevia yhden virtapiiriin yksijohdinkaapeleita. (Taulukkojen 52-C9 — 52-C12 mukainen asennustapa F).

Taulukon 52-B2 mukainen asennustapa			Kolmivaihevirtapiiriin lukumäärä (Huomautus 5)			Kerroin arvolle, joka koskee	
			Hyllyjen lukumäärä	1	2		3
Rei'ittämättömät kaapelihyllyt (Huomautus 3)	M	Vierekkäin 	1	0,95	0,90	0,85	Kolmea vaaka- tasossa olevaa kaapelia
			2	0,92	0,85	0,80	
			3	0,90	0,80	0,75	
Rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 3)	N	Vierekkäin 	1	0,95	0,90	0,85	
			2	0,95	0,85	0,80	
			3	0,90	0,85	0,80	
Pystysuorat rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 4)	P	Vierekkäin 	1	0,95	0,85	-	Kolmea pysty- tasossa olevaa kaapelia
			2	0,90	0,85	-	
Kaapelitikkaat, kannattimet jne. (Huomautus 3)	Q	Vierekkäin 	1	1,00	0,95	0,95	Kolmea vaaka- tasossa olevaa kaapelia
			2	0,95	0,90	0,90	
			3	0,95	0,90	0,85	
Rei'ittämättömät kaapelihyllyt (Huomautus 3)	M		1	1,00	0,95	0,95	Kolmea kaapelia kolmiomuodossa
			2	0,95	0,90	0,85	
			3	0,95	0,90	0,85	
Rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 3)	N		1	1,00	1,00	0,95	
			2	0,95	0,95	0,90	
			3	0,95	0,90	0,85	
Pystysuorat rei'itetyt kaapelihyllyt (Huomautus 4)	P		1	1,00	0,90	0,90	
			2	1,00	0,90	0,85	
Kaapelitikkaat, kannattimet jne. (Huomautus 3)	Q		1	1,00	1,00	1,00	
			2	0,95	0,95	0,95	
			3	0,95	0,95	0,90	

Huomautus: 1) Annetut arvot ovat keskiarvoja taulukoiden 52-C9 — 52-C12 kaapeliko'ille ja -lajeille. Arvojen hajonta on yleensä pienempi kuin  $\pm 7,5$  %.

- 2) Korjauskertoimet koskevat yhdessä kerroksessa olevia kaapeliryhmiä eivätkä ole voimassa silloin, kun kaapelit on asennettu useampaan toisiaan koskettavaan kerrokseen. Tällaisia asennuksia varten arvot voivat olla merkittävästi pienempiä ja ne on määritettävä tapaukseen soveltuvaa menetelmää käyttäen.
- 3) Arvot on annettu olettaen hyllyjen väliseksi pystysuoraksi etäisyydeksi 300 mm. Jos tämä etäisyys on pienempi, kertoimia on pienennettävä.
- 4) Hyllyjen ollessa asennettuja takaseinät toisiaan kohti, niiden vaakasuoraksi etäisyydeksi on oletettu 225 mm. Jos tämä etäisyys on pienempi, kertoimia on pienennettävä.
- 5) Virtapiireillä, joissa on useampi kuin yksi rinnakkain kytketty kaapeli vaihetta kohti, kukin kolmen johtimen ryhmä on katsottava tämän taulukon kannalta virtapiiriksi.

## ESIMERKKI TAULUKOIDEN YKSINKERTAISTAMISEKSI

---

Taulukoissa 52-X1 – 52-X3 on esitetty menetelmä, jonka avulla taulukot 52-C1 – 52-C4, 52-C9 – 52-C12 ja 52-E1 – 52-E5 voidaan yksinkertaistaa. Muita sopivia menetelmiä voidaan myös käyttää.

Taulukko 52-X1. PVC-eristys

PVC-eristeisten johtimien kuormitettavuudet eri asennustavoilla																					
A/mm <sup>2</sup>	A			B			C			D			E			F			G		
	2 johdinta	3 johdinta	3 johdinta	2 johdinta	3 johdinta	3 johdinta	2 johdinta	3 johdinta	3 johdinta	2 johdinta	3 johdinta	2 johdinta	3 johdinta	2 johdinta	3 johdinta	3 johdinta kolmiossa	3 johdinta tasossa	3 johdinta vaakatasossa	3 johdinta pystytasossa		
Kupari																					
1,5	15	13,5	16	18,5	20	18,5	33	26	23	19,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,5	20	19	22	25	27	25	43	36	31	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	27	25	29	33	37	33	56	46	42	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	36	32	38	43	48	43	71	57	54	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	48	44	53	60	66	60	91	78	74	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	64	59	72	80	90	80	123	101	99	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	84	77	94	107	118	101	157	130	126	107	138	138	120	116	116	120	154	137	137	137	
35	104	94	117	132	146	126	189	156	156	133	171	156	156	145	145	151	191	171	171	171	
50	126	114	142	160	178	152	224	185	191	162	207	184	184	177	177	184	232	208	208	208	
70	160	144	181	203	225	195	278	228	245	207	266	228	238	228	228	238	297	269	269	269	
95	192	173	219	245	273	236	327	271	298	252	322	279	291	279	279	291	361	329	329	329	
120	222	199	253	285	316	274	373	308	347	292	373	308	339	325	325	339	419	383	383	383	
150	254	228	-	-	364	311	421	349	401	338	430	349	401	377	377	393	483	444	444	444	
185	289	262	-	-	415	361	473	389	460	385	490	389	460	431	431	451	552	508	508	508	
240	339	303	-	-	488	427	547	450	543	455	578	450	543	510	510	534	651	603	603	603	
300	389	347	-	-	561	491	618	510	629	526	666	510	629	589	589	616	751	698	698	698	
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumiini																					
16	50	45	56	62	69	62	94	78	77	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	66	60	73	83	87	77	121	100	94	82	103	100	94	89	89	92	118	104	104	104	
35	81	74	91	103	109	96	144	121	117	101	129	121	117	111	111	115	147	131	131	131	
50	98	89	111	125	132	116	171	142	143	124	157	142	143	135	135	140	179	161	161	161	
70	125	113	140	159	169	148	213	176	183	159	203	176	183	175	175	183	230	207	207	207	
95	150	136	170	191	206	180	252	208	222	192	249	208	222	215	215	224	280	255	255	255	
120	173	157	197	222	239	208	286	237	258	224	289	237	258	251	251	261	326	298	298	298	
150	200	180	-	-	276	240	323	269	298	259	334	269	298	290	290	304	377	345	345	345	
185	227	205	-	-	315	274	365	304	341	296	384	304	341	333	333	349	431	398	398	398	
240	267	240	-	-	373	323	420	349	402	349	455	349	402	397	397	415	510	473	473	473	
300	306	276	-	-	430	372	475	395	465	403	526	395	465	460	460	482	590	550	550	550	
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Taulukko 52-X2. PEX/EPR-eristys

PEX/EPR-eristeisten johtimien kuormitettavuudet eri asennustavoilla																				
A/mm <sup>2</sup>	A			B			C			D			E			F			G	
	2 johdinta	3 johdinta		2 johdinta	3 johdinta		2 johdinta	3 johdinta		2 johdinta	3 johdinta		2 johdinta	3 johdinta		3 johdinta kolmiossa	3 johdinta tasossa	3 johdinta vaakatasossa	3 johdinta pystytasossa	
Kupari																				
1,5	19,5	17,5	23	24	22	31	39	27	23											
2,5	27	23	32	34	31	43	50	37	33											
4	36	32	43	46	41	55	65	50	43											
6	46	41	56	60	54	68	84	65	56											
10	63	56	76	83	73	91	108	89	78											
16	84	75	104	111	99	118	142	119	104											
25	110	98	138	143	123	152	181	154	132						140					167
35	136	121	170	177	152	182	218	192	163						175					209
50	164	146	205	218	186	215	259	234	199						215					255
70	208	186	264	279	238	268	320	300	255						278					330
95	250	224	318	341	289	317	379	366	309						341					404
120	289	258	368	397	334	360	431	426	359						397					472
150	330	296	-	458	385	407	486	491	414						460					548
185	376	336	-	526	440	457	546	563	474						526					629
240	440	395	-	622	520	528	630	666	559						628					747
300	505	452	-	720	599	573	713	770	644						726					866
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-						872					1048
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-						977					1215
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-						1125					1416
															1304					
Alumiini																				
16	66	60	82	87	79	91	108	94	80											
25	87	79	109	105	93	117	139	112	100						107					126
35	104	97	136	131	116	140	168	140	124						134					159
50	130	117	164	160	141	168	198	171	152						165					195
70	164	147	208	205	180	207	244	219	194						217					253
95	198	177	251	250	219	246	289	267	236						263					312
120	228	204	292	291	254	279	330	312	273						307					365
150	263	235	-	336	294	315	373	359	314						356					424
185	299	266	-	385	335	355	420	412	359						410					488
240	351	312	-	456	395	408	482	488	425						489					583
300	402	358	-	527	457	463	547	564	489						568					678
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-						689					823
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-						800					957
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-						934					112

### Taulukko 52-X3

Korjauskertoimet useamman kuin yhden virtapiirin ryhmille tai useammalle kuin yhdelle monijohdinkaapelille.

(Käytettävä taulukoiden 52-X1 ja 52-X2 kuormitettavuusarvojen kanssa, ei kuitenkaan asennustavalle D.)

Kohta	Asennustapa	Virtapiirien tai monijohdinkaapeleiden lukumäärä								
		1	2	3	4	6	9	12	15	20
1	Upotettu tai suljettu	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Yksi kerros seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Yksi kerros katossa	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Yksi kerros rei'itetyllä vaakatasossa olevalla tai pystyssuorassa olevalla kaapelihyllyllä	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Yksi kerros kaapelitikailla, kiinnikkeillä tms.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

### ESIKUVALUETTELO

Luettelo sisältää esikuvajulkaisut, joihin julkaisu perustuu. Mikäli esikuvajulkaisusta on tekstissä poikettu, kohdat on merkitty pystyviivalla.

#### OSA 1:

IEC 364-1 (1992)

#### OSA 2:

HD 384.2 S1 (1986)  
+ A1 (1993)

*Huom: HD 384.2 S1 sisältää ainoastaan viittauksen standardiin IEC 50(826). Osa 2 esikuvina on käytetty lisäksi liitteessä III mainittuja standardeja.*

#### OSA 3:

HD 384.3 S1 (1985)

#### OSA 4:

IEC 364-4-41 (1992)  
HD 384.4.42 S1 (1985)  
HD 384.4.43 S1 (1980)  
HD 384.4.45 S1 (1989)  
HD 384.4.46 S1 (1987)  
HD 384.4.46 S1/A1 (1993)  
HD 384.4.47 S1 (1988)  
IEC 364-4-47 Amdt1 (1993)  
HD 384.4.473 S1 (1980)  
IEC 364-4-481 (1993)  
prHD 384.4.482 S1 (1989)

#### OSA 5:

HD 384.5.51 S1 (1985)  
IEC 364-5-51 Amdt1 (1982)  
IEC 364-5-52 (1993)  
HD 384.5.523 S1 (1991)  
IEC 364-5-53 (1986)  
+ Amdt 1 (1989)  
HD 384.5.537 (1987)  
IEC 364-5-537 Amdt 1 (1989)  
HD 384.5.54 S1 (1988)  
VDE 0100 Teil 540  
IEC 64(Brussels/Sec)20 (1991)  
IEC 64(CO)212 (1991)  
HD 384.5.56 S1 (1985)

**OSA 6:**

HD 384.6.61 S1	(1992)
IEC 364-6-61 Amdt 1	(1993)

**OSA 7:**

IEC 364-7-701	(1984)
prHD 384.7.701	(1989)

*Huom: Esikuvana on käytetty pääsääntöisesti IEC-standardia. Jos prHD sisältää lievempiä tai selventäviä kohtia, ne on otettu mukaan.*

HD 384.7.702 S1	(1991)
IEC 64(Sec)672	(1993)
HD 384.7.703 S1	(1991)
prHD 384.7.704	(1991)
HD 384.7.705 S1	(1991)
HD 384.7.706 S1	(1991)
HD 384.7.708 S1	(1992)
IEC 364-7-708 Amdt 1	(1993)
IEC 64(CO)228	(1992)

NSS-suositus	1/1982
NSS-suositus	6/1991

**OSA 8:**

A1-93	
NSS-suositus	4/1991
STEV-FS 1988:1	

### VIITELUETTELO

Seuraavassa luettelossa on esitetty lista niistä standardeista, HD-asiakirjoista ja muista julkaisuista, joihin määräyksissä ja ohjeissa on viitattu. Myös ne kohdat, joissa on yleinen viittaus standardinmukaiseen rakenteeseen, on esitetty. Yleistä viittausta käytettäessä kyseeseen tulee useimmissa tapauksissa monia standardeja. Eräiden HD-asiakirjojen yhteydessä on esitetty suluissa myös sen IEC-standardin tunnus, johon HD-asiakirja perustuu.

#### OSA 1:

132.5	HD 478	(IEC 721)
133.1	Yleinen viittaus	

#### OSA 2:

IEV 50(826)		
IEV 50(441)		
HD 193 S2		(IEC 449)
IEC 364-4-443		
HD 384.6.61		
SFS 4013		
SFS-EN 60 742		
SFS-EN 60 529		

#### OSA 3:

IEC 617-11

#### OSA 4:

411.1.1	HD 193 S2	(IEC 449)
411.1.2.1	SFS-EN 60 742	
411.1.2.4	Yleinen viittaus	
412.1	Yleinen viittaus	
413.1	IEC 479 (raportti)	
413.1.3.3	HD 472 S1	(IEC 38)
413.1.4.2	IEC 1008-1, IEC 1009-1	
413.1.5.6	HD 472 S1	(IEC 38)
413.2.1.1	SFS 4756/EN 60 439-1	
413.2.3	IEC 664	
413.2.7	Yleinen viittaus	
413.5.1.1	Yleinen viittaus	
423	Yleinen viittaus	
424.2	Yleinen viittaus	
432.4	SFS-EN 60 947, SFS-EN 60 898, IEC 269	
435.2	SFS-EN 60 947-4-1	
451.4	Yleinen viittaus	



**OSA 5:**

511.1	Yleinen viittaus
512.2.1	Yleinen viittaus
514.1	EN 60 073, EN 60 447
514.3.1	IEC 446
514.5.2	Yleinen viittaus
521.1	Yleinen viittaus
521.4	SFS-EN 60 439-2
523.1.1	IEC 502, IEC 702
523.1.2	Yleinen viittaus
523.1.3	IEC 287
524.1, taulukko 52 J	Yleinen viittaus
526	IEC 1200-52 (raportti)
527.1.3	HD 405.1 S1 + A1, IEC 332-3, IEC 614
527.1.4	HD 405.1 S1 + A1
527.1.5	IEC 614
527.2.4	IEC 614
527.2.6	Yleinen viittaus
533.1.3	IEC 269-3
537.2.1.1	Yleinen viittaus
537.2.1.2	Yleinen viittaus
537.3.1	Yleinen viittaus
537.3.2	Yleinen viittaus
543.1.1	DIN VDE 0100 Teil 540
543.1.2	Yleinen viittaus
551.3.4	SFS-EN 60 309-2

**OSA 6:**

612.6.4.1	IEC 479-1
612.8	EN 60 439

**OSA 7:**

701.53	IEC 669-1
701.55	Yleinen viittaus
703.1	SFS-EN 60 335-2-53
704.511.1	SFS-EN 60 439-4
704.512.2	SFS-EN 60 439-4
708.3.3.2.1	SFS-EN 60 309-2, HD 444.2.1 S1
708.4	SFS-EN 60 309-2
708.5.2.2	IEC 614
708.5.2.7.2	HD 444.2.1 S1
708.5.3.1.1	SFS-EN 60 309-2
708.5.7.1	IEC 536-2, HD 472 S1
709.3.2	HD 472
709.4.1.1.5	SFS-EN 60 742
709.4.1.3.3	SFS-EN 60 309-2
709.4.1.4.1	SFS-EN 60 742
709.4.1.4.2	SFS-EN 60 742
709.4.1.4.3	SFS-EN 60 742
709.4.3.2.3	IEC 614
709.4.3.3.1	HD 444.2.1 S1

**OSA 8:**

801.1	SFS-EN 60 439
801.3	SFS-EN 60 439-3
801.5	SFS-EN 60 439-1
802.1	Yleinen viittaus
803.1	Yleinen viittaus
804.3	EN 60 127, ISO/DIS 8820-1
805.1	SFS-EN 50 107
805.2.4	Yleinen viittaus
805.2.8	Yleinen viittaus

**Liite I**

IEC 364-5-523
CENELEC R64.001
IEC 287
IEC 502
HD 383

N:o 1396

## Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköasennusten turvallisuudesta

Annettu Helsingissä 28 päivänä joulukuuta 1994

Kauppa- ja teollisuusministeriö on 16 päivänä maaliskuuta 1979 annetun sähkölain (319/79) 4 §:n, 6 §:n ja 30 §:n 1 momentin, sellaisina kuin ne ovat 10 päivänä joulukuuta 1990 annetussa laissa (1067/90), nojalla päättänyt:

### 1 luku

#### Yleisiä säännöksiä

##### 1 §

Tämän päätöksen soveltamisalaan kuuluvien sähköasennusten pitämiseksi turvallisina sekä sähköasennusten suunnittelemiseksi, rakentamiseksi, korjaamiseksi, muuttamiseksi ja laajentamiseksi siten, ettei niiden käytöstä tavanomaisessa käyttötarkoituksessaan aiheudu vaaraa tai vahinkoa ihmiselle, kotieläimelle tai omaisuudelle, on noudatettava mitä tässä päätöksessä on määrätty.

##### 2 §

#### *Sähköasennus*

Sähköasennuksella tarkoitetaan tässä päätöksessä sähkölaitteista tiettyä tarkoitusta varten koottua sähkölaitteistoa.

##### 3 §

#### *Soveltamisala*

Tämä päätös koskee:

1) nimellisjännitteeltään enintään 1000 V vaihtojännitteellä tai 1500 V tasajännitteellä toimiviin virtapiireihin tehtäviä sähköasennuksia, lukuunottamatta sähkölaitteiden sisäisiä asennuksia;

2) yli 1000 V jännitteellä toimiviin virtapiireihin tehtäviä sähköasennuksia, jos ne liittyvät enintään 1000 V nimellisjännitteeseen sähköasennukseen, lukuunottamatta sähkölaitteiden sisäisiin virtapiireihin tehtäviä sähköasennuksia;

3) johtojärjestelmin ja kaapelein tehtäviä sähköasennuksia, joita eivät koske laitestandardit;

4) kaikkia liittymiskohdan jälkeisiä rakennusten ulkopuolisia sähköasennuksia; sekä

5) televiestintään, merkinantoon, ohjaukseen ja vastaavaan käytettyjä kiinteästi asennettuja johdotuksia, lukuunottamatta laitteiden sisäisiä johdotuksia,

jotka tehdään:

a) rakennuksiin sekä niihin välittömästi liittyviin ulkopuolisiin kohteisiin;

b) matkailuajoneuvojen asumiskäyttöön tarkoitettuihin tiloihin ja matkailuajoneuvojen paikoitusalueille;

c) rakennustyömaiden kohteisiin, näyttely-, messu- ja muihin tilapäisessä käytössä oleviin tiloihin; sekä

d) pienvenesatamiin.

Sähköasennusta koskevat määräykset koskevat myös sähköasennuksen korjaus-, muutos- ja laajennustöitä sekä sellaisten sähköasennusten osia, joihin korjaus-, muutos- ja laajennustyöt kohdistuvat.

##### 4 §

Tämä päätös koskee radiohäiriöiden vaimennuslaitteita vain, mikäli ne vaikuttavat sähköasennusten turvallisuuteen.

##### 5 §

Tämä päätös ei koske:

a) ajojohdinlaitteistoja;

b) moottoriajoneuvojen sähkölaitteita;

c) alusten sähköasennuksia;

d) lentokoneiden sähköasennuksia;

- e) julkisia tie- ja katuvalaistusasennuksia;
- f) kaivosten sähköasennuksia;
- g) sähköaitauksia;
- h) rakennusten ukkossuojausta;
- i) yleisiä jakeluverkkoja; eikä
- j) jakeluverkkoja syöttäviä energiatuotanto- ja sähkönsiirtojärjestelmiä.

## 6 §

### *Muut päätökset*

Sellaisen sähkölaitteen, joka kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriön:

1) sähkölaitteiden turvallisuudesta 30 päivänä joulukuuta 1993 antaman päätöksen (1694/93);

2) lääketieteessä ja eläinlääketieteessä käytettävien sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden sähköturvallisuusvaatimuksista 30 päivänä joulukuuta 1993 antaman päätöksen (1697/93); tai

3) räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien sähkölaitteiden turvallisuudesta 30 päivänä joulukuuta 1993 antaman päätöksen (1698/93) soveltamisalaan, on täytettävä lisäksi kyseisissä päätöksissä asetetut turvallisuusvaatimukset.

Sellaisen sähkölaitteen tai -laitteiston, joka kuuluu kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 30 päivänä joulukuuta 1993 antaman päätöksen (1696/93) soveltamisalaan, on täytettävä lisäksi kyseisessä päätöksessä asetetut turvallisuusvaatimukset.

Eriyistiloissa kuten lääkintätiloissa, sähkölaboratorioissa ja räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien erikoislaitteistojen sekä öljy- ja kaasupoltinlaitteistojen sähköasennusten on lisäksi täytettävä, mitä niistä on sähkölain tai muun lain nojalla säädetty tai määrätty.

## 2 luku.

### **Tekniset turvallisuusvaatimukset**

## 7 §

### *Turvallisuustason täytyminen*

Tämän päätöksen 1 §:ssä tarkoitetun turvallisuustason täyttämiseksi tulee sähköasennuksen suunnittelussa, rakentamisessa, muuttamisessa ja korjaamisessa noudattaa eurooppalaisen sähköalan standardisointijärjestön (European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC) julkaisusarjaan HD 384

ja Kansainvälisen sähköteknisen komission (International Electrotechnical Commission, IEC) julkaisusarjaan IEC 364 perustuvaa Sähkö tarkastuskeskuksen julkaisua A 2 — 94 "Rakennusten sähköasennukset".

## 8 §

### *Julkaisusta poikkeaminen*

Edellä 7 §:ssä tarkoitetusta julkaisusta on kuitenkin oikeus poiketa, mikäli sähköasennuksen tekijä vaadittaessa osoittaa tarkastuksen suorittajalle asennuksen vastaavan turvallisuustasoltaan vähintään julkaisussa edellytettyä. Tarkastuksen suorittajan on lisättävä laatimaansa tarkastuspöytäkirjaan erillinen merkintä siitä, että asennus vastaa turvallisuustasoltaan vähintään julkaisussa edellytettyä.

Jos sähköasennuksen tekijä on tyytymätön tarkastuksen suorittajan päätökseen siitä, vastaako sähköasennus turvallisuustasoltaan vähintään 7 §:ssä tarkoitetussa julkaisussa edellytettyä, saa sähköasennuksen tekijä vaatia asian käsiteltäväksi Sähkö tarkastuskeskuksessa sähkölain 54 §:n mukaisesti.

## 9 §

### *Ohjeet*

Sähkö tarkastuskeskus antaa edellä 7 §:ssä tarkoitettua julkaisua täydentäviä soveltamisohjeita sekä ohjeita siitä, miten sähköasennusten turvallisuus varmistetaan 8 §:n 1 momentissa tarkoitetuissa tapauksissa taikka silloin, kun edellä 7 §:ssä tarkoitettu julkaisu ei niitä kata.

Sähkö tarkastuskeskus antaa lisäksi ohjeita siitä, miten sähköasennusten turvallisuus varmistetaan aikaisemmin tehtyjen sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustöissä sekä sellaisissa sähköasennusten osissa, joihin korjaus-, muutos- ja laajennustyöt vaikuttavat.

## 10 §

Tämän päätöksen noudattamista valvoo Sähkö tarkastuskeskus.

## 3 luku.

### **Voimaantulo ja siirtymäsäännökset**

## 11 §

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1995.

## 12 §

Tämän päätöksen estämättä voidaan uudis-

rakennusten sähköasennusten suunnittelussa 1 päivään tammikuuta 1996 saakka, sähköasennusten rakentamisessa sekä korjaus-, muutos- ja laajennustöissä 1 päivään heinäkuuta 1997 saakka sekä rakennustyömaiden, näyttelyjen, messujen ja muiden tilapäisessä käytössä olevien tilojen asennuksissa 1 päivään tammikuuta 2000 saakka soveltaa kauppa- ja teollisuusmi-

Helsingissä 28 päivänä joulukuuta 1994

nisteriön 28 päivänä helmikuuta 1974 antamaa päätöstä (205/74) sähköturvallisuusmääräyksistä.

Tämä päätös ei koske ennen tämän päätöksen voimaantuloa asennettuja sähkölaitteistoja ja niihin liittyviä sähkölaitteita, mikäli ne eivät aiheuta ilmeistä vaaraa tai vahinkoa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle.

Kauppa- ja teollisuusministeri *Seppo Kääriäinen*

Erikoistutkija Alice Guimaraes

N:o 1397

## Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös

sähköturvallisuusmääräyksistä annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta

Annettu Helsingissä 28 päivänä joulukuuta 1994

Kauppa- ja teollisuusministeriö on  
lisännyt 28 päivänä helmikuuta 1974 sähköturvallisuusmääräyksistä annettuun kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen (205/74) uuden 1 a §:n seuraavasti:

### 1 a §

Tämän päätöksen määräyksiä ei sovelleta enintään 1000 V vaihtojännitteellä tai 1500 V tasajännitteellä toimiviin virtapiireihin tehtäviin sähköasennuksiin, joista on määrätty erillisellä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä (1396/94) sähköasennusten turvallisuudesta.

Tämän päätöksen 41 §:n määräyksiä räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennuksista, 45 §:n määräyksiä öljylämmityslaitteistojen sähköasennuksista, 52—53 §:n määräyksiä tarkastuksista lukuunottamatta sähkölaitteiston haltijan suorittamia käyttöönottotarkastuksia sekä 54—58 §:n erityisiä määräyksiä sovelletaan jänniterajoista riippumatta.

Tämän päätöksen määräyksiä sovelletaan lisäksi jänniterajoista riippumatta sähkötyöturvallisuuteen, yleisiin jakeluverkkoihin, jakelu-

verkkoja syöttäviin energiantuotanto- ja sähkönsiirtojärjestelmiin tai ilmajohtoihin tehtäviin sähköasennuksiin sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (1396/94) 5 §:ssä tarkoitettuihin sähkölaitteistoihin ja sähköasennuksiin.

Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1995.

Tämän päätöksen estämättä voidaan uudisrakennusten sähköasennusten suunnittelussa 1 päivään tammikuuta 1996 saakka, sähköasennusten rakentamis-, muutos- ja laajennustöissä 1 päivään heinäkuuta 1997 saakka sekä rakennustyömaiden ja vastaavien tilapäislaitteistojen asennuksissa 1 päivään tammikuuta 2000 saakka soveltaa ennen tämän päätöksen voimaantuloa voimassa olleita säännöksiä.

Helsingissä 28 päivänä joulukuuta 1994

Kauppa- ja teollisuusministeri *Seppo Kääriäinen*

Erikoistutkija Alice Guimaraes

# HAKEMISTO

---

Hakemistossa on esitetty julkaisun keskeisimpiä käsitteitä sekä kohdat, joista nämä käsitteet lähinnä löytyvät. Määritelmien osalta on viitattu sivunumeroon.

## A

Ahdas johtava tila	320.1, 706
Alijännitesuojat	451.2, 451.4, 535
Alijännitesuojaus	132.8, 45
Ammattitaidoton henkilö	320.1, 801.3
määritelmä	s. 20
Ammattitaito sähköalalla	134.1.1, 320.1
määritelmät	s. 20
Ammattitaitoinen henkilö	320.1, 471.2.3, 532.2.2
määritelmä	s. 20
katkaisijan käyttö	533.1.4
sulakkeiden vaihtaminen	533.1.3
tilat, joihin pääsee vain opastettu tai ammattitaitoinen henkilö	481.2.2, 562.2, 563.5, 801.4
Asennuksen eristysresistanssi	612.1, 612.3, 612.4
lämmityskaapelasennukset	802.2
lämmityskelmuasennukset	803.2
Asennustavat	
asennustavan muutoksen vaikutus ylikuormitussuojien sijoitteluun	473.1.1.1
johtojärjestelmän asennustapa	132.7, 521.3, 52 F, 52 G, 52 H
kuormitettavuudet eri asennustavoilla	liite I
rinnankytketyt johtimet	433.3, 434.4, 523.6
turvasyöttöjärjestelmät	561.1.2
ulkoisten tekijöiden vaikutus asennustavan valintaan	522
Asennusten ryhmittely	314
Auringon säteily	522.2.1, 522.11

## B

Betonin lämmittäminen	802.1
Betoniraudoitus	
käyttö maadoituselektrodina	542.2.1, 542.2
yhdistäminen lisäpotentialintasaukseen	413.1.6.1

## D

Dokumentointi	514.5
tarkastukset	134.2

## E

ELV	708.5.2.6, 708.5.4.2, 708.5.7
määritelmä	s. 20
Eläimet	522.10, 705
Eläimille tarkoitetut tilat	705
EN-standardi	133.1
Epäsuora kosketus	131.2.2
määritelmä	s. 21
Eri järjestelmien maadoitusten kytkeminen yhteen	542.5
Erilliset maadoituselektrodit	
määritelmä	s. 21
Eristysresistanssi	612.1, 612.3, 612.4
lämmityskaapelasennukset	802.2
lämmityskelmuasennukset	803.2
Eristystilan mittalaitteet	411.1.2.4
Eristystilan valvontalaitteet	413.1.5.4, 413.1.5.8, 482.2.10, 532.3
Erottaminen	46
määritelmä	s. 21
jännitteisistä johtimista	462.1
nollajohdin	461.2
PEN-johdin	461.2
sijoittaminen tilaan, jossa käsitellään tai varastoidaan palovaarallisia materiaaleja	482.2.4
suojajohdin	461.2
virtapiirin erottaminen	132.10, 462.1, 537.2.1
Erotuslaitteet	132.10, 482.2.4, 537.2, 704.537, 708.5.3.2, 801.1
dokumentointi	514.5.1
lukitseminen	462.2, 462.3, 537.2.3
varoituskilven käyttö	462.2, 462.3

## F

FELV	411.3
määritelmä	s. 20
kosketusjännitesuojaus	411.3.3, 481.3.6
kosketussuojaus	411.3.2
pistotulpat ja pistorasiat	411.3.4

## G

Generaattorilaitteistot	551
kosketusjännitesuojaus	551.3
ylivirtasuojaus	551.4

## H

HD-asiakirja	133.1
Huollettavuus	300.1, 34, 529
Huonekalujen sähköasennukset	713
asennustarvikkeet	713.3



johtojärjestelmä	713.2
kulutuskoejeet	713.4
Hätäkytkentä	464, 537.4.2, 537.4.6
määritelmä	s. 21
Hätäkytkinlaitteet	464.2, 537.4, 704.537, 705.537
Hätäpysäytys	464
määritelmä	s. 21
Hätäpysäytyslaitteet	537.4, 705.537
Hätätilanteista poistuminen	482.1

## I

IEC-standardi	133.1
IT-järjestelmä	
kosketusjännitesuojaus syötön	
automaattisen poiskytkennän avulla	413.1.1.1, 413.1.5, 481.3.1.1, 532.1.3, 532.2.5, 551.3.4.2, 612.6
nollajohtimen suojaaminen	473.3.2
rakenne	312.2.3
rakennustyömailla	704.413.1.5
turvasyöttöjärjestelmissä	561.2
vikavirtasuojakytkimen käyttö	413.1.5.7, 413.1.5.8, 532.2.5, 551.3.4.2
ylikuormitussuojan sijoittaminen tai	
poisjättäminen	473.1.3

## J

Jakelujärjestelmät	312
Jakokeskus	801
erityisvaatimukset nimellisvirraltaan	
vähintään 63 A jakokeskuksille	801.2
jakokeskukset, joita käyttävät sähköalalla	
ammattitaidottomat henkilöt	801.3
johtojen liittäminen	801.5
kotelo suojajohtimena	543.2.2
PEN-johtimen eristäminen	546.2
pienveneet	709.4.3.3
pienvenesatamat	709.4.1.3
rakennustyömaat	704.537, 704.538
samasta jakokeskuksesta syötettävien	
ryhmäjohtojen kosketusjännitesuojaus	413.1.3.5
suojaeristetty	413.2.1.1
suojalaitteiden sijoittaminen	514.4
sähkötilaan sijoitetut jakokeskukset	801.4
Johdin	
kuormitettavuus	523, liite I
liittäminen	134.1.4, 526
nimitykset	132.2.2
poikkipinta	132.6, 524
suojaus	131.5
tunnistaminen	134.1.3, 514.3
Johdonsuojakatkaisija	709.4.3.3.2, 804.3

Johtojärjestelmä	
määritelmä	s. 21
asennustavat	132.7, 521.3, 52 F, 52 G, 52 H
huollettavuus ja puhdistettavuus	529
kuormitettavuus	523
liitokset	526
läpivientien tiivistäminen	527.2
muiden laitteiden läheisyys	528
palon leviämisen minimointi	527
tunnistaminen	514.2
ulkoisten tekijöiden vaikutukset	522
valinta ja asentaminen	52
Johtokanavat	52 F, 52 G, 52 H
eri virtapiirit samassa johtokanavassa	521.6, 528.1.1
johtimen vetäminen johtokanavaan	522.8.1.1
läpivientien tiivistäminen	527.2.2
Jännitealueet	411.1, 411.3.1, 528.1.1
määritelmä	s. 22
matkailuajoneuvojen sähköasennuksissa	708.5.2.6, 708.5.4.2, 708.5.6.2, 708.5.7.2
Jännitelujuus	612.8
Jännitteelle altis osa	
määritelmä	s. 22
suojaus epäsuoralta koskettamiselta	131.2.2
Jännitteenalenema	132.6, 311.1, 451.1, 451.2, 465.3.1, 523.0
kuluttajan sähköasennuksissa	525
vikavirtapiiriin impedanssin mittaaminen	
jännitteenaleneman avulla	osa 6 liite D
Jännitteinen osa	
määritelmä	s. 22
suojaus suoralta koskettamiselta	131.2.1

## K

Kaapeli	
asennustavat	52 F, 52 G, 52 H
kuormitettavuus	523, liite I
laitestandardit	11.2, 52 J
palonkestoisuus	527.1.3
Kasvusto	522.9
Kiinteä laite	
määritelmä	s. 23
Kiinteästi asennettu laite	
määritelmä	s. 23
Kiskojärjestelmät	521.4, 801.1
kotelo suojajohtimena	543.2.2
Koneelliset ilman lämmitysjärjestelmät	424.1
Korroosiota tai likaantumista aiheuttavat aineet	320.1, 522.5
Kosketusetäisyys	
määritelmä	s. 23
suojaus sijoittamalla jännitteiset osat	
kosketusetäisyyden ulkopuolelle	412.4, 481.2.2
Kosketusjännite	
määritelmä	s. 23
Kosketusjännitesuojaus	131.2.2, 413, 471.2, 481.3
generaattorilaitteisto	551.3
suojaus eristämällä käyttöpaikka	413.3, 471.2.1.2, 481.3.3

suojaus käyttämällä luokan II sähkö- laitteita tai vastaavaa eristystä	413.2, 471.2.1.3, 481.3.2
suojaus käyttämällä paikallista maasta erotettua potentiaalintasausta	413.4, 471.2.1.2, 481.3.4
suojaus käyttämällä suojaerotusta	413.5, 471.2.1.3, 481.3.5
suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla	413.1, 471.2.1.1, 481.3.1, 532
Kosketussuojaus	131.2.1, 471.1, 481.2
lisäsuojaus käyttämällä	
vikavirtasuojakytkintä	412.5, 471.2.3
suojaus eristämällä jännitteiset osat	412.1, 481.2.1
suojaus esteiden avulla	412.3, 481.2.2
suojaus käyttämällä suojuksia ja kotelointia	412.2, 481.2.1
suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle	412.4, 481.2.2
Kostea tila	320.1, 751
lämmityskelmuasennukset	803.2
Kotelo; kotelointi	
määritelmä	s. 23
Kotelointiluokka	
määritelmä	s. 23
Kuivat, palovaarattomat tilat	750
Kulutuskoje	
määritelmä	s. 24
Kuormitettavuus	
määritelmä	s. 24
asennusolosuhteiden muutokset	
asennusreitit varrella	523.7
maan lämpöresistiivisyys	liite I
rinnankytketyt johtimet	433.3, 523.6
virtapiiriin kuormitettujen johtimien määrä	523.5
ympäristön lämpötilan vaikutus	523.2, liite I
Kuormituksen tasaus	311
Kuormituksen vaihtelu	330.1
Kuumaa vettä tai höyryä tuottavat laitteet	424.2
Kylpytila	701
Kytkinlaitos	
määritelmä	s. 24
kosketussuojaus kytkinlaitoksissa	481.2.4.2
Kytkinlaite	53
määritelmä	s. 24
alijännitesuojat	535
erotuslaitteet	537.2
hätkytinlaitteet	537.4
häätäpysäytyslaitteet	537.4
kosketusjännitesuojaukseen käytettävät suojalaitteet	532
käyttökytkimet	537.5
poiskytkentään mekaanisen huollon ajaksi käytettävät laitteet	537.3
ylivirtasuojat	533
Kädessä pidettävä laite	
määritelmä	s. 24
Käyttökytkentä	465
määritelmä	s. 24
Käyttöönottotarkastukset	134.2, 61

## L

Lattia- ja seinäpintojen resistanssi	413.3.4, 612.1, 612.5, osa 6 liite A
Liitokset	526
Liittymiskohta	11.2, 525
määritelmä	s. 24
rakennustyömaa	704.537
Lisäpotentiaalintaus	413.1.2.2, 413.1.6
ahtaat johtavat tilat	706.471.2
eläintilat	705.413.1.6
generaattorilaitteistot	551.3.3.1
IT-järjestelmässä	413.1.5.7
jatkuvuuden testaaminen	612.2
johtimien poikkipinnat	547.1.2
matkailuajoneuvot	708.5.1.4
TN-järjestelmässä	413.1.3.6
TT-järjestelmässä	413.1.4.3
Lukitus	
erotuksen ajaksi	462.2, 537.2.3
mekaanisten huoltotoimenpiteiden ajaksi	463.2
Lämmityskaapeli-asennukset	802
kosketusjännitesuojaus	802.3
käyttö ja asennus	802.2
merkinnät ja piirustukset	802.5
palosuojaus	802.4
Lämmityskelmuasennukset	803
jännitteen leviämisen estäminen	803.6
käyttö ja asennus	803.2
merkinnät ja piirustukset	803.7
palosuojaus	803.5
sijoitus	803.3
suojaus mekaaniselta vahingoittumiselta	803.4
Läpiviennit	527.2

## M

Maa	
määritelmä	s. 25
Maadoitus	413.1.1.2, 542.1
Maadoituselektrodi	542.2
määritelmä	s. 25
maadoitusresistanssin mittaaminen	612.6.2, osa 6 liite C
poikkipinta	542.2.3
Maadoitusjohdin	542.3
määritelmä	s. 25
poikkipinta	542.3.1
yhdistäminen pääpotentiaalintasaukseen	413.1.2.1, 542.4.1
Maadoitusresistanssi	542.1.2
määritelmä	s. 25
IT-järjestelmässä	413.1.5.3
TN-järjestelmässä	413.1.3.7
TT-järjestelmässä	413.1.4.2
mittaaminen	612.6.2, osa 6 liite C
Maadoitustavat	312.2

Maa- ja puutarhatalouden sähköasennukset	11.1, 705
Matkailuajoneuvo	11.1, 708
määritelmä	708.2.1
Mitoitusvirta	
määritelmä	s. 25
virtapiirin mitoitusvirta	433.2, 533.2
Moottoreiden ohjaus	465.3
Muu johtava osa	
määritelmä	s. 25
Muuntaja	
suojaerotusmuuntaja	413.5.1.1
suojajännitemuuntaja	411.1.2.1
Märkä tila	320.1, 751

## N

Napaisuuden testaaminen	612.7
Nimellisjännite	
määritelmä	s. 25
Nollajohdin	132.2.2
määritelmä	s. 26
erottaminen ja kytkentä	461.2
kuormitettavuus	523.5
kytkeminen irti ja takaisin	473.3.3, 531.1
poikkipinta	524.2, 524.3
symboli	312.2
tunnistaminen	514.3.1
yksinapainen kytkinlaite	465.1.2, 531.2, 612.7
ylivirtasuojaus	473.3.2

## O

Ohjauslaitteet hätätilanteita varten	132.9
Ohjausvirtapiiri	465.2, 537.3.1, 537.4.2
Oikosulkusuojat	132.8, 432, 533
ominaisuudet	432.3, 432.4, 434.3
pois jättäminen	473.2.3
sijoittaminen	473.2.1, 473.2.2
valinta	533.3
Oikosulkusuojaus	132.8, 434, 473.2
rinnan kytkettyjen johtimien	
oikosulkusuojaus	434.4
suurin sallittu impedanssi	132.6
Oikosulkuvirta	
määritelmä	s. 26
aiheuttamat mekaaniset rasitukset	132.6, 132.7
määrittäminen	313.1.1, 434.2, 533.3
Opastettu henkilö	320.1, 471.2.3, 532.2.2
määritelmä	s. 20
katkaisijan käyttö	533.1.4
sulakkeiden vaihtaminen	533.1.3
tilat, joihin pääsee vain opastettu tai ammattitaitoinen henkilö	481.2.2, 562.2, 563.5, 801.4

## P

Paloa levittävät rakennusmateriaalit	482.3
Paloa levittävät rakennusosat	482.4
Palon leviämisen minimointi	527
asennusolosuhteet	527.4
läpivientien tiivistäminen	527.2
tarkastus ja testaus	527.5
toimenpiteet palo-osaston sisällä	527.1
ulkoisten tekijöiden vaikutukset	527.3
Palosuojaus	422, 482
Palovaarallisen materiaalin varastointi ja käsittely	482.2
PELV	411.1, 411.5, 471.2.3, 481.3.6
määritelmä	s. 20
jännitelähde	411.1.2
pistotulpat ja pistorasiat	411.1.3.3
valaistusjärjestelmät	804
virtapiirien erotuksen testaaminen	612.4.2
virtapiirit	411.1.3
PEN-johdin	132.2.2
määritelmä	s. 26
erottaminen	461.2
jatkuvuuden testaaminen	612.2
käyttäminen	546.2
symboli	312.2
tunnistaminen	514.3.2
Pienjännitelaitteisto	
määritelmä	s. 26
Pienvenesatamien sähköasennukset	11.1, 709
Poiskytkentä mekaanisten huolto- toimenpiteiden ajaksi	463, 537.3
määritelmä	s. 26
Potentiaalintasaus	547
määritelmä	s. 27
lisäpotentiaalintasaus	413.1.2.2, 413.1.6, 547.1.2
pääpotentiaalintasaus	413.1.2.1, 547.1.1
Potentiaalintasausjohdin	
määritelmä	s. 27
jatkuvuuden testaaminen	612.2
poikkipinta	547.1
Putkilanka	471.2.2
Pääjohto	
määritelmä	s. 27
Pääkytkin	708.5.3.2, 709.4.3.4
Päämaadoituskisko	413.1.2.1, 542.4
määritelmä	s. 27
Päämaadoitusliitin	413.1.2.1, 542.4
määritelmä	s. 27
Pääpotentiaalintasausjohdin	413.1.2.1
poikkipinta	547.1.1

## R

Rakennustyömaa	11.1, 704
Rakenteiden liikkeet	522.14
Rinnan kytketyt johtimet	
kuormitettavuus	523.6
oikosulkusuojaus	434.4
ylikuormitussuojaus	433.3
Ryhmäjohto	
määritelmä	s. 27

## S

Sallittu jatkuva kosketusjännite	612.6.4.1
määritelmä	s. 27
Samanaikaisesti kosketeltavat osat	412.4.1, 413.1.6, 413.4.1
määritelmä	s. 27
Saunat	703
SELV	411.1, 411.4, 471.2.3, 481.3.2.6, 7
määritelmä	s. 20
jännitelähde	411.1.2
pistotulpat ja pistorasiat	411.1.3.3
valaistusjärjestelmät	804
virtapiirien erotuksen testaaminen	612.4.1
virtapiirit	411.1.3
SELV- tai PELV-järjestelmään liitetyt valaistusjärjestelmät	804
laitteiden sijoittaminen	804.4
lämpeneminen	804.5
virtapiirien rakenne	804.2
ylivirtasuojaus	804.3
SFS-standardi	133.1
Siirrettävä laite	
määritelmä	s. 28
Silmämääräinen tarkastus	610.1, 611
määritelmä	s. 31
Suihkutila	701
Summavirta	
määritelmä	s. 28
Suojaerotusmuuntaja	413.5.1.1, 709.4.1.4
määritelmä	s. 28
Suojajohdin	132.2.2
määritelmä	s. 28
jatkuvuuden testaaminen	612.2
pienimmät sallitut poikkipinnat	543.1
resistanssin mittaaminen	612.6.4
symboli	312.2
sähköisen johtokyvyn varmistaminen	543.3
tunnistaminen	514.3.1
tyyppi	543.2
Suojajännitemuuntaja	411.1.2.1
määritelmä	s. 28

Suojaus	
alijännitesuojaus	132.8, 45, 535
kosketusjännitesuojaus	131.2.2, 411, 413, 471.2, 481.3
kosketussuojaus	131.2.1, 411, 412, 471.1, 481.2
oikosulkusuojaus	132.8, 434, 473.2, 533.3
palosuojaus	422, 482
suojaus lämmön vaikutuksilta	131.3, 42
suojaus palovammoilta	423
suojaus sähköiskulta	131.2, 41, 471, 481
suojaus ylikuumentumiselta	424
vikavirtasuojaus	131.5
ylijännitesuojaus	131.6
ylikuormitussuojaus	132.8, 433, 473.1, 533.2
ylivirtasuojaus	131.4, 132.8, 43, 473, 533
Suojus	
määritelmä	s. 29
Suora kosketus	131.2.1
määritelmä	s. 29
Suurin kosketusjännite	
määritelmä	s. 29
Suurin kuormitus	311
Suurjännitelaitteisto	
määritelmä	s. 29
Suurjännitteiset purkauslampplaitteistot	805
Sykkeetön	413.1.1.1
Syöttöjärjestelmät	132.2, 300.1, 313
Syötön automaattinen poiskytkentä	131.2.2, 413.1, 471.2.1, 481.3.1
toiminnan testaus	612.6
Sähköasennus	
määritelmä	s. 29
dokumentointi	514.5
käyttönottotarkastukset	134.2, 61
suunnittelu	132, 300.1, 320.1
toteuttaminen	134.1, 300.1, 320.1
Sähköisku	
määritelmä	s. 29
suojaus sähköiskulta	131.2, 41, 471, 481
Sähköiskuvirta	131.2.1, 131.2.2
määritelmä	s. 29
Sähkölaite	
määritelmä	s. 29
keskinäiset vaikutukset	330.1, 515
luoksepäästävyys	132.12, 513
ominaisuudet	133.2, 512
rakennestandardit	511
tunnistaminen	514
ulkoisten tekijöiden vaikutukset	133.3, 512.2, 522
valinta ja asentaminen	11.5, 133, 5
Sähkölaitteiden suojausluokat	
määritelmä	s. 30
Sähkölaitteiden ylijänniteluokat	537.2.1.1
määritelmä	s. 30
Sähkölaitteisto	
muiden laitteistojen läheisyys	528
osien keskinäiset vaikutukset	132.11, 33, 515



## T

Tarkastus	6
määritelmä	s. 31
läpivientien tiivistys	527.5
Testaus	612
määritelmä	s. 31
Tilapäiset asennukset	11.1, 711
TN-järjestelmä	
kosketusjännitesuojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla	413.1.3, 532.1.1, 532.2.3, 551.3.1, 612.6
rakenne	312.2.1
Toiminnalliset maadoitusjohtimet	542.4.1, 547.1.3
Toimintarajavirta	
määritelmä	s. 31
TT-järjestelmä	
kosketusjännitesuojaus syötön auto- maattisen poiskytkennän avulla	413.1.4, 532.2.4, 612.6
rakenne	312.2.2
Turvasyöttöjärjestelmä	132.4, 313.2, 35, 56
määritelmä	s. 31
laitteet	564
luokittelu	352
teholähteet	562, 565, 566
virtapiirit	563
Tuuli	522.13
Työmaakeskukset	704.511.1, 704.512.2

## U

Uima-allastila	702
Ulkoiset lämmönlähteet	522.2
Ulkoisten tekijöiden vaikutukset	132.5, 133.3, 32, 48, 512.2, 522, 527.3
Ulkotilat	751

## V

Vaihejohdin	
määritelmä	s. 32
yksinapaisen kytkinlaitteen sijoittaminen	531.2, 612.7
ylivirtasuojaus	473.3.1
Varavoimajärjestelmä	313.2, 551.3.2, 551.5.2, 562.5, 566
määritelmä	s. 32
rakennustyömaat	704.313.1.3, 704.537
Varoke	
rakenne	432.1, 533.1
vaihtaminen	533.1.2, 533.1.3
Vesi	320.1, 522.3
Vesimittarien ohikytkeminen	547.1.3
Vieraat kiinteät aineet	522.4
Vikajännitesuojalaite	413.1.4.4, 544.2
Vikavirtapiiri	
impedanssin mittaaminen	612.6, 612.6.3, osa 6 liite D

Vikavirtasuojakytkin	532.2
ahtaat johtavat tilat	706.471.2
generaattorilaitteistot	551.3.4.2
kylpy- ja suihkutilat	701.53, 701.55
käyttö lisäsuojana	412.5
käyttö syötön automaattiseen poiskytkentään IT-järjestelmässä	413.1.5.7, 413.1.5.8, 481.3.1.2, 532.2.5
käyttö syötön automaattiseen poiskytkentään TN-järjestelmässä	413.1.3.6, 413.1.3.8, 413.1.3.9, 481.3.1.2, 532.2.3
käyttö syötön automaattiseen poiskytkentään TT-järjestelmässä	413.1.4.2, 413.1.4.4, 481.3.1.2, 532.2.4
lämmityskaapeli-asennukset	802.3, 802.4
lämmityskelmuasennukset	803.2
maa- ja puutarhatalouden sähköasennukset	705.412.5, 705.532.2, 705.422
matkailuajoneuvojen paikoitusalueet	708.3.3.2.6
nollajohtimen suojaus IT-järjestelmässä	473.3.2.2
pienvenesatamat	709.4.1.1.3, 709.4.1.1.5, 709.4.1.3.5
pistorasiat	471.2.3
rakennustyömaat	704.471
tilat, joissa varastoidaan ja käsitellään palovaarallisia materiaaleja	482.2.10
uima-allastilat	702.471.0, 702.53, 702.55
ulkopistorasiat	471.2.3
toiminnan testaaminen	612.6, osa 6 liite B
yhteensopivuus ylivirtasuojan kanssa	536.2
Virtapiiri	
määritelmä	s. 26
kuormitettujen johtimien määrä	523.5
Vuotovirta	330.1, 532.2.1.3
määritelmä	s. 32

## Y

Yhdistetty kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus	411
Yhdistetty suoja- ja nollajohtimen käyttäminen	546
Yhteensopivuus	33, 512.1.5
Yksinapainen kytkinlaite	465.1.2, 531.2, 612.7
Yliaaltovirrat	330.1, 523.5.2, 524.3, 551.4.2
Ylijännitesuojaus	131.6, 132.8
Ylijännitteet	133.2.1, 330.1, 413.1.5.2
ilmastolliset ylijännitteet	320.1
kytkentäylijännitteet	131.6.2, 320.1
Ylijänniteluokat	537.2.1.1
määritelmä	s. 30
Ylikuormitussuojat	
johtimien ja suojalaitteiden yhteensovittaminen	433.2
poisjättäminen	473.1.2, 473.1.3, 473.1.4
rinnan kytkettyjen johtimien suojaus	433.3
sijoittaminen	473.1.1, 473.1.3
valinta	533.2
Ylikuormitussuojaus	132.7, 433, 473.1, 533

Ylikuormitusvirta määritelmä	s. 32
Ylivirran ilmaisu määritelmä	s. 32
Ylivirran rajoittaminen syöttöjärjestelmän ominaisuuksien avulla	436
Ylivirta määritelmä	s. 32
Ylivirtasuojat	533
ominaisuudet	432.4
rakenne	432
suojalaite, joka toimii vain oikosulkusuojana	432.3
suojalaite, joka toimii vain ylikuormitussuojana	432.2
suojalaitteet, jotka suojaavat sekä ylikuormitus- että oikosulkuvirroilta	432.1
Ylivirtasuojaus	131.4, 43, 473
nollajohtimen kytkeminen irti ja takaisin	473.3.3
nollajohtimen suojaaminen	473.3.2, 524.3
vaihejohtimien suojaaminen	473.3.1
ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen yhteensovittaminen	435
Ympäristön lämpötila	320.1
määritelmä	s. 32
vaikutus johtimien kuormitettavuuteen	523.2, liite I
vaikutus johtimien valintaan	522.1
vaikutus löylyhuoneen aluejakoon	703.512.2

## Ä

Äärijohdin	132.2.2
määritelmä	s. 32
maadoittaminen TN-järjestelmässä	413.1.3.1
maadoittaminen TT-järjestelmässä	413.1.4.1
poikkipinta	524.1

---

## **JULKAISUA MYY**

### **SÄHKÖTARKASTUSKESKUS**

Julkaisumyynti

Särkiniementie 3

00210 HELSINKI

**Puhelin (90) 696 3213**

Vaihde (90) 696 31

Telekopio (90) 682 1904

## **SFS-STANDARDEJA MYY**

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Maistraatinportti 2

00240 HELSINKI

Puhelin (90) 149 9331

Telekopio (90) 146 4914

## **IEC- ja CENELEC-STANDARDEJA MYY**

Suomen Sähköteknillinen

Standardisoimisyhdistys SESKO ry

Särkiniementie 3

00210 HELSINKI

Puhelin (90) 696 31

Telekopio (90) 677 059

---





**SÄHKÖTARKASTUSKESKUS** 

PL 21 (Särkiniementie 3), 00211 Helsinki  
Puhelin (90) 696 31