



**SÄHKÖTARKASTUSKESKUS
ELINSPEKTIONSCENTRALEN**

**JULKAISU A1-89
Helsinki 1989**

SÄHKÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET

ISBN 951-8921-20-2

**GUMMERUS KIRJAPAINO OY
JYVÄSKYLÄ 1989**

ALKUSANAT

Tämä julkaisu sisältää kaupp- ja teollisuusministeriön päätöksen (205/74) sähköturvallisuusmääräyksistä ja Sähkötarkastuskeskuksen antamat tarkemmat määräykset päätöksen soveltamista eli *soveltamismääräykset* sekä sitä täydentävät *ohjeet* ja *selitykset* pykälä 42...44 (Ilmajohdot) lukuunottamatta.

Uudessa painoksessa on uusittu erityisesti enintään 1000 V järjestelmän kosketusjännitesuojausta ja suojamaadoittamista koskevat soveltamismääräykset ja ohjeet. Muutokset merkitsevät siirtymistä osittain rakennusten sähköasennuksia koskevien kansainvälisten IEC:n suositusten käyttämiseen. Julkaisussa noudatetaan enintään 1000 V jakelujärjestelmien nimityksissä IEC:n mukaista käytäntöä. Liitteessä XIV on esitetty esimerkkejä jakelujärjestelmistä ja maa- doitustavoista.

Julkaisussa käytetty terminologia on keskeisten käsitteiden (sähkölaitos, sähkölaitteisto ja -laite) osalta soveltamismääräyksissä ja ohjeissa tarkistettu nykyisen sähkölain (319/79) perusteella, vaikka kaupp- ja teollisuusministeriön päätös (205/74), joka on annettu aikaisemmin sähkölain nojalla, on säilynyt tässä painoksessa muuttumattomana. Käsitteiden määritelmiä sisältävä liite I on uusittu, ja siinä esitetyt määritelmät on pyritty saamaan mahdollisimman yhdenmukaisiksi IEC:n kansainvälisten määritelmien ja vahvistettujen SFS-standardien kanssa.

Julkaistuun on lisätty aakkosellinen hakemisto.

Helsingissä, lokakuussa 1989

SÄHKÖTARKASTUSKESKUS

SISÄLLYSLUETTELO

I luku	Yleistä	Sivu
1 §	Määräysten tarkoitus	9
2 §	Sähkölaitoksen määritelmä	11
3 §	Yleiset määräykset	13
II luku	Suojausta koskevat yleiset määräykset	
4 §	Mekaaninen ja terminen lujuus	23
5 §	Jännitelujuus ja eristystila	24
6 §	Suojaus jännitteisen osan koskettamiselta	27
7 §	Käyttömaadoitus	30
8 §	Ylivirta- ja maasulkusuojaus	32
9 §	Enintään 1000 V järjestelmän kosketusjännitesuo- jaus	37
10 §	Yli 1000 V järjestelmän kosketusjännitesuojaus ..	59
11 §	Maadoituksen suorittaminen	68
12 §	Ylijännitesuojaus	85
13 §	Suojaus palovaaralta ja terveydelle haitallisilta ai- neilta	87
III luku	Kojeet, koneet ja kytkinlaitokset	
14 §	Ylivirtasuoja	91
15 §	Kytkinlaite	93
16 §	Sähkökone	101
17 §	Muuntaja	104
18 §	Sähkömekaaninen koje	106
19 §	Sähkölämpökoje	107
20 §	Valaisin	127
21 §	Akusto	129
22 §	Kondensaattorilaitos	132
23 §	Kytkinlaitos	133
IV luku	Sisäjohtdot, maa- ja vesistökaapelit	
24 §	Johto ja sen asennus	152
25 §	Johdon mitoitus ja suojaus	165

26 §	Paljaan johtimen asentaminen eristimille	196
27 §	Johdon asentaminen putkeen ja onteloon	197
28 §	Johdon asentaminen sähkölistaan, johtokanavaan ja asennuskouruun	206
29 §	Putkilanka ja nauhajohto	211
30 §	Kaapeli	213
31 §	Taipuisa liitäntäjohto	223
32 §	Johdon läpivienti	225
33 §	Sähkölaitteiden liittäminen johtoon ja ryhmittämi- nen	229
 V luku Asennus erilaisissa tiloissa		
34 §	Asennus kuivassa tilassa	234
35 §	Asennus kosteassa tilassa	235
36 §	Asennus määrässä tai syövyttäviä aineita sisältäväs- sä tilassa	237
37 §	Asennus palovaarallisessa tilassa	238
38 §	Moottoriajoneuvosuoja	243
39 §	Maa- ja karjatalouden talousrakennukset	244
40 §	Kotelointiluokka ja asennustapa	250
41 §	Asennus räjähdysvaarallisessa tilassa	272
 VI luku Ilmajohdot		
42 §	Johdon rakenne	295
43 §	Johdon sijainti ja siitä johtuvat rakennevaatimuk- set	295
44 §	Erinäisiä määräyksiä ilmajohdoista	295
 VII luku Erikoislaitokset		
45 §	Tilapäislaitos, kuljetettava laitos, telemerkkilaitos ja erikoissuurjännitelaitos	296
46 §	Turvavalaistuslaitos	317
 VIII luku Sähkötyöturvallisuus		
47 §	Töiden ja hoidon valvonta	319
48 §	Käyttötoimenpiteet ja niihin verrattavat huolto- työt	323

49 §	Työt jännitteisten osien läheisyydessä	327
50 §	Työt jännitteettömässä laitoksessa	333
51 §	Työt jännitteisenä olevassa laitoksessa	343
IX luku	Sähkölaitoksen tarkastukset	
52 §	Viranomaisten suorittamat tarkastukset	345
53 §	Haltijan toimesta suoritettavat tarkastukset	346
X luku	Erinäisiä määräyksiä	
54 §	Sähkön aiheuttamat tapaturmat ja omaisuusvahin- got	351
55 §	Määräyksistä poikkeaminen	352
56 §	Muutoksenhaku	352
57 §	Tarkempien määräysten antaminen	352
58 §	Voimaantulosäännös	353
Liite I	Käsitteiden määritelmiä ja selityksiä	354
Liite II	Kosketeltavien pintojen eristävyys sekä koske- tusjännitteen mittaaminen	377
Liite III	Eristepäällysteiset johtimet ja kaapelit	380
Liite IV	Sovellusesimerkkejä johdon poikkipinnan ja tiettyä poikkipintaa vastaavan sulakkeen määrittämises- tä	388
Liite V	Eräiden palavien kaasujen, nesteiden ja pölyjen ominaisuuksia	391
Liite VI	Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävien sähkö- laitteiden rakenteita	396
Liite VII	Sähkölaki (319/79)	401
	Laki sähkölain muuttamisesta (991/87)	418
	Laki sähkölain muuttamisesta (59/89)	419

Liite VIII	Sähköasetus (925/79)	423
	Asetus sähköasetuksen muuttamisesta (281/89) ..	433
Liite IX	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkötoiden johtamisesta (1098/88)	438
Liite X	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käytön johtajasta (991/79 muutettuna lisäyksillä 994/81 ja 820/84)	451
Liite XI	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen tarkastamisesta (592/84)	454
Liite XII	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ennakkotarkastuksesta ja valvonnasta (234/84)	459
Liite XIII	Työmaadoitusvälineen oikosulkukestoisuus oiko- ja maasulkuvirran suuruudesta ja kestoajasta riippuen	463
Liite XIV	Enintään 1000 V järjestelmät ja maadoitustavat .	465
Liite XV	Suojajohtimen poikkipinnan määrittämisessä käytettävän kertoimen <i>k</i> arvot	480
Hakemisto		483

I luku. Yleistä

1 § Määräysten tarkoitus

1. Tämän päätöksen määräykset on laadittu sähkölaitoksen rakentamiseen, käyttämiseen ja hoitamiseen liittyvän hengen-, terveyden- ja omaisuudenvaaran välttämiseksi sekä ympäristön kohtuuttoman häiritsemisen estämiseksi.

Sähkölaitteistolla ja -laitteella tarkoitetaan näissä määräyksissä 2 § 1 mukaista vahvavirtalaitteistoa ja -laitetta. Hengen- ja terveydenvaaralla tarkoitetaan sähkölaitteiston ja -laitteen jännitteen tai virran aiheuttamaa ihmisiin kohdistuvaa vaaraa. Omaisuudenvaaralla tarkoitetaan kiinteistön tai irtaimiston vahingoittumis- tai tuhoutumisvaaraa sähkön synnyttämän kuumuuden, palon, räjähdysten tms. ilmiön seurauksena sekä kotieläimiin kohdistuvaa vaaraa.

Ympäristön häiritsemisellä tarkoitetaan teknillisiä häiriöitä, joita sähkölaitteisto tai -laite voi välittömästi aiheuttaa sen synnyttämän harhavirran, induktion, influenssin, maapotentiaalin, sähkömagneettisen säteilyn tai jännitteen muutoksen vaikutuksesta toisen sähkölaitteiston tai -laitteen toiminnalle. Jälkimmäinen sähkölaitteisto tai -laite voi olla vahva- tai heikkovirtalaitteisto tai -laite.

Ilmakehän sähköpurkauksen tai -varauksen taikka hankaussähkön välittömästi aiheuttaman vaaran tai kohtuuttoman häiriön välttämistä tarkoittavat toimenpiteet eivät varsinaisesti kuulu näiden määräysten piiriin. Useat määräysten mukaiset toimenpiteet vaikuttavat kuitenkin mainitun vaaran tai häiriön vähenemiseen taikka poistumiseen mm. siten, että ko. toimenpiteiden avulla vaikeutetaan tai estetään kyseisten ilmiöiden leviäminen sähkölaitteiston välityksellä.

Sähkölaitteistosta tai -laitteesta radio- ja televisiotoiminnalle sähkömagneettisen säteilyn välityksellä aiheutuvien teknillisten häiriöiden rajoittamisesta on kauppa- ja teollisuusministeriö antanut erillisen päätöksen (n:o 646/65).

Kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut erillisen päätöksen (n:o 234/84) sähkölaitteiden ja sähkökäyttöisten laitteiden ennakkotarkastuksesta ja valvonnasta, ks. liite XII.

Sähkölaitteiden rakenne- ja koestusmääräysten osalta on voimassa, mitä niistä on erikseen päätetty, ks. 1 § 3.

2. Määräyksiä on noudatettava sähkölaitoksen rakentamisessa, muuttamisessa ja korjaamisessa sekä sen käyttämisessä ja hoitamisessa.

Sähkölaitteiston määritelmän (2 § 1) perusteella määräyksiä on noudatettava vahvavirtalaitteissa kuten muuntajissa, sähkökoneissa, -kojeissa, -tarvikkeissa tms. ja niistä muodostetuissa rakennelmissa eli asennuksissa.

3. Sähkölaitteen on täytettävä sitä koskevat erilliset rakenne- ja koestusmääräykset.

Näissä sähköturvallisuusmääräyksissä ei ole yksityiskohtaisia sääntöjä, joita noudattamalla sähkölaitteen (muuntajan, sähkökoneen, -kojeen, -johdon, -tarvikkeen tms.) valmistaja huolehtii siitä, että sähkölaitte on näiden määräysten tarkoituksen (ks. 1 § 1) mukainen. Tällaisia yksityiskohtaisia sääntöjä, jotka Sähkötarkastuskeskus erikseen vahvistaa, nimitetään tässä kirjassa eri yhteyksissä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiksi *rakenne- ja koestusmääräyksiksi*. Kyseiset määräykset voidaan jakaa pääasiassa seuraaviin ryhmiin:

- a. Sähkötarkastuskeskuksen E-sarjan julkaisut sekä KL-sarjan kiertokirjeet
- b. SFS-standardit¹⁾
- c. CENELECin²⁾ hyväksymät eurooppalaiset standardit (EN-standardit, HD-asiakirjat)
- d. IEC-standardit³⁾

¹⁾ SFS ≙ Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y.

²⁾ CENELEC ≙ Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

³⁾ IEC ≙ International Electrotechnical Commission

- e. Kotimaisten ja kansainvälisten rakenne- ja koestusmääräysten puuttuessa jonkin toisen maan kansalliset määräykset, mikäli ne eivät ole näiden sähköturvallisuusmääräysten kanssa ristiriidassa.

Sähkötarkastuskeskuksen koestustoiminnassa noudatettavat rakenne- ja koestusmääräykset on lyhyesti selostettu Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa E 1 "Sähkölaitteiden rakenne- ja koestusmääräykset". Sähkötarkastuskeskukselta on muutenkin saatavissa tietoa siitä, mitä määräyksiä tietynlaisen sähkölaitteen rakenteessa ja koestuksessa on noudatettava.

2 § Sähkölaitoksen määritelmiä

1. Sähkölaitoksella tarkoitetaan tässä päätöksessä sellaisia sähkön kehittämis-, siirto- ja kulutuslaitoksia sekä näihin osana kuuluvia tai näihin liitettäviksi tarkoitettuja samoin kuin muita sähkölaitteita ja sähkökäyttöisiä laitteita, joissa esiintyvä jännite tai virta voi aiheuttaa hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa.

Soveltamismääräyksissä ja ohjeissa käytetään sähkölaitoksesta, sähkölaitteistosta ja sähkölaitteesta uuden sähkölain (319/79) mukaisia määritelmiä.

Sellaiset sähkölaitteet (muuntajat, sähkökoneet, -kojeet ja -tarvikkeet tms.) ja niistä muodostetut toiminnalliset kokonaisuudet, joista voi aiheutua — määräysten vastaisesti rakennettuna, käytettynä tai hoidettuna — vaaraa, ovat näiden määräysten tarkoittamia sähkölaitteistoja ja -laitteita. Tällaista laitteistoa ja laitetta sanotaan näissä määräyksissä tarvittaessa *vahvavirtalaitteistoksi ja -laitteeksi*. Sellainen laitteisto, josta ei voi aiheutua vaaraa, on *heikkovirtalaitteisto*.

Tarkkoja rajoja jännitteelle ja virralle, jotka voivat aiheuttaa vaaraa, ei yleispätevästi voi ilmoittaa, koska sähkön vaarallisuus riippuu myös muista tekijöistä kuten jännitteen tai virran vaikutusajasta ja taajuudesta sekä ympäristöolosuhteista (ks. 9 § 1). Sähkölaitte voi

esimerkiksi tavallisissa olosuhteissa olla heikkovirtalaite, mutta räjähdysvaarallisessa tilassa käytettynä vahvavirtalaite.

Vahvavirtalaitteistot ja -laitteet jaetaan jännitteen tehollisarvon perusteella seuraaviin ryhmiin:

- *Suurjännitteinen* on vahvavirtalaitteisto (-laite), jossa virtapiirin jonkin osan ja maan välinen käyttöjännite on suurempi kuin 250 V, tai järjestelmän ollessa maadoittamaton virtapiirin kahden osan välinen käyttöjännite on suurempi kuin 440 V.
- *Pienjännitteinen* on vahvavirtalaitteisto (-laite), jossa virtapiirin kaikkien osien ja maan välinen käyttöjännite on enintään 250 V, tai järjestelmän ollessa maadoittamaton virtapiirin kahden osan välinen käyttöjännite, on enintään 440 V.
- *Suojajännitteinen* on virtapiiri, jonka jännite vaihtosähköllä on enintään 50 V ja tasasähköllä enintään 120 V ja jonka eristys muista virtapiireistä — suojajännitepiirejä lukuun ottamatta — täyttää suojaeristykselle asetetut vaatimukset.

Edellisen perusteella pienjännitteisiä ovat mm. keskipisteestään maadoitettu tai maadoittamaton 230/400 V kolmivaihejärjestelmä ja keskipisteestään maadoitettu 2 x 220 V tasasähköjärjestelmä sekä sellainen 230 V yksivaihejärjestelmä, jonka toinen äärijohdin on maadoitettu.

Kun näissä määräyksissä puhutaan jännitteestä ilman tarkempaa määrettä, tarkoitetaan sillä järjestelmän äärijohtimien välistä nimellijännitettä.

Määräysten eri kohdissa noudatetut *määräystekniset jänniterajat* on valittu kussakin kohdassa käsiteltävän asian ja turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Edellä esitetyn jaotteen lisäksi esiintyy määräysteknisinä rajoina muitakin jännitteitä. Niinpä 1000 V nimellijännite esiintyy useissa kohdin määräysteknillisenä rajana. Myös pienjännitteellä esiintyy — suojajännitteen ohella — eräitä lisärajoja (esim. 19 § 5 ja 6, 21 § 1 sekä 45 § 1).

Liitteessä I on esitetty tärkeimpien käytettyjen käsitteiden määritelmät ja selitykset.

3 § Yleiset määräykset

1. Sähkölaitoksen on oltava selväpiirteinen ja rakennettu sellaiseksi, että sen osiin päästään tarvittaessa käsiksi käyttöä, huoltoa ja tarkastusta varten.

Sähkölaitteistoa laajennettaessakin on huolehdittava siitä, että sen osiin päästään tarvittaessa käsiksi käyttöä, huoltoa ja tarkastusta varten. Tämän vuoksi on jo laitteistoa suunniteltaessa mahdollisuuksien mukaan pyrittävä ottamaan huomioon sen todennäköinen laajeneminen.

2. Sähkölaitos on rakennettava sellaiseksi ja hoidettava siten, ettei se kohtuuttomasti häiritse toista vahvavirta- tai heikkovirtalaitosta eikä aiheuta vaaraa näiden käytössä.

Sähkölaitteiston ja -laitteen aiheuttama vaara tai häiriö, ks 1 § 1. Tällaisen vaaran tai häiriön voi usein tarkoituksenmukaisimmin poistaa siten, että vaaran- tai häiriönläisen sähkölaitteiston tai -laitteen teknillistä rakennetta muutetaan ja täydennetään.

Sähkölaitteissa on säädetty, kumman — vaaraa tai häiriötä aiheuttavan vai vaaran- tai häiriönläisen — laitteiston tai laitteen haltijan on ryhdyttävä toimenpiteisiin häiriön tai vaaran poistamiseksi ja tästä aiheutuvien kustannusten korvaamisesta. Aikaisemmin rakennetussa vahvavirta- tai heikkovirtalaitteistossa, jota ei ole rakennettu tai jota ei käytetä sitä koskevien määräysten mukaisesti, on ensinnä ryhdyttävä toimenpiteisiin sen rakenteen ja käytön saattamiseksi vastaamaan määräyksiä.

Kun sähkölaitte *otetaan käyttöön* tai *yhdistetään* aikaisemmin rakennettuun ja käyttöön otettuun sähköverkkoon, laitteen haltijan on huolehdittava siitä, ettei laite aiheuta vaaraa eikä kohtuutonta häiriötä sähköverkossa tai muiden vahvavirta- tai heikkovirtalaitteiden käytössä. Vaara tai häiriö saattaa ilmetä esim. sähköverkon jännitteen liiallisena alenemisena, jännitteen nopeana vaihteluna, jännite- tai virtakäyrän vääristymisenä, PEN- tai nollajohtimen virran epänormaalina kasvuna, muiden verkkojen vaara- tai häiriöjännitteinä,

radio- tai televisiohäiriöinä taikka muiden verkkoon liitettyjen laitteiden liiallisena lämpenemisenä. Aina ei riitä, että laite täyttää sitä koskevat koestusmääräykset. Sähköverkon haltijan on huolehdittava siitä, että jännite verkossa yleensä pysyy sähköntoimitusehtojen edellyttämässä rajoissa, joiden puolestaan on oltava sopusoinnussa sähkölaitteiden voimassa olevien koestusmääräysten kanssa. Sen vuoksi sähköverkon haltija voi toimitusehdoissaan asettaa ehtoja verkkoon liitettävien sähkölaitteiden määrälle ja laadulle.

Heikkovirtajärjestelmä ei saa olla alttiina vahvavirtajärjestelmän jännitteelle.

Syötettäessä *heikkovirtalaitteistoa* muusta kuin suojajännitteisestä vahvavirtalaitteesta tai verkosta syöttö on tehtävä suojajännite- tai suojaerotusmuuntajan (ks. 17 § 2) tahi sellaisen kiinteästi tai puoli-kiinteästi asennetun välimuuntajan kautta, jossa ensiö- ja toisiokäämitysten välissä on ensiöjännitteen pääsemisen toisiopiiriin tehokkaasti estävä metallinen suoja, taikka mekaanisesti kytketyn moottorigeneraattorin välityksellä. Välimuuntajaa käytettäessä sen käämitysten välisen metallisen suojan on oltava suojattu syöttävän järjestelmän jännitteeltä 9 § 5, 6 tai 7 mukaisesti ottaen lisäksi huomioon 9 § 8 vaatimukset. Heikkovirtalaitteiston katsotaan alkavan ko. muuntajan toisiopuolen tai generaattorin liittimistä. Muun kuin mahdollisen palo- tai räjähdysvaaran kannalta lasketaan heikkovirtalaitteistoon kuuluvaksi myös akku tai muu jännitelähde, joka syöttaa vain heikkovirtapiirejä. Vaatimus mainitunlaisen muuntajan tai moottorigeneraattorin käytöstä ei kuitenkaan koske sellaista laitetta, jossa on vahvavirtapiiriin lisäksi heikkovirtapiirejä ja joka on Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen kuten radio- tai televisiovastaanotin, vahvistin tms.

Sähkölaitteesta aiheutuvien radio- ja televisiohäiriöiden rajoittamiseksi toimii pysyvä *radiohäiriöitä käsittelevä yhteistyövaliokunta*, jossa ovat edustettuina PTL—TELE, Puhelinlaitosten Liitto ry, Suomen Sähkölaitosyhdistys r.y., Sähkötarkastuskeskus, Telehallintokeskus sekä Oy Yleisradio Ab. Häiriöiden rajoittamisesta on annettu määräyksiä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä n:o 646/65.

Suurjännitteisistä sähkölaitteistoista aiheutuvien vaara- ja häiriöjän-

nitteiden rajoittamiseksi toimii pysyvä Vaara- ja häiriöjännitevaliokunta, jossa ovat edustettuina Imatran Voima Oy, PTL—TELE, Puhelinlaitosten Liitto r.y., Rautatiehallitus, Suomen Sähkölaitosyhdistys r.y., Sähkötarkastuskeskus, Telehallintokeskus ja Teollisuuden Voimansiirto Oy. Liikenneministeriön vahvistamissa Televerkkojen rakennemääräyksissä on vaara- ja häiriöjännitteitä koskevia säännöksiä.

3. Sähkölaitos on hoidettava siten, että se on jatkuvasti tämän päätöksen määräysten mukaisessa kunnossa.

Suojalaitteiden, säätäjien, katkaisijoiden yms. säännöllistä huoltoa vaativien laitteiden hoitoa varten on laadittava ennalta kunnossapito-ohjelmat.

Sähkölaitteiston hoitoon kuuluu mm., että särkynyt, kulunut, syöpynyt, lahonnut tai muuten vahingoittunut laitteiston osa tai esimerkiksi suurentuneeseen kuormitus-, maasulku- tai oikosulkuvirtaan nähden alimitoitetuksi jäänyt laitteiston osa vahvistetaan tai uusiin.

Vaaran torjumiseksi asennettu lukitsemislaite, suojapuomi tms. sekä vaarallisuudesta varoittava kilpi on jatkuvasti pidettävä hyvässä kunnossa niin, että se täyttää tehtävänsä. Ks. myös SFS 3710.

Sähkölaitte on pidettävä puhtaana helposti syttyvästä, johtavasta tai syövyttävästä aineesta siinä määrin kuin se käytön laatuun nähden on mahdollista, ellei laitteen rakenne sellaisenaan suojaa sitä mainittujen aineiden aiheuttamaa vaaraa vastaan.

Eristin on pidettävä riittävän puhtaana sille kertyvästä pölystä ja muista aineista niin, ettei laitteiston eristystila oleellisesti huonone.

Ylivirta- ja muun suojan suuruuden tai asettelu on oltava sopusoinnussa suojattavan verkon osan tai laitteen määräysten sallimaan arvoon nähden ko. käyttöolosuhteissa.

On huolehdittava siitä, että suoja- ja maadoitusjohtimet sekä niiden liittokset pysyvät hyvässä kunnossa ja maadoitusimpedanssit riittävän pieninä.

Laitteen tiivistysholkit ja muut tiivisteeet on pidettävä sellaisessa

kunnossa, että ne täyttävät tehtävänsä. Erityisesti palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa on huolehdittava siitä, että laitteen kuoren (koteloinnin) tiiviys ja muu suojaus säilyvät käsittelyn ja kulumisen aiheuttamasta rasituksesta huolimatta.

Siirrettävä sähkölaite liitäntäjohtoineen saattaa joutua alttiiksi epäasialliselle käsittelylle, joten sen kuntoon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Taipuisan liitäntäjohtojon vahingoittuttua se on korvattava uudella. Liitäntäjohtojon vedonpoistin ja liittäminen, ks. 33 § 1.

Ilmajohto, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

Vastuu laitteiston hoitamisesta kuuluu sähkölain mukaisesti laitteiston haltijalle. Haltijan on tarvittaessa käytettävä apunaan asiantuntevaa ja ammattitaitoista henkilöä tai liikettä. Töiden ja hoidon valvonta, ks. 47 § 1. Haltijan toimesta suoritettavat tarkastukset, ks. 53 §. Kauppa- ja teollisuusministeriö on sähkötöiden johtamisesta antanut erillisen päätöksen (1098/88), ks. liite IX, ja sähkölaitteistojen käytön johtajasta erillisen päätöksen (n:o 991/79 muutettuna lisäyksillä nro 994/81 ja nro 820/84), ks. liite X.

4. Yleiseen sähköjakeluun saa käyttää vain järjestelmää, jossa käyttöjännite sen virtapiirin kaikkien osien ja maan välillä on enintään 250 V tai järjestelmän ollessa maasta erotettu virtapiirin kahden osan välillä enintään 440 V.

Yleisellä sähköjakelulla tarkoitetaan tässä sähköenergian toimittamista asunto-, toimisto- tms. tiloissa oleviin kulutuskojeisiin.

5. Sähkölaitos on voitava tehdä jännitteettömäksi tarkoituksenmukaisella tavalla.

A. Yleiset vaatimukset

Sähkölaitteistossa tai sen osassa on oltava riittävät erottamismahdollisuudet mm. laitteiden huollon ja turvallisen työskentelyn takia. Sellainen sähkölaitteisto, sen osa tai sähkölaite, joka ei ole pysyvästi käytössä eikä valvonnan alainen, on suositeltavaa erottaa jännitteettömäksi tapaturman-, palo- ja räjähdysvaaran estämiseksi.

Sähkölaitteiston sekä sen osien erottamiseen tarvittavien kytkimien on oltava näiden haltijan käytettävissä. Kytkinlaitoksen osien ja siihen liitettyjen johtojen tekeminen jännitteettömäksi ks. myös 23 § 3. Käyttötoimenpiteiden suorittaminen, ks. 48 §.

Sulakkeen tekeminen virrattomaksi, ks. myös 14 § 2.

B. Asuin-, toimisto- ja pienteollisuuskäyttöön tarkoitettuja rakennuksia ja vastaavia koskevat vaatimukset

Sähkönkäyttäjän samalla tontilla tai yhtenäisellä alueella olevat rakennukset on yleensä liitettävä yhdellä liittymisjohdolla niin, että liittymän sähkölaitteisto on erotettavissa yhdellä pääkytkimellä.

Liittymän jokainen rakennus ja erillinen huoneisto on voitava tehdä erikseen jännitteettömäksi. Erottamista varten on jokaisessa rakennuksessa ja huoneistossa tai niiden välittömässä läheisyydessä oltava pääkytkin.

Useiden rakennusten yhteistä käyttötarkoitusta palvelevalla sähkölaitteistolla (esim. ulkovalot) on oltava oma pääkytkin (kiinteistökulutuksen pääkytkin). Tämä vaatimus ei koske pientalokiinteistöä.

Jos samaa huoneistoa syöttää useampi nousujohto, jokainen johto on varustettava erillisellä pääkytkimellä. Kunkin kytkimen viereen on merkittävä tiedot muista huoneiston syöttöön liittyvistä pääkytkimistä.

Pääkytkimelle edellä asetetuista vaatimuksista voidaan poiketa seuraavissa tapauksissa, ellei keskusmääräykset muuta edellytä:

- Pääkytkimen avulla ei vaadita erotettavaksi rakennuksen liittymisjohtoa, keskuksessa ennen pääkytkintä tarvittavia laitteita (esim. päävarokkeet) eikä keskuksessa tai muualla kiinteistössä tarvittavia pääkytkimen ohi syötettäviä laitteita tai laitteistoja (leimakello, tariffikello, turvavalaistuslaitteisto, rikosilmoitus- tai palo ilmoituslaitteisto, sprinklerpumppu tms.). Pääkytkimen vieressä on oltava merkintä siitä, mitkä osat (piirit) jäävät jännitteiksi pääkytkimen auki-asennossa, esim. ”Pääkytkin ei katkaise tariffikellon jännitettä”. Päävarokkeiden syöttöliittimien tms. osalta ei tällaista merkintää kuitenkaan vaadita, elleivät erityiset syyt kuten pääkytkimen katkaisemassa piirissä olevien tarvikkei-

den (varokkeiden, liittimien tms.) sijoitus niihin nähden suojaamattomien syöttöpiirin tarvikkeiden läheisyyteen sitä edellyttä.

- Rakennuksen pääkytkimellä ei vaadita erotettavaksi rakennuksen yhteiskäyttötilojen sähköjakelua.
- Asuin- tai talousrakennusten pääkytkin voidaan jättää pois, jos liittymän pääkeskus on enintään 200 m etäisyydellä rakennuksesta, jolloin liittymän pääkytkimellä saadaan kuormitus katkaistuksi ja ko. rakennuksen pääjohto tai johdot nopeasti esim. ylivirtasuojien (varokkeiden tms.) avulla erotetuksi jännitteettömäksi.

6. Sähkölaitoksesta on laadittava ja pidettävä saatavissa ajan tasalla oleva kaaviollinen esitys, josta selviävät laitoksen käytössä ja hoidossa tarvittavat tiedot, mikäli ne muuten eivät ole helposti todettavissa.

Sähkölaitteistosta, erityisesti kytkinlaitoksesta (jakokeskuksesta) ja sen jakoverkosta (ryhmäjohdoista) laitteineen on oltava käytettävissä kaaviollinen esitys, ellei laitteisto ole niin yksinkertainen, että tarpeelliset tiedot ovat muutenkin ilmeisiä. Kaaviollisella esityksellä tarkoitetaan SFS-standardien mukaisia sähköteknillisiä piirustuksia kuten verkosto- ja pääkaavioita sekä johdotus-, kaapeli- ja maadoituselektrodipiirustuksia, joissa esitetään laitteiston periaatteellinen järjestely ja kojeiden sekä muiden laitteiden liittyminen toisiinsa tärkeimpine teknillisine arvoineen.

Sähkölaitteistoissa ja kaavioissa olevien merkintöjen on oltava yksiselitteisiä ja yhtäpitäviä. Kaaviosta on käytävä selville myös maadoitusjohtimen yhdistämiskohdat maadoituselektrodeihin sekä liittymän maadoituselektrodin rakennetyyppi. Tarvittaessa maadoituksesta on piirrettävä erillinen kartta tai kaavio niiden kunnossapitoa ja mahdollisia laajennuksia varten. Uppoasennuksesta on oltava käytettävissä kaavio.

Kaaviollista esitystä ei vaadita, jos laitteisto käsittää vain suppeahkon ryhmäkeskuksen siihen pinta-asennuksena liittyvine ryhmäjohtoineen ja kulutuskojeineen. Sähkökiuas, ks. 19 § 2, kohta E. Öljylämmityslaitteisto, ks. 45 §, kohta IV. Merkinnät, ks. 3 § 8.

Siirto- ja jakeluverkosta on oltava kartta (tarvittaessa liitteinen), josta selviää mm. tärkeimmät risteämät sekä muuntamoiden, kytkinlaitosten ja -laitteiden (kuten erottimien) sijoituspaikat ja tunnukset.

Nollausta käytettäessä nollausehtojen täyttämisen valvomiseksi tarvittavien tietojen (ks. 9 § 5, kohta C) on käytävä selville jakeluverkon kartasta, peitepiirustuksesta tai muusta kaaviosta.

Sellaisten kiinteästi sähköverkkoon liitettyjen laitekokonaisuuksien kuten sähkökiukaan, lämmityskelmuasennuksen, ilmanvaihtolaitteiston tms. asennusohjeet ja kytkentäpiirustukset on säilytettävä niitä syöttävän ryhmäkeskuksen tai rakennuksen pääkeskuksen yhteydessä.

Ylivirta- ja maasulkusuojusta ja niiden asetteluista on pidettävä kirjaa lomakkeita, kortteja tms. käyttäen.

7. Sähkölaitteen rakenteen, sijainnin ja jäähdytysjärjestelmän on vastattava käyttöpaikan laatua.

Sähkölaitteen rakenteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen kyseiselle laitteelle hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten (ks. 1 § 3) mukainen, ja lisäksi rakenteen on sovellettava käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin (lämpötila, kosteus, tuuli, värinä, palo- ja räjähdysvaara jne.). Erilaisissa tiloissa sallitut sähkölaitteen kotelointiluokat, ks. 40 § 1 ja 41 § 3.

Sähkölaitteen asennuksen yhteydessä on noudatettava sitä asennustapaa, jolle laite on tarkoitettu (hyväksytty). Esim. pinnalle asennettavaksi tarkoitettua laitetta ei yleensä saa upottaa rakenteiden sisään. Kiinteään asennukseen tarkoitettu laite ei myöskään yleensä sovellu siirrettäväksi eikä puolikiinteästi liitettäväksi. Kiinteästi asennetun laitteen saa kuitenkin liittää verkkoon myös puolikiinteästi tai pistotulpalla ottaen huomioon 40 § ja 41 § asettamat vaatimukset.

On huolehdittava siitä, että koneen tai kojeen sijoitustapa ei ole esteenä rakenteen edellyttämälle jäähdytykselle (jäähdytysilman saannille).

Sähkölaitteen tavallisessa käytössä synnyttämät tuli-ilmiöt (kipi-

nöinti tai valokaari) tai sen lämpeneminen ei saa aiheuttaa vaaraa ympäristölle.

Öljyä tai muuta palavaa ainetta sisältävän sähkölaitteen sijainti, ks. 13 § 1.

8. Sähkölaite on varustettava pysyvillä käyttöä ja hoitoa varten tarpeellisilla merkinnöillä.

Pysyvillä merkinnöillä tarkoitetaan yleensä korroosiolle vastustuskykyistä kilpeä tai laitteeseen uppo- tai kohokirjaimin tehtyä painantaa, josta selviää laitteen tärkeimmät teknilliset arvot kuten nimellislännite ja -virta tai -teho ja tarvittaessa virtalaji, kotelointiluokka sekä valmistajan nimi tai tehtaanmerkki ja lajimerkintä. Nämä ns. kilpimerkinnät on pyrittävä sijoittamaan helposti näkyvään tai löydettävään paikkaan. Kilpimerkintöjen lisäksi on laitteissa tarvittaessa käytettävä tunnuksia (esim. kirjain-numeroyhdistelmiä), joista käy selville mm. virtapiiri tai kulutuskoje, johon laite kuuluu (ks. 3 § 6). Tunnusten on oltava helposti nähtävissä. Kytkinlaitoksen (jakokeskuksen) varustaminen tunnuksin, ks. 23 § 5.

Näkyviin asetetut sekä paljaat että eristepäällysteiset johtimet suositellaan merkittäviksi kuva- tai kirjain-numero-tunnuksella värien sijasta ottaen huomioon kuitenkin mitä nolla-, PEN- ja suojajohtimen käytöstä on sanottu 24 § 7:ssä, ja saman haltijan käytössä olevassa laitteistossa lisäksi yhdenmukaisella tavalla. Tunnusten käytöstä on esitetty lisäohjeita standardeissa SFS 2668 ja SFS 4622.

Laitteistoissa, joissa johtimien eristys- ja johdinresistansseja joudutaan määryksiin perustuen mittaamaan määraajoin kuten lääkintätiloissa, on johtimet merkittävä värien lisäksi johdon ilmoittavalla tunnuksella silloin, kun johtimen kuuluminen tiettyyn johtoon ei ole suoraan nähtävissä.

Eristepäällysteisten johtimien tunnusvärit tai vastaavat ilmaisukeinot, ks. 24 § 7.

9. Sähkölaitteen vaarallisuudesta varoittavia tauluja sekä sähkötapaturman sattuessa noudatettavia ohjeita on tarpeen mukaan asetettava näkyvälle paikalle.

Sellaisten *paljaiden jännitteisten osien* läheisyyteen, joita voi tahattomasti koskettaa, on muualla kuin sähkötilassa kiinnitettävä tapaturmanvaarasta tarkoituksenmukaisella tavalla varoittava taulu. Tällaisia tauluja on asetettava esimerkiksi nosto- tai siirtolaitteen työjohdon läheisyyteen, jos paljaaseen johtimeen ulottuu vaikeudetta työpaikalta tai johdon alla liikkuvan ajoneuvon lavalta. Taulut on sijoitettava siten, että varoitus on nähtävissä jokaisesta paikasta, josta johtimeen voi ulottua.

Tapaturmanvaarasta tarkoituksenmukaisella tavalla varoittava kilpi ja varoitustaulu on kiinnitettävä muualla kuin sähkötilassa sijaitsevien sähkölaitteiden luo sekä sähkötilan tapauksessa välittömästi sähkötilan ulkopuolelle. Varoitustaulu vaaditaan aidatun sähkötilan kaikille sivuille. Enintään 1000 V jännitteellä ei varoituskilpeä vaadita, jos kaikki laitteet täyttävät vähintään kotelointiluokan IP 20 vaatimukset.

Silmukka- tai rengasverkossa on yleensä tarpeellista käyttää takajännitteestä varoittavia tauluja.

Tarkoitukseen sopivilla merkinnöillä varustettuja varoitustauluja on tarvittaessa käytettävä myös muissa kuin edellä mainituissa tapauksissa (ks. esim. 10 § 2 ja 22 § 1).

Siirrettävät kielto- ja ohjetaulut eivät saa olla johtavaa ainetta.

Ilmajohdoissa noudatetaan mitä niistä on erikseen määrätty, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

Sähkövaarasta varoittavia tauluja ei saa käyttää muihin varoitustarkoituksiin kuten varoittamaan koneen liikkuvien osien aiheuttamasta vaarasta tai putoamisvaarasta.

Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymät ensiapuohjeet (Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu D 3 "Sähkötapaturman sattuessa") on asetettava näkyvälle paikalle sähkölaittekorjaamoon ja sähkölaboratorioon. Kytkinlaitoksessa riittää näkyvälle paikalle sijoitettu taulu, jossa on hätäpuhelimien numero. Pylväsmuuntamoon ei hätäpuhelimien numeroa vaadita asetettavaksi.

10. Asiaton pääsy sähkötilaan ja pylväässä olevaan kytkinlaitokseen on riittävän tehokkaasti estettävä.

Sähköhuoneen ovi, sähköalueen veräjä ja pylväässä olevaan kytkinlaitokseen johtavat portaat on pidettävä lukittuna. Lukkolaitteen on oltava luotettava, ja sen avain on säilytettävä siten, ettei se voi joutua sivullisen käsiin.

Sivullisten käynti sähkötilassa sallitaan vain laitteistoon perehtyneen henkilön valvonnassa. Työskentely sähkötilassa, ks. VIII luku.

11. Kytkinlaitteen vaaraa aiheuttava käyttö on estettävä.

Sivullisten ulottuvilla oleva enintään 1000 V kytkinlaite, jonka kautta syötetään muiden kuin tämän kytkinlaitteen haltijan sähkölaitteita, on pidettävä lukittuna tai se on sijoitettava lukittuun tilaan. Näin ollen mm. muuntoaseman pienjännitekeskus, kaapelijakokaappi ja muun rakennuksen kuin ns. omakotitalon pääkeskus ovat tavallisesti tämän lukitusvaatimuksen alaisia. Myös ns. omakotitalon pääkeskus on eräissä tapauksissa lukittava, ks. 23 § 1.

Sivullisten ulottuvilla olevan yli 1000 V kytkinlaitteen ohjauslaite on pidettävä lukittuna tai se on sijoitettava lukittuun tilaan. Jos ohjauslaite (esim. erottimen ohjain) on irrallinen, se on säilytettävä lukituspaikassa.

Lukitseminen on suoritettava avaimella, eikä lukko saa olla avattavissa tavanomaisilla työkaluilla. Lukkolaitteen on oltava luotettava, ja sen avain on säilytettävä siten, ettei se joudu sivullisten käsiin. Enintään 1000 V jännitteellä riittää kuitenkin ruuvilukitus.

II luku. Suojausta koskevat yleiset määräykset

4 § Mekaaninen ja terminen lujuus

1. Sähkölaitoksen mekaanisen ja termisen lujuuden on oltava laitoksen käyttöä sekä esiintyvää virtaa ja sen vaihteluita vastaava.

Esiintyvällä virralla tarkoitetaan kuormitusvirran lisäksi mahdollista oikosulku- ja maasulkuvirtaa. Jokaisen laitteiston, johtimen ja muun laitteen on suurimman *kuormituksen* lisäksi kestättävä sen ulkopuolella sattuvasta *oiko- ja maasulusta* aiheutuvat mekaaniset rasitukset ja lämpeneminen aiheuttamatta vaaraa ympäristölleen. Mekaanisia rasituksia ja lämpenemää määritettäessä on otettava huomioon ylivirta- tai muun suojauksen kokonaistoiminta-aika mahdolliset käsin tehtävät ja automaattiset jälleenkytkennät mukaan lukien ja toisaalta virrattomana väliaikana tapahtuva jäähtyminen huomioon ottaen.

Kytkinlaitoksen saa kuitenkin suunnitella siten, että normaalisti erillään käytetyt laitoksen osat voidaan kytkeä tilapäisesti yhteen, vaikka oikosulkuvirta tällöin ylittäisikin laitoksen nimellismitoitusarvon. Yhteenkytkennästä päättää laitoksen käytönjohto, jos kytkentä on käyttöteknisistä syistä välttämätön esim. johtolähtöjen siirtämiseksi kiskolta toiselle. Rinnankytkennän aikana on mahdollinen oikosulku kytkettävä nopeasti pois tähän kykenevillä katkaisijoilla. Kytkinlaitteiden ohjausten on tapahduttava kauko-ohjauksella erillisestä valvomo- tms. tilasta, jos laitteiston oikosulkulujuus ylitetään. Ohjausten aikana ko. kytkinlaitteiden sijoitustiloissa ei saa olla henkilöitä.

Itse laitteistossa, johtimessa ja muussa laitteessa sattuvan oikosulun tai maasulun paine- ja tuli-ilmiöiden sekä mekaanisten rasitusten aiheuttama *vahinko- ja vaara-alue* on rajoitettava esim. koteloinnilla, väliseinillä ja ovilla tai muulla tarkoituksenmukaisella suojuksella tai sijoituksella niin, että hengen- tai terveydenvaara sekä laitteistoon kuulumattomalle omaisuudelle aiheutuva vaara on vähäinen.

Laitteiston mitoituksen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Johtimet ja muut laitteet on sijoitettava ja suojattava näiden määräysten (sähköturvalisuusmääräysten) eri kohdissa esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Oikosulku- ja maasulkuvirtaa on tarvittaessa rajoitettava. Kuormitus-, oikosulku- tai maasulkuvirran kasvun taikka suojauksen muutosten kuten sen kokonaistoiminta-ajan pidentämisen vuoksi vaaralliseksi käyvä laitteisto on ajoissa vahvistettava tai uusittava.

5 § Jännitelujuus ja eristystila

1. Sähkölaitoksen jännitelujuuden ja eristystilan on oltava käyttöolosuhteissa esiintyviä jännitteitä vastaava.

A. Jännitelujuus

Sähkölaitteiden jännitteisten osien *eristyksessä* ja *eristyksen porrastuksessa* on noudatettava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä rakenne- ja koestusmääräyksiä ja käytettävä hyväksytyjen rakenne- ja koestusmääräysten mukaisesti rakennettuja laitteita huomioon ottaen laitteiston suurin käyttöjännite ja paikalliset olosuhteet kuten likaantuminen sekä lyhytaikaiset ilmastolliset, kytkentä- tms. ylijännitteet.

Kun eristyksenä on ilma, paljaiden jännitteisten osien vähimmäisetäisyyksien toisistaan ja jännitteettömistä osista on oltava taulukon 5.1—1 mukaiset. Vaaditut etäisyydet järjestelmille, jotka puuttuvat taulukosta 5.1—1, saadaan interpoloimalla.

Jos rakenne ei ole jäykkä, on mm. oikosulkuvoimien, tuulivoimien, henkilöiden aiheuttamien voimien tms. sekä kuormitus- ja oikosulkuvirtojen aiheuttaman lämpenemisen takia käytettävä suurempia etäisyyksiä.

Jos jännitteisten osien muoto on jännitelujuuden kannalta tavanomaista epäedullisempi tai jos alle 0,4 m vapaa väli on alttiina sateelle, on suositeltavaa käyttää suurempia etäisyyksiä.

Taulukko 5.1—1. Paljaiden jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet jännitteettömistä osista ja toisistaan eli vapaa ilmapäli, kun eristyskenä on ilma.

Järjestelmä		Vapaa ilmapäli m		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
suurin sallittu käyttöjännite kV	nimelliskjännite kV	jännitteettömistä osista ja jännitteisten osien välillä (samassa järjestelmässä)	erottimella erotettavissa olevien osien välillä (samassa järjestelmässä)	pienempijännitteisen järjestelmän virtapiiriin kuuluvasta osasta
≤ 1,1	≤ 1	0,03	—	—
3,6	3	0,06	0,08	0,12
7,2	6	0,09	0,11	0,18
12	10	0,12	0,15	0,24
24	20	0,22	0,26	0,35
36	30	0,32	0,38	0,50
52	45	0,48	0,57	0,75
123	110	1,15	1,40	1,70
245	220	1,96 ¹⁾	2,30 ¹⁾	2,90 ¹⁾
420	400	3,35 ¹⁾	3,90 ¹⁾	5,00 ¹⁾

¹⁾ Arvot edellyttävät, että järjestelmä on tehollisesti maadoitettu.

Ilmajohdoissa noudatetaan, mitä niistä on erikseen määrätty, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

Taulukossa 5.1—1 esitetyt etäisyysvaatimukset eivät koske Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisen *tehdasvalmisteisen sähkölaitteiston ja sähkölaitteen* sisäisiä osia eikä muitakaan rakenteita, joiden on *koestamalla todettu kestävän* Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaiset koejännitteet.

Tehdasvalmisteisen sähkölaitteen rakenne- ja koestusmääräykset (ks. 1 § 3) sisältävät määräyksiä laitteen ”sisäisten” paljaiden jännitteisten osien vähimmäisetäisyyksistä toisistaan ja laitteen muista osista ilman ollessa eristävänä väliaineena sekä laitteelta vaadituista koejännitteistä. Sisäisellä osalla tarkoitetaan tässä sellaista sähkölait-

teen rakenteessa olevaa osaa, joka on silloin laitteeseen kiinnitettynä, kun koestamalla tai muulla tavoin tarkistetaan, että laite on ko. rakenne- ja koestusmääräysten mukainen.

Johtimen (esim. kiskon) liittämisessä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaiseen laitteeseen etäisyydet saavat olla pienemmät kuin taulukon 5.1 — 1 mukaan vaaditaan edellyttäen, että asennus on tehty laitteen valmistajan tarkoittamalla tavalla ja siten, ettei vaadittua jännitelujuutta aliteta.

Muuntajan, sähkökoneen tms. laitteen *keskipisteeseen* liitettyjen paljaiden osien etäisyyksien on täytettävä äärijohtimia koskevat vaatimukset. Jos kuitenkin järjestelmän suurin sallittu käyttöjännite on vähintään 123 kV, etäisyydet saa valita keskipisteessä maasulun aikana esiintyvän jännitteen mukaisesti.

B. Eristystila

Sähkölaitteiden eristystilasta on määräyksiä niitä koskevissa Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymissä rakenne- ja koestusmääräyksissä, ks. 1 § 3.

Enintään 1000 V laitteiston eristystilaa pidetään riittävän hyvänä, jos eristysresistanssi mitattuna virtapiirissä kahden perättäisen ylivirtasuojan (varokkeen) välillä tai ylivirtasuojan ja kulutuskojeen välillä, ilman kulutuskojetta, on vähintään 1000 Ω nimellisjännitteen voltia kohti. Eristetyn nolla- ja PEN-johtimen ”nimellisjännitteenä” pidetään eristystilan mittauksen kannalta vaihejännitettä. Paljasta jännitteistä johdinta käytettäessä (ks. 26 §) eristysresistanssi saa olosuhteista riippuen olla edellä mainittua arvoa pienempi edellyttäen, että vuotovirrasta ei voi aiheutua vaaraa.

Eristystilan mittaus on yleensä ensi kerran suoritettava ennen laitteiston käyttöönottoa. Maadoitetun järjestelmän nolla- tai PEN-johtimen ja maan välistä eristystilaa ei ilman erityistä syytä tarvitse mitata. Nollajohtimen ja suojajohtimen erillään oleminen on TN-S-järjestelmässä (ks. liite XIV) kuitenkin todettava mittaamalla eristysresistanssi kiinteästi asennetut kulutuskojeet liitettynä ennen järjestelmän käyttöön ottoa.

Jos eristystilan tarkistus tehdään eristysresistanssimittauksella, on

mittauksessa käytettävä tasajännitettä, joka on vähintään käyttöjännitteen suuruinen, kuitenkin vähintään 230 V. Mitattaessa johtimen ja maan välistä eristysresistanssia yhdistetään mittalaitteen (jännitelähteen) positiivinen napa maahan.

Eristystilan tarkistuksessa on vältettävä menetelmää, joka vaarantaa kunnossa olevan eristyksen kestävyyttä.

6 § Suojaus jännitteisen osan koskettamiselta

1. Sähkölaitos on rakennettava sellaiseksi, ettei sen jännitteisiä osia voi tahattomasti koskettaa, ellei koskettamisesta aiheutuvaa vaaraa ole muulla tavoin poistettu.

Jännitteisen osan tahaton koskettaminen estetään eristyksellä tai muulla kosketussuojalla, sopivalla lukitsemisella, laitteella joka avattuna katkaisee jännitteen, tai sijoittamalla jännitteinen osa tarkoituksenmukaisesti. Peruseristys ei kaikissa tapauksissa ole riittävä kosketussuoja enintään 1000 V jännitteellä eikä ole yleensä riittävä yli 1000 V jännitteellä.

Riittävänä *kosketussuojana* pidetään suojaverkkoa tai -levyä, kantta, putkea tms., joka estää jännitteisen osan tahattoman koskettamisen ja joka on luja, luotettavasti kiinnitetty ja siten sijoitettu, ettei se haittaa tavallisia käyttötoimenpiteitä. Muualla kuin sähkötilassa on kosketussuojan enintään 1000 V laitteistossa täytettävä IEC:n mukaisen kotelointiluokan IP 20 vaatimukset (tavallinen kosketussuoja) ja yli 1000 V laitteistossa kotelointiluokan IP 30 vaatimukset (erikoiskosketussuoja). Koneessa, kojeessa ja tarvikkeessa kosketussuojan on mikäli mahdollista oltava tehdasmaisesti valmistettu ja kiinnitetty laitteen rakenteellinen osa.

Jännitteisen osan *sijaintia* pidetään suojana kosketusta vastaan, jos osa on riittävän etäällä (esim. korkealla) paikasta, missä ihmisiä voi oleskella tai liikkua. Etäisyyttä pidetään riittävänä, jos paljaaseen jännitteeseen osaan tai vaarallisen lähelle sitä ei voi ko. paikasta ulottua käsin, jaloin eikä tavanomaisten, paikalla yleisesti käytettävien tai säilytettävien apu-, työ- tai liikennevälineiden välityksellä. Kos-

ketusvaaraa arvioitaessa on otettava huomioon paikalla tehtävien tavallisten töiden lisäksi myös usein toistuvat tilapäistyöt kuten laakerien voitelu, tavalliset siivoustyöt sekä valaisimen lampun vaihto. Erityistä huomiota on kiinnitettävä kuljetus-, siirto- tai nostolaitteen paljaisiin työjohtimiin (ks. 26 §) sekä avojohdon johtimiin.

Käyttöolosuhteiltaan vaarallisissa tiloissa (ks. 9 § 1), joihin alle kouluikäisillä lapsilla on vapaa pääsy, pistorasian on oltava

- asennettuna vähintään 1,7 m etäisyydelle lattiasta, maasta tms. seisoma-alustasta
- tai asennettuna lukittuun koteloon, kaappiin tms. tilaan
- tai sisätilassa rakenteeltaan turvapistorasia
- tai ulkotilassa Sähkötarkastuskeskuksen erikseen tähän tarkoitukseen hyväksymä turvapistorasia.

Päiväkodeissa ja vastaavissa tiloissa, joissa lapset oleskelevat ja leikkivät, sekä asuinhuoneistoissa on kaikki pistorasiat asennettava edellä esitettyjen vaatimusten mukaisesti myös vaarattomissa käyttöolosuhteissa.

Pistorasian sijoittamiselle ja rakenteelle on lisäksi annettu erityisvaatimuksia StM 34 § 1:ssä, 36 § 1:ssä, 40 § 2 kohdassa IV sekä 45 § 1 kohdassa I D ja II C.

Enintään 25 V suojaännitteistä (ks. 9 § 2) osaa ei tarvitse suojata kosketusta vastaan, ellei laitteiston oikosulkuteho ole vaarallisen suuri tai tila ole palo- tai räjähdysvaarallinen.

Jos jännite esiintyy *suurtaajuisena* taikka hyvin *lyhytaikaisina* *syäyksinä* (ks. 45 §), Sähkötarkastuskeskus voi hyväksyä myös sellaisen laitteen käyttämisen, jonka jännitteistä osaa voi tahattomasti koskettaa.

Käyttötoimenpiteiden vuoksi ei eräissä laitteissa voi olla täydellistä kosketussuojaa. Niinpä esimerkiksi varokkeessa kaikki jännitteiset osat eivät voi olla kosketussuojaisia käyttötoimenpiteiden aikana. Tällaisissa tapauksissa jännitteisen osan tahattoman koskettamisen mahdollisuuden on oltava pieni.

Eräiden laitteiden osalta on tavallinen (täydellinen) kosketussuojaus vaikeasti toteutettavissa. Tällaisten laitteiden käyttäjä on kuitenkin

jo käyttötekniikastaakin syistä tehtävään perehtynyt henkilö. Tämän vuoksi voidaan ko. laitteita sisältävissä rakennelmissa sallia tietyn edellytyksin *osittainen kosketussuojaus*. Sen tarkoituksena on saada aikaan sellainen suojausaste, että tehtävään perehtynyt henkilö voi suorittaa käyttötoimenpiteet ja tehdä niihin verrattavat huoltotyöt, vaikka laite on jännitteisenä.

Esimerkiksi hitsauslaitteissa voi osittaisenkin kosketussuojauksen järjestäminen tuottaa vaikeuksia. Tällöin on jännitteen oltava niin pieni kuin se suoritettavan teknillisen toiminnan kannalta on mahdollista (ks. 19 § 6). Lisäksi on tällaisen laitteen käytössä noudatettava erityistä varovaisuutta tai käytettävä eristäviä käsiineitä taikka ryhdyttävä muihin suojaustoimenpiteisiin.

Koska sähkötilaan saa normaalisti päästä vain asiantunteva käyttöhenkilökunta, suojaustoimenpiteet saavat sähkötilassa eräiltä osin olla lievempiä kuin mitä edellä muissa tiloissa on vaadittu. Toimenpiteitä vaaran torjumiseksi ovat

- sähkötilan tarkoituksenmukainen suunnittelu niin, että käyttö- ja hoitotoimenpiteet voidaan suorittaa turvallisesti (ks. 23 § 6)
- käyttö- ja niihin verrattavina huoltotoimenpiteinä käsiteltävien laitteiden osittainen kosketussuojaus (ks. 23 § 7)
- tilan riittävä valaiseminen
- käyttöhenkilökunnan ja sähkötilassa tilapäisesti työskentelevien muiden henkilöiden riittävä opastaminen välttämään vaaraa (ks. 48 § 1 ja 49 § 1).

Asuin- ja toimistorakennusten pienjännitekeskustiloja ei saa rakentaa sähkötiloiksi lievempiä suojaustoimenpiteitä soveltaen.

Vaadittavat suojaustoimenpiteet sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioissa on Sähkötarkastuskeskus määritellyt erikseen tiedonannossa T 49.

7 § Käyttömaadoitus

1. Käyttömaadoitus on tehtävä luotettavaksi ja yleensä maadoittamalla maan potentiaalissa oleva virtapiirin piste.

Järjestelmän maadoittaminen on tehtävä muuntajan (generaattorin, akuston) keskipisteessä, jotta äärijohtimien jännite maahan nähden olisi mahdollisimman pieni ja jotta maavirta sekä siitä ja jänniteepäsymmetriasta toiselle laitteistolle aiheutuvat häiriöt jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Seuraavissa tapauksissa sallitaan kuitenkin *äärijohtimen maadoittaminen*:

- a. kaksijohdinjärjestelmässä, jonka käyttöjännite on enintään 250 V
- b. mittamuuntajan toisiopiirissä, jos keskipistettä ei ole käytettävissä tai jos erityiset syyt vaativat äärijohtimen maadoittamista (mittamuuntajan toisiopiirin maadoittaminen, ks. 17 § 3)
- c. suppeassa erikoisjärjestelmässä kuten kokonaan sähkötilassa olevassa järjestelmässä
- d. sähköratajärjestelmässä.

Äärijohtimen ollessa maadoitettu siihen on sovellettava 9 § 9:ssä PEN-johtimelle asetettuja vaatimuksia. Mittamuuntajaryhmän keskipisteestä mahdollisesti lähtevään johtimeen on tällöin sovellettava äärijohtimelle asetettuja vaatimuksia.

Enintään 1000 V järjestelmän maadoittaminen on tehtävä järjestelmän *syöttöpisteessä* tai tämän läheisyydessä ja tarvittaessa lisäksi muualla. Sellaisen järjestelmän maadoitukselle, jossa käytetään nollausta, asettavat nollausehdot lisävaatimuksia (ks. 9 § 5).

Enintään 1000 V järjestelmän *maadoitusimpedanssin* (-resistanssin) on oltava pieni mm. siksi, että avojohdon äärijohtimen putoaminen maahan tai eristysvika äärijohtimen ja maahan johtavassa yhteydessä olevan, nollaamattoman osan välillä ei liiaksi suurentaisi terveiden johtimien eikä maadoitetun johtimen jännitettä maahan nähden. Jos järjestelmää syötetään muunlaisen muuntajan kuin suoja-jännite- tai suojaerotusmuuntajan (ks. 17 § 2) välityksellä tai se on muuten alttiina toisen järjestelmän jännitteelle taikka jos eri järjes-

telmille käytetään yhteistä maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää), järjestelmän maadoitusimpedanssin (-resistanssin) ylärajan kuitenkin määrää useimmiten järjestelmien välinen eristysvika tai yhteiseen maadoituselektrodiin suojamaadoitettuun osaan tapahtuva toisen järjestelmän maasulku (ks. 9 §, 10 § 2, ryhmät *d* ja *e*, ja 11 § 6).

Käyttömaadoituksen rakenteen on täytettävä 11 § vaatimukset.

2. Yleiseen sähköjakeluun käytetty järjestelmä on käyttömaadoitettava, ellei käyttömaadoittamaton järjestelmä olosuhteista riippuen ole tarkoituksenmukaisempi.

Yleiseen sähköjakeluun käytettävä jännite, ks. 3 § 4.

Jos sähköjakelu tapahtuu galvaanisesti yhtenäisellä järjestelmällä usean eri haltijan kulutuslaitteisiin, maadoittamattomassa järjestelmässä (IT-järjestelmässä) *maasulkupaikan löytäminen* ja *vian poistaminen* vaatisi yleensä huomattavasti aikaa ja 10 § 2 ryhmän *e* mukaisten maadoitusjännite-ehtojen valvominen olisi hankalaa. Maadoitetussa järjestelmässä (TN-järjestelmässä) terveiden johtimien jännitteen nousu maahan nähden maasulun aikana jää lisäksi pienemmäksi kuin maadoittamattomassa järjestelmässä. Näistä syistä usean eri haltijan kulutuslaitteisiin tapahtuvassa yleisessä sähköjakelussa on käytettävä maadoitettua järjestelmää.

Jos sähköjakelu tapahtuu saman haltijan kulutuslaitteisiin, saa tarkoitukseen käyttää *maadoittamatonta järjestelmää*. Tällaisen järjestelmän etuna on, että yksivaiheinen maasulku ei välittömästi aiheuta käyttökeskeytystä. Maadoittamaton järjestelmä voi olla tarkoituksenmukainen teollisuuslaitoksessa, eräissä sairaala- tms. tiloissa, kytkinlaitoksen apujännitejärjestelmässä jne., missä käyttökeskeytyksen siirtäminen sopivampaan ajankohtaan on tärkeää. Räjähdyevaarallisessa tilassa järjestelmän maadoittamatta jättäminen saattaa lisätä turvallisuutta.

Suojajännitteistä järjestelmää (ks. 9 § 2) ei tarvitse maadoittaa. Suojaerotettua virtapiiriä (ks. 9 § 3) ei saa maadoittaa.

8 § Ylivirta- ja maasulkusuojaus

Tässä pykälässä esitetään ylikuormitus-, oikosulku-, maasulku- ja kaksoismaasulkusuojauksen yleisvaatimukset. Määräysten edellyttämät suojausjärjestelmät on suunniteltava, rakennettava ja hoidettava siten, että ne toimivat luotettavasti. Lisäksi on pyrittävä siihen, ettei yhden laitteen vioittuminen tee suojausta tehottomaksi. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota suojauslaitteiden ja katkaisijoiden apusähköjärjestelmien toiminnan luotettavuuteen ja niissä esiintyvien vikojen ilmaisuun.

1. Sähkölaite on tarvittaessa varustettava ylikuormitussuojalla.

Palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa sähkölaitteille vaaditaan ylikuormitussuoja eräin poikkeuksin, ks. 16 § 2 (Sähkökone), 17 § 1 (Muuntaja) ja 41 § 4 (Räjähdysvaarallinen tila). Ylikuormitussuojan käyttäminen muulloin, ks. 16 § 2 (Sähkökone), 17 § 2 (Muuntaja), 19 § 3 (Sähkölämpökoje), 25 § 2 (Johdon mitoitus ja suojaus) ja 32 § 2 (Johdon läpivienti). Ks. myös 33 § 2. Ilmajohdot, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

2. Sähkölaitos on tarvittaessa varustettava laitteilla, jotka kytkevät oikosulun itsetoimivasti ja nopeasti pois.

Oikosulkusuoja on käytettävä kaikissa niissä tapauksissa, joissa 8 § 1 mukaan vaaditaan ylikuormitussuoja. Ylikuormitussuoja voi toimia myös oikosulkusuojana, jos se toimii oikosulkuvirralla nopeasti ja sen katkaisukyky on riittävä.

Edellisen lisäksi on enintään 1000 V jännitteellä myös sellaiset *palonkestävästi asennetut johdot* varustettava oikosulkusuojalla, joissa oikosulkuvirran aikaansaama lämpeneminen voi aiheuttaa muuta ilmeistä vaaraa kuin palovaaraa. Tällainen vaara voi aiheutua esimerkiksi ilmajohdon johtimien riippumien liiallisesta kasvusta tai johtimien katkeamisesta.

Yli 1000 V laitteisto on varustettava oikosulkusuojalla, joka kytkee järjestelmän missä tahansa sijaitsevan oikosulun itsetoimivasti ja nopeasti pois. Sellaista oikosulkua, joka sattuu laitteen sisällä tai muuntajan enintään 1000 V alajännitepuolella siten, että oikosulkuvirta jää (yli 1000 V) järjestelmän muiden laitteiden ja johtojen kannalta vaarattoman pieneksi, ei kuitenkaan tarvitse kytkeä itsetoimivasti pois, ellei laitteelle itselleen ole 8 § 1 mukaan vaadittu ylikuormitussuojaa.

3. Sähkölaitos on tarvittaessa varustettava laitteilla, jotka antavat yksivaiheisesta maasulusta hälytyksen tai kytkevät maasulun itsetoimivasti ja nopeasti pois.

A. Yleiset vaatimukset

Jos galvaanisesti yhtenäisellä verkolla on kaksi tai useampia haltijoita, näiden on keskenään sovittava maasulkusuojauksen järjestämisestä ja pysyvien maasulkujen edellyttämistä toimenpiteistä.

Maasulun hälytys- tai erotuslaitteen on toimittava äärijohtimesta suojamaadoitettuun (tai vastaavalla tavalla suojattuun) osaan tapahtuvassa maasulussa sekä lisäksi yli 1000 V järjestelmän muussa äärijohtimen maasulussa, jossa vikaresistanssi on enintään 500 Ω , jos maasulku voi tapahtua myös muuhun kuin suojamaadoitettuun kohteeseen kuten ilmajohdossa. On kuitenkin suositeltavaa, että maasulun hälytys- tai erotuslaite toimii vielä mainitun rajan yli niin suureen vikaresistanssiin saakka kuin teknillisesti käy kohtuudella päinsä. Erityisesti suositellaan maasulun erotuslaitteen täydennykseksi ainakin hälyttävää varasuojaa, joka toimii mahdollisimman suureen vikaresistanssiin saakka.

Eräissä tapauksissa on kohtuuttoman vaikeaa järjestää suojausta sellaiseksi, että maasulun hälytys- tai erotuslaite aina toimisi myös sellaisessa viassa, jossa maasulku esiintyy samanaikaisesti virtapiiriin johdinkatkeaman kanssa ja maasulkupaikka on katkeaman ja kuorman välissä. Näissä tapauksissa ei vaadita maasulun hälytys- tai erotuslaitteen toimimista.

Maasulun hälytys- tai erotuslaitetta ei vaadita

- suojajännitteisessä järjestelmässä (9 § 2)
- suojaerotetussa virtapiirissä (9 § 3)
- nollausta (9 § 5) käytettäessä ensimmäisen nollausehdon tarkoittamassa vaihtoehtoisessa tapauksessa (75 V ehto)
- virtamuuntajan toisiopiirissä
- hitsausvirtapiirissä (19 § 6)
- maasulun syntyessä muuntajassa tai muuntajan ja sen katkaisijan välissä katkaisijan ollessa auki-asennossa
- kun muuntaja, generaattori tai akku ja sähkökone tai -koje muodostavat käyttöyksikön edellyttäen, että käyttöyksikön sisäinen virtapiiri on lyhyt (enintään muutamia kymmeniä metrejä) ja että kaikki piirin jännitteelle alttiit osat on maadoitettu samaan maadoituselektrodiin.

B. Hälytys ilman maasulun itsetoimivaa pois kytkemistä

Maasulun hälytyslaite ilman maasulun itsetoimivaa (lopullista) pois kytkemistä sallitaan seuraavien edellytysten ollessa *samanaikaisesti täytetty*:

- a. Järjestelmä on maadoittamaton tai sammutettu.
- b. Maadoitus- ja kosketusjännitteille kohdissa 9 § 6 ja 10 § 2 asetetut vaatimukset on täytetty.
- c. Järjestelmän (laitteiston) haltijan palveluksessa on sähköalan ammattimies tai muu tehtävään perehtynyt henkilö, joka saa hälytyslaitteen avulla ilmoituksen maasulun syntymisestä.
- d. Yli 1000 V järjestelmässä on lisävaatimuksena, että valokaari-maasulku useimmiten sammuu tai että maasulku voi tapahtua vain suojamaadoitettuun kohteeseen ja lisäksi valokaari-maasulku on erittäin harvinainen (kaapeliverkko). Valokaari-maasulun katsotaan useimmiten sammuvan, jos jompi kumpi seuraavista ehdoista on täytetty:
 - järjestelmän maasulkuvirta (vikaresistanssin ollessa nolla) on enintään taulukon 8.3—1 mukainen

- maasulkupaikka kytketään itsetoimivasti ja nopeasti lyhyeksi ajaksi jännitteettömäksi (pikajälleenkytkentä).

Taulukko 8.3—1. Yksivaiheisen valokaarimaasulun itsestään sammumisen rajavirta. Sarakkeiden 2 ja 4 arvot pätevät, kun järjestelmässä käytetään ylijännitesuojaukseen yleisesti suojakipinävälejä, ja sarakkeiden 3 ja 5 arvot muussa tapauksessa.

1	2	3	4	5
Verkon nimellis-jännite kV	Maasta erotetun verkon maasulkuvirta A		Sammutetun verkon jäännösmaasulkuvirta A	
≤ 20	5	25	20	50
30	—	30	—	55
45	—	40	—	60

Maasulun hälytyslaitteen on oltava itsetoimiva *äänihälytin*, joka kaikkina vuorokauden aikoina hälyttää käyttöä valvovan henkilön, jonka toimenpiteiden avulla maasulkupaikan voi tarvittaessa kytkeä jännitteettömäksi. Kuitenkin hyväksytään maasulun hälytyslaitteeksi enintään 1000 V järjestelmässä pelkkä *merkkilamppu* seuraavissa eri tapauksissa:

- hälytyslaite on sijoitettu tilaan, jossa käytön aikana on hälytyslaitetta valvova päivystäjä
- hälytyslaitteen valvoma virtapiiri syöttää vain sähkötilassa olevia laitteita.

Kun hälytys maasulusta on saatu, on viipymättä ryhdyttävä toimenpiteisiin maasulkupaikan löytämiseksi ja vian korjaamiseksi. Käyttöä maasulussa saa jatkaa vikapaikan löytämiseksi, yli 1000 V järjestelmässä kuitenkin enintään kahden tunnin ajan, ellei ole ilmeistä, että maasulusta aiheutuu välitöntä vaaraa ihmisille tai omaisuudelle taikka kohtuutonta häiriötä toiselle laitteistolle. Jos tällainen vaara tai häiriö tulee ilmeiseksi, käyttö maasulussa on viipymättä keskeytettävä. Kun maasulkupaikka on löydetty eikä vian korjaamiseen voi heti ryhtyä tai käyttökeskeytys on tarpeen siirtää kuluttajille vähem-

män haittaa tuottavaan ajankohtaan, saa käyttöä maasulussa jatkaa tarvittavan, mahdollisimman lyhyen ajan, mikäli maasulku ei ole jakelumuuntamalla ja mikäli esim. vartioinnin avulla on varmistauduttu siitä, että maasulusta ei aiheudu vaaraa.

4. Sähkölaitos on tarvittaessa varustettava laitteilla, jotka kytkevät kaksoismaasulun itsetoimivasti ja nopeasti pois.

Järjestelmässä, jossa on (maadoittamaton) nollajohdin, kaksoismaasulun toisena vikana voi myös olla nollajohtimen eristysvika.

Kaksoismaasulkua ei tarvitse kytkeä itsetoimivasti pois niissä tapauksissa, joissa 8 § 3 mukaan ei vaadita yksivaiheisen maasulun hälytys- tai erotuslaitetta taikka näiden toimimista. Muissa tapauksissa on suojamaadoitettuihin (tai vastaavalla tavalla suojattuihin) osiin tapahtuvat kaksoismaasulut kytkettävä itsetoimivasti ja nopeasti pois.

Oikosulkusuoja pystyy kytkemään pois suojamaadoitettuihin osiin tapahtuvan kaksoismaasulun, jos suojamaadoittaminen on tehty siten, että vikavirta on kaikissa tapauksissa riittävä oikosulkusuojan toimimiselle. Lisäksi on edellytyksenä, että kolmivaihejärjestelmän releistyksen ollessa kolminapainen virtamuuntajien toisiopiiriin ei ole kytketty virran nollakomponentin (summavirran) kannalta liian suurta impedanssia ja että releistyksen ollessa kaksinapainen releet ovat samoissa vaiheissa kaikissa johtolähdöissä. Jos kolmivaihejärjestelmää syöttävä muuntajakäämitys on tähtikytkentäinen ja tähtipiste on tuotu muuntajan ulkopuolelle, oikosulkusuojarелеistyksen on oltava kolminapainen, jotta oikosulkusuoja toimisi myös maasulun kanssa samanaikaisessa, tähtipisteen tai siihen liittyvän laitteen kuten venttiilisuojan ja maan välisessä eristysviassa, tai muuntajalla on oltava ko. viassa nopeasti toimiva muunlainen suoja.

Kaksoismaasulun erotuslaitteeksi hyväksytään sellainen 8 § 3 mukainen *yksivaiheisen maasulun erotuslaite*, joka pystyy toimimaan suojamaadoitettuihin osiin tapahtuvissa kaksoismaasuluissa. (Kaksoismaasulun aikana järjestelmän nollapisteen jännite maahan nähden on usein pienempi kuin yksivaiheisen maasulun aikana.)

9 § Enintään 1000 V järjestelmän kosketusjännitesuojaus

Liitteessä XIV on esitetty enintään 1000 V järjestelmät ja niiden maadoitustavat sekä soveltamisesimerkkejä ja käytettyjä nimityksiä.

Tämän pykälän määräykset ovat lisävaatimuksia sellaisissa sähkölaitteen käyttöolosuhteissa, joissa jännitteen pääsystä jännitteelle alttiiseen, kosketeltavaan osaan aiheutuu ilmeistä vaaraa.

1. Sähkölaitos on rakennettava sellaiseksi, että vaarallisen kosketusjännitteen syntyminen eristysvian tai muun syyn johdosta riittävästi estetään.

Vaarallisen kosketusjännitteen ehkäisemisellä vikatapauksessa pyritään ensikädessä vähentämään sähkölaitteesta vian syntyessä aiheutuvaa *tapaturmanvaaraa*. Koska ko. suojaustoimenpiteen avulla kuitenkin yleensä samalla poistetaan vikatapauksessa syntyvä vuotovirta, valokaari tai maasulku, pienennetään samalla myös *palo- ja räjähdysvaaraa*.

Sähkölaitteen käyttöolosuhteet jaetaan tapaturmanvaaran kannalta kolmeen ryhmään: *erittäin vaarallisiin, vaarallisiin ja vaarattomiin*.

A. Erittäin vaaralliset käyttöolosuhteet

Sähkölaitteen käyttöolosuhteet ovat seuraavissa tapauksissa erittäin vaaralliset:

- a. Sähkölaitetta joudutaan *käyttötoimenpiteenä* pitelemaan käsin pitkäaikaisesti tai lyhyin väliajoin toistuen käyttöpaikan alustan (esim. lattian tai maanpinnan) ollessa märkä ja samalla johtava (metallinen) tai osittain johtava (esim. tavallinen kivi- tai betonilattia tahi paljas maa). Tarvittaessa alustan johtavuusaste saadaan selville mittauksella liitteessä II selostetun menetelmän mukaan. Jos on syytä epäillä alustan jännitekestoisuutta esim. sen takia, että hyvin johtava alusta on eristetty ohuella tai epähomogeenisellä eristekerroksella, alustalle suoritetaan 1 min, 50 Hz jännite-

koe 1 kV vaihtojännitteellä kolmessa mielivaltaisessa kohdassa. Koejännite kytketään liitteen II mukaisen elektrodin ja eristekerroksella päällystetyn alustan välille.

- b. Sähkölaitetta joudutaan *käyttötoimenpiteenä* pitelemään käsin johtavalla alustalla polvi-, istuma- tai makuuasennossa työskennellen.
- c. Sähkölaitetta joudutaan *käyttötoimenpiteenä* pitelemään käsin käytävässä tai siihen verrattavassa johtavaseinäisessä tilassa, joka on kapeampi kuin 1,25 m.
- d. Sähkölaitetta joudutaan *käyttötoimenpiteenä* pitelemään käsin ahtaassa johtavaseinäisessä tilassa, jonka pituus ja leveys ovat alle 1,25 m tai toinen em. mitoista on alle 1,25 m ja korkeus alle 1,80 m.
- e. Sähkölaitte on *leikkikalu*.
- f. Sähkölaitte on *kehonhoitolaite*, jota käytettäessä se ja kehon pinta (kuten iho, hiukset tai hampaat) ovat pitkäaikaisesti tai toistuvasti kosketuksessa keskenään.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa on siirrettävän sähkölaitteen suojausmenetelmänä käytettävä suojajännitettä, suojaerotusta tai suojaeristystä. Käyttötarkoitukseen soveltuvaa enintään 30 mA vikavirtasuojakytkintä saa kuitenkin käyttää siirrettävän suojamaadoitetun laitteen lisäsuojana suojaerotuksen tai suojaeristyksen asemasta niissä laitteissa, joiden yhteydessä Sähkötarkastuskeskus on tällaisen suojausmenetelmän käytön erikseen hyväksynyt. Kiinteän ja puolikiinteästi asennetun sähkölaitteen suojausmenetelmänä saa käyttää myös suojamaadoittamista (ml. nollaus 9 § 5 asettamin rajoituksin) tai Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymää muuta suojausmenetelmää.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa suojajännitteen käyttäminen on turvallisin suojausmenetelmä. Tästä syystä on sähköleikkikaluissa ja eräissä kohdassa 18 § 2:ssa mainituissa tapauksissa käytettävä enintään 25 V suojajännitettä.

Siirrettävissä suojajännitteisissä sähkölaitteissa suositellaan käytettäväksi mahdollisimman pientä, esim. 25 V jännitettä, jos tämä teknillisesti ja taloudellisesti on mahdollista.

Alakohdan *d* mukaisissa tiloissa on siirrettävän sähkölaitteen oltava suojajännitteinen tai suojaerotettu. Näihin tiloihin rinnastetaan myös mastot. Siirrettävä käsivalaisin, ks. 20 § 3.

Erikoistapauksissa kuten *lääkintätiloissa* saattavat käyttöolosuhteet olla siinä määrin vaaralliset, että edellä esitetyt suojaustoimenpiteet eivät ole riittävät, vaan erikoistoimenpiteet ovat välttämättömiä. Lääkintätilojen sähköasennuksista on Sähkötarkastuskeskus julkaissut tiedonannon T 57, jossa on määrätty noudatettavaksi standardia SFS 4372 soveltuvin osin.

Hitsausjännite, ks. 19 § 6.

B. Vaaralliset käyttöolosuhteet

Sähkölaitteen käyttöolosuhteet ovat seuraavissa tapauksissa *vaaralliset*:

- g.* Käyttöpaikalla on *johtava* tai *osittain johtava* alusta. Alustan johtavuusasteen selville saaminen, ks. liite II. Jos on syytä epäillä alustan jännitekestoisuutta esim. sen takia, että hyvin johtava alusta on eristetty ohuella tai epähomogeenisella eristekerroksella, alustalle tehdään 1 min, 50 Hz jännitekoe 1 kV vaihtojännitteellä kolmessa mielivaltaisessa kohdassa. Koejännite kytketään liitteen II mukaisen elektrodin ja eristekerroksella päällystetyn alustan välille.
- h.* Käyttöpaikka on *kostea*, *märkä* tai *syövyttäviä aineita sisältävä* tila (ks. 35 § ja 36 §).
- i.* Käyttöpaikalla on eristävä alusta, mutta sähkölaitetta ja maahan johtavassa yhteydessä olevaa metalliosaa joudutaan samanaikaisesti koskettamaan *käyttötoimenpiteenä*.
- j.* Sähkölaite on (enintään 1000 V) *suurjännitelaitte*.

Vaarallisissa käyttöolosuhteissa on suojausmenetelmänä käytettävä suojamaadoittamista (ml. nollaus 9 § 5 asettamin rajoituksin), suojajännitettä, suojaerotusta, suojaeristystä tai Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymää muuta suojausmenetelmää. Mainitut suojausmenetelmät ovat vaihtoehtoisia. Kuitenkin saa eräitä menetelmiä käyttää rinnakkain samassa sähkölaitteessa tai järjestelmässä, ks. 9 § 8.

Vaarallisissa käyttöolosuhteissa sallitaan kosketeltavan metalliosan ja maan välillä enintään 75 V jännite vikatapauksessa pitempiaikaisesti, koska tavallisesti vain osa tästä jännitteestä esiintyy kosketusjännitteenä. Jos jännitteen taajuus on hyvin suuri tai jos jännite vaikuttaa lyhytaikaisesti, voidaan sallia yli 75 V jännite. Yli 1000 V järjestelmän enintään 1000 V järjestelmässä aiheuttamat maadoitus- ja kosketusjännitteet, ks. 10 § 2.

C. Vaarattomat käyttöolosuhteet

Muut sähkölaitteen käyttöolosuhteet ovat yleensä vaarattomat.

D. Käyttöolosuhteiden määrittely

Asuinhuoneissa ja niihin verrattavissa kuivissa tiloissa, joissa on eristävä lattiapinta, ovat käyttöolosuhteet tavallisesti vaarattomat. Käyttöolosuhteet katsotaan vaarattomiksi silloinkin, kun ko. tilassa on maahan johtavassa yhteydessä oleva metallinen lämmitys- tai käyttövesiputkisto, sähkölämmityspatteri tai huoneiston jakokeskus ja ne ovat kosketusetäisyydellä sähkölaitteesta, koska näiden ja sähkölaitteen samanaikainen koskettaminen ei ole *käyttötoimenpiteenä* tarpeellista. Metalliputkiseen vesijohtoon liittyvän vedenottopaikan ympäristö ja em. putkistoon tai maahan johtavassa yhteydessä olevan metallipeitteisen työpöydän, metallisen lieden, johtavasta tai osittain johtavasta rakennusaineesta tehdyn takkapenkin tms. ympäristö luetaan alueeksi, jossa käyttöolosuhteet ovat vaaralliset kosketusetäisyydelle (1,25 m) saakka. Jotta tämän alueen ulkopuolella vaarattomissa käyttöolosuhteissa verkkoon liitettyä siirrettäviä sähkölaitteita ei helposti tuotaisi tälle alueelle, ei tavallisia pistorasioita saa yleensä sijoittaa samassa huoneessa 2 m lähemmäksi tätä aluetta, ts. lähemmäksi kuin 3,25 m metallisen työpöydän tms. reunaa. Poikkeuksia tästä yleissäännöstä voidaan sallia, jos tavallisen pistorasian sijoitus on sellainen, että siihen liitettyä sähkölaitetta ei helposti tuoda vaarallisiin käyttöolosuhteisiin.

Kaksi toisistaan kosketusetäisyydellä olevaa sähkölaitetta, joista toinen on suojamaadoitettu, voi vian sattuessa aiheuttaa vaaraa niitä samanaikaisesti kosketeltaessa. Tämän vuoksi tavallista pistorasiaa ei saa asentaa samaan huonetilaan 4 m vaakasuoraa etäisyyttä

lähemmäksi suojakosketinpistorasiaa, suojakoskettimin varustettua valaisinpistorasiaa eikä suojamaadoitettaville, suojausluokan I (ks. SFS 4013) laitteille tarkoitettua kosketinkiskoa. Jos kosketinkiskoon kuitenkin liitetään vain vähintään 2,0 m korkeudelle lattiasta tms. hoitotasosta tulevia valaisimia, ei muutoin vaarattomissa käyttöolosuhteissa pistorasioiden tarvitse olla suojakosketinpistorasioita edellyttäen, että niiden asennuskorkeus on enintään 1,0 m. Kosketinkisko ja siihen liittyvä ryhmäkeskus on tällöin varustettava kilvellä, jolla kielletään liittämästä kosketinkiskoon muita sähkölaitteita kuin vähintään 2,0 m korkeudelle tulevia valaisimia.

Suojausluokan 0 kiinteitä sähkölaitteita ei saa asentaa 1,25 m lähemmäksi kosketinkiskoa eikä ripustuskiskoa.

Edellä vaadittu pistorasioiden välinen etäisyys 4 m ei kuitenkaan aina riitä varmistamaan vaadittua 1,25 m kosketusetäisyyttä, jos esim. suojakosketinpistorasiaan liitetty kotikyymiö tai pakastin sijoitetaan tältä kannalta epäedullisesti. Etäisyyttä pidetään riittävänä, jos tavallinen pistorasia on vähintään 3,25 m päässä jääkaapista, pakastimesta tms. laitteesta. Muussa tapauksessa tavallinen pistorasia on muutettava suojakosketinpistorasiaksi, jotta vaarattomissa käyttöolosuhteissa verkkoon kytkettyä sähkölaitetta ei voi tuoda liian lähelle esim. keittiön metallipeitteistä työpöytää tai muuta maan kanssa hyvässä johtavassa yhteydessä olevaa pintaa tai kojetta.

Metallisen sähkölistan, johtokanavan ja asennuskourun (ks. 28 §) ei sinänsä katsota muuttavan käyttöpaikan muutoin vaarattomia olosuhteita vaarallisiksi. On kuitenkin huomattava, että käyttöolosuhteet ovat vaaralliset, jos metallisen alustan päälle voidaan asettaa esim. siirrettävä sähkölaite, kun alusta muodostaa ikkunapenkin tms. vaakatason tai sen osan. Nämä käyttöolosuhteisiin vaikuttavat seikat on otettava huomioon mm. järjestelmään tai sen läheisyyteen sijoitettavien pistorasioiden rakenteessa.

Käyttöolosuhteet ovat kohdan *i* mukaisesti vaaralliset myös sellaisessa kuivassa tilassa, jossa lattia on eristävä, mutta seinän tai katon pintakerros on metallia (ja todennäköisesti johtavassa yhteydessä maahan) edellyttäen, että ko. pintakerroksen koskettaminen on tarpeellista tai todennäköistä kosketeltaessa sähkölaitetta käyttötoimenpiteenä, esim. vaihdettaessa lamppua metallikattoon upotettuun valaisimeen.

Takaa avointa keskusta, valaisinta, kytkintä, pistorasiaa tms. sähkölaitetta ei saa asentaa metalliselle katto- tai seinäpinnalle tai vastaa-
valle asennusalueelle, ettei tällainen alusta tulisi jännitteelle alttiiksi.

Kun sähkölaite sijaitsee kosketusetäisyyden (2,3 m) yläpuolella tilassa, jossa lattia on johtava tai osittain johtava, katsotaan käyttöolosuhteet myös vaarallisiksi. Vaikka sähkölaitteen sijoituspaikan läheisyydessä ei olisikaan maan kanssa johtavassa yhteydessä olevia osia, laitteita voidaan kuitenkin huoltaa lattiaan koskettavia johtavia tikkaita, telinettä tms. käyttäen. Johtava tai osittain johtava alusta on tällöin siirretty johtavien tikkaiden, telineen tms. välityksellä kosketusetäisyydelle sähkölaitteesta.

E. Pistorasioiden lukumäärä ja sijoittaminen

Kiinteä asennus on tehtävä sellaiseksi, että jatkojohtojen ja pitkien siirrettävien liitäntäjohtojen pitkäaikainen tarve vältetään. Kухunkin tilaan on asennettava riittävästi pistorasioita, jotka sijoitetaan tarkoituksenmukaisesti ja niin, että pitkäaikaisessa käytössä olevaa siirrettävää johtoa ei tarvitse vetää oviaukon tms. kulkuväylän poikki tai sen kautta eikä vaarallisissa käyttöolosuhteissa käytettävää laitetta ole tarpeen kytkeä vaarattomissa olosuhteissa olevaan pistorasiaan.

Edellä esitetty vaatimus pätee kosteaa tilaa (ks. 35 § 2), märkää tai syövyttäviä aineita sisältävää tilaa (ks. 36 § 1), palovaarallista tilaa (ks. 37 § 2) ja räjähdysvaarallista tilaa (ks. 41 §) koskevin rajoituksin kaikissa tiloissa.

Asuinhuoneistoissa on tämän vaatimuksen täyttämiseksi pidettävä huolta siitä, että siirrettävien sähkölaitteiden todennäköiset käyttöpaikat, huoneen muoto, kiinteiden seinäkaapistojen sijainti tms. pistorasioiden lukumäärään ja sijoitukseen sähköturvallisuuden kannalta vaikuttavat seikat otetaan huomioon.

Keittiön pistorasioiden riittävyttä ja oikeaa sijoitusta arvioitaessa on erityisesti otettava huomioon, että keittiön vaarallisissa käyttöolosuhteissa käytettäviä laitteita varten tarvitaan riittävästi suoja-
kosketinpistorasioita, jotta näille laitteille ei otettaisi syöttöä vaarat-

tomissa käyttöolosuhteissa olevista pistorasioista ja että jatkojohtoja ei käytettäisi.

F. Suojausmenetelmän käyttäminen

Jonkin tässä pykälässä käsitellyn suojausmenetelmän (suojaajännite, suojaerotus jne.) käyttö on pakollinen 9 § 1 kohdan *A* tai *B* mukaisesti erittäin vaarallisissa ja vaarallisissa käyttöolosuhteissa. Määräysten soveltaminen lämmitysjohtojen metallivaippaan, ks. 19 § 3, asennusputkeen, ks. 27 § 4, johtokanavajärjestelmään, ks. 28 § 1, kaapelin metallivaippaan, ks. 30 § 4 ja ilmajohtoon, ks. Sähkötarastuskeskuksen julkaisu A 4. Suojamaadoittaminen räjähdysvaarallisessa tilassa, ks. 41 § 5.

9 § 1 kohdassa *B* mainittuja suojausmenetelmiä saa soveltaa myös vaarattomissa käyttöolosuhteissa. Suojamaadoittamista käytettäessä on kaikkiin toisistaan kosketusetaisyydellä oleviin laitteisiin (ks. 9 § 1, kohta *D*) sovellettava jotakin 9 § 1 kohdassa *B* mainittua suojaustapaa. Suojakosketinpistorasioita on kuitenkin käytettävä käyttöolosuhteista riippumatta koko rakennuksessa asuin- ja vastavia rakennuksia sekä niiden talous- yms. rakennuksia lukuun ottamatta.

Sähkölaitteen käyttöpaikan *ympäristön* tarkoituksenmukaisella *suojaeristämällä* voidaan vaaralliset käyttöolosuhteet muuttaa vaarattomiksi ja poikkeustapauksessa erittäin vaaralliset käyttöolosuhteet vaarallisiksi tai jopa vaarattomiksi. Ympäristön suojaeristäminen on tehtävä luotettavaksi sellaisella rakenteella, jonka eristyskyky ei huonone käyttöolosuhteissa esiintyvien rasitusten vuoksi. Tällaisia rasituksia ovat mm. kosteus, lika ja pöly sekä mekaaniset, kemialliset ja termiset rasitukset. Suojaeristysrakenne saa olla irrotettavissa vain työkalulla, ja sen on ulotuttava niin laajalle alueelle suojattavan sähkölaitteen ympäristössä, että sen suojausvaikutus ei voi helposti tulla tehottomaksi paikalla käytettävien tai säilytettävien työvälineiden tms. kautta.

Karjasuojissa tai muissa maa- ja karjatalouden tiloissa sähköllä toimivaan pumppuun, lypsykoneeseen tai kuumavedenvaraajaan liittyvän metalliputkiston erottaminen sähkölaitteista, ks. 39 § 2.

2. Suojajännitettä käytettäessä on huolehdittava siitä, että järjestelmä jatkuvasti säilyy suojajännitteisenä.

Suojajännitejärjestelmää syöttävän muuntajan rakenne, ks. 17 § 2. Suojajännitejärjestelmää saa syöttää myös generaattorilla, mekaanisesti kytketyllä moottorigeneraattorilla tai akulla. Akku ei saa purkauksen aikana olla yhdistettynä varauspiiriin, ellei myös varauspiiri ole suojajännitteinen. On huomattava, että järjestelmä, joka jännitteen puolesta olisi suojajännitteinen mutta jonka syöttö ei täytä edellä esitettyjä vaatimuksia, ei ole suojajännitejärjestelmä.

Suojajännitteistä johdinta ei saa sijoittaa samaan asennusputkeen eikä yhteisen johtovaipan sisäpuolelle toiseen järjestelmään kuuluvan johtimen kanssa.

Suojajännitejärjestelmää syöttävä laite on sijoitettava sen alueen tai tilan ulkopuolelle, missä suojajännitettä on käytettävä. Suojajännitemuuntajan saa kuitenkin sijoittaa em. tilaan, jos sen runko on suojaeristetty yläjännitettä vastaan. Vaarallisissa käyttöolosuhteissa ja kiinteän suojajännitemuuntajan rungon suojauksessa myös erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa saa käyttää myös 9 § 5...7 mukaisia suojausmenetelmiä.

Suojajännitejärjestelmän johtimina, tarvikkeina ja kojeina on käytettävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia laitteita. Leikkikaluissa, soittokeleissä ja niitä vastaavissa pienitehoisissa kojeissa saa enintään 25 V suojajännitteellä kuitenkin käyttää myös muita laitteita.

3. Suojaerotusta käytettäessä on huolehdittava siitä, että virtapiiri jatkuvasti säilyy suojaerotettuna ja että jännitteelle alttiissa osissa ei esiinny vaarallista kosketusjännitettä.

Suojaerotettuun virtapiiriin saa liittää vain yhden kojeen lyhyen liitäntäjohton välityksellä, ja piiriin on oltava maadoittamaton. Käyttöjännite saa virtapiirissä olla enintään 440 V kolmivaiheisena ja 250 V yksivaiheisena.

Piirin suojaerotamiseen sitä syöttävästä järjestelmästä on käytettävä joko 17 § 2 mukaista suojaerotusmuuntajaa tai mekaanisesti kyt-

kettyä moottorigeneraattoria. Suojaerotettua virtapiiriä syöttävä laite on sijoitettava sen alueen tai tilan ulkopuolelle, missä suojaerotusta käytetään. Suojaerotusmuuntajan saa kuitenkin sijoittaa em. tilaan, jos sen runko on suojaeristetty yläjännitettä vastaan. Vaarallisissa käyttöolosuhteissa ja kiinteän suojaerotusmuuntajan rungon suojauksessa myös erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa saa käyttää myös 9 § 5...7 mukaisia suojausmenetelmiä.

Suojaerotetun virtapiiriin äärijohtimet on varustettava ylikuormitus-suojalla, ellei piiriä syöttävän laitteen ylikuormitussuoja suojaa myös ko. johtimia ylikuormitukselta.

Suojaerotetun piirin johtimina, tarvikkeina ja kojeina on käytettävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia vahvavirtalaitteita.

4. Sähkölaitteen kosketeltavissa olevien osien suojaeristuksen on oltava luotettava.

Suojaeristetyn laitteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Laitteen suojaeristäminen on tehtävä sen valmistuksen yhteydessä. Suojaeristuksen samoin kuin peruseristyksenkin on oltava laitteen rakenteellinen osa, jota ei voi irrottaa laitteesta ilman työkalua. Suojaeristetyssä sähkölaitteessa on näkyvällä paikalla, tavallisesti laitteen arvokilvessä oltava suojaeristetyn kojeen tunnus (kuva 9.4—1).



Kuva 9.4—1. Suojaeristetyn kojeen tunnus.

5. Nollausta käytettäessä ei nollatuissa osissa saa esiintyä vaarallista kosketusjännitettä.

Vaatimukset koskevat TN-C- ja TN-C-S-järjestelmiä sekä TN-S-järjestelmää (ks. liite XIV).

Nollausta (TN-C- tai TN-C-S- järjestelmää) saa käyttää TN-järjestelmässä, jonka äärijohtimen ja PEN-johtimen välinen jännite on enintään 250 V ja äärijohtimen poikkipinta vähintään 10 mm² seuraavin poikkeuksin:

- Muussa kuin asuin- ja vastaavassa rakennuksessa on käytettävä nollajohtimesta *erillistä suojajohdinta* (TN-S-järjestelmää) johdinpoikkipinnasta riippumatta koko rakennuksessa pääkeskuksesta lähtien. Rakennusten välisessä johdossa ja rakennusten ulkopuolella olevia kulutusköjiä syöttävässä ilmajohdossa ei erillistä suojajohdinta kuitenkaan vaadita äärijohtimen poikkipinnan ollessa vähintään 10 mm², jos johto liitetään PEN-johtimelliseen keskusosaan, ks. kuva 11.2—1. Erillistä suojajohdinta on kuitenkin käytettävä, jos se on häiriösuojauksen vuoksi tarpeellinen.
- Lääkintätilassa, räjähdysvaarallisessa tilassa ja eläinsuojassa on käytettävä nollajohtimesta *erillistä suojajohdinta* (TN-S-järjestelmää) johdinpoikkipinnasta riippumatta (ks. tiedonanto T 57, StM 41 § 5, StM 39 § 2, kohta D).

Nollaus tehdään yhdistämällä jännitteelle alttiin osan maadoitusliitin suojajohtimen välityksellä järjestelmän PEN-johtimeen. Sähkölaitteen nollaus on tehtävä *kiinteän asennuksen* tarkoituksenmukaisessa kohdassa.

Kun tietystä asennuksen kohdasta lähtien käytetään erillistä nollajohdinta ja suojajohdinta, ei näitä johtimia saa kytkeä yhteen tämän kohdan jälkeen. Erillistä nollajohdinta ja suojajohdinta käytettäessä on näitä varten oltava erilliset liittimet ja kiskot.

TN-S-järjestelmän pääkeskuksen liittymisjohdon tai TN-C-S-järjestelmän jakokeskuksen tms. syöttöjohdon (nousujohdon) ollessa kaksi- tai nelijohtiminen on sen PEN-johdin yhdistettävä suojakiskoon tai -liittimeen, ks. kuva 11.2—1. Tällaisesta jakokeskuksesta lähtevässä johdossa saa olla PEN-johdin, jos se liitetään suojakiskoon syöttösuunnassa ennen nolla- ja suojakiskojen yhdyskiskoa omassa keskusosassa.

Nollajohtimen ja suojajohtimen erillään pysymistä on *valvottava* jatkuvasti lääkintätilassa ja räjähdysvaarallisessa tilassa. Ryhmäjohtotason kohteet, ks. 41 § 5, kohta A. Muissa tapauksissa, joissa käyte-

tään TN-S-järjestelmää, suositellaan nolla- ja suojajohtimen erillään pysymistä (yhdistyspistettä lukuun ottamatta) valvottavaksi.

Suoja- tai PEN-johtimeen sijoitettava ylivirtasuoja tai kytkinlaite, ks. 9 § 9. Suojajohtimen poikkipinta, ks. 11 § 2.

TN-järjestelmää käytettäessä on sen täytettävä jäljempänä esitetyt nollausehdot.

A. Ensimmäinen nollausehto

Ääri- ja PEN- tai suojajohtimen välisen eli *yksivaiheisen oikosulun* sattuessa missä tahansa galvaanisesti yhtenäisessä järjestelmässä ylivirtasuojan tai muun suojalaitteen on kytkettävä oikosulku nopeasti pois tai PEN- tahi suojajohtimen jännite maahan nähden ei missään osassa järjestelmää saa oikosulun aikana olla suurempi kuin 75 V. Yksivaiheisen oikosulun sattuessa liittymän päävarokkeen takana ylivirtasuojan tai muun suojalaitteen on kuitenkin kytkettävä oikosulku nopeasti pois.

Edellä mainitut vaatimukset voidaan täyttää esim. seuraavilla tavoilla:

- a. Verkon eri osissa olevat *ylivirtasuojat* mitoitetaan siten, että yksivaiheinen oikosulku aiheuttaa ylivirtasuojan nopean toimimisen. Sähkölaitoksen jakeluverkon ylivirtasuojan, jonka toimimisaika riippuu virrasta, katsotaan toimivan nopeasti, jos pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa verkon osassa on vähintään taulukon 9.5—1 mukainen. Liittymisjohto, ks. 32 § 2. Laukaisuaika liittymän sähköverkossa ei saa ylittää 5 s; laukaisuaika sulakkeita käytettäessä on valittava ylemmän rajakäyrän mukaan.

Ylivirtasuojan, jonka toimimisaika ei sanottavasti riipu virrasta, katsotaan toimivan nopeasti, jos sen aikahidastus on lyhyt ja pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa järjestelmän osassa on vähintään 1,25 kertaa suojan asetteluvirta.

Ylivirtasuojan mitoittaminen tievalaistuksessa, ks. Sähkötarkastuskeskuksen kiertokirje KY 156.

Taulukko 9.5—1. Pienin oikosulkuvirta sähkölaitoksen jakeluverkossa, jolla ylivirtasuojan katsotaan toimivan nopeasti.

Ylivirtasuoja		Oikosulkuvirta
laatu	nimellisvirta (I_N)	
Sulake	enintään 63 A	$2,5 \times I_N$
Sulake	yli 63 A	$3,0 \times I_N$
Johdonsuojakatkaisija	kaikki	$2,5 \times I_N$

- b. Ylivirtasuojasta täydennetään äärijohtimien summavirran vaikutuksesta toimivalla suojakytkimellä (asemasuojakytkimellä), joka toimiessaan erottaa äärijohtimet jännitteettömiksi. Termisellä releellä varustetun asemasuojakytkimen katsotaan toimivan nopeasti, jos pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa verkon osassa on vähintään kaksi kertaa suojan asetteluvirta. Magneettisella releellä varustetun asemasuojakytkimen katsotaan puolestaan toimivan nopeasti, jos pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta sen suojaamassa verkon osassa on vähintään 1,25 kertaa suojan asetteluvirta.
- c. Sähkölaitoksen jakeluverkon PEN-johdin mitoitetaan siten, että PEN-johtimen jännite maahan nähden ei yksivaiheisen oikosulun aikana ole suurempi kuin 75 V. Jos esim. 230/400 V kolmivaihejärjestelmässä PEN-johtimen johtokyky on kaksinkertainen äärijohtimen johtokykyyn verrattuna, PEN-johtimen ja maan välinen jännite ei yksivaiheisen oikosulun aikana tavallisesti ole suurempi kuin 75 V.

Oikosulkuvirtaa laskettaessa on huomioon otettava myös verkkoa syöttävän muuntajan (generaattorin) impedanssi ja johtimien poikkipinnan ollessa suuri niiden reaktanssi. Kolmivaihemuuntajan impedanssi yksivaihekuormituksella riippuu muuntajan sisäisestä kytkennästä ja on Yzn-kytkentäisellä muuntajalla jonkin verran pienempi ja Yyn-kytkentäisellä paljon suurempi kuin Dyn-kytkentäisellä muuntajalla.

Tarkistettaessa, että järjestelmä täyttää ensimmäisen nolausehdon vaatimukset, on erityisesti rajatapauksessa laskelmien lisäksi tehtävä

oikosulkukoe tai mittauksia. Tällainen koe tai mittaus on muulloinkin suositeltava, koska siinä tulevat ilmi myös PEN-johtimessa olevat viat.

B. Toinen nollausehto

Sähkölaitoksen jakeluverkko

PEN-johdin on *maadoitettava* enintään 200 m etäisyydellä verkon syöttöpisteestä (mieluiten ennen lähintä liittymää) ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tahi enintään 200 m etäisyydellä loppupäästä. Jakeluverkkoon rinnastettavassa ulkovaalaistusverkossa PEN-johdin on kuitenkin maadoitettava myös sen loppupäässä. Näiden maadoituselektrodien maadoitusimpedanssin on oltava, mikäli maadoitusolosuhteet sen sallivat, pienempi kuin 100 Ω . PEN-johdin on suositeltavaa maadoittaa lisäksi muualla, missä johdon tai siihen liitettyjen laitteiden lähellä on käytettävissä sopiva varsinainen maadoituselektrodi tai maahan hyvässä johtavassa yhteydessä oleva metalliosa kuten johdon ylijännitesuojan maadoituselektrodi tai metalliputkisto.

Jos PEN-johtimen maadoitus rakennuksessa täyttää johtohaaran päässä vaadittavalle maadoitukselle asetetut vaatimukset tai jos johtohaaran kaikilla pienjänniteliittymillä on 11 § 5 mukainen maadoituselektrodi, johtohaaran päähän ei tarvitse tehdä muuta maadoituselektrodia.

Ilmajohdon *PEN-johtimen mekaanisen lujuuden* on nollausta käytettäessä oltava vähintään sama kuin äärijohtimen.

Toisen nollausehdon päätarkoituksena on pienentää PEN-johtimen katkettua syntyviä nollattujen osien kosketusjännitteitä, joita katkoskohdan takaisessa verkon osassa eristysvian ohella myös epäsymmetrinen kuormitus voi aiheuttaa. PEN-johtimen lujuudelle asetetun vaatimuksen tarkoituksena on mm. vähentää sen katkeamisvaaraa.

PEN-johtimen maadoitusimpedanssin (-resistanssin) yläraja, ks. 7 § 1 ja 10 § 2.

Liittymän sähköverkko

Pääpotentiaalintaus

Rakennuksessa olevan, sitä syöttävän jakokeskuksen läheisyydessä on oltava päämaadoituskisko tai -liitin, ks. liite XIV. Tähän kiskoon (liittimeen) on liitettävä:

- a. ko. jakokeskuksen suojakisko (PE-kisko) tai PEN-kisko
- b. rakennuksen maadoituselektrodille menevät maadoitusjohtimet
- c. suurjännitelaitteiston suojajohdin yhteistä maadoituselektrodia käytettäessä
- d. metallinen päävesijohto
- e. metallinen pääkaasujohto ja maakaasujohto katodisuojausta johdon osaa lukuun ottamatta
- f. muut yhtenäiset metalliset putkistot kuten lämpö- ja vesijohdot sekä ilmanvaihtojärjestelmien pääkanavat
- g. rakennusrungon metalliosat (ml. betonirauditus, mikäli liittäminen on kohtuullisin kustannuksin mahdollista)
- h. ukkossuojauksen maadoitusjohdin tai sen haara
- i. antennilaitteiston ja kaapelitelevisioverkon maadoitusjohdin tai sen haara
- j. puhelinlaitteiston ja sen ylijännitesuojan maadoitusjohdin tai sen haara
- k. muiden laitteistojen kuten ATK- ja automaatiojärjestelmien erilliset maadoitusjohtimet
- l. häiriöttömän maan maadoitusjohdin (TE-johdin), ellei sitä ole viety suoraan maadoituselektrodiin.

Päämaadoituskiskoa tai -liitintä ei kuitenkaan vaadita, jos rakennuksessa ei ole edellä olevan luettelon kohdissa *b–l* mainittuja metallisia johtoja, muita metallirakenteita tai maadoitusjohtimia.

Päämaadoituskiskon lisäksi voidaan tarvittaessa käyttää muita maadoituskiskoja (potentiaalintauskiskoja), jos ne ovat tarpeen järjestelmän järkevän ja taloudellisen toteuttamisen kannalta.

Rakennuksen ulkopuolelle ulottuvat maanalaiset metalliputkistot tms. on yhdistettävä päämaadoituskiskoon putkiston sisääntulokohdassa. Vesimittarin tms. ohikytKentä, ks. 11 § 2, kohta B. Tasasähköjärjestelmän keskijohdinta ei kuitenkaan saa yhdistää putkistoon ilman putkiston haltijan suostumusta.

Maadoitus-, potentiaalintaus- yms. johdinten liitokset maadoituskiskoon, -elektrodiin ja putkistoihin tms. on tehtävä luotettavasti käyttäen mekaanisesti lujia ja riittävän johtokyvyn omaavia liittimiä. Liitokset eivät saa vahingoittaa elektrodia eikä putkistoa. Ne saavat olla avattavissa vain työkalulla.

Päämaadoituskisko on sijoitettava helppopääsyiseen paikkaan rakennusta syöttävän jakokeskuksen läheisyyteen. Maadoitusjohtimet on asennettava siten, että ne voidaan irrottaa maadoitusresistanssin mittausta varten tai elektrodin ehjyyden toteamiseksi esim. silmukaresistanssimittauksella.

Lisäpotentiaalintaus

Lisäpotentiaalintausausta käytetään paikoissa, joissa kosketusjännite aiheuttaa tavallista suurempaa vaaraa kuten lääkintätiloissa ja eläin-suojissa.

Lisäpotentiaalintasaukseen on yhdistettävä kaikki samanaikaisesti kosketeltavissa olevat kiinteiden sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat sekä rakennuksen metallirunko (ml. betonirauditus, mikäli liittäminen on kohtuullisin kustannuksin mahdollista). Potentiaalintausjärjestelmään on yhdistettävä kaikkien sähkölaitteiden suojajohtimet, pistorasioiden suojajohtimet mukaan lukien.

Räjähdysvaarallisten tilojen potentiaalintaus, ks. 41 § 5.

Rakennuksen maadoituselektrodi

Sähköverkkoon liitettävälle rakennukselle on yleensä tehtävä maadoituselektrodi. Elektrodia ei kuitenkaan vaadita

- pihapiiriin kuuluvalla erillisellä talous- tms. rakennukselle (esim. kerros- tai rivitalon lämmittämätön moottoriajoneuvosuoja, ns. omakotitalon tai vapaa-ajan asunnon moottoriajoneuvosuoja ja sauna sekä maa- ja karjatalouden talousrakennus), joka sijaitsee enintään 200 m etäisyydellä liittymän maadoituselektrodista
- asuntokohtaisilla nousujohdoilla syötetylle pientaloryhmään kuuluvalla asuinrakennukselle, jos rakennuksen nousujohdoissa on nollajohtimesta erillinen suojajohdin (TN-S-järjestelmä) liittymän pääkeskukseen saakka.

Jos liittymän pääkeskus sijaitsee tällaisessa rakennuksessa, on maadoituselektrodi kuitenkin tehtävä.

Maadoituselektrodi on tehtävä myös verkkoon aikaisemmin liitetyle rakennukselle, kun sen sähköasennuksiin tehdään sellaisia muutoksia tai korjauksia, joiden yhteydessä elektrodi voidaan helposti asentaa. Kun rakennusta peruskorjataan tai sen putkistoissa tehdään oleellisia muutoksia, esimerkiksi vesijohdot uusitaan tai rakennus liitetään kaukolämpöverkkoon, on suositeltavaa asentaa maadoituselektrodi.

Maa- ja karjatalouden talousrakennukset, ks. 39 §.

C. Nollausehtojen täyttämisen valvominen

Liittymän sähköverkkoa suunniteltaessa on suunnittelijan tarvittaessa pyydettävä jakeluverkon haltijalta tiedot, joiden perusteella voi laskea yksivaiheisen oikosulkuvirran. Sähköä toimittavan jakeluverkon haltijan on annettava liittymän haltijalle riittävät tiedot ja asetettava jakeluverkostaan riippuen sellaiset vaatimukset, että nollausehdot tulevat jakeluverkon lisäksi täytetyksi myös liittymän sähköverkossa, jossa nollaus sallitaan.

Jos kuormitus lisääntyy niin, että ylivirtasuojien nimellis- tai asette- luvirtaa on muutettava taikka jos verkkoon liitetään uusia (vaikkapa vain tilapäisiä) johtohaaroja, on huolehdittava siitä, että nollausehdot ovat edelleen täytetyt.

Sähkölaitoksen jakeluverkosta on 3 § 6 mukaan oltava käytettävissä *verkkokartta tarvittavine liitteineen* tai *verkkotiedosto*, mistä selviävät käytössä ja hoidossa tarpeelliset tiedot. Nollausehtojen täyttämisen valvomiseksi tarvittavat tiedot ovat pääasiassa seuraavat:

- syöttävän muuntajan (generaattorin) nimellisarvot, sisäinen kytkentä ja oikosulkuimpedanssi, verkon eri osien johtojen pituus, johtimien poikkipinta ja aine sekä näiden tietojen avulla laskettu tai mitattu yksivaiheinen oikosulkuvirta jakeluverkon haarojen päissä ja välivarokkeita käytettäessä myös näiden luona
- verkon eri osia suojaavien sulakkeiden (liittymän pääsulakkeet mukaan luettuna) tai muiden ylivirtasuojien ja suojakytkimien laatu sekä suurin sallittu nimellisisvirta tai asetteluvirta
- PEN-johtimen maadoituspaikat ja PEN-johtimen maadoitusimpedanssi (-resistanssi) syöttöpisteestä mitattuna.

6. Erillistä suojamaadoitusta käytettäessä ei suojamaadoitetuissa osissa saa esiintyä vaarallista kosketusjännitettä.

Suojamaadoitetun osan jännite maahan nähden ei saa pitkäaikaisesti olla *vaarallisissa käyttöolosuhteissa* suurempi kuin 75 V eikä *erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa* suurempi kuin 42 V. Sallitut suojausmenetelmät erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa, ks. 9 § 1, kohta A.

Erillinen suojamaadoittaminen suoritetaan yhdistämällä jännitteelle alttiin osan suojamaadoitusliitin maadoituselektrodiin. Maadoittaminen on usein tarkoituksenmukaista tehdä suojajohtimella, joka sijoitetaan virtajohtimien kanssa saman asennusputken tai yhteisen johtovaipan sisäpuolelle ja joka yhdistetään pääkeskuksessa ja mahdollisesti myös alakeskuksissa maadoituselektrodiin menevään maadoitusjohtimeen. Suoja- ja maadoitusjohtimien poikkipinta, ks. 11 § 2.

A. IT-järjestelmä

IT-järjestelmä, ks. liite XIV.

Suojamaadoitettuun osaan tapahtuva *yksivaiheinen maasulku* ei saa aiheuttaa siinä pitkäaikaisesti sallittua arvoa suurempaa maadoitusjännitettä, tai maasulku on kytkettävä itsetoimivasti ja nopeasti pois (ks. 8 § 3).

Suojamaadoitettuihin osiin tapahtuva *kaksoismaasulku* on kytkettä-

vä itsetoimivasti ja nopeasti pois (ks. 8 § 4). Ylivirtasuojan tai suojakytkimen katsotaan toimivan nopeasti, jos pienin vikavirta ylivirtasuojan tai suojakytkimen laadusta ja nimellisvirrasta (asetteluvirrasta) riippuen kaksoismaasulussa täyttää 9 § 5 kohdan 4 mukaisen vaatimuksen. Vaatimus on täytettävissä tavanomaisilla ylivirtasuojilla yleensä vain, jos kaikille suojamaadoitettaville osille käytetään yhteistä maadoituselektrodiä (tai -elektrodien yhdistelmää). Vikavirtaa laskettaessa on otettava huomioon myös suoja- ja maadoitusjohtimien impedanssi. Toisistaan erillisiin maadoituselektrodeihin tapahtuva kaksoismaasulku aiheuttaa vikapaikkoihin maadoitusjännitteet, joiden summa on äärijohtimien kaksoismaasulussa lähes pääjännitteen suuruinen ja äärijohtimen ja nollajohtimen kaksoismaasulussa lähes vaihejännitteen suuruinen sekä jakaantumissuhde sama kuin maadoitusresistanssien suhde.

Jos järjestelmää syötetään muuntajalla, jonka yläjännite on yli 1000 V, on otettava huomioon yläjännitteen pääseminen muuntajassa sattuvan eristysvian kautta tähän järjestelmään ja sen suojaamaadoitettuihin osiin (ks. 10 § 2, ryhmä e). Erikoistapauksissa voi silloinkin, kun yläjännite on enintään 1000 V, mainitunlaisesta eristysviasta aiheutua vaaraa. Tällöin on muuntajana enintään 500 V jännitteellä käytettävä suojaerotusmuuntajaa (ks. 17 § 2).

Äärijohtimien ja nollajohtimen summavirran vaikutuksesta toimivaa vikavirtasuojakytkintä (tai vastaavaa relesuojausta) IT-järjestelmässä käytettäessä on järjestelmää syöttävän muuntajan tms. keskipiste maadoitettava esim. vastuksen välityksellä. Vastus on mitoitettava siten, että vikavirta — maadoitusresistanssien vaikutus huomioon ottaen — on riittävä suojakytkimen nopeaan toimimiseen. Suojamaadoitetun osan maadoitusresistanssin on lisäksi oltava pienempi kuin pitkäaikaisesti sallittu maadoitusjännite jaettuna vikavirtasuojakytkimen (nopealla) laukaisuvirralla. Nollajohtimellisessa järjestelmässä vikavirtasuojakytkin ei aina toimi sellaisessa kaksoismaasulussa, jossa nollajohtimen eristysvika ja äärijohtimen eristysvika sattuvat saman suojakytkimen takana eri elektrodeihin. Tämän vuoksi tarvitaan nollajohtimellisessa järjestelmässä yleensä oma vikavirtasuojakytkin jokaiseen johtolähtöön tai -haaraan, jossa on toisista erillinen suojamaadoituselektrodi. Vikavirtasuojakytkimen on erotettava äärijohtimien mukana myös nollajohdin.

Järjestelmän nollapisteen ja maan välisen jännitteen vaikutuksesta toimivaa yksivaiheisen maasulun itsetoimivaa erotuslaitetta voi nollajohtimettomassa järjestelmässä käyttää myös kaksoismaasulun pois kytkemiseen. Järjestelmässä, jossa ei ole nollajohdinta, on nollapisteen ja maan välinen jännite kaksoismaasulun aikana usein jonkin verran pienempi kuin yksivaiheisen maasulun aikana. Järjestelmässä, jossa on nollajohdin, jää nollajohtimen eristysvian ollessa kaksoismaasulun toisena vikana nollapisteen ja maan välinen jännite hyvin pieneksi, jos nollajohtimen vikapaikan maadoitusresistanssi on pieni äärijohtimen vikapaikan maadoitusresistanssiin verrattuna.

B. TT-järjestelmä

TT-järjestelmää, ks. liite XIV, ei Suomessa yleensä käytetä sähkönjakelussa. Sen sijaan TT-järjestelmää käytetään yleisesti jännitemuuntajan toisiopiirissä sekä eräissä akkusyöttöisissä verkoissa.

Ylivirtasuojan tai suojakytkimen on suojamaadoitettuihin osiin tapahtuvissa *yksivaiheisissa maasuluissa* ja *kaksoismaasuluissa* kytkettävä maasulku nopeasti pois (ks. 8 § 3 ja 4). Ylivirtasuojan tai suojakytkimen katsotaan toimivan nopeasti, jos pienin vikavirta ylivirtasuojan tai suojakytkimen laadusta ja nimellisvirrasta (asetteluvirrasta) riippuen em. maasuluissa täyttää 9 § 5 kohdan A mukaisen vaatimuksen. Vikavirtaa laskettaessa on otettava huomioon myös suoja- ja maadoitusjohtimien impedanssi.

Toisistaan erillisiä maadoituselektrodeja käytettäessä laukaisuvaatimus on varmimmin täytettävissä äärijohtimien ja nollajohtimen summavirran vaikutuksesta toimivalla *vikavirtasuojakytkimellä*. Käyttömaadoituselektrodin maadoitusresistanssin ja suojakytkimen valvoman verkonosan minkä tahansa suojamaadoitetun osan maadoitusresistanssin summan lisättynä johtimien impedanssilla on tällöin oltava niin pieni, että vikavirta on riittävä suojakytkimen nopeaan toimimiseen. Suojamaadoitetun osan maadoitusresistanssin on lisäksi oltava pienempi kuin pitkäaikaisesti sallittu maadoitusjännite jaettuna vikavirtasuojakytkimen (nopealla) laukaisuvirralla. Nollajohtimellisessä järjestelmässä tarvitaan yleensä oma vikavirtasuojakytkin jokaiseen johtolähtöön tai -haaraan, jossa on toisista

erillinen suojamaadoituselektrodi. Vikavirtasuojakytkimen on erotettava äärijohtimien mukana myös nollajohdin. Nollajohdin ei saa olla maadoitettu suojakytkimen takana.

7. Muutakaan kuin edellä tässä pykälässä mainittua suojausmenetelmää käytettäessä ei jännitteelle alttiissa osissa saa esiintyä vaarallista kosketusjännitettä.

Seuraavassa selostetaan eräitä tässä tarkoitettuja suojausmenetelmiä. Muiden mahdollisten menetelmien käyttämiseen on Sähkötarkastuskeskukselta saatava lupa. Yhteisenä vaatimuksena näille menetelmille on, että jännitteelle alttiin osan jännite maahan nähden ei saa pitkäaikaisesti olla *vaarallisissa käyttöolosuhteissa* suurempi kuin 75 V eikä *erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa* suurempi kuin 42 V. Sallitut suojausmenetelmät erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa, ks. 9 § 1, kohta A.

Vikajännitesuojakytkintä käytettäessä sillä valvottujen laitteiden jännitteelle alttiit osat yhdistetään eristetyllä suojajohtimella toisiinsa ja kytkintä ohjaavan jännitereleen tai laukaisukäämin kautta edelleen omaan erilliseen (ks. 11 § 6) maadoituselektrodiin. Vikajännitesuojakytkimen on toimittava nopeasti, kun jännitteelle alttiin osan jännite maahan nähden ylittää sallitun arvon, ja sen on erotettava äärijohtimien mukana myös nollajohdin. Suojattava laite saa olla lisäksi maadoitettu tai yhteydessä maahan, mutta tämä maadoitus ei saa olla johtavassa yhteydessä suojakytkimen maadoitukseen. Suojakytkimen maadoitus ei saa olla johtavassa yhteydessä myöskään mahdolliseen käyttömaadoitukseen. Vikajännitesuojakytkimen maadoituselektrodin maadoitusresistanssin ylärajan määrää releen (nopean laukaisun) toimintaraja, ja maadoitusresistanssi saa releen resistanssista riippuen olla suhteellisen suuri.

Järjestelmässä, jonka *äärijohdin on maadoitettu* (ks. 7 § 1), tätä johdinta ei saa käyttää suojamaadoittamiseen, vaan on käytettävä erillistä suojajohdinta koko verkossa.

Järjestelmässä, jonka äärijohtimen ja nollajohtimen välinen käyttöjännite on *yli 250 V*, ei 9 § 5 mukaan saa käyttää nollausta. Sen sijaan saa käyttää seuraavanlaista suojausmenetelmää (3 § 4 asetta-

min rajoituksin): Suojamaadoittamiseen käytetään nollajohtimesta erillistä suojajohdinta, joka yhdistetään syöttöpisteessä järjestelmän maadoitettuun keskipisteeseen (TN-S-järjestelmä koko verkossa). Järjestelmän on täytettävä 9 § 5 nollausehtojen vaatimukset muuten paitsi, että niitä sovelletaan PEN-johtimen asemesta suojajohtimeen. Varsinaista nollajohdinta, jos sellainen on, saa käyttää vain virtajohtimena vaihekuormien liittämistä varten, eikä sitä saa yhdistää jännitteelle alttiisiin osiin tai maadoittaa muualla kuin järjestelmän syöttöpisteessä. Sähköratajärjestelmässä paluukiskoja saa kuitenkin käyttää jännitteelle alttiiden osien suojamaadoittamiseen.

8. Eri suojausmenetelmien käyttäminen rinnakkain samassa järjestelmässä on sallittua, ellei siitä aiheudu vaaraa.

Suojaeristetyn sähkölaitteen kosketeltavaa metalliosaa ei saa suojamaadoittaa, minkä vuoksi tällaisessa laitteessa ei saa olla 11 § 1 tarkoittamaa suojamaadoitusliitintä.

Galvaanisesti yhtenäisessä järjestelmässä on sekaannusten välttämiseksi pyrittävä vaarallisissa käyttöolosuhteissa käyttämään jännitteelle alttiiden osien kosketusjännitesuojauksessa kaikkialla samaa suojausmenetelmää. Suojaeristettyjä sähkölaitteita voi kuitenkin liittää järjestelmiin, joissa käytetään myös muuta 9 § mukaista suojausmenetelmää.

Nollausta käytettäessä jännitteelle alttiin, nollatun osan saa lisäksi suojamaadoittaa muulla tavalla.

Erillistä suojamaadoitusta saa käyttää sellaisessakin järjestelmässä, jossa myös nollaus on käytössä. Tällöin on voimassa se, mitä 9 § 6 kohdassa *B* sanotaan erillisestä suojamaadoittamisesta maadoitetussa järjestelmässä.

Vikajännitesuojakytkintä 9 § 7 mukaisin ehdoin saa käyttää sellaisessakin järjestelmässä, jossa myös nollaus on käytössä.

Jos *jakelumuuuntamon* alajännitepuolen käyttömaadoitus ja yläjännitepuolen suojamaadoitus ovat erilliset, muuntajan runko ja muut alajännitepuolen jännitteelle alttiit, yläjännitepuolen suojamaadoituselektrodiin mahdollisesti maadoitetut osat ovat alajännitepuolen järjestelmän kannalta erillisesti suojamaadoitettuja osia. Muuntajan

runkoa ei kuitenkaan jakelumuuntamossa vaadita suojattavaksi 9 § 6 kohdan *B* mukaisesti. Sen sijaan sellaisessa muuntamossa, joka syöttää sekä muuntamon (kytkinlaitoksen) maadoituselektrodiin suojaamaadoitettuja, nollaamattomia laitteita että muuntamon ulkopuolella olevia nollattuja laitteita, nollaamattomat laitteet on varustettava 9 § 6 tai 9 § 7 mukaisesti suojakytkimellä, joka maasulun sattuessa nollaamattomaan osaan nopeasti erottaa sekä äärijohtimet että nollajohtimen. Suositeltavampaa on kuitenkin tällaisessa tapauksessa syöttää muuntamon (kytkinlaitoksen) sisä- ja ulkopuolella olevia laitteita eri muuntajilla.

Kun yli 1000 V kytkinlaitoksen maadoituselektrodiin suojaamaadoitettuja, nollaamattomia laitteita syötetään *kytkinlaitoksen ulkopuolelta* enintään 1000 V verkosta, on käytettävä 9 § 6 tai 9 § 7 mukaista suojausmenetelmää, ks. lisäksi 10 § 2.

9. Suojajohtimessa ja nollajohtimessa ei saa olla äärijohtimista erillistä ylivirtasuojaa tai kytkinlaitetta, jos siitä voi aiheutua vaaraa.

Erillisen (yksinapaisen) ylivirtasuojan tai kytkinlaitteen käyttö suojajohtimessa, PEN-johtimessa ja yleensä myös nollajohtimessa on kielletty. Jos nolla-, PEN- tai suojajohdin halutaan erottaa piiristä, ylivirtasuojan tai kytkinlaitteen on erotettava samanaikaisesti myös äärijohtimet piiristä (ja kytkettävä ne piiriin).

Äärijohtimista erillinen kytkinlaite sallitaan nollajohtimessa seuraavissa tapauksissa:

- yksivaiheisessa siirrettävässä laitteessa saa olla yksinapainen kytkin, kun laite on liitetty verkkoon kaksiasentoisella pistokytkimellä
- ohjaus- ja mittauspiireissä saa kytkinlaite olla nollajohtimessa, jos piirin toiminta, käyttövarmuus tms. seikat sitä puoltavat
- erikseen määritellyissä tapauksissa, joissa yksinapainen kytkinlaite saa olla nollajohtimessa Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisesti valmistetussa laitteessa.

Generaattorin ja muuntajan syöttäessä rinnan kytkettyinä galvaani-

sesti yhtenäistä järjestelmää generaattorin keskipisteestä lähtevässä PEN- tai nollajohtimessa saa olla äärijohtimista erillinen kytkinlaite, jonka saa avata (suurten kolmansien yliaaltovirtojen välttämiseksi) yhteissyötön ajaksi edellyttäen, että kytkin on rakennettu tai muuten varmistettu siten, että ainakin yhden rinnankytketyn, järjestelmää syöttävän generaattorin tai muuntajan keskipiste on kytkinlaitteen ollessa auki yhdistettynä järjestelmän PEN- tai nollajohtimeen, ja että nollausta käytettäessä nollausehdot pysyvät eri tilanteissa kaikilta osiltaan täytettyinä.

10 § Yli 1000 V järjestelmän kosketusjännitesuojaus

1. Sellainen jännitteelle altis osa, jonka maadoittaminen lisää turvallisuutta, on suojamaadoitettava.

Jännitteelle alttiin osan suojamaadoittaminen lisää turvallisuutta, jos maadoittamisella pienennetään kosketusjännitteen esiintymismahdollisuutta taikka vaaraa aiheuttavan jännitteen pääsemisen mahdollisuutta kytkinlaitteen tms. avausvälin ohii tai järjestelmästä toiseen.

Peruseristyksen jännitteisestä osasta erottama johtava osa katsotaan aina jännitteelle alttiiksi ja muu johtava osa seuraavissa tapauksissa:

- a. Osaan voi päästä jännite ilmapälissä tapahtuvan *suoran ylilyönnin* kautta. Tällainen ylilyönti katsotaan mahdolliseksi, jos tämän osan ja jännitteisen osan välinen vapaa ilmapäli on taulukon 10.1—1 mukaista arvoa pienempi eikä ylilyöntiä ole estetty väliin asetetulla, suojamaadoitetulla toisella metalliosalla.
- b. Osaan voi päästä jännite peruseristyksen jännitteisestä osasta erottamasta tai kohdassa a tarkoitettusta, suojamaadoittamattomasta osasta jännitteen päästyä ensiksi siihen. Tällainen *jatkoylilyönti* katsotaan mahdolliseksi, jos osien välillä ei ole ylilyönnin estävää, suojamaadoitettua toista metalliosaa taikka vähintään taulukon 10.1—1 mukaista vapaata ilmapäliä. Jos kyseessä on

useita peräkkäisiä (suojamaadoittamattomia) metalliosia, vm. eristysvaatimus koskee välien summaa.

- c. Osaa *koskettamaan* voi *kytkinlaitoksessa* eristimen särkyessä tai johtimen katketessa pudota tai sinkoutua jännitteinen osa siten, ettei se samanaikaisesti kosketa suojamaadoitettua toista metalliosaa.
- d. Enintään 1000 V johdon tai heikkovirtajohdon sijaitessa yli 1000 V avojohdon kanssa useissa *yhteisissä pylväissä* edellisen johdin, kannatusköysi tai metallivaippa katsotaan jälkimmäisen jännitteelle alttiiksi, vaikka yli 1000 V johto olisikin varmennettu ja edellä esitetyt etäisyysvaatimukset täytetty.

Taulukko 10.1 – 1. Suojamaadoittamiseen liittyvät vapaat ilmvälit.

Suurin sallittu käyttöjännite kV	Nimellis- jännite kV	Vapaa ilmaväli m
3,6	3	0,12
7,2	6	0,18
12	10	0,24
24	20	0,35
36	30	0,50
52	45	0,75
123	110	1,70
245	220	2,90 ¹⁾
420	400	5,00 ¹⁾

¹⁾ Arvot edellyttävät, että järjestelmä on tehollisesti maadoitettu.

Etäisyydet järjestelmille, jotka puuttuvat taulukosta 10.1 – 1, saadaan interpoloimalla. Jos rakenne ei ole jäykkä, etäisyyksissä on otettava huomioon mm. oikosulkuvoimien, tuulivoimien ja henkilöiden aiheuttamien voimien (paino, nojaaminen tms.) sekä kuormitus- ja oikosulkuvirtojen aiheuttaman lämpenemisen aikaansaama etäisyyden pieneneminen.

Kytkinlaitteen metallijalusta tai vastaava on suojamaadoitettava, jotta jännite ei pääsisi eristysvian sattuessa siirtymään avausvälin ohi.

Betoniraudoitusta ei ilman erityistä syytä tarvitse suojamaadoittaa, vaikka se olisi edellisen perusteella jännitteelle alttiina edellyttäen, että betonipintaan kiinnitetyt, jännitteelle alttiit metalliosat (kuten eristinkiinnikkeet) on suojamaadoitettu. Tarvittaessa voidaan yllilyönti betoniraudoitukseen estää peittämällä betonipinta suojamaadoitetulla metallilevyllä tai metalliverkolla taikka toisistaan enintään 0,2 m etäisyydellä olevilla, suojamaadoitetuilla paljailla johtimilla. Uudisrakennuksissa jännitteelle alttiin betoniraudoituksen mainitunlainen suojaaminen tai suojamaadoittaminen on suositeltavaa.

Ilmajohdon jännitteisen osan etäisyyden johtoon kuulumattomista osista on täytettävä sille asetetut, mm. säätilasta riippuvat vaatimukset (ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4), eikä viimeksi mainittuja osia tällöin tarvitse suojamaadoittaa.

Puupylväässä saa eristinkiinnikkeet ja orren metalliosat yleensä jättää suojamaadoittamatta. Yhteispylväsrakenteet, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4. Lämpivienti- tai tukieristimen kiinnikettä tms. ei *puuseinässä* tarvitse suojamaadoittaa, ellei eristinkiinnike itse tai sen pultit ole kosketusetäisyydellä esimerkiksi seinän toiselta puolelta. Jos kuitenkin puupylväässä (tai -seinässä) on metalliosa, joka vaarallisessa määrin ohikytkee eristinkiinnikkeen (tai muun jännitteelle alttiin, suojamaadoittamattoman osan) ja kosketusetäisyydellä olevan kohdan välisen osuuden puuta, on eristinkiinnike ja/tai ko. metalliosa suojamaadoitettava.

Jos ilmajohdon pylvään *haruksessa* on haruseristin, harusta ei tarvitse suojamaadoittaa.

Kytkinlaitoksessa on suositeltavaa mm. kosketusjännitteiden välttämiseksi suojamaadoittaa nekin — erityisesti laajat — johtavat osat, jotka eivät ole jännitteelle alttiina.

Suojamaadoitetun osan *maadoitusimpedanssin* (-resistanssin) yläraja määräytyy kytkinlaitoksissa ja paikoissa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu, sekä tapauksissa, joissa maadoitusjännite voi vaarantaa toisen laitteen eristyksen, 10 § 2 vaatimusten perusteella. Muissa tapauksissa maadoitusimpedanssin (-resistanssin) yläraja määräytyy siten, että 8 § 3 mukainen maasulun hälytys- tai erotuslaite ja 8 § 4 mukainen kaksoismaasulun erotuslaite pystyvät toimimaan suojamaadoitettuihin osiin tapahtuvissa maasuluissa.

2. Yksivaiheisen maasulun suojamaadoitettuun osaan aiheuttama maadoitusjännite ei saa aiheuttaa kytkinlaitoksessa eikä paikassa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu, vaarallista kosketusjännitettä. Maadoitusjännite ei myöskään saa vaarantaa samaan maadoituselektrodiin maadoitetun tai lähellä sijaitsevan toisen laitteen eristystä.

Maasulkuvirtaa määritettäessä on otettava huomioon myös laitteiden vioittumisesta tai huollosta aiheutuva poikkeuksellinen käyttötilanne. Kytkemisen aikaisia tilanteita ei tällöin kuitenkaan tarvitse ottaa huomioon.

Paikoiksi, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu, katsotaan mm. rakennukset, niiden tonttialueet ja välitön ympäristö sekä liikenneväylät ja urheilukentät.

A. Kosketusjännitteen kannalta sallittu maadoitusjännite

Maadoitusjännitteestä esiintyy *kosketusjännitteenä* tavallisesti vain osa.

Maadoitetuissa tai maadoitukseen muuten johtavassa yhteydessä olevissa osissa esiintyvistä *maadoitusjännitteistä* aiheutuvan kosketusjännitteen (askeljännite mukaan luettuna) vaarallisuuden kannalta jaotellaan nämä osat seuraaviin eri ryhmiin (*a . . . e*):

- a.* Laitteiston suojamaadoitettu osa (paljas maadoitusjohdin mukaan luettuna) tai sen maadoitukseen muuten johtavassa yhteydessä oleva metalliosa kuten rataakseli tai metalliputkisto, joka on *kosketeltavissa* (kosketusetäisyydellä) maasta, johtavalta lattialta tai vastaavalta alustalta.

Laitteiston suojamaadoitettu osa tai sen maadoitukseen muuten johtavassa yhteydessä oleva metalliosa, joka sijaitsee siten, että sitä ja erilliseen elektrodiin maadoitettua (nollattua) tai maahan muuten johtavassa yhteydessä olevaa toista metalliosaa voi *samanaikaisesti* koskettaa maasta, lattialta tai vastaavalta alustalta. Tässä tapauksessa lattia tai muu alusta voi olla eristävä tai johtava.

- b.* Laitteiston suojamaadoitettu osa (paljas maadoitusjohdin mukaan luettuna) tai sen maadoitukseen muuten johtavassa yhtey-

dessä oleva metalliosa, joka on kosketeltavissa *muualta* kuin maasta, johtavalta lattialta tai vastaavalta alustalta.

Laitteiston suojamaadoitettu osa tai sen maadoitukseen muuten johtavassa yhteydessä oleva metalliosa, joka sijaitsee siten, että sitä ja erilliseen elektrodiin maadoitettua (nollattua) tai maahan muuten johtavassa yhteydessä olevaa toista metalliosaa voi samanaikaisesti koskettaa vain esim. pylvääseen nousten kuten pylväsmuuntamalla, *mutta ei* maasta, lattialta tai vastaavalta alustalta. Tällöin kuitenkin edellytetään sellaisten rakenteiden käyttämistä, että kahden tässä tarkoitetun osan samanaikaisen kosketamisen mahdollisuus on vähäinen. Ellei vm. ehto ole täytetty, tämäkin tapaus kuuluu ryhmään *a*.

- c.* Maanpinnan alapuolella sijaitseva *maadoituselektrodi*.
- d.* Laitteiston suojamaadoitettu osa ja enintään 1000 V järjestelmän käyttömaadoitukseen yhdistetty osa silloin, kun näiden maadoittamiseen käytetään *yhteistä* elektrodia (tai elektrodien yhdistelmää) ja ko. enintään 1000 V järjestelmä on ainakin osittain ensiksi mainitun laitteiston (esim. kytkinlaitoksen) tai sen maadoituksen käsittämän alueen ulkopuolella. Tähän ryhmään rinnastetaan myös tapaus, jossa enintään 1000 V järjestelmän käyttömaadoituselektrodiin siirtyy yli 1000 V järjestelmän maadoituselektrodin aiheuttamasta potentiaalikentästä maadoitusjännite (ks. kohta *B*).
- e.* Enintään 1000 V järjestelmän nollattu tai muuten suojamaadoitettu osa, joka on *alttiina* yli 1000 V järjestelmän jännitteelle. Jännite voi päästä ensiksi mainittuun järjestelmään lähinnä yli 1000 V johtimen koskettaessa yhteisiä pylväitä käytettäessä (ks. 10 § 1, tapaus *d*) siihen kuuluvaa johdinta, kannatusköyttä tai metallivaippaa (alaryhmä e_1) taikka eristysvian sattuessa järjestelmien välisessä muuntajassa suoraan käämityksestä toiseen (alaryhmä e_2). Jos jännitteelle altis enintään 1000 V järjestelmä on maadoitettu, sen (PEN-johtimen) maadoitusjännite on mainitulaisessa eristysviassa maasulkupaikasta mitatun maadoitusimpedanssin (-resistanssin) ja ko. yli 1000 V järjestelmän maasulkuvirran tulo. Jos jännitteelle altis enintään 1000 V järjestelmä sen sijaan on maadoittamaton, jännite siinä nousee maahan nähden niin suureksi, että eristysvian vaara on ilmeinen. Vm. tapauksessa

maadoitusjännite on vastaavan suojamaadoitusimpedanssin (-resistanssin) ja ko. yli 1000 V järjestelmän maasulkuvirran tulo.

Edellä alaryhmää e_2 koskevassa kohdassa tarkoitettu käämitysten välinen eristysvika ei ole mahdollinen muuntajassa, jossa käämitysten välissä on suojamaadoitettu, jännitteen pääsyn käämityksestä toiseen tehokkaasti estävä metallinen suoja ja paljaiden jännitteisten osien välinen ilmaväli muuntajan kannella täyttää taulukon 10.1—1 mukaiset vaatimukset. Tällaisesta rakenteesta on oltava merkintä muuntajassa.

Katsotaan, että kosketusjännitteestä ei aiheudu vaaraa, jos *maadoitusjännite* alle 110 kV järjestelmässä tapahtuneessa yksivaiheisessa maasulussa ei ylitä taulukon 10.2—1 mukaista arvoa; t tarkoittaa maasulkuvirran pisintä yhtäjaksoista kestoaikaa. Tätä aikaa laskettaessa on otettava huomioon releen toiminta-ajan (havahtumisajan ja mahdollisen hidastuksen) lisäksi myös katkaisijan toiminta-aika.

Taulukko 10.2—1. Maadoitusjännitteen enimmäisarvot.

Ryhmä	Maadoitusjännite V	
	maasulku kytketään itse- toimivasti pois ajassa t	maasulkua ei kytketä itsetoimivasti pois
a	$750/\sqrt{t/s}$	125
b	$2000/\sqrt{t/s}$	250
c	$3000/\sqrt{t/s}$	400
d	$500/\sqrt{t/s}$	100
e_1	$750/\sqrt{t/s}$	125
e_2	$1000/\sqrt{t/s}$	150

Niissä tapauksissa, missä maadoitusolosuhteet sen helposti sallivat, suositellaan taulukon 10.2—1 arvoja huomattavasti pienempiä maadoitusjännitteitä.

Ryhmälle c taulukossa 10.2—1 annetut arvot edellyttävät, että maadoituselektrodi ei ole sijoitettu paikkaan, missä oleskelu- tai liikku-

mistiheys on erittäin suuri, mikäli askeljännitteen suuruutta ei ole pienennetty erikoistoimenpitein (ks. kohta B).

Ryhmälle *d* taulukossa 10.2—1 asetetusta enimmäisarvosta huolimatta saa jakelumuuntamon yläjännitepuolen suojamaadoituksen ja alajännitepuolen käyttömaadoituksen (PEN-johtimen) yhdistää lyhytaikaisesti *työn ajaksi* edellyttäen, että alaryhmälle e_2 taulukossa 10.2—1 asetettu vaatimus on täytetty.

Vähintään 110 kV järjestelmässä tapahtuvassa yksivaiheisessa maasulussa sallitaan kytkinlaitosten osalta kaksinkertaiset ja johtojen osalta kolminkertaiset maadoitusjännitteet taulukon 10.2—1 arvoihin verrattuna. Jos kytkinlaitoksessa käytetään ensisijaisena suojauksena keinotekoista maasulkua (ns. keinovikaerotinta) aikaansaamaan laitosta syöttävien johtojen alkupään katkaisijoiden laukeamisen esim. muuntajavian sattuessa, on kytkinlaitoksen osalta kuitenkin noudatettava taulukon 10.2—1 rajoja. Tätä vaatimusta ei ole, jos keinotekoista maasulkua käytetään suojauskeinona vain tilapäisesti, esim. katkaisijan ollessa huollon takia ohitettuna.

Yleisessä televerkossa noudatetaan televerkkojen rakennemääräyksissä esitettyjä säännöksiä televerkkoon liitetyssä johdossa sallituista vahvavirtalaitteiston aiheuttamista jännitteistä.

B. Kosketusjännitteen rajoittaminen

Kosketusjännitettä voidaan pienentää esimerkiksi kosketeltavien metalliosien ja maadoitusjohtimien eristämisellä, maapotentiaalin ohjauselektrodeilla, eristämällä alusta taikka peittämällä se asfaltti-, sepi- tai sorakerroksella.

Maadoitusjännite saa ryhmään *a* tai *c* kuuluvassa osassa ylittää kohdan *A* mukaisen arvon, jos *kosketusjännite* alle 110 kV järjestelmässä on rajoitettu arvoon $500/\sqrt{t/s}$ V, kun maasulku kytketään itse-toimivasti pois, ja arvoon 100 V, kun maasulkua ei kytketä itsetoimivasti pois. Ryhmiin *b*, *d* ja *e* kuuluvissa osissa maadoitusjännite ei saa ylittää taulukon 10.2—1 mukaista arvoa.

Maasulkuvirta aiheuttaa maadoituselektrodin ympäristöön *potentiaalienten*. Jos tämän potentiaalienten alueella on maasta koske-

teltava, kauempana maadoitettu tai maahan muuten johtavassa yhteydessä oleva metalliosa, potentiaalikenttä voi aiheuttaa sen luona kosketusjännitteen ("takaperoinen" kosketusjännite). Tämä kosketusjännite on rajoitettava (paikassa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu) edellä sallittuun arvoon. Jos metalliosa (esim. maadoituselektrodi) on potentiaalikentän alueella johtavassa yhteydessä maahan, on lisäksi pidettävä huolta siitä, ettei potentiaalikentästä siirry osaan jännitettä, joka voisi muualla aiheuttaa sallitun arvon ylittävän kosketusjännitteen tai vaarantaa laitteiden eristyksen.

Pylväskytkinlaitoksen erottimen ohjauslaitteessa on oltava 23 § 4 mukainen suojaeristin, jos ohjauslaite voi yläpäästä irrotessaan tai katketessaan joutua kosketukseen jännitteisten osien kanssa. Tällainen eristin vaaditaan lisäksi aina ryhmälle *b* sallittua maadoitusjänniterajaa sovellettaessa, jolloin myös maadoitusjohtimet on eristettävä (ks. 11 § 3) ainakin siltä osin, kuin ne ovat kosketusetäisyydellä maasta. Maadoituselektrodi on tällöin sijoitettava vähintään 20 m päähän ko. pylväskytkinlaitoksesta; maadoitusjohdin viedään elektrodille ilmajohtona, jolloin puupylväissä ei tarvitse käyttää eristimiä. Alumiinijohdinta ei kuitenkaan saa syöpymisvaaran takia jättää kosketuksiin suolakyllästetyn puun kanssa.

Vähintään 110 kV järjestelmässä tapahtuvassa yksivaiheisessa maasulussa sallitaan samoilla ehdoilla kuin kohdassa *A* kytkinlaitosten osalta kaksinkertainen ja johtojen osalta kolminkertainen kosketusjännite verrattuna alle 110 kV järjestelmässä edellä sallittuun kosketusjännitteeseen. Tähän yleissääntöön nähden ovat voimassa lisäksi seuraavat lievennykset:

- Jos maadoitusjännite ilmajohtoon suojamaadoitetuissa osissa, jotka kuuluvat ryhmään *a* tai *c*, ylittää (paikassa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu) kohdassa *A* määritellyn arvon, riittää että pylvään kosketeltavat metalliosat (kuten johtava pylväsalka, suojaeristimetön harus tai maadoitusjohdin) on ympäröity potentiaalilin ohjauselektrodilla. Tässä käytettävän ohjauselektrodin muodostaa maahan noin 0,5 m syvyyteen sijoitettu, kosketeltavaa osaa 1 ... 1,25 m sivuetaisyydellä kiertävä, osaan johtavasti yhdistetty johdin, joka täyttää maadoituselektrodille (ks. 11 § 5) asetetut vaatimukset. Jos johtava pylväsalka ei ulotu maan pinnan alapuolelle, perustuksen ympärille on lisäksi tehtävä toinen

ohjauselektrodi, jonka upotussyvyys on noin 0,1 m ja etäisyys perustuksesta 0,1 . . . 0,25 m. Paikassa, missä kosketusjännitteen voi aiheutua erityistä vaaraa, on kosketusjännite kuitenkin rajoitettava edellä sallittuun arvoon tai alue, jossa kosketusjännite (askeljännite mukaan luettuna) ylittää tämän rajan, on erotettava varoitustauluin varustetulla (eristävällä) aidalla. Tällaisia paikkoja ovat mm. yleiset uimarannat, leirintäalueet, koulujen pihat ja urheilukentät.

- Jos kytkinlaitoksen tai johdon maadoituselektrodi tai johtava pylväs sijaitsee 100 m lähempänä enintään 1000 V järjestelmän maadoituselektrodia tai muuta sen PEN-johtimeen ja maahan johtavassa yhteydessä olevaa metalliosaa, on tarkistettava, ettei PEN-johtimeen siirry potentiaalientästä kohdassa *A* ryhmälle *d* sallittua suurempaa jännitettä. Tarkistus voidaan suorittaa joko suoralla mittauksella tai laskennallisesti mitattuihin maadoitusresistansseihin ja maan ominaisresistanssiin perustuen.
- Jos kytkinlaitoksen maadoituselektrodi sijaitsee 50 m taikka johdon maadoituselektrodi tai johtava pylväs 20 m lähempänä maasta kosketeltavaa, kauempana maadoitettua tai maahan muuten johtavassa yhteydessä olevaa metalliosaa, on tarkistettava (paikassa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu), että edellisen aiheuttama maan potentiaali jälkimmäisen kohdalla ei ylitä kohdassa *A* ryhmälle *a* sallittua arvoa (ts. kytkinlaitokselle yleensä taulukon 10.2—1 arvo kaksinkertaisena, johdolle kolminkertaisena) tai kosketusjännite sille edellä sallittua arvoa. Tarkistus voidaan suorittaa joko suoralla mittauksella tai maan potentiaalilin osalta laskennallisesti mitattuihin maadoitusresistansseihin ja maan ominaisresistanssiin perustuen.

Kosketusjännitteen mittaaminen, ks. liite II.

C. Eristysrakenteen kannalta sallittu maadoitusjännite

Maadoitusjännitteen aiheuttama jänniterasitus saa olla enintään 60 % eristysrakenteen 50 Hz, 1 min koejännitteestä. Kyseeseen tulevia eristysrakenteita ovat mm. suojamaadoitetun osan tai maadoitusjohtimen eristys, muuntajan rungon ja samaan elektrodiin (tai elektrodien yhdistelmään) maadoittamattoman käämityksen väli-

nen eristys sekä erillisiin elektrodeihin maadoitettujen tai johtavassa yhteydessä olevien osien välinen eristys. (Erilliset maadoituselektrodit, ks. lisäksi 11 § 6.)

IEC:n julkaisun 76 mukaisten muuntajien enintään 1000 V käämityksen ja rungon välinen koejännite (50 Hz, 1 min) on 2500 V. Useiden pienjännitelaitteiden koejännite on 2000 V. Jos laitteen koejännite on suurempi kuin Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymät rakenne- ja koestusmääräykset edellyttävät ja 60 % rajaa halutaan soveltaa tähän arvoon, koejännitteen on oltava merkitty laitteeseen.

11 § Maadoituksen suorittaminen

1. Suojajohtimen liittämiseksi sähkölaitteen jännitteelle alttiiseen osaan on käytettävä mekaanisesti lujaa ja riittävän sähköjohtokyvyn omaavaa liittintä.

Maadoitusliittimen on oltava sellaista metallia tai sellaisella metallilla pinnoitettu, ettei laitteen rungon, maadoitusliittimen eikä suojajohtimen (maadoitusjohtimen) välillä synny korroosiota haitallisessa määrin.

Suojamaadoitettavassa tehdasvalmisteisessa sähkölaitteessa on oltava maadoitusliittimen tunnuksella (kuva 11.1—1, SFS 417-SFS-IEC-5019), varustettu liitin, joka on mitoitettu siihen yhdistettävän suojajohtimen (maadoitusjohtimen) poikkipinnalle (ks. 11 § 2) sopivaksi. On suositeltavaa, että pienillä johdinpoikkipinnoilla maadoitusliitin on rakeenteeltaan sellainen, että johdin voidaan liittää siihen ilman esivalmistelua. Laitteen valmistajan on yhdistettävä maadoitusliittimeen laitteen jännitteelle alttiit osat. Enintään 1000 V laitteen maadoitusliittimen on sijaittava lähellä virtajohtimien liittimiä.



Kuva 11.1—1. Maadoitusliittimen tunnus.

Kaapelin metallivaipassa ei käytännöllisistä syistä voi olla valmista suojamaadoitusliitintä. Suojajohdin on liitettävä metallivaippaan juottamalla tai muuta luotettavaa menetelmää käyttäen taikka vai-
pan alla olevan paljaan suojajohtimen välityksellä. Jos kaapelissa on metallivaipan lisäksi metallinen mekaaninen suojakerros, joka ei ole metallisessa yhteydessä vaippaan, myös se on yhdistettävä luotetta-
vasti suojajohtimeen.

**2. Maadoitusjohtimen ja suojajohtimen on oltava mekaanisesti lujia ja korroosiolle vastustuskykyisiä eikä niissä kulkeva virta saa aiheut-
taa johtimelle tai sen ympäristölle vaarallista lämpötilaa.**

Maadoitusjohtimen maassa sijaitseva paljas jatke katsotaan maadoi-
tuselektrodin osaksi, ja sitä koskevat 11 § 5 mukaiset vaatimuk-
set.

Ilmajohtomaisen maadoitusjohtimen ja suojajohtimen on seuraa-
vassa asetettujen vaatimusten lisäksi täytettävä Sähkötarkastuskes-
kuksen julkaisun A 4 määräysten vaatimukset.

Paljaan maadoitus- tai suojajohtimen on oltava kuparia tai ruoste-
suojattua terästä. Muukin metalli tulee kysymykseen, jos johdin on
ripustettu pylväisiin tai asennettu alustalle, joka ei aiheuta korroo-
siota.

A. Enintään 1000 V järjestelmän suojajohdin

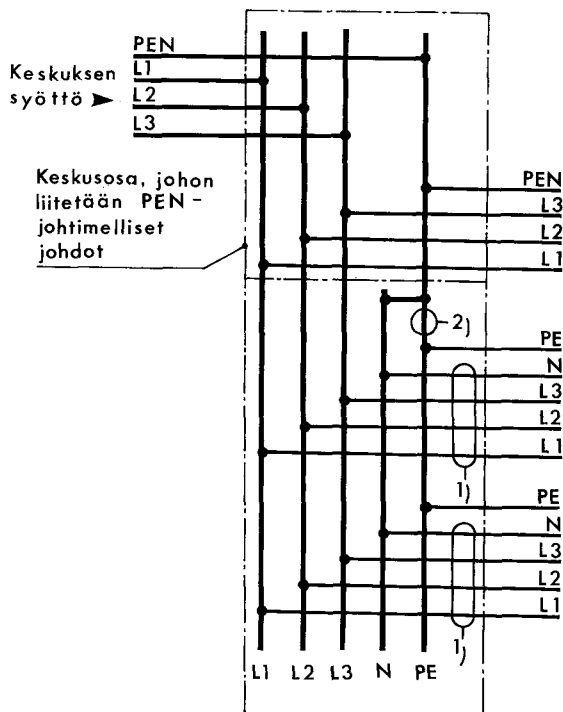
Mitoitus

Yleistä

Tässä annetut mitoitusperusteet koskevat kaikkia suojajohtimia ml.
kytkinlaitoksen suojamaadoituskiskot ja muut sisäiset suojajohti-
met. Jos samalla johtimella on useita tehtäviä, on sen poikkipinnan
vastattava vaativinta mitoitusääntöä. Maadoitusjohtimen mitoitus,
ks. kohta B. Potentiaalintasausjohtimen mitoitus, ks. kohta C.

Enintään 1000 V järjestelmän suojajohdin on mitoittettava

- joko kohdan I taulukon 11.2–1 mukaan
- tai kohdan II mukaan laskemalla kaavasta (11.2–1).



- 1) Johtokokohtainen summavirtamittaus
 2) Vaihtoehtoinen mittaus PE-kiskossa

Kuva 11.2–1. PEN-johtimen liittäminen jakokeskuksen suojakiskoon.

Ellei suojajohdin ole kaapelin vaipan sisällä tai äärijohtimen kanssa samassa asennusputkessa taikka ellei se ole tehdasvalmisteisen laitteen sisäinen johdin, on sen poikkipinnan kuitenkin oltava vähintään

- 2,5 mm² Cu, jos suojajohdin on mekaanisesti suojattu
- 4 mm² Cu, jos mekaanista suojaa ei ole.

Laskennollista mitoittamista käytettäessä se osa jakokeskuksen suojakiskoa, jossa kulkee myös kuormitusvirta, sekä suoja- ja nollakiskon välinen yhdyskisko, ks. kuva 11.2—1, mitoitetaan kuten nollakisko.

Suojajohtimen liittimen on vastattava käytetyn suojajohtimen poikkipintaa.

Jakelumuntajan rungon maadoitusjohdin mitoitetaan yläjännitepuolen maasulkuvirran ja sen kestoajan mukaan. Johtimen vähimmäispoikkipinnan on oltava 16 mm² Cu.

I. Mitoitustaulukko

Enintään 1000 V järjestelmän johdon suojajohdin mitoitetaan yleensä johdon äärijohtimen perusteella ja laitteen suojajohdin laitetta syöttävän johdon äärijohtimen perusteella. Suojajohtimen poikkipinnan on oltava vähintään taulukon 11.2—1 mukainen. Tällöin ei poikkipintaa tarvitse tarkistaa kohdan II mukaisella tavalla.

Taulukko 11.2—1. Suojajohtimen poikkipinta eri äärijohtinpoikkipinnoilla.

Äärijohtimen poikkipinta	Vastaava suojajohtimen poikkipinnan minimiarvo
enintään 16 mm ² yli 16 mm ² ... enint. 35 mm ² yli 35 mm ²	sama kuin äärijohtimen 16 mm ² puolet äärijohtimesta ¹⁾

¹⁾ Äärijohtimen poikkipinnalla 150 mm² sallitaan kuitenkin 70 mm² suojajohtimen poikkipinta.

Jos taulukosta 11.2—1 saadaan epästandardi poikkipinta, on valittava vähintään lähinnä suurempi standardipoikkipintainen johdin.

Taulukon 11.2—1 arvot ovat voimassa vain, jos suojajohdin on samaa materiaalia kuin äärijohdin. Jos näin ei ole, suojajohtimen poikkipinta on laskettava siten, että sen johtokyky vastaa taulukon 11.2—1 arvoa.

II. Mitoitus laskemalla

Suojajohtimen poikkipinta ei saa olla pienempi kuin kaavasta (11.2—1) saatava poikkipinta. Kaavaa voidaan soveltaa vain, jos laukaisuaika on enintään 5 s.

$$A = \frac{\sqrt{(I/A)^2 t/s}}{k} \quad (11.2-1)$$

missä

- $A \triangleq$ suojajohtimen poikkipinta
- $I \triangleq$ oikosulkuvirran tehollisarvo
- $t \triangleq$ oikosulkuvirran kesto aika
- $k \triangleq$ kerroin, ks. liite XV.

Piirin impedanssin virtaa rajoittavan vaikutuksen ja suojalaitteen rajoittavan vaikutuksen saa ottaa huomioon.

Liitoksille sallittu suurin lämpötila on otettava huomioon.

Räjähdysvaarallisessa tilassa suojajohtimelle sallittu loppulämpötila, ks. 41 §.

Suojajohtimen tyyppi

Yleiset tyypit

Enintään 1000 V järjestelmän jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien suojaamaadoittamiseen tarkoitetun suojajohtimen on pääsään-

töisesti oltava kunkin pää-, nousu- ja ryhmäjohtoon rakenteellisenä osana tai asennettuna samaan putkeen tai samaan johtotilaan. Jos suojajohtinta suojaus- tms. syystä käytetään sekä suojamaadoittamiseen että häiriösuojaukseen (häiriötön maa, TE), saa käyttää muullakin tavalla asennettua erillistä eristettyä suojajohtinta.

Lisättäessä asennukseen johtimia jälkeinpäin on kullakin virtapiirillä oltava oma erillinen suojajohtimensa. Erillinen suojajohtin on merkittävä näkyvällä osuudella niin, että on tunnistettavissa, mihin virtapiiriin se kuuluu.

Suojajohtimena voi olla

- monijohtimisen kaapelin tai johdon johdin
- eristetty tai paljas johdin äärijohtimien kanssa samassa kotelossa esim. putkessa tai jakokeskuksessa
- eräiden kaapelien metallinen vaippa tai konsentrinen johdin
- kiinteän asennuksen paljas tai eristetty johdin
- metallinen johtotie tai johtimen muu metallinen suoja (asennusputket ks. 27 § 4)
- tietyt muut johtavat osat.

Asennuksen osana olevan tehdasvalmisteisen kytkinlaitoksen tai jakelukiskojärjestelmän metallisia koteluita ja kehyksiä saa käyttää suojajohtimena, jos seuraavat ehdot on samanaikaisesti täytetty:

- a. kyseisten osien sähköinen johtokyky on toteutettu siten, että suojaus mekaanista, kemiallista tai sähkökemiallista vahingoittumisesta vastaan on varmistettu
- b. kyseisten osien johtokyky vastaa vähintään kohtien I tai II arvoja
- c. kyseisissä osissa on suojajohtimille tarkoitetut liittimet virtajohtimien liittimien läheisyydessä.

Muut johtavat osat

Muita johtavia osia saa käyttää suojajohtimena, jos ne täyttävät seuraavat neljä vaatimusta:

1. kyseisten osien sähköinen johtokyky voidaan taata joko rakenteen tai sopivien liitosten avulla, ja ne on suojattu mekaanista, kemiallista tai sähkökemiallista vahingoittumista vastaan
2. johtokyky vastaa vähintään kohtien I ja II arvoja
3. muun johtavan osan poistaminen ei katkaise suojajohdinpiiriä eikä heikennä sen johtokykyä
4. kyseiset osat on suunniteltu suojajohdinkäyttöön tai muutettu sellaisiksi.

Vesi- ja kaasujohtoa tai vastaavia muuhun tarkoitukseen käytettyjä putkistoja ei saa käyttää suoja- tai PEN-johtimena.

Suojajohtimen johtokyvyn säilyminen

Suojajohdin on suojattava riittävästi mekaanista ja kemiallista vahingoittumista sekä sähkömekaanisia vaikutuksia vastaan.

Suojajohtimen liitosten on oltava tarkistettavissa ja mitattavissa valettuja tai muutoin suljettuja liitoksia lukuun ottamatta. Liitokset saavat olla avattavissa työkalulla mittausta varten.

Suojajohtimessa ei saa olla äärijohtimista erillistä kytkinlaitetta.

Valvontalaitteiden keloja ei saa asentaa suojajohdinpiiriin. Tarvittaessa on käytettävä rengasvirtamuuntajia.

Vain tehdasvalmisteisen kytkinlaitoksen (jakokeskuksen) ja jakelukiskojärjestelmän sekä kosketinkiskojärjestelmän jännitteelle alttiita osia (johtavia rakenneosia) saa käyttää muulle laitteelle menevän suojajohtimen osana. Edellytyksenä on, että osat on suunniteltu ja rakennettu tällaiseen käyttöön.

Veräjän tai oven suojamaadoittaminen johtavien metallisaranoiden välityksellä katsotaan yleensä riittäväksi. Jos veräjään tai oveen on kuitenkin kiinnitetty muita kuin suojajännitteellä toimivia sähkölaitteita, on suojamaadoituspiirin johtavuus varmistettava erillisellä suojajohtimella tms. luotettavalla tavalla. Jakokeskusten ja kytkinlaitosten ovet ja kannet, ks. SFS 4756 ja Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu E 3.

Laitteiden suojamaadoittaminen aluskiskojen tai muiden laitteiden välityksellä, ks. 11 § 4.

B. Enintään 1000 V järjestelmän maadoitusjohdin

Maadoitusjohdin on yleensä mitoitettava kuten suojajohdin kohdan A mukaisesti.

Maadoitusjohtimen on oltava johtokyvyltään vähintään 6 mm² kuparia vastaava. Kuitenkin kun maadoitusjohdin asennetaan maahan, on eristetyn johtimen poikkipinnan oltava vähintään 16 mm² kuparia tai 16 mm² kuumasinkittyä terästä ja paljaan johtimen vähintään 16 mm² kuparia tai 35 mm² kuumasinkittyä terästä.

Enintään 1000 V verkon syöttöpisteessä (muuntamon alajännitepuolella) päämaadoitusjohdin mitoitetaan johtokyvyltään suurimman johtolähdön perusteella. Sen ei kuitenkaan tarvitse olla johtokyvyltään vahvempi kuin 50 mm² kuparia vastaava. Muualla verkossa oleva maadoitusjohdin mitoitetaan laitteistoa syöttävän johdon johtokyvyn perusteella. Sen ei kuitenkaan tarvitse olla johtokyvyltään vahvempi kuin 16 mm² kuparia vastaava.

Mittamuuntajan toisiopiiriin maadoittaminen, ks. 17 § 3.

Maadoituselektrodina käytetyn johtimen tms. mitoitus, ks. 11 § 5.

Jos metallista päävesiputkistoa käytetään maadoitusjohtimena tai -elektrodina, on putkiston eristävät tai huollossa taikka korjauksessa mahdollisesti irrotettavat osat kuten vesimittari ohikytkevä johtimella, jonka poikkipinta vastaa putkistoon liitettyä maadoitusjohdinta.

Ylijännitesuojan laskijalaite tms., ks. 11 § 4.

C. Enintään 1000 V järjestelmän potentiaalintasausjohdin

Pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet mitoitetaan taulukon 11.2—2 mukaan.

D. Yli 1000 V järjestelmän suoja- ja maadoitusjohtimien mitoittaminen

Sekä suojamaadoitukseen että käyttömaadoitukseen käytettävä

Taulukko 11.2—2. Potentiaalintasausjohtimen mitoitus.

Tapaus	Pääpotentiaalintasaus	Lisäpotentiaalintasaus	
		sijainti	mitoitus
yleinen mitoitus-sääntö	0,5 kertaa suurimman pääkeskukseen liitetyn suoja-johtimen johtokyky ¹⁾	kahden jännitteelle alttiin kosketeltavan osan välillä	pienemmän suoja-johtimen poikkipinta
		jännitteelle alttiin ja muun johtavan osan välillä	0,5 kertaa suoja-johtimen poikkipinta
vähimmäisvaatimus	6 mm ² Cu tai johtokyvyltään vastaava muuta metallia ²⁾	mekaanisesti suojattu	2,5 mm ² Cu
		suojaamaton	4 mm ² Cu
enimmäisvaatimus	25 mm ² Cu tai johtokyvyltään vastaava muuta metallia ²⁾	—	—

¹⁾ Keskukseen tulevan tai siitä lähtevän suoja-johtimen johtokyky.

²⁾ Alumiinia ei saa asentaa suojaamattomana.

suoja-johdin ja maadoitusjohdin on mitoittettava järjestelmän yksivaiheisen maasulkuvirran ja sen kestoajan mukaisesti, mutta johtimen on kuitenkin oltava nimellispoikkipinnaltaan vähintään 16 mm² (tai jos useita johtimia on kytketty rinnan, 10 mm²) kuparia, 25 mm² alumiinia (tai alumiiniseosta tai teräsvahvisteista alumiinia) tai 35 mm² kuumasinkittyä terästä. Mitoituksessa on otettava huomioon virran epätasainen jakaantuminen rinnankytkettyjen johtimien kesken.

Jos maasulku kytketään itsetoimivasti ja nopeasti pois, sallitaan kuparissa virrantiheys $165/\sqrt{t/s}$ A/mm² ja alumiinissa (ja alumiiniseoksessa) $100/\sqrt{t/s}$ A/mm² ja teräksessä $70/\sqrt{t/s}$ A/mm², joissa t tarkoittaa maasulkuvirran pisintä kestoaikaa. Jälleenkytkentää käytettäessä ajaksi t on otettava maasulkuvirran kokonaiskesto aika. Ellei maasulku kytketä itsetoimivasti ja nopeasti pois, eristepäällysteinen johdin on mitoittettava sille sallitun jatkuvan kuormitettavuuden mukaisesti ja paljas johdin taulukon 11.2—3 mukaisesti. Kun

paljas johdin on asennettu palonkestävästi, edellä annettujen lausekkeiden virrantiheydet ja taulukon 11.2—3 virrat saavat olla 20 % suuremmat.

Taulukko 11.2—3. Paljaan maadoitus- tai suojaajohtimen jatkuva kuormitettavuus.

Johtimen laatu	Poikki- pinta mm ²	Kuormitettavuus A		
		kupari	alumiini, alumiiniseos	teräs
lanka	10	100	—	—
	16	140	—	—
kerrattu johdin	16	150	—	—
	25	200	150	—
	35	250	180	80
	50	320	230	100
	70	410	290	130
latta	50	410	270	130
	70	520	340	160
	100	680	450	220
	200	1100	750	360

E. Työmaadoitusjohtimen mitoittaminen

Kiinteä työmaadoitusjohdin on mitoittettava edellä kohdissa *B* ja *D* esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Jos kytkinlaitoksessa käytetään yksinapaisia työmaadoitusvälineitä (mukaan luettuna maadoitus-erotin, jonka napoja ei ole asennettu yhteiselle metallialustalla), on kiinteä työmaadoitusjohdin napoja yhdistävällä osuudella kuitenkin mitoittettava myös oikosulkuvirta huomioon ottaen.

Siirrettävä työmaadoitusjohdin, ks. 50 § 5.

3. Maadoitusjohdin ja suojaajohdin on tarvittaessa suojattava vahingoittumiselta ja tahattomalta koskettamiselta.

Jos maadoitus- tai suojaajohdin ei kulje äärijohtimien kanssa samassa

asennusputkessa tai yhteisen johtovaipan sisäpuolella ja jos se on alttiina mekaaniselle vahingoittumiselle, johdin on suojattava muototeräksellä, vähintään lujuusluokan 4 asennusputkella, lujalla kylälästetyllä puusuojuksella tai muulla samanarvoisella tavalla. Erityistä huomiota on kiinnitettävä suojaukseen lattian tai maan rajassa ottaen huomioon ulkona mm. roudan vaikutus sekä sellaisen maadoitusjohtimen lujuuteen ja suojaukseen, jonka kanssa ei ole rinnan toisia samaa tarkoitusta palvelevia maadoitusjohtimia. Suojuksen on ulotuttava vähintään 1,5 m lattiasta tai maan pinnasta sekä vähintään 0,2 m syvyydelle maan alle. Liikenneväylän varrella mekaanisen suojuksen on ulotuttava vähintään 2 m etäisyydelle maan pinnasta. Maadoitusjohdinten mekaanista suojausta ei kuitenkaan vaadita, jos maadoitus on tehty useammalla maadoitusjohtimella siten, että niiden samanaikainen vahingoittumistodennäköisyys on vähäinen.

Jos eristävän suojuksen tai maadoitusjohtimen eristyksen tarkoituksena on torjua *vaarallinen kosketusjännite* (ks. 10 § 2) lattialta tai maasta kosketeltaessa, sen on ulotuttava vähintään 2,3 m etäisyydelle lattiasta tai maan pinnasta ja vähintään 0,2 m syvyydelle maan alle. Eristyksen on täytettävä 10 § 2 kohdan C mukaiset jännitelujuusvaatimukset ja kestävä vaurioitumatta käytössä esiintyvät tavalliset mekaaniset rasitukset.

Maadoitusjohtimen tunnusväri, ks. 24 § 7, kohta A.

4. Maadoitusjohdin ja suojajohdin on yhdistettävä luotettavin liitoksin sekä asennettava siten, että niihin päästään tarvittaessa käsiksi.

Jatkoksia maadoitusjohtimessa on vältettävä. Jatkos ja haaroitus on tehtävä ruuvi-, puristus-, ja hitsaus- tai kovajuotosliitoksin tai muulla samanarvoisella tavalla. Liitántä metalliputkistoon on tehtävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaista liitintä käyttäen. Maahan tai veteen tuleva liitos, ks. 11 § 5.

Muuntajan, katkaisijan tms. laitteen suojamaadoittamista pelkäästään aluskiskojen välityksellä ei yleensä pidetä riittävänä. Ulosotettavat ja ulosvedettävät yksiköt, ks. SFS 4756.

Koneita, kojeita, tarvikkeita ja jakokeskuksia ei saa maadoittaa siten, että yhden laitteen poistaminen tai sen suojajohtimen irrottaminen esim. huoltoa tai korjausta varten katkaisee muiden laitteiden maadoitusyhteyden (sarjamaadoittaminen) ilman, että syöttö viimeksi mainituille laitteille katkeaisi samalla kaikinapaisesti.

Laajan laitteiston tai *moniosaisen* rakennelman suojamaadoittaminen on suositeltavaa tehdä usealla erillisellä maadoitusjohtimella ja eri kohdista.

Vietäessä maadoitus- tai suojajohdin *seinän, perusmuurin* tms. läpi tai sen sisällä johdin on asennettava siten, että se on vaihdettavissa.

Suojajohtimen ylivirtasuoja tai kytkin, ks. 9 § 9.

Jos maadoitusjohtimeen joudutaan liittämään erillinen huoltoa tai korjausta vaativa laite, esim. ylijännitesuojan laskijalaite, sen luona on tällöin oltava pysyvä ohikytkeäjohdin tai -laite, jolla irrotettava laite helposti ja luotettavasti ohitetaan.

5. Maadoituselektrodin on oltava korroosiolle vastustuskykyinen, rakenteeltaan luotettava ja mitoitukseltaan riittävä.

Maadoituselektrodiksi soveltuu maahan tai veteen sijoitettu metallikappale kuten lanka, köysi, kisko, putki, sauva tms. muotokappale tai näistä muodostettu yhdistelmä. Maadoitusjohtimen maassa sijaitseva paljas jatke katsotaan maadoituselektrodin osaksi.

Jotta maadoituselektrodi olisi korroosiolle vastustuskykyinen, sen korroosiolle alttiiden osien on oltava kuparia, ruostumatonta terästä tai kuumasinkittyä terästä, jonka sinkityksen vahvuus on vähintään 60 µm. Jos samassa tai läheisissä elektrodeissa käytetään eri metalleja, on tästä aiheutuva korroosio otettava huomioon. Messinkiä ei saa käyttää maadoituselektrodina eikä sen liitoksen osana. Tasasähköjärjestelmässä ei korroosiovaaran takia sallita maahan tai veteen lasketun metalliputkiston tai kaapelin metallivaipan käyttämistä ainoana järjestelmän maadoituselektrodin osana. Putkiston käyttämiseen maadoituselektrodin osana vaaditaan tällöin lisäksi putkiston haltijan suostumus.

Maadoituselektrodin *jatkos ja haaroitus* on tehtävä luotettavin puristus-, hitsaus- tai kovajuotosliitoksin tai muulla samanarvoisella tavalla. Ruuviliittimen käyttäminen maassa ei ole suositeltavaa. Mikäli ruuviliittintä kuitenkin käytetään, sen on oltava (ruuvi ja mutteri mukaan lukien) samaa ainetta liitettävien osien kanssa, tai liitoskohta on täydellisesti suojattava kaapelimassalla tai muulla yhtä tehokkaalla menetelmällä.

Maadoituselektrodina saa käyttää vain sellaista metalliputkistoa, jonka jatkokset ovat hyvin johtavia. Kuitenkin on suositeltavaa yhdistää maadoituselektrodiin sellaisetkin maanalaiset metalliputkistot, joiden jatkosten johtavuudesta ei ole takeita.

Maadoituselektrodina toimivan langan, köyden, putken tms. nimellispoikkipinnan on oltava vähintään 16 mm^2 kuparia taikka 35 mm^2 ruostumatonta tai kuumasinkittyä terästä, jonka sinkityksen vahvuus on vähintään $60 \mu\text{m}$. Elektrodi tai sen osa, joka on varmistettu siten, että se liittyy vähintään kahta kautta maadoittavaan osaan, maadoitusjohtimeen tai em. poikkipintavaatimukset täyttävään elektrodiin, saa kuitenkin olla 10 mm^2 kuparia. Samoin saa käyttää 10 mm^2 kuparia, jos elektrodin katkeaminen ei voi tehdä elektrodista enempää kuin yhden neljäsosan tehottomaksi. Maadoituselektrodin *ainepaksuuden*, putken seinämä ja köyden langat mukaan lukien, on oltava vähintään 1 mm kuparia tai 2 mm terästä. Pystysuorana maadoituselektrodina käytetyn putken ei tarvitse olla korroosiolle vastustuskykyinen, jos sen sisään pohjaan saakka on vedetty em. vaatimukset täyttävä johdin.

Edellä esitetyt ainevaatimukset ja vähimmäismitat eivät koske kaapelin metallivaippaa, metalliputkistoa tms., kun sitä käytetään maadoituselektrodina tai sen osana. Vaatimukset eivät myöskään koske vahvavirtajärjestelmän maadoitukseen yhdistettyjä muita elektrodia kuten antennin, ukkosjohdon tai puhelinlaitteiden maadoituselektrodia, mikäli vahvavirtajärjestelmän varsinainen maadoituselektrodi jo yksinään olisi riittävä.

Maadoitetussa yli 1000 V järjestelmässä, jossa maasulkuvirta on suuri, on otettava huomioon maasulkuvirran aiheuttama *elektrodin lämpeneminen*. Kuparielektrodissa sallitaan virrantiheys $200/\sqrt{t/s}$ A/mm² ja teräselektrodissa $80/\sqrt{t/s}$ A/mm², joissa t tarkoittaa maa-

sulkuvirran pisintä kestoaikaa. Pikajälleenkytkentää käytettäessä ajaksi t on otettava maasulkuvirran kokonaiskesto aika. Laskelmissa saa ottaa huomioon virran jakaantumisen elektrodin eri osille.

Jos kytkinlaitoksessa käytetään *yksinapaisia työmaadoitusvälineitä* (mukaan luettuna maadoituserotin, jonka napoja ei ole asennettu yhteiselle metallialustalle), on maadoituselektrodi napoja yhdistävällä osuudella mitoitettava myös oikosulkuvirta huomioon ottaen.

Rakennuksen, pylvään tms. perustuksen *betoniraudoitusta* saa käyttää maadoituselektrodina tai sen osana. Tällöin tarkoitukseen käytettävät betoniteräksiset on yhdistettävä johtavasti toisiinsa ja varustettava tarvittavilla liitäntäjohtimilla.

Pienjänniteliittymän maadoituselektrodiksi (ks. 9 § 5, kohta *B*) katsotaan seuraavat vaihtoehtoiset rakenteet riittäviksi:

- a. rakennuksen perustuksessa tai sen ulkopuolella maahan kaivettu vähintään 20 m pituinen johdinrengas
- b. kaksi rakennuksen perustuksessa tai sen ulkopuolella maahan kaivettua, eri suuntiin asennettua vähintään 20 m pituista johdinta
- c. rakennusta syöttävän johdon tai johtojen kanssa samaan ojaan asennettu, vähintään 20 m pituinen johdin
- d. kaksi vähintään 10 m pituista rakennuksen perustuksen sisällä olevaa, eri suuntiin asennettua, halkaisijaltaan vähintään 8 mm betoniterästä (välipohjan ja vastaavien rakenteiden betoniteräksiä ei pidetä maadoituselektrodeina eikä niiden osina).

Vaakasوران elektrodijohtimen ja sen osan saa korvata yhdellä tai useammalla pystyelektrodilla (maadoitustangolla, paalun mukana upotettavalla elektrodijohtimella tms.), joiden yhteen lasketun pituuden on oltava vähintään puolet korvattavan elektrodijohtimen pituudesta ja keskinäisen etäisyyden vähintään 2 m.

Jotta maadoitusresistanssi ei merkittävästi vaihtelisi eri vuodenaikoina, maadoituselektrodi on upotettava sen sijoituspaikan keskimääräisen *routarajan alapuolelle*. Routarajaa arvioitaessa on otettava huomioon paikan mahdollinen vähälumisuus ja liikenne. Ilman erityistä syytä ei kuitenkaan vaadita elektrodin upottamista yli

0,7 m syvyyteen. Jos elektrodin tarkoituksena on potentiaalin ohjaus, sille saa käyttää pienempää syvyyttä, ei kuitenkaan niin pientä, että elektrodi on vaarassa vahingoittua esim. maata muokattaessa. Metalliputkistoa, kaapelin metallivaippaa ja kaapeliojaan sijoitettua paljasta johdinta saa käyttää maadoituselektrodin osana niiden upotussyvyydestä riippumatta.

Routavaurioiden välttämiseksi on langasta tai köydestä tehty maadoituselektrodi ja erityisesti sen maan pinnan läheisyydessä oleva osa syytä jättää löyhälle.

Maadoituselektrodin suurin sallittu *maadoitusresistanssi* määräytyy maadoituksen tarkoituksen perusteella. Käyttömaadoitus, ks. 7 § 1 ja 9 § 5. Suojamaadoitus, ks. 9 § 6 ja 7 sekä 10 § 1 ja 2.

Koska maadoitusten lopulliseen kuntoon tekeminen talviolosuhteissa ei ole tarkoituksenmukaista, sallitaan laitteiston käyttöönotto maadoitusten keskeneräisyydestä huolimatta, mikäli viimeistely tehdään mahdollisimman pian roudan sulamisen jälkeen. Edellytyksenä jakelumuuntamon käyttöön otolle on kuitenkin, että pienjänniteverkon johtohaarojen päiden ja liittymien maadoitukset on pääosin tehty.

6. Maadoitusjärjestelmän on oltava riittävän turvallinen.

Eri maadoitustarkoituksiin on käytettävä erillisiä tai yhteistä maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) sen mukaan, mitä näiden vaihtoehtojen käyttämisestä on seuraavassa tarkemmin sanottu.

Kaksi maadoituselektrodia katsotaan *erillisiksi*, kun niiden välinen pienin etäisyys maassa on toisen tai molempien elektrodien kuulusa yli 1000 V järjestelmään vähintään 20 m ja muissa tapauksissa (esim. elektrodien kuulussa enintään 1000 V järjestelmään tai puhelinlaitteistoon) vähintään 10 m. Jos yli 1000 V järjestelmän maasulkuvirta on suurempi kuin 100 A, 20 m etäisyys voi olla riittämätön (ks. 10 § 2, kohta B). Maadoituselektrodiksi katsotaan varsinaisen maadoituselektrodin lisäksi myös tähän yhteydessä olevat taikka maadoituselektrodina toimivat, maassa sijaitsevat tai maahan kos-

ketuksessa olevat paljaat metalliosat kuten metalliputkisto, kaapelin metallivaippa, betoniraudoitus, metallipylväs ja harus.

Jos sama osa on alttiina *useampien järjestelmien* jännitteelle (esim. muuntajan runko tai johtavaa ainetta oleva yhteiskäyttöpylväs), osan maadoitus on näiden järjestelmien suojamaadoitus. Ellei järjestelmässä, jossa nollaus on käytössä, PEN-johdinta tällöin ole yhdistetty mainitun osan maadoitukseen, kyseessä on tämän järjestelmän kannalta erillinen suojamaadoitus.

Lähellä toisiaan sijaitsevien samanjännitteisten, maadoitettujen järjestelmien *PEN-johtimet saa yhdistää* toisiinsa, jos näissä järjestelmissä käytetään samanlaista kosketusjännitesuojausmenetelmää (yleensä nollausta) tai 9 § 8 vaatimukset on täytetty. Näin yhdistetyt järjestelmät katsotaan 9 § 8 tarkoittamassa mielessä galvaanisesti yhtenäiseksi järjestelmäksi. PEN-johtimien yhdistämisellä saadaan mm. parannetuksi järjestelmien maadoitusta.

Erijännitteisten, enintään 1000 V järjestelmien käyttö- ja suojamaadoitukseen *saa käyttää yhteistä* maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) edellyttäen, että järjestelmissä, joissa käytetään erilaisia kosketusjännitesuojausmenetelmiä, yhteinen maadoitus ei tee näitä tehottomiksi.

Harkittaessa voidaan enintään 1000 V järjestelmälle ja yli 1000 V järjestelmälle käyttää *yhteistä* maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) *vai onko käytettävä erillisiä* elektrodeja, huomioon joudutaan ottamaan mm. seuraavat seikat:

- a. Onko käytännössä mahdollista estää toisen järjestelmän maadoituselektrodissa syntyvän maadoitusjännitteen pääsy esimerkiksi kaapelin metallivaipan, metalliputkiston tai betoniraudoituksen välityksellä toiseen järjestelmään ja tämän suojamaadoitettuihin osiin.
- b. Yhteistä maadoituselektrodia käytettäessä voi elektrodin kautta kulkeva suurempijännitteisen järjestelmän maasulkuvirta aiheuttaa pienempijännitteisessä järjestelmässä vaarallisen kosketusjännitteen tai eristysvian.
- c. Erillisiä maadoituselektrodeja käytettäessä aiheuttaa pienempijännitteisen maadoitetun järjestelmän äärijohtimen ja toisen järjestelmän maadoituselektrodiin maadoitetun osan välinen eris-

tysvika elektrodeihin yleensä pitkäaikaiset jännitteet, joiden summa on käytännössä lähes vaihejännitteen suuruinen ja jakaantumisuhde sama kuin maadoitusresistanssien suhde.

- d. Erillisiä maadoituselektrodeja käytettäessä voi niihin yhdistettyjen metalliosien välille syntyä vaarallinen kosketusjännite tai niiden välisestä jännitteestä voi aiheutua eristysvika.

Jos maadoituksia ei voida pitää varmuudella toisistaan erillisinä, on tapausta käsiteltävä yhteisen maadoituselektrodin vaatimusten mukaisesti.

Yhteistä maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) on käytettävä seuraavissa tapauksissa, ellei ole erityisiä syitä erillisten elektrodien käyttämiseen:

- e. Mittamuuntajan toisiopiiri on maadoitettava samaan elektrodiin kuin sen ensiöpuolen jännitteelle alttiit metalliosat.
- f. Enintään 1000 V järjestelmässä, joka ei ulotu yli 1000 V kytkinlaitoksen tai sen maadoituksen käsittämän alueen ulkopuolelle, on kytkinlaitoksessa käytettävä jälkimmäisen järjestelmän kanssa yhteistä maadoituselektrodia.

Samassa kytkinlaitoksessa tai toistensa läheisyydessä sijaitseville yli 1000 V järjestelmille *saa käyttää* yhteistä maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) edellyttäen, että maadoitus on mitoitettu molempien järjestelmien vaatimukset huomioon ottaen.

Maadoitusjärjestelmän on täytettävä maadoitus- ja kosketusjännitteille kohdassa 10 § 2 asetetut vaatimukset.

Yhteistä maadoituselektrodia (tai -elektrodien yhdistelmää) käytettäessä on eri järjestelmien maadoitettavat osat yhdistettävä elektrodiin (tai elektrodien yhdistelmään) siten, ettei yhden maadoitus- tai PEN-johtimen katkeaminen erota molempia järjestelmiä maadoituksesta. Jakelumuuntamalla, jolla voi esiintyä ilmastollisia ylijännitteitä, tähän maadoittamiseen on sisällyttävä yläjännitepuolen suojamaadoitettavien osien ja alajännitepuolen PEN-johtimen (muuntajan maadoitettavan liittimen) suora yhdistäminen. Mittamuuntajien maadoittaminen, ks. 17 § 3.

Jos erillisiä maadoituselektrodeja käytettäessä kumpikaan niistä ei

kuulu yli 1000 V järjestelmään, eri elektrodeihin yhdistettyjen osien (mukaan luettuna maadoitusjohtimet ja virtapiirit) on oltava *eristetty toisistaan* ao. järjestelmien laitteilta vaaditun koejännitteen mukaisesti. Jos taas toinen tai molemmat maadoituselektrodit kuuluvat yli 1000 V järjestelmään, em. koejännitteen on oltava vähintään 8000 V (50 Hz, 1 min). Tästä poiketen riittää koejännitteen vähimmäisarvoksi 2000 V, mikäli maadoitusten välillä on seuraavassa kappaleessa tarkoitettu venttiilisuoja. Koejännitteen on 10 § 2 mukaisesti kuitenkin oltava niin suuri, ettei kummassakaan elektrodissa yksivaiheisessa maasulussa syntyvä suurin maadoitusjännite (teholisarvo) ole yli 60 % koejännitteestä. Kun kysymyksessä ei ole tehdasvalmisteinen tai muu, koestamalla edellä vaaditun koejännitteen kestäväksi todettu eristysrakenne, eri elektrodeihin yhdistettyjen osien välillä on oltava vähintään 0,1 m ilmaa tai puuta.

Jakelumuuntamossa voi toisistaan erillisiin maadoituselektrodeihin yhdistettyjen osien välisen eristyksen sekä erityisesti alajännitepuolen äärijohtimien ja nollaamattomien osien (muuntajan runko mukaan luettuna) välisen eristyksen suojaamiseksi mm. ilmastollisilta ylijännitteiltä maadoitusten välillä käyttää *ylijännitesuojaa*. Ylijännitesuojaa valittaessa on otettava huomioon, että em. eristyksien syöksyjännitelujuuden on oltava riittävin marginaalein suurempi kuin ylijännitesuojan suojaustaso. Tällaisena ylijännitesuojana käytettävän venttiilisuojan nimellisjännitteen on oltava suurempi kuin maadoitusjännite. Suojakipinäväliä käytettäessä sen rakenteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä, ja on suositeltavaa, että se on muuntajan käyttömaadoitettavan liittimen (läpivientieristimen) rakenteellinen osa. Suojattavan eristyksen jännitelujuudesta riippuen saattaa kipinävälinä tulla kysymykseen myös läpivientieristimen luonnollinen ylilyöntiväli.

12 § Ylijännitesuojaus

1. Sähkölaitos on rakennettava sellaiseksi, että vahingollisen ylijännitteen esiintyminen sen virtapiirissä on riittävästi estetty.

Vahingollisena ylijännitteenä pidetään sellaista laitteiston suurimman sallitun käyttöjännitteen ylittävää jännitettä, joka voi vahin-

goittaa laitteiston eristystä ja täten aiheuttaa 1 § 1 tarkoittamaa vaaraa sen ympäristössä.

Sisäisiä ylijännitteitä voivat aiheuttaa mm. erilaiset kytkentätapahumat, resonanssi-ilmiöt ja virtapiirin vajaanapainen katkaisu (esim. kytkinlaitteen vajaanapainen toimiminen tai johdinkatkeama) sekä maasulku (suurentamalla terveiden vaiheiden ja nollapisteen jännitettä maahan nähden). *Ulkoisia ylijännitteitä* voi aiheutua mm. ilmakehän sähköpurkauksista sekä siitä, että jännite pääsee virtapiiristä toiseen esimerkiksi piirien välisen muuntajan eristyksen vahingoittuessa, paljaiden johtimien koskettaessa toisiaan tai ylilyönnin tapahtuessa piirien välillä. Jännite saattaa siirtyä virtapiiristä toiseen myös induktiivisen tai kapasitiivisen kytkennän taikka maan potentiaalin nousun välityksellä.

Ylijännitteen esiintyminen estetään ensikädessä laitteiston ja laitteiden tarkoituksenmukaisella rakenteella ja eristyksellä.

Erityisesti on huolehdittava siitä, että yli 1000 V laitteiston vika ei aiheuta vaarallista jännitettä *enintään 1000 V laitteistossa*. Tämän vuoksi on tällaisiin eri järjestelmiin kuuluvat, esimerkiksi samaan kennoon asetetut laitteet taikka samaan kanavaan tai yhteiselle arinalle sijoitetut johdot, joita ei erota toisistaan suojamaadoitettu metallilevy, -vaippa tms. suoja, sijoitettava riittävän etäälle toisistaan siten, että eristysvian sattuessa jännitteen pääseminen suurempijännitteisestä virtapiiristä pienempijännitteeseen virtapiiriin estyy. Ilmajohtojen sijoittaminen toistensa läheisyyteen, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4. Järjestelmien välisen eristysvian mahdollisuutta, esimerkiksi niiden välisessä muuntajassa tapahtuvaa läpilyöntiä ei käytännössä voida kokonaan poistaa. Tästä aiheutuva vaara on vähäinen, jos enintään 1000 V järjestelmä on asianmukaisesti maadoitettu (ks. 7 § 1 ja 10 § 2, ryhmä e) tai maadoittamattoman järjestelmän maadoitusresistanssit ovat riittävän pienet (ks. 10 § 2, ryhmä e).

Yli 1000 V laitteisto voi aiheuttaa vaaraa myös *toiselle yli 1000 V laitteistolle*, varsinkin jos niiden käyttöjännitteet eroavat toisistaan paljon. Vaaran suuruus riippuu lisäksi siitä, miten nopeasti vika paikka kytketään jännitteettömäksi. On huolehdittava siitä, että eri järjestelmiin kuuluvien jännitteisten osien välisen ylilyönnin tai nii-

den toisiinsa koskettamisen mahdollisuus on vähäinen. Jos järjestelmien jännitteet eroavat toisistaan niin paljon, että jännitteen pääseminen järjestelmästä toiseen voi vahingoittaa laitteiston eristystä, on tämän vaaran vähentämiseksi riittävien etäisyyksien käyttämisen (ks. 5 § 1) lisäksi suojamaadoitettava sellaiset metalliosat, jotka ovat alttiina useampien järjestelmien jännitteille. Ilmajohtojen sijoittaminen toistensa läheisyyteen, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

Ylijännitesuojan käyttäminen ilmakehän sähköpurkauksia vastaan ei ole pakollista, elleivät erityiset syyt anna siihen aihetta. Kytkinlaitoksen (kuten muuntoaseman), rakennuksen tai sähkölaitteen suojaamiseksi on kuitenkin erityisesti ilmajohtoverkossa suositeltavaa käyttää ylijännitesuojaa.

Eristyskoordinaatiota ja ylijännitesuojausta on käsitelty tarkemmin mm. IEC:n julkaisuissa 71—1, 71—2, 71—3, 99—1 ja 99—1A.

13 § Suojaus palovaaralta ja terveydelle haitallisilta aineilta

1. Muuhunkin käyttöön kuin sähkön kehittämis-, siirto- tai kulutuslaitteiden sijoituspaikaksi tarkoitettussa rakennuksessa on suurehkon määrän öljyä tai muuta palavaa ainetta sisältävä sähkölaite tai -laitteisto sijoitettava sellaiseen tilaan, josta palon leviäminen on riittävästi estetty.

On suositeltavaa, ettei käytön kannalta tärkeitä laitteistoja sijoiteta tilaan, jossa on suurehkon määrän öljyä tai muuta palavaa ainetta sisältäviä laitteita. Suureholla öljymäärällä tarkoitetaan tässä yli 2500 kg öljymäärää.

Suomen rakentamismääräyskokoelman julkaisun E 1 (kohdat 3.3.4.1 ja 3.2.2.8.2) mukaan erityiskäyttöinen tila kuten muuntamo on sijoitettava palonkestävään rakennukseen. Muihin paloluokkiin kuuluviin rakennuksiin sijoitettuna tila on rakennettava palonkestäväksi ja osastoitava vähintään A 120-luokan rakentein.

Kantaviin ja osastoiviin rakenteisiin (ml. ulkoseinät ja yläpohja) on sovellettava rakentamismääräyskokoelman E 1 taulukon 7 sarakkeessa 6 esitettyjä vaatimuksia. Jos tila suojataan automaattisella sammutuslaitteistolla, on sovellettava sarakkeen 4 vaatimuksia. Rakenteiden on kuitenkin oltava vähintään A-luokkaa.

Tila on pyrittävä suunnittelemaan siten, ettei siitä ole yhteyttä rakennuksen muihin osiin ja että sen ovi avautuu suoraan ulos. Mahdollista hätäsalpaa ei saa lukita siten, että tilasta poistuminen hätätilanteessa vaarantuu.

Jos tilaa ei voida sijoittaa ulkoseinän viereen ja ovi avautuu muihin tiloihin, oven on oltava kynnyksellinen ja vähintään luokkaa A 60. Muihin tiloihin johtavien kaapeliläpivientien on oltava vähintään luokkaa A 60. Lisäksi ilmanvaihtohormit on varustettava vähintään luokkaa A 60 olevilla sulkeutuvilla palonrajoittimilla. Mahdollinen öljypalo ei saa vaarantaa uloskäytävien käyttöä.

Jos tilan ulkoseinän yläpuolella on palava-aineinen räystäs tai kattorakenne alle 15 m etäisyydellä taikka ikkunoita alle 10 m etäisyydellä, seinän on täytettävä osastoivan seinän vaatimukset.

Öljyn valuminen muihin tiloihin on estettävä. Öljykuopan käyttöä suositellaan varsinkin, jos öljypalo voi levitä muihin laitteisiin.

2. Yksinomaan sähköön kehittämis-, siirto- tai kulutuslaitteiden sijoituspaikaksi tarkoitettu rakennus ja ulos asennettu sähkölaite tai -laitteisto, joiden palaessa voi syntyä suuri kuumuus, on sijoitettava riittävän etäälle syttyvistä rakenteista ja varastoista.

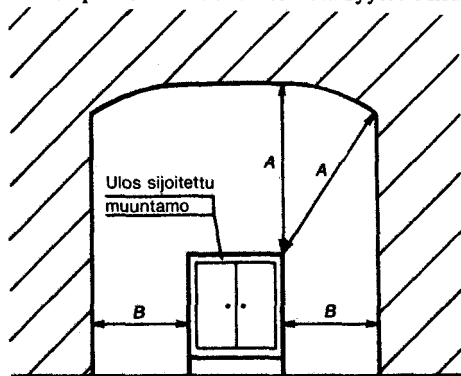
Jos ulkoseinä- ja kattorakenteet ovat pääosiltaan palavista rakennustarvikkeista, on tämän kohdan vaatimuksia sovellettava laitteiden öljymäärästä riippumatta, ja muunlaisten rakennusten ollessa kysymyksessä laitteen tai laitteiden yhteisen öljymäärän ylittäessä 200 kg.

Etäisyysvaatimukset on esitetty taulukossa 13.2—1. Laitteiden sijoittamisessa tontinrajan tai rakennuspaikan läheisyyteen on otettava huomioon, mitä yleinen lainsäädäntö (rakennuslaki ja -asetus, paikallinen rakennusjärjestys) määrää. Jos uhanalaisen kohteen arvo on suuri tai henkilöturvallisuus erityisesti vaarantuu, on taulukon

Taulukko 13.2—1. Erilliseen rakennukseen tai ulos sijoitetun muuntamon tai vastaavan vähimmäisetäisyydet muista rakennuksista tai varastoista.

1	2	3
Muuntamon ja uhanalaisen rakennuksen uhanalaisten rakennusrakenteiden palonkesto-aikojen summa osastoivina rakennusosina 1) 2) 3) 4)	Etäisyys <i>B</i> , kun uhanalainen rakennus ei ole arvokas eikä henkilöturvallisuus vaarannu	Etäisyys <i>B</i> , kun uhanalainen rakennus on arvokas tahi henkilöturvallisuus vaarantuu
min	m	m
0	5	15
30	5	12
60	5	8
120	0	5
180	0	0

- 1) Mittaa *B* määrittäessä kaikkien ovien, ikkunoiden ja luukkujen palonkesto-aikojen on oltava puolet vastaavan seinän palonkestoajasta. Uhanalaisella alueella olevat säleiköt tms. voivat pienentää palonkestoajan nollaan.
- 2) Uhanalaisen seinän palonkestoajan täyttävän rakenteen tulee ulottua vähintään piirroksen mukaiseen etäisyyteen muuntamosta.



Muuntamo ei aseta vaatimuksia viivoitettulla alueella oleville rakenteille.

A = 10 m, kun uhanalainen rakennusosa on puisia ikkunapuitteita lukuunottamatta palamatonta materiaalia, ja mitta *B* on taulukon 13.2—1 sarakkeesta 2.

A = 15 m, kun uhanalainen rakennusosa on puuta tai muuta palavaa materiaalia tai, kun mitta *B* on taulukon 13.2—1 sarakkeen 3 mukainen.

Mittan *B* tulee säilyä räystäisiin tms. rakenteisiin, jos ne ovat mitalla *A* määritettyä korkeutta alempana. Mitta *B* määritetään tällöin tällaisen rakenteen ja muuntamon palonkesto-aikojen summan mukaan.

- 3) Jos muuntajat tms. öljyä sisältävät laitteet suojataan automaattisella sammutuslaitteistolla, voidaan taulukkoa soveltaa 60 minuutilla lisätyllä palonkestoajalla.
- 4) Jos muuntamossa on öljyä yli 2500 kg, noudatetaan sarakkeen 3 etäisyyksiä.

etäisyyksiä suositeltavaa lisätä huomattavasti tai varustaa laitteisto öljykuopalla ja automaattisella sammutuslaitteistolla.

Uhanalaisen kohteen arvo on suuri, jos kyseessä on kulttuurihistoriallisesti tai muusta syystä erityisen arvokas rakennus. Tavanomaista asuin-, toimisto- ja teollisuusrakennusta ei pidetä arvokkaaseen rakennukseen verrattavana.

Henkilöturvallisuus vaaraantuu erityisesti, kun uhanalainen rakennus on vanhainkoti, sairaala, lastentarha, koulu, teatteri, ravintola tms.

3. Sähkölaitteen, josta voi lähteä haitallinen määrä terveydelle vaarallisia aineita, sijainnin ja käsittelyn on oltava sellainen, että vaaraa ei aiheudu.

Ympäristön lämpötilan lisäksi on otettava huomioon laitteen käyttölämpötilat, normaalissa toiminnassa esiintyvät valokaaret, liiallinen lämpeneminen ja mahdollinen vaurioituminen.

Tällaiset laitteet on sijoitettava hyvin tuulettuvaan tilaan, jossa hengitysilma jatkuvasti sallitut pitoisuudet eivät ylitä. Vauriotapauksissaan eivät lyhytaikaisesti sallitut pitoisuudet saa ylittyä laitteen välitöntä läheisyyttä lukuun ottamatta.

Sähkölaitteiden (ml. käytöstä poistetut) sisältämien terveydelle vaarallisten aineiden pääseminen ympäristöön on riittävästi estettävä. PCB:tä sisältävien sähkölaitteiden valmistusta, maahantuontia ja käyttöä koskevat rajoitukset ja suositukset on Sähkötarkastuskeskus antanut erikseen tiedonannossa T 72.

Muovikaapeleita ei katsota tässä tarkoitetuiksi sähkölaitteiksi; niiden osalta ks. 24 § 1.

III luku. Kojeet, koneet ja kytkinlaitokset

14 § Ylivirtasuoja

1. Ylivirtasuojan rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että ylivirtasuojaa voi käsitellä ilman vaaraa ja että se kykenee vaurioittumatta ja vaaraa aiheuttamatta katkaisemaan virtapiirin suurimman mahdollisen virran.

Suurimmalla mahdollisella virralla tarkoitetaan kuormitus- ja ylikuormitusvirran lisäksi myös oiko- tai maasulun aikana virtapiirissä esiintyvää virtaa. Jos ylivirtasuojaa käsiteltäessä syntyy vaaraa tahattomasta koskettamisesta tai valokaaresta, on käytettävä erityisiä suoja- tai työkaluja.

Säteittäisessä pienjänniteverkossa oikosulkuvirta vaihtelee muuntajan tehosta ja johdon pituudesta sekä näiden impedansseista riippuen laajoissa rajoissa. Jos kyseessä ovat muuntamon varokkeet tai jos liittymän pääkeskus sijaitsee välittömästi muuntajan läheisyydessä, oikosulkuvirta saattaa olla kymmeniä kiloampeereita. Kuluttajan ryhmäkeskuksessa se on kuitenkin yleensä 100...3000 A. Jotta ylivirtasuojan suojausvaikutus voitaisiin tarkistaa, on tunnettava suojan virran suuruudesta riippuva katkaisuaika sekä suurin virta, jonka suoja kykenee vahingoittumatta katkaisemaan.

Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaan 500 V tulppasulakkeen on kyettävä katkaisemaan vähintään 20 kA suuruinen virta ja 500 V kahvasulakkeen vähintään 50 kA virta tai nimelliskatkaisukykynsä suuruinen virta.

6...63 A johdonsuojakatkaisijan on kyettävä katkaisemaan nimelliskatkaisukykynsä suuruinen virta. Jos yksivaiheinen oikosulkuvirta johdonsuojakatkaisijan sijoituspaikassa ylittää suojan katkaisukykyyn tai johdonsuojakatkaisijan katkaisukyky on enintään 1500 A, on suojan edessä käytettävä sulaketta. Sulakkeen suuruuden ilmoittaa johdonsuojakatkaisijan valmistaja, mutta se saa olla enintään 100 A johdonsuojakatkaisijan katkaisukykyyn ollessa enintään

1500 A. Sulake saa olla yhteinen usealle johdonsuojakatkaisijalle.

Moottorisuojakytkimen katkaisukyky on yleensä varsin pieni. Moottorisuojakytkimen katkaisukyvyn ollessa riittämätön tai pienempi kuin 1500 A, on sen edessä virtapiirissä käytettävä erillistä oikosulkusuojaa.

Ylivirtasuojassa voi sen katkaisukyvyistä riippumatta esim. löysä kosketus aiheuttaa kipinäointiä tai suuren lämpötilan, joista voi aiheutua vaaraa. Ylivirtasuojan sijoitukselle ja sen koteloinnille eri tiloissa asetetut vaatimukset, ks. 37 § 1, 40 § 1 ja 41 § 3.

2. Varokkeen rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että sulakkeen voi vaihtaa ilman vaaraa.

Sulakkeen vaihtaminen varokkeessa on yleensä suoritettava virrattomana (ks. myös 48 § 1). Sulakkeen virrattomaksi tekemistä varten on samassa jakokeskuksessa oltava kytkin, joka voidaan avata tuottamatta suurta haittaa sähkön jakelulle, tai varokkeen on sijaittava itse kytkimessä, jonka avulla sulake tehdään ennen sen vaihtoa virrattomaksi. Jos kahvasulakkeen käsittelyn joutuu tekemään muu kuin sähköalan ammattihenkilö, kytkin on sijoitettava virtapiiriin ennen varoketta niin, että varoke voidaan ennen sulakkeen vaihtoa kytkeä myös jännitteettömäksi.

Sulakkeen vaihtaminen, ks. 48 §.

Tulppavarokkeen jälkeinen johdin (syöttösuunnasta katsottuna) on kytkettävä varokepesän kierreosaan. Suurempaa kuin 6 A tulppasulaketta käytettäessä on varokepesään kiinnitettävä vastaavan suuruisen pohjakosketin, ettei sallitun sulakekoon suurentaminen varokkeessa olisi ilman työkalua mahdollista. 6 A pienemmillä sulakkeilla on käytettävä 6 A pohjakosketinta.

Kahvarokeasennuksissa on oltava niin korkeat varokkeiden välilevyt tai niin suuret varokealustojen keskinäiset etäisyydet, ettei varokekahvalla voi sen epäedullisimmassa asennossakaan aiheuttaa oikosulkua varokealustojen tai niihin kiinnitettyjen sulakkeiden välillä. Enintään 1000 V laitteistossa oletetaan sulakkeen tällöin olevan vaihtokahvaan kiinnitettynä.

Yli 1000 V sulakkeen vaihtamisessa käytettävä tarkoituksenmukainen apulaite, ks. 23 § 4.

3. Ylivirtasuojat on sijoitettava keskitetysti tai muuten tarkoituksenmukaisesti.

Ylivirtasuoja on sijoitettava kytkinlaitokseen (jakokeskukseen), ellei erityisistä syistä ole tarkoituksenmukaista sijoittaa sitä muualle. Kytkinlaitos, ks. 23 §.

Ylivirtasuojat on jakokeskuksessa ryhmitettävä selväpiirteisesti. Suojien merkinnät, ks. 23 § 5.

Ylivirtasuojan saa sijoittaa kulutuskojeeseen (esim. suojaamaan sen jotakin osaa) tai tämän ja ryhmäkeskuksen välille (ks. 33 § 2), jos tämä on tarkoituksenmukaista. Niinpä kulutuskojeen ylikuormitus-suojan saa sijoittaa kulutuskojeeseen tai sen luokse. Sen sijaan kulutuskojeen ja ryhmäjohtoon yhteinen oikosulkusuoja on yleensä sijoitettava jakokeskukseen. Pylvääseen sijoitettua valaisinta suojaavan ylivirtasuojan saa myös sijoittaa muualle kuin jakokeskukseen, jos tämä on tarkoituksenmukaista. Ns. jakelukiskojärjestelmässä on usein välttämätöntä sijoittaa ylivirtasuoja lähimmän jakokeskuksen ja kulutuskojeen välille kohtaan, missä johdon kuormitettavuus pienenee. Rakennuksen päävarokkeen sijainti, ks. 32 § 2.

15 § Kytkinlaite

1. Virtapiirin sulkemiseen ja avaamiseen on käytettävä kytkinlaitetta, jonka sulkemis- ja katkaisukyky sekä sallittu kytkentätiheys ovat tähän tarkoitukseen riittävät.

Kytkinlaitteen valinnassa on käyttötarkoitukseen ja virtapiirin ominaisuuksiin kiinnitettävä erityistä huomiota. Kytkinlaitteen käytössä mahdollisesti esiintyvä tuli-ilmiö ei saa ulottua ohjauseliimiin eikä muutenkaan aiheuttaa vaaraa. Valmistajan kytkinlaitteelle ilmoittamia arvoja ei saa ylittää.

Varokkeen käyttäminen kytkinlaitteena, ks. 14 § 2.

Kytkinlaitteen on oltava yleensä kaikkinaipainen, ja kaikkien napojen on toimittava yleensä käytännöllisesti katsoen samanaikaisesti. Kytintä saa käyttää myös vajaanapaisesti edellyttäen, että Sähkö-tarkastuskeskus on sen erikseen tätä tarkoitusta varten hyväksynyt. Yksinapainen kytkinlaite, ks. 15 § 3, 4 ja 6. Turvakytkin, ks. 15 § 6.

2. Kytkinlaitteen on suljettuna kestettävä vaaraa aiheuttamatta virtapiirin suurin mahdollinen virta.

Kytkinlaitteen on sen ollessa suljettuna kestettävä virtapiirissä esiintyvä kuormitusvirta ja myös oiko- ja maasulussa syntyvä virta, kunnes piirin oiko- tai maasulkusuoja pysyvästi katkaisee virran.

Kytkimelle asetetut vaatimukset, ks. myös 15 § 4.

3. Katkaisijan on kyettävä vaaraa aiheuttamatta sulkemaan ja katkaisemaan virtapiirin suurin mahdollinen virta.

Katkaisijan on pystyttävä sulkemaan ja katkaisemaan kuormitusvirran lisäksi myös oikosulku- ja maasulkuvirta.

Katkaisijan sulkemiskyvyn on oltava ohjausliikkeestä riippumaton.

Pikajälleenkytkennässä katkaisija saa toimia yksinapaisesti.

4. Kytkimen on kyettävä vaaraa aiheuttamatta sulkemaan ja katkaisemaan kuormitusvirta.

Jos kytintä käytetään ylikuormitussuojaukseen, on siinä oltava *vapaalaukaisulaite*, joka sallii kytkimen avautumisen ylikuormalla ohjaustoimenpiteistä riippumatta.

Kun enintään 250 V kulutuskoje liitetään järjestelmän äärijohtimen ja nolla- tai PEN-johtimen väliin, saa kytkin olla *yksinapainen*, jol-

loin se on liitettävä äärijohtimeen. Siirrettävässä kojeessa kytkin saa kuitenkin olla myös nollajohtimessa, jos pistokytkin on kaksiasen-toinen.

Kun kulutuskoje liitetään järjestelmän kahden äärijohtimen tai äärijohtimen ja maadoittamattoman nollajohtimen väliin, kulutuskojeen kytkimen on oltava *kaksinapainen*. Siirrettävässä enintään 250 V kulutuskojeessa kytkin saa kuitenkin olla yksinapainen. Myös kaksinapaisessa suojajännitteisessä järjestelmässä ja suojaerotetussa virtapiirissä kytkin saa olla yksinapainen.

Kytkimen sijoitus, ks. 15 § 7.

Enintään 1000 V kytkimen *nimellisvirta* ei yleensä saa olla sen edessä olevan ylivirtasuojan nimellisvirtaa pienempi. Poikkeuksia tästä sallitaan seuraavissa tapauksissa:

- a. Virtapiirissä on välittömästi kytkimen jälkeen ylivirtasuoja, jonka nimellisvirta on enintään kytkimen nimellisvirran suuruinen.
- b. Kytkin on ryhmäjohdossa, ja sen nimellisvirta on vähintään yhtä suuri kuin sen jälkeen virtapiirissä esiintyvä pysyvä tai pitkäaikainen kuorma. Tämän mukaan esim. moottorin ryhmäjohdossa olevan kytkimen saa mitoittaa moottorin nimellisvirran mukaan, vaikka ryhmäjohtoon ylivirtasuojan nimellisvirta olisikin käynnistysvirran vuoksi suurempi.
- c. Jakokeskuksen pääkytkimen saa silloin, kun kuormituksen luonteesta johtuen tasaus voidaan sallia, mitoittaa keskuksesta lähtevien johtojen tasattua kuormaa vastaavan virran mukaan, jos jokaista lähtevää johtoa suojaa keskuksessa oma ylivirtasuoja, jonka nimellisvirta on enintään kytkimen nimellisvirran suuruinen.

Jos siirrettävän kulutuskojeen nimellisvirta on yli 16 A, kulutuskojeessa on yleensä rakenteellisena osana oltava kytkin.

5. Kytkinlaitteen asennon on oltava selvästi nähtävissä paitsi, milloin kysymyksessä on käsin ohjattu yksinapainen enintään 250 V kytkin.

Ellei kytkinlaitteen virtatien avausväli ole nähtävissä, laite tai sen

ohjauselin on varustettava luotettavilla kytkinlaitteen auki- ja kiinniasentoja osoittavilla merkinnöillä, tai kytkinlaitteessa on oltava merkinnät siitä, miten se avataan ja suljetaan. Erottimelle asetetut vaatimukset, ks. 15 § 6.

Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisen kytkinlaitteen katsotaan täyttävän edellä esitetyt vaatimukset. Kytkinlaitteen *ohjauselimellä* tarkoitetaan vipua, painiketta tms. laitetta, jonka avulla kytkinlaitteen avausväli suljetaan tai avataan. Ohjauselin voi tehdä tämän mekaanisen tai sähköisen välityksen (ohjausvirtapiirin) avulla.

Ohjauselimen yhteydessä käytetään seuraavia *merkintöjä*: Kytkinlaitteen aukiasentoa osoittava vivun asento tai kytkinlaitteen avaava painike varustetaan tunnuksella 0 ja kiinniasentoa osoittava vivun asento tai kytkinlaitteen sulkeva painike tunnuksella I. Merkintöjä ”auki” ja ”kiinni” ei saa käyttää silloin, kun tarkoituksena on osoittaa vain kytkinlaitteen asentoja. Jos kytkinlaitetta käytetään jonkin muun laitteen ohjaamiseen, ja merkinnät ”auki” ja ”kiinni” ovat käyttäjän ohjeeksi päälaitteen toimintaa ajatellen tarkoituksenmukaisia, on niiden käyttö kuitenkin sallittu; esim. portti auki, portti kiinni -ohjaus.

Jos painikkeet edellisten tunnusten lisäksi varustetaan *värimerkinnöillä*, punaista väriä saa käyttää vain kytkinlaitteen avaavalle painikkeelle. Jos sama painike vuoroin avaa ja sulkee kytkinlaitteen, sen väri ei kuitenkaan saa olla punainen. Jos painikkeet ohjaavat kytkinlaitetta sähköisen välityksen (ohjausvirtapiirin) avulla, päävirtapiirin on avauduttava punaisen painikkeen avulla.

Jos irrotettavaa osaa kuten ohjauselintä, peitelevyä tai vastaavaa käytetään osoittamaan kytkinlaitteen koskettimien asentoa, on rakenteen oltava sellainen, että irrotettavan osan voi kiinnittää vain oikeaan asentoon.

Painikkeiden ja merkkilamppujen väreistä annetaan lisäohjeita standardissa SFS 2665.

6. Erottimella on aikaansaattava turvallinen avausväli erotettavan virtapiiriin ja muun laitoksen välille ja erotin on voitava tarvittaessa lukita sekä auki- että kiinniasentoon.

Työkohteen erottaminen käyttöjännitteestä, ks. 50 § 1.

Erottimen avausvälin on oltava *nähtävissä* tai erotin on varustettava luotettavalla *mekaanisella asennonosoituksella*. Luotettavana asennonosoituksena pidetään elintä, johon erottimen koskettimen asento tai koskettimeen kiinteästi kytketty osa suoraan vaikuttaa. Sähkötarkastuskeskus ratkaisee tarvittaessa, onko asennonosoitus luotettava. Jakokeskuksen pääkytkin sekä turvakytkin, jotka Sähkötarkastuskeskus on hyväksynyt, täyttävät luotettavalle asennonosoitukselle asetettavat vaatimukset.

SF₆-eristeisessä tai vastaavassa jakelumuuntajan kytkinlaiteteknossa, jossa kytkinlaitteen eristyksen likaantuminen ja kostuminen on tehokkaasti estetty kojeiston koteloinnin avulla, jakelumuuntajan kytkinlaitteen katsotaan täyttävän erotusvälille asetetut vaatimukset, jos kytkinlaite on varustettu luotettavalla mekaanisella asennonosoituksella, kytkinlaite täyttää erottimen avausvälille asetetut koejännitevaatimukset ja kojeisto on varustettu maadoituskytkimellä. Lisäksi edellytetään että katkaisukokeissa eristystaso on säilynyt riittävänä, mikä varmistetaan tyyppikoestuksen yhteydessä katkaisukokeiden jälkeen suoritettavalla vaihtojännitekokeella.

Turvakytkimen tarkoituksena on esimerkiksi huolto-, korjaus- tai muita toimenpiteitä varten pysäytetyn laitteen vahinkokäynnistykseen estäminen. Turvakytkimen on täytettävä kuormakytkimelle ja pääkytkimelle asetettavat vaatimukset sekä Sähkötarkastuskeskuksen antamat sitä koskevat lisämääräykset. Turvakytkin on voitava lukita ainakin auki-asentoon ja sen asennonosoituselimen on mentävä paikalleen asennuksen tms. jälkeen vain koskettimien asentoa vastaavaan asentoon. Kytkimessä on oltava näkyvällä paikalla merkintä ”Turvakytkin”. Turvakytkimen käytöstä mm. eräiden työkohteiden kytkinlaitteena on määrätty työsuojeluhallituksen antamissa määräyksissä ja ohjeissa sekä teollisuuskoneiden sähkölaitteita käsitlevässä standardissa SFS 2647.

Sähkötilan ulkopuolelle sijoitetun erottimen tai erottimen ohjaimen

on oltava lukittavissa. Erottimen tai sen ohjaimen lukitseminen, ks. 3 § 11 ja 50 § 2.

Eroittimen on pysyttävä luotettavasti sekä auki- että kiinniasennossaan.

Jos erottimen avausvälin rinnalle on asennettu eristin, jonka keskipiste ei ole maadoitettu, eristimen jännitelujuuden on täytettävä avausvälille asetetut vaatimukset. Mikäli eristin on yhteydessä ilman kanssa, sen pintamatkan on lisäksi oltava vähintään 50 % suurempi kuin ko. kytkinlaitoksen vaiheen ja maan välisten eristimien.

Eroittimen saa toimia yksinapaisesti.

7. Kytkinlaite on yleensä sijoitettava virtapiirin kiinteään osaan tai kulutuskojeeseen.

Huoneenlämmityskojeen kytkin, ks. 19 § 2, kohta A.

Kytkinlaitteen saa sijoittaa muualle kuin virtapiirin kiinteään osaan tai kulutuskojeeseen seuraavissa tapauksissa:

- a. Jatkopistokytkimen saa sijoittaa taipuisaan liitäntäjohtoon.
- b. Eräiden kulutuskojeiden kuten lämpötyynyn ja valaisimen taipuisaan liitäntäjohtoon saa kojeiden käyttötavan vuoksi sijoittaa kytkimen. Kun kytkin sijoitetaan tällaiseen johtoon, kytkimen rakenteessa on oltava 33 § 1 mukaiset liitäntälaitteet kytkimeen tulevan ja siitä lähtevän liitäntäjohtoon kiinnittämiseksi. Jos kytkimen kautta on vietävä myös suojajohdin, kytkimessä on oltava suojajohtimen jatkamiseen tarkoitettu liitin.

8. Pistokytkimen rakenteen ja asennuksen on oltava sellainen, ettei sen jännitteisiä osia voi tahattomasti koskettaa ja ettei eri virtajärjestelmiin kuuluvaa pistotulppaa ja -rasiaa voi kytkeä toisiinsa, jos tästä aiheutuu vaaraa.

Koska tulpan koskettimet eivät normaaleissa rakenteissa ole kosketussuojaisia, tulppa on asennuksessa liitettävä siihen virtapiirin osaan, joka on jännitteettömänä pistokytkimen ollessa auki.

Pistorasiaan ei saa olla kytkettävissä pistotulppaa, jonka nimellisvirta on suurempi tai nimellisjännite pienempi kuin pistorasian.

Jos samassa huoneistossa tai samalla työpaikalla käytetään erilaisia järjestelmiä, joiden jännite tai taajuus on erilainen, pistokytkimenä

Taulukko 15.8—1. Pistokytkeisiin sallitut liitäntäjohtot.

Pistokytkimen nimellisarvot	Pistokytke- mien kosket- timien luku- määrä ¹⁾	Pistokytkimen rakenne	Liitäntäjohto	
			lajit ²⁾	poikkipinnat mm ² Cu
10/16 A 250 V	3	pyöreä (suko) CEE 7	VSK, VSKB, VSKN, MSK	3×1 ²⁾ ... 1,5
16 A 250 V	3	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSK, VSKB, VSKN, VSB, VSN	3×1 ... 1,5
16 A 380 V	4	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSK, VSKB, VSKN, VSB, VSN	4×1,5 ... 2,5
40 A 500 V	4	suorakaide CEE 17	VSB, VSN,	4×4 ... 10
80 A 500 V	4	suorakaide CEE 17	VSB, VSN	4×6 ... 25
16 A 380 V	5	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSK, VSKB, VSKN, VSB, VSN	5×1,5 ... 2,5
32 A 380 V	5	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSK, VSKB, VSKN, VSB, VSN	5×2,5 ... 6
63 A 380 V	5	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSB, VSN	5×4 ... 16
125 A 380 V	5	pyöreä CEE 17, IEC 309	VSB, VSN	5×16 ... 50

¹⁾ 3-kosk. $\triangleq$ 2P + suojakosk.; 4-kosk. $\triangleq$ 3P + suojakosk.; 5-kosk. $\triangleq$ 3P + nollakosk. + suojak.

²⁾ ks. myös taulukko 40.1—1.

on eri järjestelmissä käytettävä erilaisia rakenteita niin, että eri järjestelmiin kuuluvaa tulppaa ja rasiaa ei voi kytkeä toisiinsa. Jos tämä on vaikeasti toteutettavissa, eri järjestelmien rasioiden ja tulppien erottamiseen on käytettävä väri- tai muita tunnuksia. Tällaisia merkintöjä on syytä käyttää silloinkin, kun pistokytkimenä käytetään erilaisia rakenteita. Suojajännitejärjestelmä, ks. 15 § 9.

Siirrettävien pistokytkimien (pistotulppien ja jatkopistorasioiden) sallitut liitäntäjohdot ja johdinpoikkipinnat sekä suurimmat johdinlukumäärät on tavallisten rakenteiden osalta annettu taulukossa 15.8—1.

Liitäntäjohdon ylivirtasuojaja, ks. 25 § 2.

9. Pistokytkimen rakenteen ja asennuksen on tarvittaessa oltava sellainen, että siirrettävässä laitteessa voi käyttää 9 tai 10 §:ssä määrättyä suojausmenetelmää.

Suojakoskettimella varustettua pistokytkintä suljettaessa suojamaadoituspiirin on sulkeuduttava ennen muuta virtapiiriä, ja kytkintä avattaessa sen on avauduttava muun virtapiiriin avautumisen jälkeen.

Vaarallisissa ja erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa (ks. 9 § 1) kiinteässä virtapiirissä on oltava sellainen pistorasia tahi suojajännitteelle tarkoitettu erikoispistorasia, että siirrettävässä sähkölaitteessa on mahdollista käyttää vaarallisissa käyttöolosuhteissa ja erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa jotakin 9 § 1 mukaista suojausmenetelmää.

Käytettäessä suojausmenetelmänä suojajännitettä (ks. 9 § 2) siirrettävän kojeen liitäntäjohdossa ei saa olla suojajohdinta ja kojeen pistotulppa saa olla kytkettävissä vain suojajännitejärjestelmään kuuluvan erikoispistorasiaan.

Käytettäessä suojausmenetelmänä suojaerotusta (ks. 9 § 3) saa yleensä käyttää tavallista pistotulppaa ja -rasiaa edellyttäen, että suojaerotetun virtapiirin pistorasia varustetaan 15 § 8 tarkoittamilla tunnuksilla ja huomautuksella, että siihen saa liittää vain yhden kojeen. Kun kysymyksessä on laite, jonka käyttöpaikassa käyttöolo-

suhteet ovat poikkeuksetta erittäin vaaralliset, Sähkötarkastuskeskus voi laitteen hyväksymisen yhteydessä vaatia, että suojaerotetun laitteen liittämiseksi on käytettävä erikoispistokytkinjärjestelmää. Laitteessa on tällöin oltava vain suojaerotusmuuntajan erikoispistorasiaan sopiva tulppa.

Käytettäessä suojausmenetelmänä suojaeristystä (9 § 4) siirrettävän kojeen liitäntäjohdossa ei saa olla suojajohdinta, mutta kojeen pistotulppa on voitava kytkeä suojakoskettimella varustettuun pistorasiaan.

Käytettäessä suojausmenetelmänä nollausta (9 § 5), erillistä suoja-maadoitusta (9 § 6) tai 9 § 7 mukaista suojausmenetelmää taipuisassa liitäntäjohdossa on oltava suojajohdin, joka yhdistetään kojeen maadoitusliitimeen ja sen pistotulpan suojakoskettimen liitimeen.

Jatkojohtoa tai siirtymispistokytkintä (ns. adapteria) käytettäessä ei sen rakenne saa olla sellainen, että sen avulla on mahdollista saattaa käytetty suojausmenetelmä tehottomaksi.

16 § Sähkökone

1. Sähkökone on varustettava käynnistystä, säätöä ja käytön tarkkailua varten tarpeellisilla laitteilla sekä ylivirtasuojalla. Se on voitava erottaa kaikkinaipaisesti verkosta.

Sähkökoneen (koneen) rakenne, sijoitus ja jäähdytysjärjestelmä, ks. 3 § 7. Mekaaninen ja terminen lujuus, ks. 4 § 1. Erilaisissa tiloissa sallitut kotelointiluokat, ks. 40 § 1 ja 41 § 3.

Koneen käynnistys- ja säätövastuksen ohjauslaitteen rakenteen on oltava sellainen, ettei vastus voi ohjauksen jälkeen jäädä virtapiiriin, jos vastuksen kuumenemisestä voi aiheutua ympäristölle palovaa-
raa. Käynnistys- ja säätövastuksen rakenne, sijoitus ja jäähdytysjärjestelmä, ks. 3 § 7.

Kone, jota ei jatkuvasti valvota, on varustettava itsetoimivalla säätö- tai suojalaitteella, joka luotettavasti estää vaaraa aiheuttavan jän-

nitteen nousun tai taajuuden muutoksen verkossa, johon kone on kytketty. Tällaista laitetta ei vaadita, jos em. vaaraa ei voi esiintyä.

Jos moottori on varustettu ohjauspiirillä, jonka tarkoituksena on mm. moottorin pysäyttäminen vaaran estämiseksi tai vaaraa synnyttävän käynnistämisen estäminen, ohjauspiirin laitteineen on oltava sellainen, ettei maasulku estä ohjauspiirin suojausvaikutusta. Tämä koskee mm. sellaista sähköisesti kauko-ohjattua moottoria, jossa maasulku ohjauspiirissä muuten voi aiheuttaa moottorin käynnistuksen tai tehdä rajakytkimen tehottomaksi.

Moottori on varustettava oikosulkusuojalla ja sille on suositeltavaa järjestää tarkoituksenmukaisesti mitoitettu ylikuormitussuoja, vaikkei se 16 § 2 mukaan olisikaan pakollinen. Ylivirtasuoja voi olla yhteinen sähkökoneelle ja sen johdolle.

Sosiaali- ja terveysministeriö sekä työsuojeluhallitus ovat antaneet eräiden työkoneiden moottoreiden toimintaa koskevia lisävaatimuksia.

2. Sähkökone on varustettava ylikuormitussuojalla tai sen sijoituspaikan on oltava palonkestävä, jos koneen lämpenemisestä aiheutuu vaaraa.

Enintään 1000 V moottorin tarkoituksenmukaisena ylikuormitussuojana pidetään moottorinsuojakytkintä taikka kytkintä, jota moottorin käämityksen lämpötila ohjaa. Jos moottorinsuojakytkin ei voi toimia oikosulkusuojana, sen edessä on virtapiirissä oltava erillinen oikosulkusuoja, esim. varokkeet. On huolehditava siitä, ettei käytetä suurempia sulakkeita kuin mitä moottorinsuojakytkimen rakenne sallii. Jos moottorinsuojakytkin on termisen ylikuormitussuojan lisäksi varustettu tarkoituksenmukaisella magneettisella laukaisijalla, ja kytkimellä on riittävä katkaisukyky, katsotaan suojakytkimen toimivan myös oikosulkusuojana.

Jos useita pieniä moottoreita on liitetty samaan, enintään 16 A sulakkeilla suojattuun ryhmäjohtoon, jokaisella moottorilla ei tarvitse olla erillistä oikosulkusuojaa eikä kytkintä, ks. 33 § 2.

Palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa (ks. 37 § 1 ja 41 § 4) sähkökone on yleensä varustettava tarkoituksenmukaisella ylikuormitussuojalla. Palovaarallisessa tilassa ylikuormitussuojaa ei kuitenkaan vaadita, jos kone on rakenteeltaan ja teholtaan sellainen, että sen ulkopuoliset osat eivät kuumene korkeampaan lämpötilaan kuin 150°C moottorin kiinni jarrutuksessa, yhden äärijohtimen katkettua, yksivaihemoottorin apukäämin piirin kuumetessa tai katkettua eikä tasavirtamoottorin magnetoimispiirin katkettua. Siirrettävän käsi työkalun moottoria ei myöskään tarvitse varustaa ylikuormitussuojalla.

Muussa kuin palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa kone on yleensä varustettava ylikuormitussuojalla, ellei konetta ole sijoitettu palonkestävästi. Ylikuormitussuojaa ei kuitenkaan vaadita seuraavissa tapauksissa:

- a. Samoilla ehdoilla kuin palovaarallisessakaan tilassa ei vaadita ylikuormitussuojaa.
- b. Samassa huoneessa, jossa moottori ja sen käynnistys- ja säätölaitteet sijaitsevat, on moottorin käydessä ja sitä käynnistettäessä henkilö, jonka valvontaan moottori kuuluu.
- c. Enintään 1000 V moottori on liitetty nimellisvirraltaan enintään 16 A oikosulkusuojalla suojattuun johtoon.
- d. Ylikuormitussuojan käyttämisestä aiheutuu suurempaa vaaraa kuin sen pois jättämisestä; tällaisia tapauksia voi esiintyä sammutusjärjestelmässä tms.

Sähkökoneen rakenteelle, sijainnille ja jäähdytysjärjestelmälle asetetut yleiset vaatimukset, ks. 3 § 7.

17 § Muuntaja

1. Muuntajan rakenteen, kytkennän, sijainnin ja suojauksen on oltava sellainen, ettei muuntajasta aiheudu vaaraa ympäristölle eikä muuntajaan kytketyn kulutuskojeen käyttäjälle.

Muuntajassa ei yläjännite- ja alajännitekäämitysten välillä saa yleensä olla metallista yhteyttä. Tästä yleissäännöstä poikkeuksena sallitaan säästömuuntajan käyttö, jos säästökytkennän kaikkien käämitysten jännite on suurempi kuin 1000 V tai jos säästökytkennän kaikkien käämitysten käyttöjännite maata vastaan on enintään 250 V.

Palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa (ks. 37 § 1 ja 41 § 4) oleva muuntaja on varustettava ylikuormitussuojalla ja ensiöpuolella olevalla oikosulkusuojalla. Ylikuormitussuoja voi olla muuntajan ensiö- tai toisiopuolella.

Muuntajan rakenne, sijoitus ja jäähdytysjärjestelmä, ks. 3 § 7. Suojaus palovaaralta ja terveydelle haitallisilta aineilta, ks. 13 §. Erilaisissa tiloissa sallitut kotelointiluokat, ks. 40 § 1 ja 41 § 3.

2. Suojajännitemuuntajan ja suojaerotusmuuntajan rakenteen on oltava sellainen, ettei ensiöjännite voi siirtyä toisiopuolelle.

Suojamuuntajassa on oltava erilliset ensiö- ja toisiökäämitykset ja niiden välillä vahvistettu eristys. Myös suojamuuntajan rungon (säiliön) ja ensiökäämityksen välillä voi olla vahvistettu eristys, jolloin muuntajaa sanotaan luokan II suojamuuntajaksi. Jos taas ko. eristys on normaalin peruseristys, muuntajaa sanotaan luokan I suojamuuntajaksi.

Suojamuuntaja on varustettava ylikuormitussuojalla, ellei se luonnostaan ole oikosulkukestoinen.

Suojamuuntajan ensiöjännite ei saa olla suurempi kuin 500 V.

3. Mittamuuntajan toisiopiiri on maadoitettava liitettäessä muuntaja järjestelmään, jossa käyttöjännite sen virtapiirin jonkin osan ja maan välillä on yli 250 V tai järjestelmän ollessa maasta erotettu virtapiirin kahden osan välillä yli 440 V.

Mittamuuntajan toisiopiiri on maadoitettava, jos sen ensiöpiiri liitetään suurjännitejärjestelmään.

Toisiopiirin maadoitusjohdin yhdistetään ensiöpiirin suojamaadoitukseen kuten laitteen suojamaadoitettuun runkoon taikka suojakiskoon tai PEN-kiskoon tai -johtimeen. Häiriöiden välttämiseksi ja koestusten helpottamiseksi on usein tarkoituksenmukaista, että kolmivaihejärjestelmän eri vaiheiden yhteenkytkettyjen mittamuuntajien toisiopiiri maadoitetaan samassa pisteessä.

Mittamuuntajan toisiopiirin maadoitusjohtimen on johtokyvyltään oltava vähintään toisiopiirin äärijohtimen vahvuinen, kuitenkin

- johtokyvyltään vähintään 4 mm² kuparia vastaava, jos kyseessä on lyhyt johdin, joka ei ole alttiina mekaaniselle vahingoittumiselle
- nimellispoikkipinnaltaan vähintään 16 mm² kuparia, 25 mm² alumiinia (tai alumiiniseosta tai teräsvahvisteista alumiinia) tai 35 mm² ruostesuojattua terästä muissa tapauksissa.

4. Virtamuuntajan toisiopiiriä avattaessa ja auki pidettäessä on huolehdittava siitä, ettei tästä aiheudu vaaraa.

Jos virtamuuntajan toisiopiiri on auki, siinä saattaa jo ensiöpiirin normaalin kuormitusvirran kulkiessa esiintyä vaarallinen jännite.

Virtamuuntajan toisiopiirissä ei saa olla ylikuormitussuojaa, kytkintä tai muuta laitetta, jolla piiri on avattavissa ilman työkalua. Jos kuitenkin virtamuuntajan toisiopiiriin on asennettu kytkin, tämän on ennen piirin avaamista pakko-ohjatusti oikosuljettava toisiopiiri. Myös ns. vaunukatkaisijan ohjauskaapelin pistokytkin, jolla virtamuuntajan toisiopiiriin voi avata, saa olla irrotettavissa ilman työkalua, jos pistokytkeä ei voi avata katkaisijavaunun ollessa työasennossa tai jos pistokytkimen välittömässä läheisyydessä on asiaa koskeva varoitustaulu.

18 § Sähkömekaaninen koje

1. Moottori- tai magneettikäyttöisen käsityökalun tai kotitalouskojeen saa liittää vain järjestelmään, jossa käyttöjännite sen virtapiirin kaikkien osien ja maan välillä on enintään 250 V tai järjestelmän ollessa maasta erotettu virtapiirin kahden osan välillä enintään 440 V. Erityisistä syistä saa muunlaisen sähkömekaanisen kojeen liittää suurempaan jännitteeseen.

Jos muun kuin moottori- tai magneettikäyttöisen käsityökalun tai kotitalouskojeen teho on niin suuri, että sen syöttäminen kojeeseen ei ole kohtuullisin kustannuksin pienjännitteellä mahdollista, saa kojeen liittää suurjännitteeseen.

2. Siirrettävän sähkömekaanisen kojeen on erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa oltava suojajännitteinen tai suojaerotettu tahi suojaeristetty. Olosuhteiden niin vaatiessa on suojausmenetelmänä käytettävä suojajännitettä.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa (ks. 9 § 1) suositellaan suojajännitteiselle sähkömekaaniselle kojeelle käytettäväksi enintään 25 V suojajännitettä.

Kojeen, jota käytetään ahtaan johtavaseinäisen säiliön sisäpuolella tai vastaavanlaisessa *ahtaassa tilassa*, jossa seinämät ovat johtavat tai märät, on oltava suojajännitteinen tai suojaerotettu.

Ihmisen tai kotieläimen *kehonhoitoon* (ihon, karvojen, hiusten, hampaiden tms. käsittelyyn) tarkoitetussa kojeessa on, ellei koje ole suojajännitteinen, kaikki ne osat, jotka joutuvat pitkäaikaisesti tai toistuvasti kosketukseen kehon kanssa, suojaeristettävä. Jos jälkimmäisessä tapauksessa kojeessa on muita kosketeltavia metalliosia, joita ei ole suojaeristetty, ne on suojattava muulla 9 § 1 kohdan *B* mukaisella suojausmenetelmällä.

Muunlaisen siirrettävän sähkömekaanisen kojeen on oltava suojajännitteinen, suojaerotettu tai suojaeristetty mm. silloin, kun kojetta joudutaan *käyttötoimenpiteenä* pitelemään käsin pitkäaikaisesti tai

toistuvasti määrässä tilassa ja alustan (esim. lattian tai maanpinnan) ollessa samalla johtava tai osittain johtava. Tällaiseksi kojeeksi katsotaan mm. siirrettävä betonintärytin, lypsykone, kalansuomustuslaite ja yleensä kaikki sellaiset siirrettävät sähkömekaaniset kojeet, jotka on tarkoitettu erityisesti ulkokäyttöön kuten moottorisaha, pensasleikkuri ja ruohonleikkuri. Sama koskee sähkömekaanista kojetta, jota joudutaan käyttötoimenpiteenä pitelemaan käsin johtavalla alustalla polvi-, istuma- tai makuuasennossa työskennellen.

Suojamuuntajan sijoittaminen, ks. 9 § 2 ja 9 § 3.

Jos sähkömekaaninen koje on samalla myös lämpökoje, sen rakenteessa ja käytössä on lisäksi noudatettava myös 19 §:ssä asetettuja vaatimuksia.

19 § Sähkölämpökoje

1. Siirrettävän lämpökojeen saa liittää vain järjestelmään, jossa käyttöjännite sen virtapiiriin kaikkien osien ja maan välillä on enintään 250 V tai järjestelmän ollessa maasta erotettu virtapiiriin kahden osan välillä enintään 440 V. Erityisistä syistä saa muunlaisen sähkölämpökojeen liittää suurempaan jännitteeseen.

Jos lämpökojeen teho on niin suuri, ettei sen syöttäminen kojeeseen ole pienjännitteellä kohtuullisin kustannuksin mahdollista, saa kojeen liittää suurjännitejärjestelmään.

2. Lämpökojeen rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, ettei kojeesta aiheudu palovaaraa ja se on tarvittaessa varustettava suojalaitteella.

3. Lämmitysjohtojen rakenteen, sijainnin ja suojaus on oltava sellainen, ettei johdosta aiheudu vaaraa.

KtM:n päätöksen 19 § 2 ja 3 soveltamismääräykset ja ohjeet on esitetty seuraavassa.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä lämpökojeen sijoitukseen (asennukseen) palavasta rakennustarvikkeesta olevien rakenteiden läheisyydessä. Palavaa ainetta olevan rakenteen lämpötila ei yleensä saa nousta korkeammaksi kuin 80°C. Palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa on tämän lisäksi kiinnitettävä erityistä huomiota lämpökojeen kotelointiluokkaan, pintalämpötilaan ja kojeesta mahdollisesti ulos virtaavan ilman lämpötilaan (ks. 37 § 1 ja 41 § 3). Hormilämmittimen käyttö, ks. 37 § 1. Hormilämmittimen käyttämisestä palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa on sovittava Sähkötarkastuskeskuksen kanssa.

Lämpökojeet ja niiden ohjauslaitteet ohjausvirtapiireineen on suositeltavaa suojata ryhmäjohtokohtaisesti yhteisellä ylivirtasuojalla.

Kun lämpökojeiden ohjaukseen käytetään lämpöryhmäjohtoista erillistä ohjausryhmäjohtoa, on sen ja lämmitysryhmien ylivirtasuojat koottava ryhmäkeskuskohtaisesti yhtenäiseksi lämpöryhmäosaksi, jonka on oltava erotettavissa syöttävästä verkosta omalla erotuskytkimellä. Kytkimen läheisyydessä on oltava sen käyttötarkoituksen ilmoittava teksti ”Lämpöryhmien erotuskytkin”. Vaatimus ei koske suojajännitteellä näin toteutettua ohjausta.

A. Huoneenlämmityskoje

Seuraavat määräykset koskevat huoneenlämmitykseen tarkoitetun lämpökojeen rakennetta ja asennusta muussa kuin palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa. Tällaista lämpökojetta nimitetään seuraavassa lämmittimeksi.

Muuhun kuin palo- tai räjähdysvaaralliseen tilaan tarkoitetut lämmittimet jaetaan kolmeen ryhmään:

- a. Peittämissuojatut lämmittimet, joissa suojalaite (lämpötilanrajoitin tms.) tekee lämmön luovutuksen estyessä lämmittimen virratomaksi estäen sen lämpötilaa nousemasta palovaaraa aiheuttavaan arvoon, tai jotka muuten ovat rakenteeltaan sellaisia, ettei tällaista lämpötilan nousua synny.
- b. *Tavalliset lämmittimet*, jotka on varustettava kilvellä ”Ei saa peittää”.

- c. *Kuumapintaist*et lämmittimet (pintalämpötila yli 150°C ja lämmittimeen merkitty tunnus H sekä kilpi ”Ei saa peittää”). Tällainen lämmitin on liitettävä verkkoon kiinteästi tai puolikiinteästi. Kuumapintainen lämmitin saattaa aiheuttaa ympäristöönsä niin korkeita lämpötiloja, että se on sijoitettava vähintään 1,7 m korkeudelle, jotta vältettäisiin huonekalujen tai muun irtaimiston joutuminen epähuomiossa lähelle lämmitintä. Tämä asennuskorkeus ei kuitenkaan koske varauslämmittimiä eikä uuninlämmittimien (ks. seuraava kohta) suuluukkuja. Jos näiden pintalämpötila on yli 150°C, ne on varustettava varoituskilvellä. Lämmittimen liittäminen puolikiinteästi verkkoon, ks. 33 § 1.

Asennusalustansa kiinnitettäväksi tarkoitettu lämmitin on sijoitettava sen mukana seuraavien asennusohjeiden mukaisesti ympäristön rakenteisiin (lattia, seinä, katto, ikkunalaus tms.) nähdessä ja siten, että ilma lämmittimen ympärillä pääsee vaihtumaan. Lämmittimiä ei saa sijoittaa välittömästi toistensa yläpuolelle, ellei niitä ole hyväksytty tällaiseen käyttöön. Myös siirrettävän lämmittimen käytössä ja sijoituksessa on noudatettava valmistajan antamia, Sähkö-tarkastuskeskuksen hyväksymiä ohjeita.

Jos ahtaaseen tilaan kuten komeroon, seinäsyvennykseen tai vaatehuoneeseen, jota käytetään vaatteiden, peitteiden tms. kuivattamiseen tai säilyttämiseen, sijoitetaan lämmitin, sen on oltava peittämissuojattua rakennetta.

Lämmitintä ei saa asettaa lattiasyvennykseen tai sellaiseen paikkaan, johon voi kerääntyä pölyä tai muuta syttyvää ainetta.

Lämmitin on asennettava siten, että sen kuumat ulkopinnat ja siinä mahdollisesti olevat ilman sisään- ja ulosvirtausaukot voi vaikeudetta puhdistaa pölystä ja liasta lämmitintä asennusalustastaan irrottamalla.

Jos kiinteästi tai puolikiinteästi verkkoon liitettävässä lämpökojeessa ei ole kytkintä, jolla sen voi kuormitettuna erottaa kaikkinaisesti verkosta, on tällainen kytkin oltava lämpökojeen ryhmäjohtossa. Jos ryhmäjohtossa on useita samanlaatuisia lämpökojeita, kytkin saa olla niille yhteinen.

Uuninlämmitin

Uuninlämmittintä asennettaessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota uunin sisäiseen ilmankiertoon, jotta lämmön siirtyminen elementtiosan ympärillä ja sen johtoliitännän jäähtyminen tulee riittävän tehokkaaksi sekä ympäröivän muurin lämpeneminen kaikilta osiltaan mahdollisimman tasaiseksi.

Uuninlämmittimeen tuleva johto on asennettava siten, ettei se voi elementtien säteilyvaikutuksesta vahingoittua.

Lämmityskelmu, -verkko ja -maali

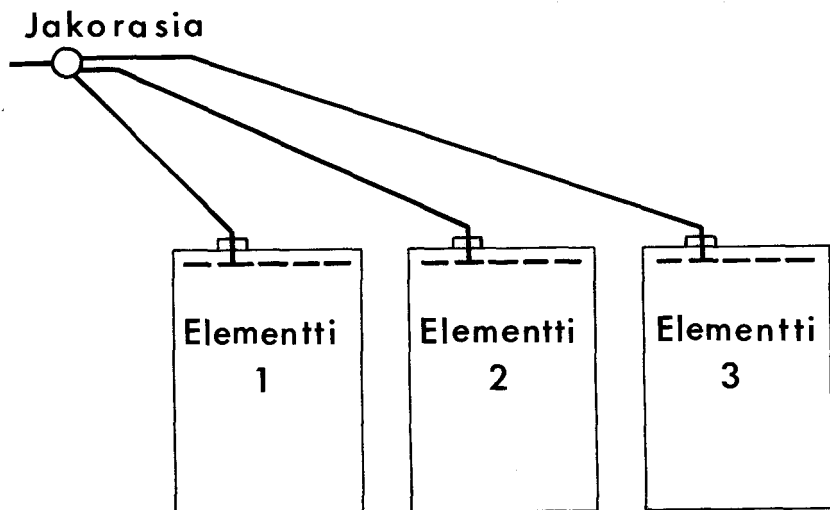
Lämmityskelmu on sellainen huoneenlämmityskoje, jonka muodostaa maton-, levyn- tms. muotoinen säteilylämpöelementti. Elementissä on lämmittävänä osana tavallisesti muovikalvon ympäröimä taipuisa peruseristetty vastus. Elementti voi olla joko rakennuslevyn tms. peittämä tai sijoitettuna kasettiin tai vastaavaan. Lämmityskelmun asennuksessa on noudatettava kelmun mukana toimitettavia, Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä asennusohjeita.

Lämmityskelmuasennuksessa vaikuttaa rakennusmateriaalien valinta kelmun käyttöön erilaisissa rakennuksissa ja tiloissa. Esimerkiksi seinien ja kattojen sisäpuolisille pintakerroksille asetetut vaatimukset rajoittavat kelmun käyttöä. Lämmityskelmun asennuksen on vastattava käyttöpaikalla vallitsevia olosuhteita. Ks. myös taulukko 40.1—2.

Lämmityskelmun saa liittää vain pienjännitejärjestelmään, ja liittäminen on tehtävä kiinteästi tarkoitukseen sopivassa, helposti luokse päästävissä kytkentärasiassa, jonka saa sijoittaa helposti poistettavan peitelistan tms. taakse. Kuitenkin saa tehdasmaisesti valmistetun, elementtejä sisältävän kasetin liittää pistotulpan avulla kiinteässä verkossa olevaan pistorasiaan.

Elementtejä syöttävät johtimet voidaan asennuspaikalla liittää ao. elementtiin siihen kuuluvassa kytkentätilassa sijaitsevan tarkoitukseenmukaisen liittimen avulla. Tämän kytkentätilan ei tarvitse olla helposti luokse päästävissä. Kuitenkin edellytetään, että kiinteän

verkon haaroitusrasian ja kunkin elementin kytkentätilan välinen johto on kiinteään asennukseen tarkoitettua lajia. Ryhmäjohtoon jatkamista (sarja- tai rinnankytkentää) elementistä toiselle ei sallita elementtiin kuuluvassa kytkentätilassa. Kuvassa 19.2—1 esitetään, miten elementit, joissa on niihin kuuluva kytkentätila, liitetään asennuspaikalla.



Kuva 19.2—1. Lämmituselementtien, joissa on kytkentätila, liittäminen verkkoon.

Lämmityskelmun liitäntäjohtoon poikkipinnan on oltava kelmua syöttävän ryhmäjohtoon ylivirtasuojaa vastaava. Lämmituselementtiin tehdasmaisesti liitetystä johdosta saa liitettäessä kelmua enintään 16 A ylivirtasuojalla suojattuun $2,5 \text{ mm}^2$ ryhmäjohtoon käyttää $1,5 \text{ mm}^2$ eristepäällysteisiä johtimia edellyttäen, että niiden virta ei edes vikatapauksessa ylitä $1,5 \text{ mm}^2$ poikkipinnalle sallittua arvoa ja että johdon pituus on enintään 1 m.

Lämmituselementin liitäntäjohto, jonka muodostavat eristysletkun (-sukan) sisäpuolelle vedetyt eristepäällysteiset johtimet, saa katto-

verhouksen (kattolevyjen tms.) taakse asennettuna olla enintään 0,3 m matkalla ilman asennusputkea.

Lämmityskelmu on sijoitettava kattoon tai seinään. Sen on seinään sijoitettuna oltava vähintään 2,3 m etäisyydellä lattiasta. Lämmityskelmu saa sijoittaa myös vinokattoon vähintään 2,0 m etäisyydelle lattiasta edellyttäen, että katon kaltevuuskulma on enintään 45°.

Lämmityskelmu saa lisäksi sijoittaa kiinteästi kiinnitettyyn penkkiin tms. kirkossa. Lämmityskelmua ei saa sijoittaa alueelle, joka on tarkoitettu kaappien tms. kalusteiden kiinnittämiseen. Kalusteilla tarkoitetaan mm. keittiökaappeja, jää- ja pakastekaappeja, myymälä- ja varastohyllyjä, näyttelykaappeja ja vastaavia kiinteitä kalusteita sekä kattoon kiinnitettyjä verhotankoja, valaisimia tms.

Lämmityskelmua asennettaessa on huolehdittava siitä, että kelmu suojataan riittävästi mekaanista vahingoittumista vastaan. Tämä edellyttää kirkon penkkiin tms. asennetun lämmityskelmu suojaimista erikoistoimenpitein, esim. peittämällä kelmu vahvalla panelilla tms. On huolehdittava myös siitä, ettei lämpöeristys voi vahingoittaa lämmityskelmua. Peitemateriaalin reiän tai raon leveys ei saa ylittää 6 mm.

Lämmityskelmu ei saa aiheuttaa vahingollista lämpötilaa sen läheisyydessä sijaitsevassa palava-aineisessa rakennusosassa. Normaali-käytössä ei lämmityskelmu saa aiheuttaa 80°C suurempaa lämpötilaa sitä koskettavissa palava-aineisissa osissa. Lämmityskelmu sijoituksen on oltava sellainen, ettei kelmu estä sen lähellä olevien sähköjohtojen, valaisimien tms. tarpeellista jäähdytystä. Lämmityskelmu kohdalle kattoon ei saa asentaa sähköputkituksia. Jos tästä perussäännöstä erityisestä syystä on poikettava, on asennuspaikka kohtaisesti selvästi ja yksikäsitteisesti osoitettava, ettei johtoihin aiheudu ylikuumenemista. Palamattomat ja palavat rakennustarvikkeet (-aineet), ks. liite I.

Lämmityskelmu kiinnityksen alustaan on oltava sellainen, että tarvittava suojaus saadaan jännitteen leviämistä vastaan johtaviin rakennusosiin, putkistoihin tms. Lämmityskelmu johtavien osien (yhdys- ja liitäntäjohtoja lukuun ottamatta) on oltava vähintään 0,1 m etäisyydellä rakennuksen johtavista osista (ilmanvaihtohormeista, pilareista, ulkokatoista ym.). Naulat, kiinnityshakaset tms.

eivät saa oikosulkea vaadittavaa eristysväliä. Lämmityskelmua ei saa asentaa kattoon, jossa kosteussulkuna on alumiinikalvo tai muu johtava kalvo.

Lämmityskelmun eristystila on mitattava ennen laitoksen käyttöönottoa. Eristystila, ks. 5 § 1, kohta B.

Lämmityskelmuasennus on voitava erottaa kaikkinaisesti joko yhteisellä kytkimellä tai ryhmäkohtaisilla kytkimillä.

Lämmityskelmun peittämiseen saa käyttää vain riittävän lämmönjohtokyvyn omaavia peittämismateriaaleja. Kelmun valmistajan asennusohjeissa on ilmoitettava enimmäisvahvuudet yleisimmille peittämismateriaaleille. Sen ryhmäkeskuksen luo, johon lämmityskelmu on liitetty, on asetettava selvä ja pysyvä piirustus, josta elementtien ja kytkentärasioiden paikat selviävät. Piirustuksessa on lisäksi oltava tiedot valmistajan nimestä, elementtien tehosta ja jännitteestä sekä elementtien päällä olevasta peitemateriaalista. Niiden peitemateriaalien käyttämisestä on oltava kieltö, joita ei ole mainittu valmistajan antamassa luettelossa. Lisäksi on ryhmäkeskuksen luona oltava selvä varoitus naulojen lyömisestä, ruuvien kiertämisestä tai reikien tekemisestä niihin paikkoihin, joihin elementtejä on kiinnitetty, samoin kieltö kaappien, hyllyjen tai muiden kalusteiden kiinnittämisestä alueelle, johon lämmityskelmuja on asennettu sekä varoitus esineiden sijoittamisesta hyllyille tms. alueella, jossa elementtejä on kiinnitettyinä.

Lämmityskelmun saa asentaa kuivaan, kosteaan, märkään ja palovaaralliseen tilaan sekä tilaan, jossa lämpötila ylittää 80°C edellyttäen, että kelmun lisäksi myös johdotus ja rasiointi täyttävät tilaluokan vaatimukset ja että ne vastaavat käyttöpaikan olosuhteita. Kosteaan ja märkään tilaan asennettu lämmityskelmu on suositeltavaa varustaa enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimellä.

B. Suuritehoinen lämpöpuhallin

Lämpöpuhaltimen (kuten siirrettävän rakennuskuivurin) moottorin on pakko-ohjatusti käynnistytävä viimeistään silloin, kun lämpöelementtiin kytketään virta, ja virta on pakko-ohjatusti kytkettävä

pois viimeistään silloin, kun ko. moottori pysäytetään. Lämpöpuhaltimessa on lisäksi oltava suojalaite, joka itsetoimivasti katkaisee lämpöelementin virran pysyvästi puhallinmoottorin pysähtyessä viakatapauksessa. Nämä vaatimukset eivät koske varauslämmittimiä.

Jos puhaltimesta ulos virtaavan ilman lämpötila ylittää 150°C, se on varustettava käyttöasennossa näkyvään paikkaan sijoitetulla varoituskilvellä, jossa kielletään puhaltimen sijoittaminen puhallussuunnassa (kuuman ilman virtauskentässä) 1 m lähemmäksi palavaa ainetta olevaa kohdetta.

Siirrettävien rakennuskuivurien käynnistyslaitteen on oltava puhaltimen yhteydessä. Lämpöelementin toimintaa saa kuitenkin ohjata myös muualle sijoitetulla lämpötilansäätimellä.

Kahdella pyörällä varustettu puhallin on rakennettava sellaiseksi, että jos laite voi keikahtaa, puhallusilma suuntautuu ylöspäin tai alustan lämpeneminen yli 150°C lämpötilaan ko. häiriötapauksessa on muulla tavoin estetty.

C. Veden ja muun nesteen lämmitin

Käyttöveden lämmittimen ja huoneenlämmitystarkoituksiin käytettävän vedenlämmittimen tai sen lämmityselementtien on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia. Asennusohjeet on Sähkötarkastuskeskus antanut erikseen tiedonannolla T 66.

Vedenlämmittintä syöttävä ryhmäjohto on varustettava käyttökytkimellä, ellei laitteessa itsessään ole vastaavaa kytkintä tai ellei sitä ole liitetty sähköverkkoon pistokytkimellä.

D. Siirrettävä roudansulatuslaite

Siirrettävän roudansulatuslaitteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen.

Roudansulatuslaitteen suojamaadoituspiirin osien on oltava korroosiolle vastustuskykyisiä.

E. Sähkökiuas ohjaus- ja varolaitteineen

Sähkökiukaan on ohjaus- ja varolaitteineen oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen.

Sähkökiukaan ja sen ohjaus- ja varolaitteiden asennuksessa on noudatettava kiukaan mukana toimitettavia, Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä asennusohjeita. Sähkökiukaan ohjaus- ja varolaitteita ovat mm. ohjauskeskus, aikakytin, lämpötilanrajoitin, lämpötilansäädin tms. Asennusohjeen minimimittoja palavista rakenteista ei saa alittaa eikä pienentää palamattomia lujaa- tms. -levyjä käyttämällä.

Seuraavassa esitetyt vaatimukset koskevat yksittäisiä, enintään 20 kW tehoisia kiukaita.

Yli 20 kW tehoisissa kiukaissa tai kiuasryhmissä on sähköturvallisuuden kannalta noudatettava sähkökiukaiden rakenne- ja koestusmääräyksiä soveltuvin osin ja paloturvallisuuden kannalta tulisijojen suojaetäisyyksistä annettuja määräyksiä.

Kiukaan verkkoon liittämiseen käytettävä, seinälle asennettava rasia on sijoitettava lähelle lattiaa sellaiseen paikkaan, jossa kiukaan lämpövaikutus on vähäinen. Jos rasian vaakasuora etäisyys kiukaasta on alle 0,5 m, saa rasian yläreuna olla enintään 0,5 m korkeudella lattiapinnasta.

Jos kiukaan asennusohjeen mukaan sen liitäntäjohtona saa käyttää tavallista asennusjohtoa, tämä on asennettava lähelle lattiaa enintään 0,5 m korkeudelle lattiapinnasta. PVC-eristeisten johtojen käyttö on kielletty kiukaan liitäntäjohtona lämpöaurastumisen vuoksi. Jos asennusohjeen mukaan esim. kiukaan liittimien lämpenemisen vuoksi kiukaan liitäntäjohtona on käytettävä lämmönkestävää johtoa tai muuta erikoisjohtoa, tämä on toimitettava kiukaan mukana sen hyväksyttynä osana. Kumikaapelien on oltava tyyppiä VSB tai VSN.

Kiukaan ohjaukseen on käytettävä sen asennusohjeissa määrättyä erikseen hyväksyttyä erillistä ohjauskeskusta, elleivät ohjaus- ja varolaitteet sijaitse kiukaan yhteydessä rakenteellisena osana.

Erillisessä ohjauskeskuksessa on oltava siihen pysyvästi kiinnitetty piirikaavio, josta selviää kiukaan eri ohjaus- ja varolaitteiden kyt-

kentä. Erillistä ohjauskeskusta ei saa sijoittaa löylyhuoneeseen ja sen sijoittamista pesuhuoneeseen on vältettävä.

Kiukaan erillisen ylivirtasuojia sisältävän ohjauskeskuksen sijoittamisessa on otettava huomioon 23 § 6 vaatima hoitotila (0,8 m). Kun ohjauslaitteet ovat kiukaan rakenteellisena osana, on kiuas asennettava siten, että ohjauslaitteet ovat näkyvissä kiukaan vapaalla sivulla ja käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa helposti.

Lämpötilanrajoittimen on katkaistava kiukaan koko lämpöteho. Kiukaasta erillään olevan lämpötilanrajoittimen tuntoelin on sijoitettava kiuasta seuraavien asennusohjeiden mukaisesti. Lämpötilanrajoittimen ja lämpötilansäätimen sijoituksen on oltava sellainen, ettei niiden tuntoelimiä voi helposti peittää eikä mekaanisesti vaurioittaa. Rajoittimen ja säätimen liitäntäjohdolle asetetut vaatimukset, ks. 40 § 2.

Sähkökiuas on varustettava aikakytkimellä. Kiukaan automaattisessa ohjauksessa saa kiuas yhtäjaksoisesti olla kytkettynä enintään 12 h. Automaattinen uudelleenkytkentä saa tapahtua aikaisintaan 6 h kuluttua. Uudelleenkytkemisen saa tehdä aikaisemminkin käsi-ohjauksella, mutta sitä ei sallita aikakytkin- (kello-) eikä kauko-ohjauksessa. Lisäksi sen ohjauskeskuksen (aikakytkimen), josta ko. ohitus voi tapahtua, on sijaettava saunan läheisyydessä, esim. samassa osassa rakennusta (rakennuksen kellaria), jossa sauna sijaitsee. Aikakytkin (ohjauskeskus) on lisäksi sijoitettava muussa kuin huone- tai huoneistokohtaisessa saunassa siten, että 6 h alituksen voi suorittaa vain saunan hoitohenkilökunta. Ko. saunatilojen yhteydessä oleva laite on sijoitettava lukittuun tai työkalulla suljettuun tilaan.

Laitoskäytössä olevista kuten uimahallien tms. jatkuvan valvonnan alaisista kiukaista saa aikakytkimen jättää pois, jos se korvataan merkkilampulla. Kiukaan yhteyteen aikaisemmin vaadittu merkkilamppu ei muulloin enää ole pakollinen. Aikakytkimen lisäksi on esimerkiksi kauko-ohjauksen yhteydessä kuitenkin suositeltavaa käyttää merkkilamppua. Merkkilamppu on kytkettävä siten, että se palaa aina jännitteen ollessa kytkettynä kiukaaseen riippumatta lämpötilansäätimen toiminta-asennosta.

Huolto- ja korjaustöiden ajaksi kiuasjärjestelmä on voitava erottaa

luotettavasti jännitteettömäksi ja sen tuleminen jännitteiseksi esim. kauko-ohjauksen kautta on estettävä, ks. 50 § 1.

Sähkökiukaan asennusta koskevia määräyksiä sovelletaan myös muihin lämmittimiin, joiden teho on lämmitettävään tilaan nähden niin suuri, että jatkuvasti lämmitettäessä tilan lämpötila saattaa ylittää 80°C eivätkä tilan kaikki rakenneosat ole palamatonta ainetta.

F. Lämmityskaapeli

Lämmityskaapelin kuormitettavuuden ja asennustavan suhteen on noudatettava kaapelin valmistajan antamia, Sähkötarkastuskeskusten hyväksymiä ohjeita.

Käytettäessä lämmityskaapelia rakennuksen seinään, kattoon tai lattiaan sijoitettuna tämän rakennelman tai sen ympäristön lämmittämiseen on lämmityskaapeli sijoitettava rakennelmaan siten, ettei kaapelista aiheudu ympäristön syttymisvaaraa. On huomattava, että jos lämmityskaapelissa syntyy maa- tai oikosulku, vikapaikan kautta kulkeva virta saattaa piiriin jäävän resistanssin vuoksi olla niin pieni, ettei lämmityskaapelia eikä sen ympäristöä voi tehokkaasti suojata 25 § 2 mukaisella ylivirtasuojalla.

Lämmityskaapeli liitántärasioineen on yleensä sijoitettava A-luokan rakennusosaan siten, ettei se normaalikäytössä aiheuta ympäristön palavassa rakennustarvikkeessa suurempaa lämpötilaa kuin 80°C eikä vian sattuessa suurempaa lämpötilaa kuin 175°C.

Jos lämmityskaapeli joudutaan teknillisistä syistä esim. katto- tai saattolämmityksissä asentamaan B-luokan rakennusosaan (sisältää palavia rakennustarvikkeita), on

- käytettävä kaapelia, joka luonnostaan rajoittaa lämpötilat edellä esitettyihin arvoihin
- tai muunlaisen lämmityskaapelin yhteydessä käytettävä suojalaitetta, joka estää johdon liiallisen lämpenemisen.

Rakennustarvikkeet ja -osat on luokiteltu ympäristöministeriön julkaisussa EI.

Lämmityskaapeli on pyrittävä asentamaan koko pituudeltaan läm-

mönjohtokyvyltään samanarvoiseen väliaineeseen. Kaapelin kuoritusvirta on määritettävä sen sijoitusreitin jäähdytysolosuhteiden kannalta epäedullisimman osuuden mukaan. Lämmityskaapeleita ei saa asentaa niin lähelle toisiaan, että tästä aiheutuu liiallista lämpenemistä.

Jos lämmityskaapeli sijoitetaan palo- tai räjähdysvaaralliseen tilaan siten, että ko. vaaraa aiheuttava aine helposti joutuu kosketukseen itse lämmityskaapelin tai sen lämmittämän laitteen (esim. putkessa virtaava neste) tai rakenteen kanssa, on harkittava, mikä pintalämpötila lämmityskaapelissa voidaan normaalikäytössä sallia huomioon ottaen 37 § ja 41 § vaatimukset ja missä lämpötilassa edellä mainitun kaapelin lämpötilaa valvovan suojan on erotettava lämmityskaapeli virrattomaksi.

Lämmityskaapeli-asennus on voitava erottaa käyttökytkimellä, joko yhteisellä kytkimellä tai ryhmäkohtaisilla kytkimillä, jotka voivat olla myös ohjausvirtapiirissä. Kytkimen läheisyydessä on oltava asennonosoituserkinnot tai toimintaa osoittava merkkilamppu ja asennuksesta ilmoittava teksti, esim. ”Lattialämmitys”.

Saunan ja peseytymistilojen lattia- ja seinälämmityksissä sekä palavia nesteitä sisältävien putkistojen saattolämmityksissä suositellaan käytettäväksi vikavirtasuojakytkintä, ks. 9 § 1.

Lämmityskaapeli on sijoitettava rakennelmaan siten, että samassa rakennelmassa oleva tavallinen sähköjohto ei normaaleissa käyttöolosuhteissa lämpene liikaa (ks. 25 § 2). Tämä koskee myös sellaisia jako- tai muita rasioita, joissa liitetään paitsi lämmitysjohtimia myös tavallisia johtimia.

Jos lämmityskaapelia syötetään enintään 25 V suojajännitteellä, johto saa olla eristämätön (paljas) sen ollessa sijoitettuna palamattomaan aineeseen kuten multakerrokseen, tiili- tai betonirakennelmaan tai tällaisen rakennelman pintaan edellyttäen, että tila pintasennusta käytettäessä ei ole palo- eikä räjähdysvaarallinen eikä laitteiston oikosulkuteho ole vaarallisen suuri, ks. 6 § 1.

Lämmityskaapelien kanssa samaan ryhmäjohtoon ei saa liittää muuta kulutusta. Käytettäessä lämmityskaapelia huoneenlämmityskojeena saa samaan ryhmäjohtoon kuitenkin liittää myös muita huoneenlämmityskojeita.

Lämmityskaapelissa, jota ei ole liitetty suojajännitteeseen, on oltava suojamaadoitettu metallivaippa.

Lämmityskaapelin eristystila on mitattava ennen laitteiston käyttöön ottoa. Eristystila, ks. 5 § 1, kohta B.

4. Kovettuvan betonin lämmittämiseen käytettävän laitteen rakenteen, sijainnin ja suojauksen on oltava sellainen, ettei siitä aiheudu vaaraa.

A. Lankalämmitys

Lankalämmitys on betonin sähkölämmitysmenetelmä, jossa sähköenergia muuttuu rakenteeseen sijoitetussa lämmityslangassa lämmöksi. Runkojohtimella tarkoitetaan muuntajasta lähtevää johdinta, josta kytkentäjohtimet haarautuvat. Kytkentäjohtimella tarkoitetaan runkojohtimen ja lämmityslangan välistä yhdysjohdinta.

Lankalämmitystä käytettäessä betonityönjohtajan on tunnettava tarpeellisessa määrin sähköasennusta ja pystyttävä tekemään riittävän tarkkoja arvioita siitä, millaista tehoa ja langoitusta on kulloinkin käytettävä.

Lankalämmityksessä on käytettävä suojajännitettä, ja lämmityslangan on oltava kokonaisuudessaan betonin sisässä. Muunlaisen jännitteen käyttäminen on sallittu vain Sähkötarkastuskeskuksen luvalla.

Lämmitysmuuntajan on oltava tähän tarkoitukseen suunniteltu ja Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Sen mukana on toimitettava kirjallinen käyttöohje.

Runko- ja kytkentäjohtimen sekä lämmityslankojen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia.

Runkojohtimena on käytettävä kerrattua eristepäällysteistä johdinta ja kytkentäjohtimena eristepäällysteistä kuparijohdinta, joita saa kuormittaa taulukon 19.4—1 mukaisesti. Lämmityksen aikana on

huolehdittava siitä, että runko- ja kytkentäjohtimet ovat kaikilta osiltaan peittämättömiä, kytkentäjohtimien liitoskohtia lukuun ottamatta. Johtimien on sijaittava vähintään johtimen ulkohalkaisijan etäisyydellä toisistaan.

Taulukko 19.4—1. Kumi- tai muovieristeen runko- ja kytkentäjohtimen sallittu kuormitusvirta.

Johtimen poikkipinta mm ²	Suurin sallittu kuormitusvirta A	
	kupari	alumiini
2,5	35	—
4	50	—
6	60	—
10	85	—
25	150	—
35	190	145
50	225	170
70	295	230
95	—	280
120	—	320

Runkojohtimia ja kytkentäjohtimia toisiinsa ja muuntajaan liitettäessä on käytettävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia liittimiä.

Kytkenäjohtimien ja lämmityslankojen liittämisen saa tehdä ilman liitinkappaletta. Liitoskohdan on jäätävä betonoitaessa betonin sisään.

Lämmityslanka on kiinnitettävä siten, että se betonoitaessa pysyy paikoillaan, koska lämmityslanka betonin pinnassa voi aiheuttaa muotin tai peitteen liiallista lämpenemistä tai syttymisen palamaan.

Suomen Rakennusmestari liitto on antanut kovettuvan betonin sähkölämmitystä koskevia ohjeita.

B. Muottilämmitys

Muottilämmityksessä käytettävien muottien on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia.

Betonivalumuotit on rakenne- ja koestusmääräysten mukaan varustettava lämpötilansäätimellä ja -rajoittimella. Muottia, jonka lämpötilanrajoitin on toiminut, ei saa kytkeä uudelleen verkkoon, ennen kuin sähköalan ammattihenkilö on sen tarkastanut ja korjannut.

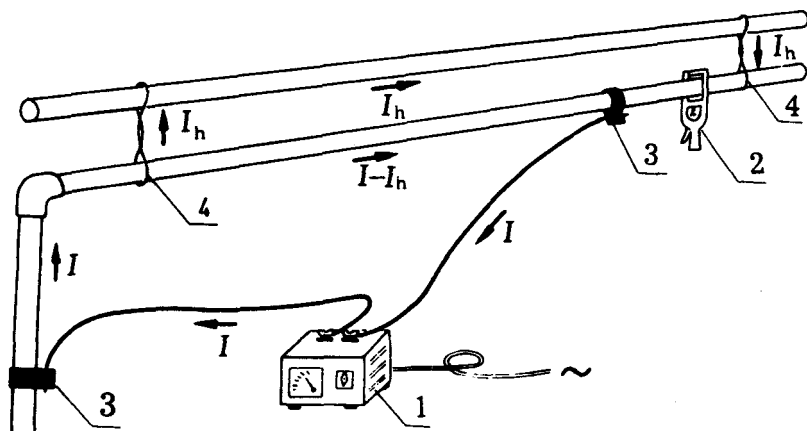
Muotin ohjauskeskuksen ja erillisten sähkölaitteiden on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä. Keskukseen kanteen on kiinnitettävä asennuksen johdotuskaavio sekä muut keskusta koskevat tarpeelliset tekniset tiedot. Kaaviosta on lisäksi käytävä selville, miten kuormituksen taseus eri vaiheille on järjestetty. Muottia on käytettävä mukana seuraavien käyttöohjeiden mukaan. Normaaliala verkkojännitettä pienemmällä jännitteellä toimivan muotin syöttöön käytetyn muuntajan on oltava Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymä.

Muotti on liitettävä kiinteään verkon keskukseen liitäntäjohdolla, jossa on nollajohtimesta erillinen suojajohtin ja julkaisun IEC 309-2 standardilehtien 2-I ja 2-II mukainen voimapistokytkin (aikaisemmin julkaisun CEE 17 standardilehdet I ja II). Kun seinämuotin puolikasta ohjataan toisessa muotin puolikkaassa olevalla lämpötilansäätimellä, on ensin mainitun muotin puolikkaan syöttämiseen käytettävä rakennemääräysten mukaista voimajatkopistorasiaa sekä kiinteää voimakojepistotulppaa.

5. Putkeen jäätyneen nesteen sulattamisesta sähköön avulla ei saa aiheutua vaaraa.

Putkeen jäätyneen nesteen sulattamisessa sähköön avulla voidaan käyttää mm. seuraavia menetelmiä:

- a. Putken ollessa metallia sen kautta johdetaan *sähkövirta* (ks. kuva 19.5—1).
- b. Putkea kuummennetaan *sähkölämpökojeella*.



Kuva 19.5—1. Metalliputkeen jäätyneen nesteen sulatus muuntajan avulla. 1 sulatusmuuntaja, jonka ampeerimittari ilmaisee sulatusvirran (I) suuruuden, 2 pihtiampeerimittari, jolla tarkkaillaan harhavirran (I_h) suuruutta, 3 liitin, jolla virtajohdin yhdistetään putkeen, 4 sidelankoja.

Molemmissa menetelmissä on huolehdittava siitä, että putken tai sen lämmityskojeen pintalämpötila ei lämmityksen aikana nouse lähelle putken kanssa kosketuksessa olevien tai lähiympäristön palavien aineiden syttymislämpötilaa.

Kohdan a mukaisen menetelmän yhteydessä mahdollisesti esiintyvän palovaaran takia on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin turvallisuustoimenpiteisiin:

Lämmitysenergia on syötettävä suojaerotusmuuntajalla, jonka toisiojännite on (tyhjäkäynnissä) enintään 75 V. Putkiin jäätyneitä nestettä rakennuksessa sulatettaessa jännitteenä saa kuitenkin olla enintään 25 V suojajännite.

On huolehdittava siitä, että osa lämmitysvirrasta ei leviä putkea pitkin muihin metallisiin tai johtaviin rakenteisiin eikä aiheuta siellä harhavirtana palo- tai tapaturmanvaaraa. Pihtiampeerimittarilla tai

muulla tavoin on tarkkailtava, että yli 5 A harhavirtaa ei sulatuksen aikana esiinny.

Rakennuksessa sallittavat suurimmat sulatusvirrat selviävät taulukosta 19.5—1. Jos on todennäköistä, että osa sulatettavasta putkiosuudesta on tyhjä, saa sulatusvirran asetella enintään siihen arvoon, joka taulukossa on annettu 30 m pituiselle putkiosuudelle. Vain siinä tapauksessa, ettei putki ole rakennuksessa eikä ole vaaraa siitä, että harhavirtoja siirtyy rakennuksessa oleviin putkiin, saa taulukon 19.5—1 virta-arvoja ylittää.

Taulukko 19.5—1. Suurimmat sallitut sulatusvirrat rakennuksessa sijaitsevassa teräs- ja kupariputkessa.

Putken nimellis- halkaisija	Suurin sallittu sulatusvirta									
	A									
	teräsputkessa, sulatettavan putkiosuuden pituuden ollessa enintään					kupariputkessa, sulatettavan putkiosuuden pituuden ollessa enintään				
	mm	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	10 m	15 m	20 m	25 m
15	180	120	90	70	60	360	240	150	140	120
20	230	150	120	90	80	420	280	210	170	140
25	270	180	140	110	90	470	320	240	190	160
32	310	210	160	130	110	520	350	260	210	170
40	350	240	180	140	120	570	380	290	230	190
50	400	270	200	160	140	620	420	310	250	210
65	470	320	240	190	160	690	460	350	280	230
80	540	360	270	220	180	760	510	380	310	260
100	630	420	320	250	210	850	570	430	340	290
125	730	490	370	290	250	950	640	480	380	320
150	830	550	420	330	280	1050	700	530	420	350

Sulatusvirtaa määritettäessä on otettava huomioon myös muuntajan ja sen yhdistysjohtimien kuormitettavuus. Edellinen ilmenee muuntajan arvokilvestä. Lajia VUK (hitsausjohdin) olevalle ja vastaavalle yhdistysjohtimelle sallitaan taulukon 19.5—2 mukainen kuormitusvirta.

Taulukko 19.5—2. Lajia VUK (VUKH, VUKN, VUKB) olevan yhdistysjohtimen kuormitettavuus.

Johtimen poikkipinta mm ²	Suurin sallittu virta A		
	jatkuvasti	15 min ajan	5 min ajan
50	210	310	500
70	260	410	670
95	310	520	860
120	365	640	1030
150	415	760	1300
185	475	920	1480
240	560	1120	1860

Jos virta vaihtelee epämääräisesti tai se on normaalia pienempi, yhdistysjohtimien ja putken väliset liitokset on tarkastettava. Ellei niissä todeta huonoa kosketusta, sellainen on todennäköisesti jossain putkiliitoksessa.

Sulatustyö on rakennuksessa suoritettava mikäli mahdollista aamupäivällä. Työn päätyttyä on joko sulatustyön suorittajan tai rakennuksen haltijan järjestettävä paikalle vartija 6 h ajaksi, ellei muuten voi luottaa siihen, että mahdollinen palonalku huomataan ajoissa.

Kohdan b mukaisessa menetelmässä käytetään vastuskojetta. Tällöin voi putkeen jäätyneen nesteen sulattaa ainoastaan sellaisista kohdista, joista putki on paljas tai joista se voidaan paljastaa. Sulatusta valmisteltaessa on huolehdittava siitä, ettei sulatuskohtaan eikä sen välittömään läheisyyteen jää mitään syttyviä aineita. Lisäksi on huolehdittava siitä, ettei sulatuskohteen yläpuolelta voi karista sen päälle mahdollisesti lämpenemisen vaikutuksesta irtautuvia syttyviä aineita, jotka leimahtaessa tuleen saattavat sytyttää kauempakin olevat syttyvät aineet. Sulatuksen aikana vastuskojeen on oltava jatkuvan tarkkailun alaisena.

6. Sähköhitsauksessa ei hitsauspiirin virrasta eikä jännitteestä saa aiheutua vaaraa.

A. Kaarihitsaus

Hitsausenergia (lämpö) on otettava erityisestä hitsaustarkoitukseen rakennetusta hitsauslaitteesta kuten hitsausmuuntajasta ja -muuttajasta, jota syötetään vahvavirtaverkosta tai polttomoottorikäyttöisestä hitsausgeneraattorista. Vaaraa aiheuttavan jännitteen siirtyminen verkosta hitsausvirtapiiriin on oltava luotettavasti estetty. Hitsauspiirin on oltava eristetty syöttävästä virtapiiristä. Laitteen kuoren verkkojännitteelle alttiit kosketeltavat osat on suojattava 9 § mukaisesti.

Hitsausvirtapiirissä käytettävä jännite ei saa olla niin suuri, että siitä aiheutuu käyttöolosuhteet huomioon ottaen tapaturman vaaraa. Hitsauselektrodin ja työkappaleen välinen tyhjäkäyntijännite ei saa ylittää taulukon 19.6—1 arvoja.

Taulukko 19.6—1. Sallittu tyhjäkäyntijännite hitsausvirtapiirissä vaarattomissa ja vaarallisissa käyttöolosuhteissa.

Hitsauslaji	Vaihtosähkö	Tasasähkö
Ammattikäyttö käsi- ja puoliautomaattihitsaus	80 V	80 V sykkivä ¹⁾ 100 V tasainen ¹⁾
Automaattihitsaus	100 V	100 V
Kannettava laite ja harrastelijakäyttö	70 V	70 V

¹⁾ Jännite on tasaista, jos särö on alle 10 %.

Edellä mainitut jänniterajat eivät koske valokaaren ylläpitämiseksi käytettyjen suurtaajuisia vaihtovirtaa kehittävien laitteiden jännitteitä.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa sallittavat tyhjäkäyntijännitteet ovat harkinnan alaisina. Tällaisissa olosuhteissa on mahdollisuksien mukaan ryhdyttävä muihin varotoimenpiteisiin kuten hit-

sauspiirin tai elektrodinpitimen kytkemiseen jännitteettömäksi elektrodinvaihdon tai muun keskeytyksen ajaksi tai eristävien käsi-
neiden ja eristävän alustan käyttöön.

Hitsausvirtapiirin jännitteiset osat, hitsattavaa kappaletta ja sen joh-
tavaa alustaa lukuun ottamatta, on suojattava niin, että niitä ei
yleensä voi tahattomasti koskettaa. Tämän piirin jännitteelle alttiita
kosketeltavia osia ei tarvitse suojamaadoittaa.

Hitsausvirtapiirin osina on käytettävä tarkoitukseen soveltuvia joh-
timia ja laitteita. Kiinteänä johtimena saa käyttää myös eristimille
asennettua paljasta johdinta (ks. 26 §), joka suojataan tahatonta kos-
kettelua vastaan alle 2,3 m korkeudella ja muutenkin sen ollessa alti-
tiina tahattomalle koskettelulle. Siirrettävänä hitsausjohtimena on
käytettävä varsinaista hitsausjohdinta (lajit VUK, VUKH, VUKN,
VUKB), jonka mahdollisen jatkoksen on oltava eristetty. Myös kyt-
kettynä olevan kaapelin liitäntäkohdan on oltava kosketussuojainen.
Paluujohtimen johtokyvyn on oltava vähintään yhtä suuri kuin
menojohtimen. Hitsausjohtimia ei saa kuormittaa niin, että siitä
aiheutuu vaaraa tai vahinkoa johtimen eristykselle. Hitsausjohtimia
ei vaadita varustettavaksi ylivirtasuojalla (ks. 25 § 2). Hitsausvirta-
piirin jatkokset ja liitokset on tehtävä niin, etteivät ne voi tarkoituk-
settomasti aueta. Johtimen eristyksen tilapäinen korjaaminen, ks.
33 § 2.

Virtapiirin osana sarjassa ei saa olla vieraita metallirakenteita kuten
muotorautoja, putkistoja tms., vaan paluujohdin on kiinnitettävä
luotettavasti suoraan hitsattavaan työkappaleeseen tai tämän kanssa
hyvässä kosketuksessa olevaan hitsausalustaan. Hitsausvirtapiirissä
on myös paluujohtimen oltava eristepäällysteinen lukuun ottamatta
eristimille asennettua paljasta kiskoa. Virtapiiriä ei saa maadoittaa
hitsattavan kappaleen kautta maahan mahdollisesti tapahtuvaa joh-
tavaa yhteyttä lukuun ottamatta. Eräissä tapauksissa, kuten laivojen
runkoja telakalla hitsattaessa, voidaan hitsattava kappale luotetta-
vasti maadoittaa ja sen ja virtalähteen välisenä paluujohtimena
käyttää kosketeltavia paljaita kiskoja.

Koska valokaari, hitsauskipinät ja hitsattavan kappaleen kuumene-
minen aiheuttavat suuren palovaaran, on hitsaustyössä noudatettava
yleisesti hyväksyttäviä ohjeita palovaaran välttämiseksi.

B. Vastushitsaus

Vastushitsauksessa noudatetaan soveltuvin kohdin yllämainittuja määräyksiä. Kiinteillä hitsauskoneilla on kuitenkin hitsausvirtapiirin osa usein koneen rungon yhteydessä ja siten maan potentiaalisia.

20 § Valaisin

1. Valaisimen rakenteen, kytkennän ja sijoituksen on oltava sellainen, ettei jännitteisiä osia voi tahattomasti koskettaa.

Valaisimen jännitteisten osien tahaton koskettaminen ei saa olla mahdollista valaisimen ollessa käyttökunnossa ja lampun ollessa pitimessä eikä lamppua asetettaessa pitimeen tai poistettaessa siitä. Poikkeuksena sallitaan suuritehoisten lamppujen ollessa kysymyksessä lampun kannassa vaillinainen kosketussuojaus lampun ollessa pitimeen kierrettynä. Lampunpitimen ja valaisimen muiden osien sekä niiden sijoituksen valaisimessa on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia. Valaisimen muilla osilla tarkoitetaan sisäisiä kytkentäjohtimia, sytytintä, virranrajoitinta (kuristinta) tms. sähköosia.

Kierteillä ja pohjakoskettimella varustetussa kiinteän tai puolikiinteästi asennetun pienjännitevalaisimen lampunpitimessä on virtapiirin äärijohtin kytkettävä pohjakoskettimeen, koska lampun kanta ei lampun ollessa pitimessä eikä sitä asetettaessa pitimeen tai poistettaessa siitä kaikissa tapauksissa ole kosketussuojainen.

Taipuisan johdon varaan ripustettu valaisin, joka vain toisesta päästään on kiinnitetty jäykästi, katsotaan puolikiinteästi asennetuksi kojeeksi. Tämän vuoksi ripustusjohdon on oltava 31 § mukainen taipuisa liitäntäjohto, ja tämän johdon liitäntälaitteen on valaisimessa ja jäykän alustan ripustuspisteessä (esim. kattorasiassa) oltava 33 § 1 mukainen. MSO- sekä MSK-johdon varaan ripustettavan valaisimen massa saa olla enintään 2 kg ja VSK-johdon varaan ripustettavan enintään 5 kg. Raskaammalle valaisimelle on mainit-

tujen ripustusjohtojen yhteydessä käytettävä erillistä (metallista) ripustusputkea tai vastaavaa.

Asuinhuoneissa ja vastaavissa kuivissa palo- ja räjähdysvaarattomissa tiloissa on huoneiston haltijan liitettäväksi tarkoitettujen valaisimien kattovalopisteet ja yli 1,7 m korkeudella olevat seinävalopisteet varustettava valaisinpistorasioilla. Kruunukytkeä käytettäessä liitetään suojamaadoitettava kruunuvalaisin kuitenkin valaisinliitintä tai hyväksyttyä erikoispistokytkeä käyttäen.

Ramppiasennuksessa on valaisimet kiinnitettävä toisiinsa niin, etteivät johtoaukot pääse siirtymään ja vahingoittamaan johtoa. Jos valaisimessa on ryhmäjohtoa varten oma erillinen johtokouru, erilliset johtokiinnikkeet tai vastaavat, saa johtolajina käyttää erillisiä johtimia (MK, ML). Muussa tapauksessa on käytettävä kaapelimaista johtoa. Valaisimesta toiseen menevä ryhmäjohto on kiinnitettävä luotettavasti.

Valaisimen syöttäminen useammalla ryhmäjohdolla, ks. 33 § 2. Veden kanssa kosketuksessa olevan valaisimen liittäminen verkkoon, ks. 40 § 2, kohta IV.

2. Valaisimen rakenteesta ja sijainnista ei saa aiheutua palo- eikä räjähdysvaaraa.

Palovaara katsotaan valaisimen rakenteen osalta vältetyksi, kun tämän rakenne on Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen ja kun valaisinta käytetään niiden edellyttämässä olosuhteissa. Valaisin palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa, ks. 37 § 1 ja 41 § 3.

Valaisimen on oltava mitoitettu siten, että lampun tarvitsema ilmanvaihto on riittävä. Valaisimessa ei saa käyttää teholtaan suurempaa lampua kuin mitä varten se on rakennettu.

Valaisin on sijoitettava siten, ettei käyttöpaikka estä valaisimen tarvitsemaa ilmanvaihtoa. Kattoon tai seinään upotettavan valaisimen ulkoseinän (vaipan) ja upotusaukon seinämän (lämpöeristeen) väliin on jätettävä vähintään 50 mm ilmaväli, ellei valaisinta seuraavissa asennusohjeissa toisin mainita. Valaisimen pohjan (jakorasian) saa kiinnittää upotusaukon pohjaan. Katto- ja seinäpintaan kiinnitettä-

väksi tarkoitettua valaisinta ei saa käyttää upotettuna, ellei se tila johon valaisin sijoitetaan, ole riittävän suuri.

3. Käsivalaisimen on oltava suojaeristetty tai suojajännitteinen. Olosuhteiden niin vaatiessa on suojausmenetelmänä käytettävä suojajännitettä.

Käsivalaisimella tarkoitetaan siirrettävää valaisinta, joka on yleensä tarkoitettu yhdelle lampulle ja pidettäväksi kädessä käytön aikana.

Suojaeristettynä käsivalaisimena pidetään Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymää valaisinta. Käsivalaisimen on oltava kotelointiluokaltaan vähintään roiskevedenpitävä (IP 34).

Käsivalaisimen taipuisan liitäntäjohdon on oltava kumikaapelia, vähintään lajia VSKN roiskevedenpitävissä (IP 34) käsivalaisimissa ja vähintään lajia VSEN suihkuveden- ja vedenpitävissä (IP 55, IP 67) käsivalaisimissa. Johdinpoikkipinnan on oltava vähintään 1 mm². Liitäntäjohdossa ei saa olla kytkintä eikä kojepistorasiaa.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa (ks. 9 § 1) on käsivalaisinta syötettävä suojajännitteellä. Suojajännitteeksi suositellaan 25 V jännitettä. Suojajännitteiseksi katsotaan tässä yhteydessä myös sellainen Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen käsivalaisin, jota syötetään suojajännitteellä, mutta jossa valaisimen suojaeristetyn rungon sisäpuolella esiintyy suurempi, loistelampun syttymiseen ja palamiseen tarvittava jännite.

Suojamuuntajan sijoittaminen, ks. 9 § 2.

21 § Akusto

1. Akuston sijainnin on oltava sellainen, että kennojen ja jännitteisten osien tahaton, vaaraa aiheuttava koskettaminen on estetty.

Kun akuston nimellisjännite on yli 24 V, mutta kuitenkin enintään 60 V, ja akuston paljaat jännitteiset osat ovat kosketeltavissa, akuston sijoituksen on oltava sellainen, etteivät sivulliset henkilöt pääse

helposti koskettelemaan jännitteisiä osia. Kun akuston nimellisjännite on yli 60 V ja akuston paljaat jännitteiset osat ovat kosketeltavissa, akusto on sijoitettava sähkötilaan. Akuston nimellisjännitteellä tarkoitetaan sen sarjassa olevien kennojen yhteenlaskettua jännitettä, jolloin lyijyakuston kennon jännitteeksi lasketaan 2 V ja alkaaliakuston (teräsakuston) kennon 1,2 V.

Kun akusto sijoitetaan kiinteästi huoneeseen tai komeroon, jossa sitä puretaan ja varataan, akuston kahden enintään 2 m etäisyydellä toisistaan ja samanaikaisesti kosketeltavissa olevan metalliosan välinen käyttöjännite saa olla enintään 250 V. Jos akuston käyttöjännite on yli 75 V, kiinteän akuston kennojen sijoituksen on oltava sellainen että kennorivien väliin tai kennon ja seinän väliin jää tarvittaessa vähintään 0,8 m leveä hoitokäytävä.

Akuston kennojen on oltava luotettavasti eristetty niitä kannattavista telineistä ja maahan johtavassa yhteydessä olevista kappaleista. Riittäväksi eristykseksi katsotaan mekaanisesti lujasta luotettavasta eristysaineesta valmistettu kennosäiliö, kun akuston käyttöjännite on enintään 250 V. Mikäli yli 75 V akuston kennojen säiliöt eivät ole umpinaisia ja varustettu tulpilla, jotka estävät akkunesteen kulkeutumisen kaasukuplien mukana säiliöiden ulkopuolelle, on akustoa kannattava teline lisäksi eristettävä maahan johtavassa yhteydessä olevista osista.

Siirrettävien akustojen varaus on järjestettävä siten, että sarjassa olevien akustojen kokonaisjännite on enintään 250 V. Ellei tämä ole mahdollista, on jännitteestä aiheutuva vaara torjuttava erityistoinenpitein.

2. Akusto on sijoitettava hyvin tuulettuvaan tilaan.

On suositeltavaa, että akuston jännitteen ollessa yli 125 V tai kiinteän akuston energian ollessa yli 15 kWh taikka samanaikaisesti ladattavien siirrettävien akustojen yhteenlasketun energian ollessa yli 15 kWh, akusto varataan yksinomaan tähän tarkoitukseen varatussa tilassa. Akuston energiaksi katsotaan sen varauskyvyn (10 h purkausajalla) ja nimellisjännitteen tulo.

Huoneessa, jossa akustoa varataan, on akuston koosta riippumatta

oltava hyvä ja tarvittaessa koneellisesti tehostettu ilmanvaihto. Ilmanvaihto katsotaan riittäväksi, jos tunnissa vaihtuva ilmamäärä on vähintään saksalaisen standardin VDE 0510 tai yhtälön (21.2—1) mukainen:

$$Q = 0,05 \times n \times I \quad (21.2-1)$$

jossa Q on ilmamäärä (m^3/h) ja n on samanaikaisesti varattavien kennojen lukumäärä sekä

$$I = 0,04 \times \frac{\text{varauskyky}}{Ah} \text{ A,}$$

kun kyseessä on alkali-
(teräs-)akustojen varaaminen
vakiojännitetasasuuntaajalla,
tai

$$I = 0,02 \times \frac{\text{varauskyky}}{Ah} \text{ A,}$$

kun kyseessä on lyijy-
akustojen varaaminen vakio-
jännitetasasuuntaajalla, taikka

I = virta (A) varauksen loppuvaiheessa kaikissa muissa tapauksissa.

Kaavan 21.2—1 mukaan laskettua ilmamäärää voidaan pienentää puoleen ns. vähäntimoniakuilla ja neljäsosaan ns. suljetuilla lyijyakuilla. Suljetulla lyijyakulla tarkoitetaan akkua, jonka elektrolyyttiä ei voida vaihtaa.

Ilmanvaihtoa varten mahdollisesti tarvittavan ilmantuloaukon on oltava lähellä lattiaa ja vastaavasti poistoaukon katon rajassa.

Jos akustojen kennot eivät ole umpinaisia tai niissä ei ole tulppia, jotka estävät akkunesteen kulkeutumisen kaasukuplien mukana säiliöiden ulkopuolelle, on sähköasennuksen siinä tilassa, jossa akustoa varataan, oltava 36 § mukainen.

22 § Kondensaattorilaitos

1. Kondensaattorilaitoksen rakenteen on oltava sellainen, ettei laitoksen käytöstä eikä jännösvarauksesta aiheudu vaaraa.

Kondensaattorilaitteisto on jännösvarauksesta aiheutuvan vaaran torjumiseksi kytkettävä yleensä siten ja varustettava sellaisella purkauspiirillä, että laitteisto itsetoimivasti purkautuu, kun se erotetaan virtapiiristä.

Purkausvastus tai -laite ei kuitenkaan korvaa kondensaattorin oikosulkemista ja maadoittamista.

Enintään 660 V kondensaattorilaitteiston on 3 min kuluessa kondensaattorilaitteiston erottamisesta purkauduttava 75 volttiin tai sitä pienempään arvoon. Yli 660 V ja enintään 25 kV kondensaattorilaitteistossa vastaava aika on 10 min.

Yli 25 kV kondensaattorilaitteistossa, jossa yleensä on useita kondensaattoriyksiköitä sarjassa, yksikön purkausaika on 10 min. Pariston purkausaika 75 volttiin saattaa tällöin olla pitempi kuin 10 min, ja se on siinä tapauksessa ilmoitettava käyttöohjeessa tai arvokilvessä.

Kondensaattorilaitteistot ja purkauspiirinä toimivat sähkölaitteet on varustettava jännösjännitteestä varoittavalla varoituskilvellä, ellei purkautuminen tapahdu muutamassa sekunnissa.

Kondensaattorin purkauspiirinä voi toimia myös sen sähkölaitteen käämi tai vastus, johon kondensaattori on kytketty. Purkauspiirissä ei saa olla varoketta tai kytkinlaitetta, jolla piiri voidaan avata.

Johtoon tai kiskoon kiinteästi liitetyille pienehkön kapasitanssin omaavalle kondensaattorille kuten kantoaaltokytkentäkondensaattorille tai kondensaattorijännitemuuntajalle ei vaadita purkauslaitetta eikä varoituskilpeä.

Ennen kondensaattorilaitteistolla työskentelyä on:

- purkauksen varmistamiseksi enintään 660 V kondensaattorin navat oikosuljettava 3 min purkausajan jälkeen ainakin hetkellisesti kaikkinaipaisesti

- yli 660 V ja enintään 25 kV kondensaattoriparisto 10 min purkausajan jälkeen työmaadoitettava
- yli 25 kV kondensaattoriparisto käyttöohjeessa tai arvokilvessä ilmoitetun purkausajan kuluttua työmaadoitettava
- paristossa, jossa on sarjaan kytkettyjä kondensaattoreita tai maa-doittamaton tähtipiste, varauksen purkautuminen varmistettava oikosulkemalla ainakin hetkellisesti jokaisen yksikön tai rinnan-kytkennän ryhmän navat.

Jos kondensaattorin metallinen säiliö tai teline on jännitteinen, on vaarasta varoitettava varoituskilvin.

Kondensaattorilaitteiston yleinen rakenne, ks. 23 §.

23 § Kytkinlaitos

1. Kytkinlaitoksen, jolla myös tarkoitetaan jakokeskusta, rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että sen luo on esteetön pääsy ja että johtimien liittämiskohtiin päästään riittävän helposti käsiksi. Johtimien liittimiä on oltava riittävästi.

Tämän pykälän määräykset koskevat paitsi varsinaisia jakokeskuk-sia myös kosketinkiskojärjestelmiä sekä soveltuvin osin jakelukisko-järjestelmiä.

Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa E 3 on esitetty enintään 1000 V ja enintään 800 A jakokeskusten rakenne- ja koestusmääräykset. Näitä määräyksiä voidaan yleensä soveltaa myös edellä mainittua suuremmilla nimellisvirta-arvoilla.

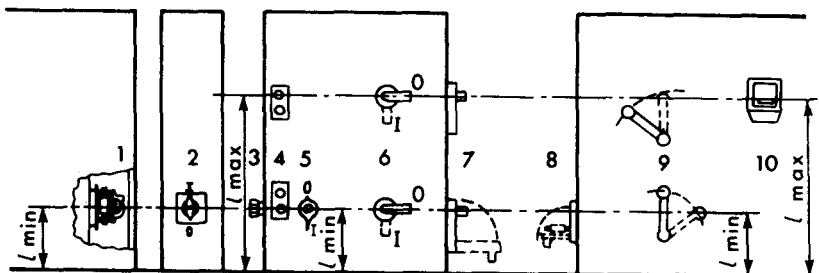
Laitteiden kaaviollinen esitys, ks. 3 § 6. Erilaisissa tiloissa rakenteille asetettavat tiiviysvaatimukset, ks. 40 § 1 ja 41 §.

Laitteet on sijoitettava kytkinlaitokseen (jakokeskukseen) siten, ettei niitä huollettaessa jouduta irrottamaan eikä purkamaan muita lait-teita ja näihin liittyviä johtoja. Jakokeskuksen oveen tai kanteen saa asentaa vain yhden sellaisen kytkimen, joka kiinniasennossa samalla lukitsee keskuksen oven tai kannen.

Kytkinlaitoksen syöttö- ja lähtöyksiköissä ja muissa ulkoisen johdon liittämisaikoissa on oltava riittävästi tarkoituksenmukaisesti mitoitettuja liittimiä ääri-, nolla-, PEN- ja suojajohtimia varten sekä tilaa kaapelien asentamiseen ja kytkemiseen.

Kytkinlaitokseen sijoitettujen, käyttötoimenpiteenä käsiteltävien laitteiden etäisyyden hoitotasosta on yleensä oltava vähintään 0,4 m, ja se saa yleensä olla enintään 2,4 m.

Etäisyys mitataan hoitotasosta käsiteltävän laitteen käyttöelimen keskiviivaan (ks. kuva 23.1–1, kohdat 1–6). Huomattavan pitkällä (akselointikohdasta yli 250 mm) käyttöelimellä varustetussa laitteessa etäisyys mitataan käyttöelimen kädensijan tms. tartuntakohdan keskiviivaan käyttöelimen ollessa ylärajan osalta ylimmässä ja alarajan osalta alimmassa käyttöasennossa tahi kääntymiskohdassa (ks. kuva 23.1–1, kohta 9). Avatun varokekytkimen käsittelykahva saa kuitenkin olla alarajaa alempana (ks. kuva 23.1–1, kohdat 7 ja 8).



Kuva 23.1 – 1. Esimerkkejä käyttötoimenpiteenä käsiteltävien laitteiden asennuskorkeuden määrittämisestä. 1 kahvavaroke, 2 kytkin, 3 tulpavaroke, 4 painike, 5 kytkin, 6 kuormankytkin, 7 jonovarokekytkin, 8 varokekytkin, 9 katkaisija, 10 energian laskutusmittari.

Edellä esitettyjä asennuskorkeusvaatimuksia koskevat seuraavat poikkeukset:

a. Vaatimus 2,4 m ylärajasta ei koske

- laitteita, joiden sijoitus näin alas voi aiheuttaa vaaraa käytössä tai ko. laitteen väärinkäyttöä

- laitteita, joita käsitellään turvallisella ja tarkoituksenmukaisella apuvälineellä.

Esimerkkeinä em. laitteista ovat mm.

- jakelu- ja kosketinkiskojärjestelmät
 - pylväisiin sijoitetut varokkeet, varokekytkimet ja varoke-erotimet, sekä
 - rakennuksen ulkoseinälle sijoitetut talovarokekotelot.
- b. Enintään 2,0 m ja vähintään 0,4 m etäisyyteen hoitotasosta on sijoitettava
- kytkinlaitoksen pääkytkin
 - laitteet, joiden käsittelystä voi liian korkealle tai alas sijoitettaessa aiheutua vaaraa, kuten varokkeet ja aseteltavat kosketussuojaamattomat (kotelointiluokaltaan avoimemmat kuin IP2X laitteet, vrt. kuitenkin kohta a)
 - laitteet, joita joudutaan käyttötoimenpiteenä käsittelemään usein, kuten käyttökytkimet, käyttöpainikkeet, pistorasiat yms.
 - laitteet, joiden käytössä tarpeellisten merkintöjen (mm. asennonosituksen) lukeminen oikein voi vaikeutua sijoituskorkeuden vuoksi
 - energian laskutusmittarin lukemakohta. Vaatimus koskee myös muun mittarin lukemakohtaa tai asteikkoja, jos lukema joudutaan tarkistamaan usein. Vaatimus ei koske mittareita, jotka on luottavuudeltaan suunniteltu korkealle sijoitusta varten.

Vaatimus 2,0 m ylärajasta ei koske asunnon oven päälle sijoitettua ryhmäkeskusta.

Asennuskorkeusvaatimukset eivät koske sähkökojeissa ja -koneissa kiinteänä osana olevia ohjaus- ja varolaitteita, mutta niissäkin käyttötoimenpiteenä käsiteltävien laitteiden on sijaittava siten, että niitä voi käsitellä ilman vaaraa ja tarkoitetulla tavalla. Esimerkiksi kytkinlaitteiden asennonosituksen on oltava helposti luettavissa. Teollisuuskoneiden sähkölaitteiden sijoituksen osalta ks. standardi SFS 2647.

Asunnossa ja siihen liittyvissä tiloissa sekä muissa tiloissa, missä laitteet voivat lukitsemattomina olla lasten kosketeltavissa, on tulpavarokkeen asennuskorkeuden oltava vähintään 1,7 m.

Sisäkytkinlaitoksessa (ml. kaikki jakokeskustilat) on oltava riittävästi kiinteitä valaisimia. Kytkinlaitoksen hoidossa tarpeellisesta kenojen valaistuksesta on myös huolehdittava. Valaisimet suositellaan sijoitettavaksi siten, että niiden lamput voi vaihtaa 49 § määräysten mukaisesti kytkinlaitoksen ollessa jännitteisenä. Jos kytkinlaitos (esim. kiinteistön pääkeskus) on sijoitettu erilliseen huoneeseen, tässä huoneessa on oltava vähintään yksi pistorasia.

Kytkinlaitoksen eteen tai sille johtavalle kulkutielle ei saa varastoida kulkua tai hoitoa haittaavaa tavaraa.

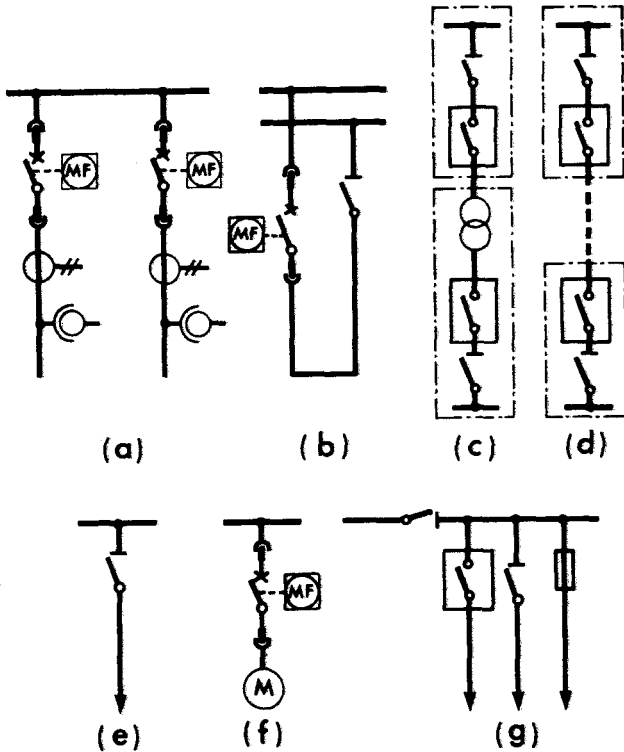
PEN-johtimen liittäminen jakokeskukseen, ks. 9 § 5.

2. Paljaan jännitteisen osan alustana on kytkinlaitoksessa käytettävä lämmönkestävää sähköeristysainetta ja laitos on muutoinkin rakennettava sellaiseksi, ettei sen käytöstä aiheudu rakennneosien syttymisvaaraa.

Laitteet, joiden lämpeneminen tai joissa mahdollisesti esiintyvä tulilmiö saattaa aiheuttaa palovaaraa, on kiinnitettävä palamattomasta rakennustarvikkeesta olevalle alustalle (keskuksen asentaminen metalliselle asennusalustalle, ks. 9 § 1, kohta D). Jos asennusalusta ja kiinnitykseen käytettävät rakennelmat eivät ole palamatonta ainetta tai A-luokan rakennusosia, on laitteessa oltava yhtenäinen takaseinä tai asennusalustan ja laitteen väliin on sijoitettava erillinen eristysaineinen levy, jonka syttymisherkkyysluokka on 1 ja palonlevittämislukokka I (esim. kartonkipintainen kipsilevy tai sementtiselluloosalevy). Laitteen takaseinämassa olevat johdon sisäänvientiaukot sallitaan, jos ne on sijoitettu siten, ettei niiden kohdalla ole paljaita jännitteisiä osia. Jännitteisten osien alustana käytetyn eristysaineen, joka on samalla laitteen ulkoisena osana ja joka laitetta käytettäessä voi koskettaa sen alla olevaa syttyvää ainetta, on täytettävä Sähkö-tarkastuskeskuksen julkaisussa E 1 esitetyt vaatimukset.

3. Yli 1000 V järjestelmässä on käytettävä erottimia ja muita kytkinlaitteita niin sijoitettuna, että kytkinlaitoksen osat ja siihen liitetyt johdot voi turvallisista työskentelyä varten tehdä jännitteettömmiksi.

Kytkinlaitos tai sen osa on varustettava erottimin joka suunnalta tapahtuvaa verkosta erottamista varten (kuvat 23.3—1a ja 23.3—1b). Kytkinlaitoksen ulkopuolella oleva erotin (kuvat 23.3—1c ja 23.3—1d) kelpaa tähän tarkoitukseen, jos vastuu erottimen käytöstä kuuluu samalle käytönjohdolle kuin vastuu jännitteettömäksi tehtävästä kytkinlaitoksen osasta. Esim. muuntaja on voitava erottaa sen omalla erottimella tai kytkinlaitoksessa sijaitsevilla muilla erottimilla—



Kuvat 23.3—1. Erilaisia erotuskohtavaihtoehtoja.

la. Muuntajan erottaminen kytkinlaitoksen ulkopuolella esim. johdossa sijaitsevilla erottimilla hyväksytään kuitenkin, jos jännite voi tulla enintään kahdelta suunnalta.

Erottimen ollessa kytkinlaitoksen ulkopuolella on kytkinlaitokseen näkyvälle paikalle merkittävä sen erottimen tai niiden erottimien yksikäsitteiset tunnuksot ja sijainnit, jotka on avattava kytkinlaitosta tai sen osaa jännitteettömäksi tehtäessä.

Yksipuolinen erottamismahdollisuus riittää niissä tapauksissa, joissa takasyöttöä ei voi syntyä (kuvat 23.3—1e ja 23.3—1f) tai joissa takasyötön voi luotettavasti estää, kuten generaattorin ollessa kysymyksessä.

Kytkeinlaitoksessa, jonka kokonaisuudessaan voi haitatta tehdä jännitteettömäksi, riittää, että syöttökohdat voi erottaa (kuvat 23.3—1g).

Erottimelle asetettavat vaatimukset, ks. 15 § 6.

Virtapiirissä on erottimien lisäksi yleensä oltava muitakin tarkoituksemukaisesti sijoitettuja kytkinlaitteita, joiden on täytettävä virtapiirin sulkemiseen ja avaamiseen käytettävälle kytkinlaitteelle 15 § 1:ssä asetetut vaatimukset. Muuntoasemalla muuntajan ensiö- tai toisiopuolella on oltava kytkinlaite tai -laitteet, joiden sulkemista ja katkaisukyky on vähintään suurimman mahdollisen kuormitusvirran suuruinen.

4. Kojeen hoito- ja käsittelyvälineen eristyksen ja muun rakenteen on oltava sellainen, ettei väline aiheuta käyttäjälleen vaaraa.

Erottimen, sulakkeen tms. kojeen irrallisen hoito- ja käsittelyvälineen kuten ohjaussauvan, sulakkeen vaihtovälineen, siirrettävän työmaadoitus- tai oikosulkuvälineen, jännitteenkoettimen ja suurjännitteellä käytettävän työskentelysuojaus on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen.

Jos erottimen ohjauslaitteessa on suojaeristin, tämän 50 Hz, 1 min koejännitteen (ulkoerottimilla sadekokeena) on oltava vähintään järjestelmän suurimman sallitun käyttöjännitteen (pääjännitteen) suuruinen.

5. Kytkinlaitos on varustettava pysyvillä, sen käyttöä varten tarpeellisilla merkinnöillä.

Merkinnät on tehtävä kunkin kojeen ja ohjauslaitteen kohdalle pysyvällä ja yksikäsitteisellä tavalla sekä keskuksessa tai keskushuoneessa säilytettävään kaavioon tai luetteloon.

Jos kytkinlaitos (jakokeskus) käsittää erillisiä kennoja tai komeroita, jokainen kenno (komero) on varustettava tunnuksella. Alle 1000 V kojeistossa ei kuitenkaan kaikkia kojetilajoja tarvitse merkitä, jos selväpiirteisyys ei siitä kärsi.

Enintään 1000 V jakokeskuksessa, jonka nimellisvirta on yli 125 A, on oltava sen oikosulkukestoisuutta osoittava merkintä. Syöttöpiirin ja kokoomakiskojen osalta oikosulkukestoisuus on ilmoitettava vähintään 0,2 s aikaa vastaavana termisen oikosulkuvirran arvona (tehollisarvo). Suositellaan, että kestoisuus ilmoitetaan 1 s arvona. Jos oikosulkukestoisuus on alle 10 kA, eikä kestoisuutta ole koestettu, riittää merkinnäksi esim. " $I_{1s} < 10 \text{ kA}$ ".

Kytkeinlaitteet ja ylivirtasuojat on varustettava selväpiirteisesti asetetuilla ja luotettavasti kiinnitetyillä merkinnöillä, joista on käytävä selville ainakin virtapiiri tai kulutuskoje, mihin laite kuuluu, sekä ylivirtasuojan nimellisvirta tai aseteltavan ylivirtasuojan asettelu-arvo.

Kytkimet on lisäksi merkittävä niiden käyttötarkoituksen osoittavalla tekstillä, ellei käyttötarkoitusta voi pitää selvänä ilman tekstiä. Pääkytkin on merkittävä tekstillä "PÄÄKYTKIN", jos kytkinlaitoksessa on useita kytkimiä tai jos pääkytkintä ei voida helposti muutoin tunnistaa pääkytkimeksi.

Jos samassa keskusrungossa on useita sähköisesti erillään olevia keskuksia, on kuhunkin keskukseseen kuuluvat tilat erotettava toisiin keskuksiin kuuluvista tiloista selvästi nähtävällä rajauksella, joka voi olla värijuova, värillinen teippi tms. Keskusten tulee lisäksi olla selväpiirteisiä.

Laitteiden kaaviollinen esitys, ks. 3 § 6.

Merkitseminen, ks. 3 § 8.

6. Kytkinlaitoksen hoitokäytävältä on voitava vaaratta valvoa, käyttää ja hoitaa laitteita ja sen kautta vaaran uhatessa turvallisesti poistua.

Hoitokäytävän leveyden on oltava laitteiden käyttämiseen, hoitamiseen ja kuljettamiseen riittävä, kuitenkin vähintään 0,8 m. Irrallisia hoito- ja käsittelyvälineitä käytettäessä on käytävän leveyden tavallisesti oltava huomattavasti suurempi, jotta em. laitteiden käyttöä varten olisi riittävästi tilaa. Vähimmäisleveyden 0,8 m on laitteiden tavallisissa käyttöasennoissa jätävä vapaaksi väliksi, kun kulkutien leveyttä rajoittavat rakenteet kuten käyttöasennossa olevat ohjauskahvat ja ulos vedettävät kojeyksiköt (esim. erotusasennossa oleva vaunukatkaisija) käytävän kummallakin puolella on otettu huomioon (kuva 23.6—1). 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 noin 90° tai lukkiutuvat em. asentoon), on vapaaksi kulkutien leveydeksi tällöin jätävä vähintään 0,6 m. Väliä mitattaessa saa 180° kääntyvä ovi olla täysin auki.

Keskuksen alapuolella ei saa olla estettä, joka ulottuu yli 0,4 m etäisyydelle keskuksen uloimmasta etupinnasta. Este ei myöskään saa olla sellainen, että sen päälle on mahdollista asettaa irtainta tavaraa, joka voi peittää keskuksen.

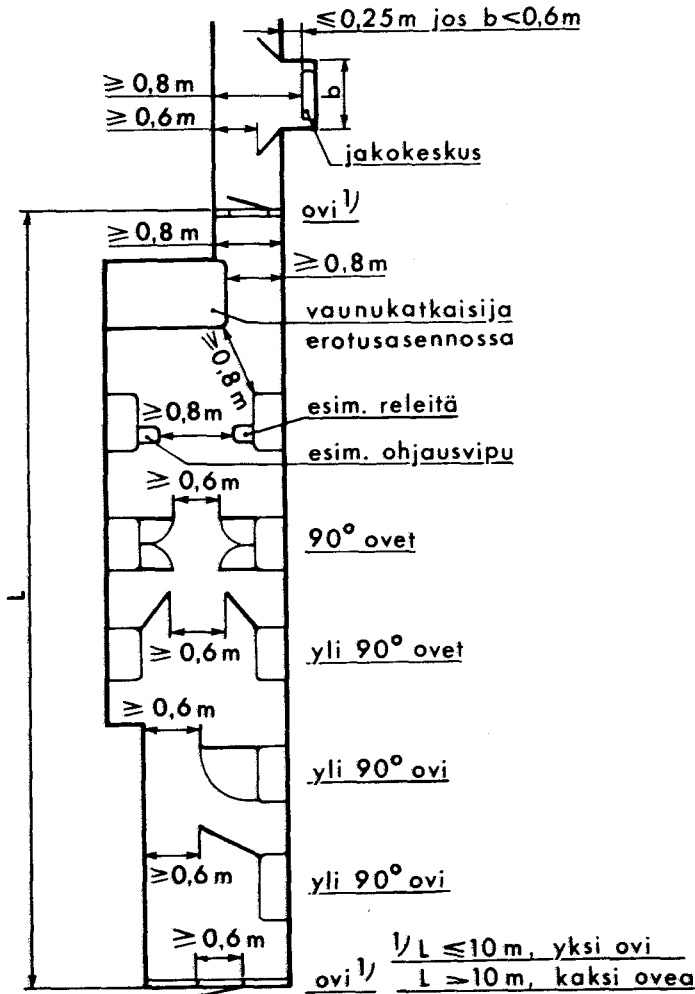
Alle 0,6 m levyiseen komeroon (syvennykseen) sijoitetun keskuksen etupinnan etäisyys komeron ovesta saa olla enintään 0,25 m.

Hoitokäytävän korkeuden on oltava laitteiden käyttämiseen, hoitamiseen ja kuljettamiseen riittävä, kuitenkin sisäkytkinlaitoksessa vähintään 1,9 m ja ulkokytkinlaitoksessa vähintään 2,2 m mitattuna kulkua haittaavasta esteestä lattiaan tai maan pintaan.

Ympäristöministeriön julkaisema Suomen Rakentamismääräyskoelma saattaa eräissä tapauksissa edellyttää edellä mainittuja suurempia hoitokäytäviä.

Jos hoitokäytävään rajoittuvan sisäkytkinlaitoksen osan pituus käytävän suunnassa on yli 10 m, käytävän kummassakin päässä on oltava helpokäyttöinen ja turvallinen poistumistie. Hoitokäytävän

ovien avautumissuunnat ja -kulmat on valittava siten, että poistuminen voi tapahtua esteettä. Ovien avautumissuunnan on oltava kytkinlaitostilasta ulospäin. Tämä vaatimus ei kuitenkaan koske kahden kytkinlaitostilan välistä ovea.



Kuva 23.6—1. Hoitokäytävän leveys ja poistumistiet.

Suositteltaan, että kytkinlaitoshuoneesta ulos johtavat ovet ovat helposti avattavissa sisäpuolelta myös oven alaosassa sijaitsevalla laitteella, joka tekee mahdolliseksi esimerkiksi jaloistaan tai käsistään vahingoittuneen henkilön poistumisen.

Sisäkytkinlaitoksessa ja vastaavissa tiloissa suositellaan käytettäväksi eristävää lattiapintaa tai kytkinlaitoksen (jakokeskuksen) edessä lattialla riittävän laajalla alueella vähintään 0,8 m leveää eristävää mattoa tai ritilää. Tarvittaessa alustan johtavuusaste saadaan selville mittauksella liitteessä II selostetun menetelmän mukaan.

Käyttöhenkilöstön suojaamiseksi suositellaan paikallisohjauksella varustetussa sisäkytkinlaitoksessa käytettäväksi valokaaripaineen kestävää yhtenäistä metallikotelointia ja hoitokäytävältä pois päin suuntautuvia valokaarikaasujen purkausteitä tai laiterakennetta, jolla estetään luotettavasti valokaarioikosulun syntyminen.

Jos valokaarikaasut purkautuvat kytkinlaitoksen ulkopuolelle, on purkautumiskohta sijoitettava siten, etteivät kaasut purkaudu vaaraa aiheuttavasti kulkuväylille, käytäville tms., jossa henkilöt voivat esteettä liikkua tai oleskella.

7. Kytkinlaitoksen jännitteiset osat on luotettavasti erotettava ympäristöstä tai kytkinlaitos on sijoitettava sähkötilaan tahi kytkinlaitoksen kosketussuojaamattomat jännitteiset osat on sijoitettava niin korkealle, että tahaton joutuminen vaarallisen lähelle niitä on riittävästi estetty.

8. Kytkinlaitoksen paljaiden jännitteisten osien on sähkötilassa sijaittava niin korkealla tai siten suojattuina, että tahaton joutuminen vaarallisen lähelle niitä on riittävästi estetty.

KTM:n päätöksen 23 § 7 ja 8 soveltamismääräykset ja ohjeet on esitetty seuraavassa.

Erilaisissa tiloissa laitteille esitetyt kotelointiluokat ja sallitut rakenteet, ks. 40 § 1 ja 41 §.

Takaa avonaisen jakokeskuksen saa asentaa telineelle tms. alustalle,

joka kohottaa sen seinäpinnasta ulos. Jos keskuksen ja alustan väliin jää jollekin sivulle aukko, on se johtojen asennuksen jälkeen peitettävä keskuksen kotelointiluokkaa vastaavasti.

Kotelointiluokkaa IP 2X käytettäessä on koteloinnissa olevien aukkojen määrän oltava vähäinen. Jos aukkoja on tiheässä (esim. tuulettussäleiköt), on kotelointiluokan oltava niiden kohdalla vähintään IP 3X.

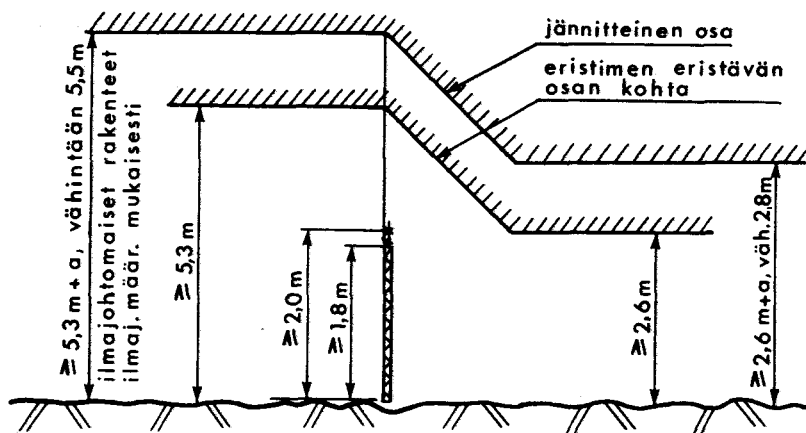
Jos samassa keskusrungossa on useita sähköisesti erillään olevia keskuksia, on keskusten sisällä huolehdittava vähintään kotelointiluokkaa IP 2X vastaavasta erotuksesta.

A. Muualle kuin sähkötilaan sijoitettu kytkinlaitos

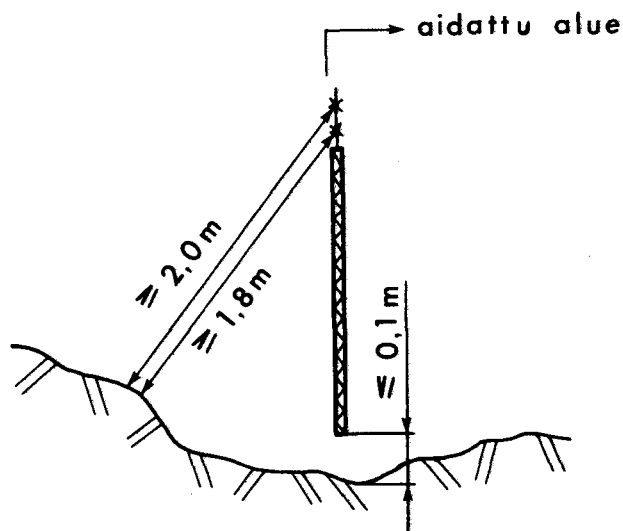
Enintään 1000 V kytkinlaitoksen (jakokeskuksen) jännitteiset osat katsotaan luotettavasti erotetuksi ympäristöstään, jos kytkinlaitos on kotelointiluokaltaan vähintään IP 2X (ks. 6 § 1). Jos kytkinlaitoksen ovi, kansi tms. avautuu ilman työkalua tai irrotettavaa avainta, on kosketussuojauksen oltava ovi tai kansi avattunakin vähintään kotelointiluokan IP 2X vaatimukset täyttävä. Asuin- ja toimistorakennusten keskuksia koskeva lisävaatimus, ks. 6 § 1.

Yli 1000 V kytkinlaitoksen jännitteiset osat katsotaan luotettavasti erotetuksi ympäristöstä, jos kytkinlaitos on kotelointiluokaltaan vähintään IP 3X (ks. 6 § 1). Kosketussuoja saa olla vain työkalulla poistettavissa. Jos kytkinlaitoksen ovi, kansi tms. avautuu ilman työkalua tai irrotettavaa avainta, on kosketussuojauksen oltava ovi tai kansi avattunakin vähintään kotelointiluokan IP 3X vaatimukset täyttävä.

Aitaamattoman ulkokytkinlaitoksen kosketussuojaamattomien paljaiden jännitteisten osien etäisyyden maan pinnasta on oltava vähintään 5,3 m lisättynä taulukon 5.1—1 (taulukko 5 § 1 yhteydessä) mitalla *a*, kuitenkin vähintään 5,5 m (kuva 23.8—1). Eristimen eristävän osan alimman kohdan on oltava vähintään 5,3 m etäisyydellä maan pinnasta. Pylväskytkinlaitokseen johtavat portaat on pidettävä lukittuina (ks. 3 § 10).



Kuva 23.8—1. Paljaan jännitteisen osan ja eristimen eristävän osan alimman kohdan etäisyydet maan pinnasta. Osat saavat sijaita raja-viivan viivoitetulla puolella.



Kuva 23.8—2. Sähköalueen aidan etäisyydet maan pinnasta.

B. Kosketinkisko

Kosketinkiskoa saa siihen kuuluvine virranottolaitteineen käyttää kuivassa tilassa valaisimien, konttorikoneiden tai vastaavanlaisten kulutusköjeiden liittämistä varten edellyttäen, että seuraavat vaatimukset on täytetty:

- a. Kosketinkisko, jonka kotelointiluokka on alhaisempi kuin IP 4X, on sijoitettava vähintään 2,2 m etäisyydelle lattiasta.
- b. Kosketinkisko, jonka kotelointiluokka on vähintään IP 4X, on sijoitettava vähintään 1,7 m etäisyydelle lattiasta.
- c. Yleisöltä suojatulla tai suljetulla alueella, esimerkiksi näin järjestetyssä näyteikkunassa tai näyttelykaapissa, kosketinkisko on sijoitettava sekä vaaka- että pystysuorassa asennuksessa vähintään 50 mm etäisyydelle lattiasta.
- d. Kiskokourun aukko ei saa olla suunnattu ylöspäin.

Vaatimukset eivät koske enintään 25 V suojajännitteellä syötetyn kosketinkiskon asentamista.

C. Sähkötilaan sijoitettu kytkinlaitos

Sähkötilassa sijaitsevan sisäkytkinlaitoksen kosketussuojaamattomien, paljaiden jännitteisten osien on oltava vähintään 2,3 m etäisyydellä lattiasta lisättynä taulukon 5.1—1 (taulukko 5 § 1 yhteydessä) mitalla a , kuitenkin vähintään 2,5 m. Eristimen eristävän osan alimman kohdan on suojaaamattomana oltava vähintään 2,3 m etäisyydellä lattiasta.

Mikäli jännitteisiä osia tai eristimiä on kyseisiä mittoja alempana, on osat suojattava vähintään luokan IP 2X vaatimukset täyttävällä suojaseinällä. Koteloinniksi riittää suojaseinät ilman kattoa, mikäli suojaseinien korkeus on vähintään 2,3 m ja jännitteisten osien etäisyys suojaseinän yläreunasta on suurempi kuin mitta a , kuitenkin vähintään 0,2 m. Muuntajakennossa sallitaan suojaseiniksi luokan IP 2X suojaverkko edellyttäen lisäksi, että jännitteisten osien etäisyys suojaverkosta on suurempi kuin $0,1\text{ m} + a$ ja eristävien osien vähintään 0,1 m.

Jonovarokeytkimillä kalustetun pienjännitekeskuksen kytkimien

alapuolella sijaitsevassa kaapelointitilassa ei saa olla paljaita jännitteisiä osia ja tilan suojauksen muihin tiloihin nähden on oltava vähintään IP 2X tai etäisyyden liitinsuojuksen alareunasta jännitteisiin osiin on oltava vähintään 80 mm. Sulakkeettomien kaapelointimattomien varavarokkeiden (varokeytkimien) jännitteettömänä olevien liitinten koskettamismahdollisuutta ei oteta huomioon.

Erillistä kosketussuojaa ei vaadita yli 1 kV ja enintään 24 kV muovieristeisten kaapelien päätteille, jos pääte ja läpivientieristin, johon se on tarkoitettu, muodostavat suljetun kokonaisuuden niin, että jännitteisten osien koskettaminen ja vaarallisen kosketusjännitteen syntyminen päätteen pinnalle on tehokkaasti estetty myös pinnan ollessa likainen ja kostea.

Aidatun ulkokytkinlaitoksen kosketussuojaamattomien, paljaiden jännitteisten osien etäisyyden maan pinnasta on oltava vähintään 2,6 m lisättynä taulukon 5.1—1 mitalla a , kuitenkin vähintään 2,8 m. Eristimen eristävän osan alimman kohdan on suojaamattomana oltava vähintään 2,6 m etäisyydellä maan pinnasta (kuva 23.8—1). Jos jännitteisiä osia tai eristimiä on em. mittoja alempana, on osat suojattava vähintään luokan IP 2X mukaisesti, tai ne on ympäröitävä myös sähköalueen puolelta kohdan D mukaisella aidalla. Aidan käyttämistä ei kuitenkaan suositella. Jännitteistä osaa ei aita käyttäessäkään saa sijoittaa etäisyyttä $0,3 \text{ m} + a$ alemmaksi. Ylijännitesuojan laskijalaitteen saa edellisestä poiketen asentaa normaalille luontakorkeudelle, vaikka sen ja ylijännitesuojan välinen johdin on kosketussuojaamaton.

D. Sähköalueen aitaaminen ja aidan rakenne

Edellä määriteltäviä, aidattua ulkokytkinlaitosta koskevia vaatimuksia saa soveltaa kytkinlaitoksessa, jos se on luotettavasti aidatulla sähköalueella.

Sähköalueella aidan ja lukittavan veräjän yläreunan on ulotuttava vähintään 2,0 m etäisyydelle maan pinnasta. Alareunan etäisyys maan pinnasta saa olla enintään 0,1 m. Aidan alareunan kohdalla maa ei saa olla helposti poistettavissa ilman työkalua. Aidan on vähintään 1,8 m etäisyydellä maan pinnasta oltava lujaa alumiini- tai teräsverkkoa, jonka reiän lävistäjä on enintään 80 mm, tai suo-

jausvaikutukseltaan ja lujuudeltaan vähintään samanarvoista rakennetta. Aitaa mitoitettaessa on otettava huomioon maaston mahdollinen epätasaisuus aitauksen ulkopuolella 2 m etäisyyteen saakka aidan yläreunasta siten, että aidan korkeutta on lisättävä maanpinnan kohoutumien kohdalla (kuvat 23.8—1 ja 23.8—2). Aita on kiinnitettävä luotettavasti lujiin pylväisiin eikä sen ulkosivulla saa olla kiipeämistä huomattavasti helpottavia ulkonemia.

Jos sähköalue rajoittuu rakennukseen tai jos ulkopuolella oleva rakennus on 2 m lähempänä sähköalueen aitaa, on ne rakennuksen ikkunat, parvekkeet tms., joista on mahdollista ulottua vaarallisen lähelle jännitteisiä osia, varustettava suojaavalla lujalla verkolla tai muulla vastaavalla suojuksella.

Rakennuksen vähintään 2,5 m korkea ulkoseinä räystäineen katsotaan sen katolla sijaitsevan sähköalueen aitaukseksi, jos seinä räystäineen täyttää sähköalueen aidalle asetetut vaatimukset.

Aidatun sähköalueen ulkopuolella on paljaan jännitteisen osan etäisyyden maan pinnasta täytettävä aidan ulkopinnan pystytasoon asti aitaamatonta kytkinlaitosta koskevat etäisyysvaatimukset (ks. kohta A). Tästä tasosta lähtien saa aitauksen sisäpuolella (sähköalueella) olevan vastaavanlaisen osan etäisyys maan pinnasta olla kyseisen osan mainitusta pystytasosta mitatun vaakasuoran etäisyyden verran pienempi, ts. etäisyysvaatimus pienenee 45° kulmassa aina kohdassa C mainittuihin mittoihin saakka (kuva 23.8—1).

Jos paljas jännitteinen osa sijaitsee kohdassa C mainitussa tapauksessa mittoja 2,6 m + a tai 2,8 m alempana, on sen etäisyyden sähköaluetta rajoittavasta aidasta oltava vähintään 2,0 m + a ja sähköalueen sisäisestä aidasta 0,1 m + a . Eristimen eristävälle osalle ovat voimassa vastaavasti mitat 2,0 m ja 0,1 m.

E. Osittainen kosketussuojaus enintään 1000 V kytkinlaitoksessa

Jos kytkinlaitoksen oven takana on käyttötoimenpiteenä käsiteltäviä elimiä, vaaditaan niiden ympäristössä vähintään osittainen kosketussuojaus 48 § 1 kohdassa C mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta. Kaikki oven sisäpinnalla olevat kosketeltavat jännitteiset osat on lisäksi suojattava vähintään osittaisella kosketussuojauksella 2,0 m korkeuteen lattiasta tms. hoitotasosta.

Osittainen kosketussuojaus katsotaan käyttötoimenpiteiden kannalta yleensä toteutetuksi, jos

- jännitteiset osat on kosketussuojattu sormien ulottumisalueella sekä muiden kehonosien mahdollisella kosketusalueella. Käyttötoimenpiteenä käsiteltävän elimen on lisäksi oltava sijoitettu siten, että sen sivulla ei ole syvyysuunnassa sitä ulompana paljaita jännitteisiä osia, ts. käyttöelin ei ole paljaiden jännitteisten osien muodostamassa syvennyksessä, tai jos
- jännitteinen osa on sijoitettu laitteeseen niin kapeaan syvennykseen, ettei osaa voi koskettaa koepuikolla, jonka puolipallon muotoisen kärjen säde on $6 \pm 0,1$ mm, tai
- edellisten vaihtoehtojen yhdistelmällä.

Laitteiden rakenteen, määrän, käytön tms. perusteella on harkintaa käyttäen ratkaistava, miten kussakin tapauksessa voidaan esim. laitteiden selväpiirteisellä sijoittelulla saavuttaa turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukaisin tulos. Yksityiskohtaisia mittoja ja esimerkkejä osittaisen kosketussuojauksen toteuttamisesta on esitetty Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa E 3.

Osittaiseen kosketussuojaukseen käytettävän suojuksen, kuten suojalevyn, -verkon, suojahupun tms. on oltava mekaanisesti, sähköisesti ja termisesti riittävän luja. Se on kiinnitettävä luotettavasti niin, ettei se voi irrota, taipua tai siirtyä pois paikaltaan normaalin käytön aikana.

Metallista (johtavaa) suojusta käytettäessä on otettava huomioon sen vaadittu etäisyys jännitteisistä osista (vrt. 5 § 1 kohta A). Eristysaineella pinnoitettu metallisuojaus rinnastetaan metalliseen suojukseen, ellei Sähkötarkastuskeskus ole hyväksynyt suojusta ko. käyttöön.

Eristysaineisen suojuksen eristysaineen on oltava riittävän vanhenemiskestoista. Muun kuin Sähkötarkastuskeskuksen erikseen hyväksymän suojuksen eristysaineen vahvuuden on oltava vähintään 1 mm.

Usein toistuviin mittauksiin on suositeltavaa käyttää kiinteätä mittausta (mittaria) tahi erillisin mittauskoskettimin varustettuja mittauskohtia. Mittauskohtien on oltava sijoitettu ja suojattu siten, että

Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymillä mittauspäillä ei niitä oikein käytettäessä voi aiheuttaa oiko- eikä maasulkua mittausta suoritettaessa.

On suositeltavaa, että releen tms. palautuspainike kuten myös muut käyttötoimenpiteenä käsiteltävät elimet sijoitetaan laitteen kotelon tms. suojakuoren ulkopuolelle (tavallinen kosketussuojaus). Kannen alle sijoitetun palautuspainikkeen, virta-alueen tms. asetteluelimen ja vastaavien osittaisen kosketussuojauksen on täytettävä em. vaatimukset. Vaihtoehtoisesti palautukseen, asattelun muutokseen tms. toimenpiteisiin on käytettävä erillistä, eristysaineista tai eristysaineella luotettavasti suojattua apuvälinettä. Apuväline on säilytettävä laitteen läheisyydessä esim. samassa jakokeskushuoneessa. Apuvälineen käyttäjälle asetetut vaatimukset, ks. 48 §.

F. Osittainen kosketussuojaus yli 1000 V kytkinlaitoksissa

Jos kytkinlaitoksen oven takana on käyttötoimenpiteenä käsiteltäviä elimiä, joita käsiteltäessä työntekijä voi itse tai työssä tarvittavien välineiden välityksellä ulottua jännitteisten osien välittömään läheisyyteen (ks. 49 §), on käyttötoimenpiteet tehtävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä työmenetelmiä, välineitä ja suojuksia käyttäen, tai kosketusjännitesuojauksen on oltava vähintään IP 1X alueella, jossa ilman suojausta jouduttaisiin jännitteisten osien välittömään läheisyyteen. Erityisesti on otettava huomioon, että työmaadoittaminen on käyttötoimenpide ja käyttöjännitteestä erotettuun yli 1000 V laitoksen osaan on suhtauduttava työskentelyn kannalta niin kuin siinä olisi jännite, ellei sitä ole asianmukaisesti työmaadoitettu (50 §).

G. Muita turvallisuusnäkökohtia

Tulppavarokkeen kannen lasia ei saa poistaa. Mittausta varten tarvittavan reiän on oltava joko varokekannessa tai keskuksen eristysaineisessa kosketussuojalevyssä.

Työskentely paljaiden jännitteisten osien läheisyydessä voi edellyttää tarvittaessa 49 § 1 mukaista tilapäistä eristämistä luotettavasti kiinnitettyjä kaiteita, puomeja, suojalevyjä tms. rakenteita käyttäen.

On suositeltavaa, että tällaisia laitteita varten on jo laitosta rakennettaessa järjestetty sopivat kiinnityslaitteet, jolloin laitteiden käyttäminen on nopeasti ja luotettavasti toteutettavissa.

Jos yli 1000 V paljaita jännitteisiä osia on sellaisen oven takana, joka normaalisti toimii suojuksena, mutta joka käyttö- tai niihin verrattavien huoltotoimenpiteiden vuoksi joudutaan tilapäisesti avaamaan, on oven takana käytettävä lisäsuojuksena vähintään jäykkää puomia. Puomin on oltava eristävää ainetta, joksi tässä tapauksessa hyväksytään myös kuiva puu. Puomin ja sen kiinnityksen on kestävä vähintään 1000 N rasitus. Eristysaineiset suojalevyt, ks. 49 § 1, kohta D.

Kytkinlaitoksessa on pidettävä huolta siitä, että 50 § 4...5 mukainen työmaadoittaminen on turvallisesti ja luotettavasti toteutettavissa. Siirrettäviä työmaadoitusvälineitä varten on järjestettävä sellaiset standardin SFS 3742 mukaiset tai Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymät maadoituskiinnikkeet taikka merkityt kiinnityskohdat, joihin työmaadoitusväline on helppo kiinnittää eristyssauvan avulla. Jos työmaadoitusvälineet eivät ole laitoskohtaisia, on kytkinlaitoksessa oltava näkyvällä paikalla merkintä, josta selviää laitoksen 1 s oikosulkuvirta. Mikäli laitoksen oikosulkuvirta on suuri tai maadoitettavat osat sijaitsevat korkealla, suositellaan käytettäväksi maadoituserottimia. Muualla kuin sähkötilassa olevien suurjännitekojeistojen (ml. puistomuuntamot) ovet on voitava sulkea työmaadoituslaitteiden ollessa paikoillaan.

Kytkinlaitoksen eri virtapiirien on oltava eristetty toisistaan niin, ettei jännite voi helposti siirtyä piiristä toiseen.

Jännitteeltään erilaisten virtapiirien johtimia saa asentaa samaan johdinnippuun tai -kouruun edellyttäen, että kaikkien johtimien käyttöeristys valitaan jännitteeltään suurimman virtapiirin mukaisesti.

Edellisestä poiketen saa jännitteeltään ja peruseristykseltään erilaisten apupiirien johtimia asentaa samaan kouruun edellyttäen, että jännitteen siirtymisestä vikatapauksessa piiristä toiseen ei aiheudu erityistä vaaraa eivätkä johtimet joudu käytössä alttiiksi mekaanisille rasituksille kuten taivutuksille. Tätä asennustapaa käytettäessä ei kaapelimaisen johdon vaippaa saa tarpeettomasti poistaa. Erityisen

vaaran katsotaan aiheutuvan jännitteen siirtymisestä galvaanisesti yleiseen puhelinverkkoon liittyvään piiriin ja piiriin, jossa kosketusjännitesuojausmenetelmänä käytetään suojajännitettä tai suojaerotusta.

IV luku. Sisäjohtdot, maa- ja vesistökaapelit

Liitteessä III on esitetty tavallisimpien eristepäällysteisten johtimien ja kaapelien rakenne pääpiirteittäin.

24 § Johto ja sen asennus

1. Johdon rakenteen, sijainnin ja suojauksen on oltava sellainen, ettei johdosta aiheudu vaaraa ympäristölle.

Eristepäällysteisen johtimen ja kaapelin rakenteen on oltava Sähkö-tarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen.

Johtoa ei saa sijoittaa siten, että palavasta rakennustarvikkeesta olevan rakenneosan lämpötila johdon välittömässä läheisyydessä tulee liian suureksi, ennenkuin johdon ylivirtasuojat toimii.

PVC-muovi hajoaa korkeassa lämpötilassa, ja tällöin syntyvä kloorivety aiheuttaa korroosiota. Tulipalossa syntyvien vahinkojen suuruutta voi pienentää käyttämällä ennakoivina varotoimenpiteinä johdon asennusta metalliputkeen tai palamattomaan kanavaan sekä pinta-asennuksessa johtojen suojausta (esim. ohjauskaapeleiden peittämistä).

Nolla- ja PEN-johtimen eristyksen on täytettävä äärijohtimen eristykselle asetetut vaatimukset. Ilmajohdossa PEN-johdin saa kuitenkin olla eristämätön, jos järjestelmä täyttää 9 § 5 vaatimukset. Kun nolla- tai PEN-johtimen muodostaa eristepäällysteisiä johtimia ympäröivä metallikudos tai -vaippa, viimeksi mainitun on oltava päällystetty riittävällä eristekerroksella. Eristämisvaatimus ei kuitenkaan koske sellaista metallivaippaa, joka toimii vain mekaanisena suojana (eikä siis virtajohtimena tai suojajohtimena).

Paljaan johtimen asennus eristimille, ks. 26 §. Ilmanvaihtokanavaan asennettavat johdot, ks. 37 § 3.

2. Johdon rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että johto kestää käyttöolosuhteissa siihen kohdistuvat ympäristöstä aiheutuvat rasitukset.

Johtoon kohdistuvia, ympäristön aiheuttamia rasituksia voivat olla mm. johdon ympäristön poikkeuksellinen lämpötila, johdon eristyksen kostuminen ja johdon joutuminen alttiiksi värinälle tai muulle mekaaniselle rasitukselle taikka korroosiolle.

Erilaisissa tiloissa sallitut johtolajit, niiden asennus ja suojaus, ks. 26 ... 32 §, 40 § ja 41 §.

Koska PVC-eristys muuttuu hauraaksi pakkasessa, on siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun laitteen taipuisana liitântäjohtona ulkoilmassa käytettävä kumieristeistä (ja -vaippaista johtoa). PVC-eristeisen johdon saa kuitenkin asentaa ulkoilmaan kiinteälle alustalle tai ripustettuna kannatusköyden varaan. PVC-eristeisen johdon asentamista käyttöpaikalleen alhaisessa lämpötilassa on vältettävä.

Paperieristeisen kaapelin asennuslämpötila ei saa alittaa valmistajan asennusohjeissa antamaa arvoa, joka tavallisesti on +5°C.

Pysyvästi tai pitkäaikaisesti kuumaan tilaan soveltuu varsinainen lämmönkestävä johto. Tällaisen johdon eristysaineena käytetään mm. silloitettua polyeteeniä, silikonikumia tai mineraaleja.

Johdon kuormitettavuus riippuen ympäristön lämpötilasta, johdon eristysaineesta ym. tekijöistä, ks. 25 § 2.

3. Yhteistä teräsvaippaa tai -putkea käytettäessä on vaihtovirtapiiriin kaikkien johtimien oltava tällaisen vaipan tai putken sisäpuolella, jos johdon tai ympäristön liiallista lämpenemistä ennen ylivirtasuojan toimimista voi syntyä.

Yhteistä teräsvaippaa tai -putkea käytettäessä on vaihtovirtapiiriin kaikkien johtimien yleensä oltava tällaisen vaipan tai putken sisäpuolella. Tästä säännöstä saa poiketa sellaisessa tapauksessa (esim. lämmityskaapelissa), jossa johdon tai ympäristön liiallista lämpenemistä ennen ylivirtasuojan toimimista ei voi syntyä. Tällöin on tarkistettava, että 9 § 5 ... 7 vaatimukset ko. suojausmenetelmää käytettäessä tulevat täytetyiksi.

4. Yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisällä olevien tai tähän rinnastettavalla tavalla asennettujen johtimien on yleensä kuuluttava saman ylivirtasuojan suojaamaan virtapiiriin.

Virtapiiri voi käsittää esim. 1 . . . 3 ylivirtasuojan suojaamaa ääri-johdinta (vaihejohdinta) sekä nolla- tai PEN-johtimen. Virtapiirin johtimiin rinnastetaan tässä myös sen suojajohdin. Yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisäpuolella ei saa olla kahteen tai useampaan eri virtapiiriin kuuluvia johtimia. Jos tämä sallittaisiin, voisi eri piireihin kuuluvien johtimien välillä syntyvä eristysvika aiheuttaa jännitteen ja virran siirtymisen piiristä toiseen ylivirtasuojan ohittaen.

Yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisäpuolella saa kuitenkin olla eri virtapiireihin kuuluvia johtimia seuraavissa tapauksissa:

- a. Johtimet kuuluvat virtapiireihin, jotka liittyvät samaan kulutuskojeeseen tai yksinomaan samaa käyttötarkoitusta palveleviin laitteisiin.
- b. Johtimet kuuluvat ohjaus-, mittaus- tai merkinantopiireihin, jotka liittyvät samaan tai eri kulutus- tai muihin sähkölaitteisiin. Ohjauspiiriin lasketaan kuulumaan myös moottorikäyttöisen toimielimen (toimimoottorin) johtimet.
- c. Näyttämövalaistuslaitteistossa, nosturissa ja muussa kulutuslaitteistossa, missä on useita virtapiirejä samassa laitteiston (laitteen) liikkuvassa tai siirrettävässä osassa, saavat taipuisan liitäntäjohdon vaipan sisäpuolella olevat johtimet kuulua eri virtapiireihin. Näyttämövalaistuslaitteistossa saa yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisällä olla myös kiinteästi asennettuja, eri virtapiireihin kuuluvia, valaisimien virtaa ohjaavia, himmentimien jälkeisiä johtimia, joiden poikkipinta on enintään 6 mm².
- d. Ketjutetun ryhmäjohdon (päävirtapiirin) ja ohjauspiirin johtimet silloin, kun ne palvelevat samaa laitteistokokonaisuutta ja kun ketjutus koskee vain samaa käyttötarkoitusta palvelevia laitteita kuten sähkölämmittimiä, ajantarkkailulaitteita tai valaisimia.

Kun jännitteeltään erilaisten virtapiirien johtimia asennetaan — edellä sallituissa tapauksissa — samaan asennusputkeen, kaikkien

johtimien eristys on valittava jännitteeltään suurimman virtapiiriin johtimien eristyksen mukaiseksi. Jos jonkin virtapiiriin johtimet kuitenkin muodostavat kaapelin, sen ja muiden piirien johtimien eristyksen saa valita toisistaan riippumatta, kun kaapelin eristävä vaipakerros kestää vähintään 1,5 kV 50 Hz, 1 min koejännitteen.

Eri virtapiirien johtoja saa asentaa samaan johtotiehen (esim. uraan, putkeen, onttoon seinään tai lämpöeristettyyn seinään välittömästi seinäverhouksen alle), jos jokaisella johdolla on johtimien eristyksen lisäksi oma suojavaippa.

Jos tavanomaisessa sisäjohtoasennuksessa kahden virtapiiriin johtimet eivät edellisen mukaan saa olla yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisällä, tai jos ne ovat erijännitteisiä, on myös ko. johtimen jatkaminen tai haaroittaminen tehtävä erillisissä jakorasioissa, tai yhteisessä rasiassa on jokaista virtapiiriä varten oltava toisistaan luotettavasti erotettu tai eristetty kytkentätilansa liittimien.

Jännitteeltään ja peruseristykseltään erilaisten apupiirien johtimien asentaminen samaan kouruun, ks. 23 § 7 ja 8.

5. Johdon liitoksen on oltava luotettava ja tarvittaessa eristetty.

Johdon liitoksia ovat mm. sen jatkos, haaroitus ja siirtyminen toiseen johtolajiin sekä liitos muihin sähkölaitteisiin.

A. Yleiset vaatimukset

Johdon liitokset on tehtävä sekä mekaanisesti että sähköisesti luotettaviksi, ja niiden on vastattava johtavuudeltaan itse johdinta. Erityistä huomiota on kiinnitettävä suojajohtimen, PEN-johtimen ja nollajohtimen liitoksen luotettavuuteen. Liitoskohdan eristyksen on vastattava jatkamattoman johtimen eristystä, tai sen eristystilan on täytettävä sille erikseen asetetut vaatimukset.

Johtimen liitos on tehtävä hitsaamalla, kovajuottamalla taikka käyttämällä juotettavaa, puristettavaa tai ruuvikiristeistä liitintä tahi muulla samanarvoisella tavalla.

Liittimeen kiinnitettävän kerratun johtimen päitä ei tarvitse juottaa toisiinsa eikä varustaa kaapelikengällä, jos liittimen rakenne on sellainen, että johtimen langat pysyvät hyvin liittimessä ja osallistuvat hyvän kosketuksen aikaansaamiseen eivätkä vahingoitu. Hienolankaisen kerratun johtimen liitoksessa ei saa käyttää huppuliitintä, ellei huppuliitin ole Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä hienolankaisen johtimen liittämiseen.

Alumiinijohtimia liitettäessä on erityisesti varmistauduttava siitä, että liittimet ovat tarkoitukseen sopivia. Alumiiniliitoksen tullessa kosteaan ympäristöön on korroosio sopivasti estettävä.

Johdineristystä on poistettava ainoastaan liitoksen tekoon vaaadittava määrä. Eristystä on tarvittaessa käsiteltävä liitoksen teon vaatimalla tavalla.

Puristusliitos on tehtävä ao. liittimelle tarkoitettulla puristustyökalulla.

Jos johdineristys liitosta tehtäessä vahingoittuu tai jos on pelättävissä, että eristys myöhemmin huononee (esim. kumieristys), johdineristyksen päälle on syytä asettaa lisäeristykseksi muoviletkun kapale tai kiertää kumi- tai muovinauha (ns. sähköteippi). Sen sijaan imeytetty tekstiilinauha (sidenauha) ei sovellu eristeeksi. Jos johdineristys on kyllästettyä paperia tai muuta hygroskooppista ainetta, on liitosta tehtäessä paljastunut eristys suojattava kosteudelta.

Eristepäällysteisten johtimien sekä kaapelin liitos on yleensä tehtävä vähintään kosketussuojaisessa ja, jos liitokseen on huoltoa tai mitauksia varten päästävä käsiksi, työkalulla avattavassa rasiassa (kotelossa, kammiossa, varusteessa tms.), ks. 27 § 3, 29 § 4, 30 § 3, 31 § 2, 33 § 1 ja 41 § 2. Johdinliitos rasiassa tehdään yleensä ruuviliittimellä tai johdinpäiden ympäri kierrettävällä tai puristettavalla liittimellä (esim. huppuliittimellä), jonka on oltava eristepäällysteinen, jos liitin jää rasiaan irralleen. Rasia on mitoitettava tilavaksi siihen tulevien johtimien poikkipinnan sekä johtimien, liittimien ja mahdollisten muiden laitteiden lukumäärän mukaan niin, että huollossa päästään liitoksiin käsiksi. Rasian ja liittimien rakenteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Ko. rakenne- ja koestusmääräyksistä tai tarvittaessa Sähkötarkastuskeskuksen lausunnosta selviää, mille johto-

laadulle ja -koolle tai asennusputken koolle eri rasialajit soveltuvat käytettäväksi.

Suojajohdin, PEN-johdin ja nollajohdin on asennettava ja niiden liitokset sekä kiinnitys on tehtävä vähintään yhtä huolellisesti kuin äärijohtimessa. Suojajohdin, PEN-johdin ja nollajohdin on pyrittävä sijoittamaan ja kiinnittämään siten, etteivät ne mekaanisista tai muista johtoon kohdistuvista rasituksista katkea tai irtoa liittimestä ennen äärijohtimia.

B. Ryhmäjohdon jatkaminen

Kiinteät liittimet enintään 16 A rasiakytkimessä ja pistorasiassa on tavallisesti tarkoitettu kahta 1,5 . . . 2,5 mm² johdinta varten. Mikäli lisäksi rasian vapaa sisätila on riittävä, saa ryhmäjohdon jatkaa rasiakytkimessä tai pistorasiassa.



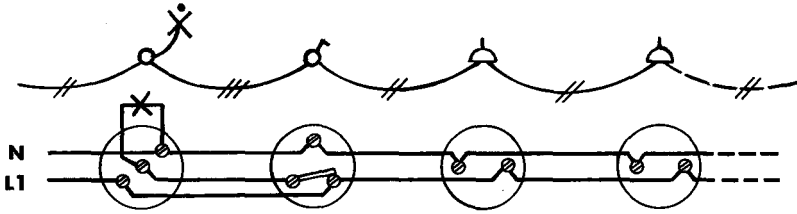
Kuva 24.5—1. Ryhmäjohdon jatkamiseen tarkoitettun laitteen tunnus.

Enintään 16 A ryhmäjohdon saa jatkaa ilman erillistä liitántärasiaa olevassa kojeessa, jos se on hyväksytty läpimenevää ryhmäjohtoa varten tai jos siihen rakenteellisesti liittyy rasiaosa tai sitä vastaava kytkentätila. Tämän mukaisesti ei esimerkiksi valaisimen pohjan ja huoneen katto- tai seinäpinnan välistä tilaa saa käyttää veto- eikä jakorasiana.

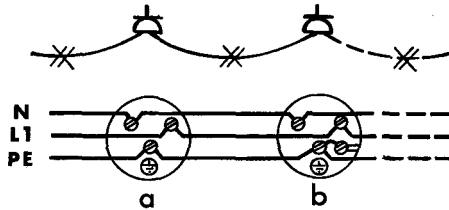
Ryhmäjohdon jatkamiseen hyväksytty kulutuskoje on varustettu tätä tarkoittavalla erikoismerkinnällä, jonka on oltava nähtävissä, kun tarvike on kiinnitetty ja johdotettu normaalia käyttöä varten, mutta kansi avattuna. Merkintänä voi olla teksti ”Hyväksytty ryhmäjohdon jatkamiseen” tai kuvan 24.5—1 mukainen tunnus.

Ryhmäjohtoa jatkettaessa muualla kuin jakorasiassa on kiinteän asennuksen täytettävä seuraavat lisävaatimukset:

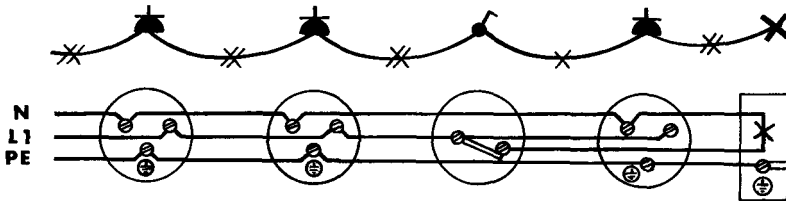
- a. Ryhmäjohdon poikkipintaa ei muuteta rasiakytkimessä, pistorasiassa tai kulutuskojeessa, jossa jatkaminen tehdään.



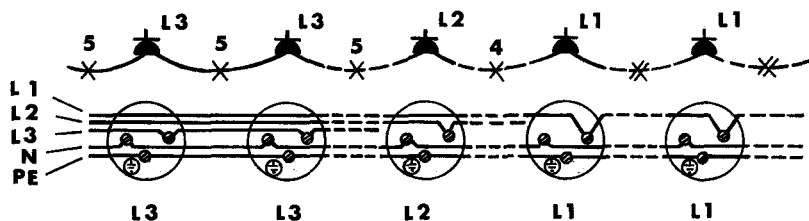
Kuva 24.5–3. Pinta-asennus (kaapeli tai putkilanka). Nollajohdin on katkaistu ja jatkettu rasiakytkimessä olevassa ylimääräisessä liittimessä. Suojakosketinpistorasioita ei kytkimen jälkeen tässä tapauksessa saa asentaa.



Kuva 24.5–4. Pinta-asennus. Pistorasian b metallikuori on suojamaadoitettu siten, että liittimestä, josta suojajohdin jatkuu edelleen seuraavaan rasiaan, suojajohtimen pää jatkuu katkeamattomana rasian kuoren maadoitusliittimeen.



Kuva 24.5–5. Uppoasennus tai pinnalle tehty putkiasennus. Erillinen suojajohdin ja nollajohdin viety katkaisemattomana rasiakytkimen läpi. Valaisin on suojamaadoitettu.



Kuva 24.5—6. Uppoasennus tai pinnalle tehty putkiasennus. Kolmi-vaiheinen ryhmäjohto. Ketjun loppupäässä sijaitsevien pistorasioi-den liittämiseen tarvittavat eri vaiheiden johtimet viety ketjun alku-pään läpi katkaisemattomana.

6. Johdon kiinnittäminen ja kiinnityslaitteet eivät saa vahingoittaa johtoa.

Vaatus koskee sekä paljaan että eristepäällysteisen johtimen ja johdon kiinnityslaitetta ja kiinnitysmenetelmää.

7. Suojajohtimessa ja nollajohtimessa on niiden ollessa eristepäällysteisiä käytettävä määrättyjä tunnusvärejä tai vastaavia ilmaisukeinoja, joilla suojajohtimen ja nollajohtimen voi erottaa toisistaan ja äärijohtimista.

Suojajohtimen, PEN-johtimen ja nollajohtimen erottamiseksi toisistaan ja äärijohtimista on johdon eri johtimien tunnistamiseksi enintään 1000 V järjestelmässä käytettävä seuraavassa annettuja tunnusvärejä tai vastaavia ilmaisukeinoja. Yli 1000 V järjestelmässä suojajohtimen tunnistamiseksi suositellaan kelta-vihreäraitaista tunnusväriä.

Tunnusvärien käyttöä koskevia määräyksiä ei vaadita sovellettavaksi suojajännitteeseen virtapiiriin. Kelta-vihreäraitaista johdinta saa tällöin käyttää kuitenkin vain suojajohtimena tai PEN-johtimena.

Vaihe- tms. järjestyksen osoittamiseksi voidaan seuraavassa esitettyjen väritunnusten lisäksi käyttää kirjain-numeroyhdistelmiä L1, L2 jne.

Johtimen merkintään käytettävän muoviletkun tai kumi- tai muovinauhan on oltava tarkoitukseen soveltuva. Merkintä on tehtävä johtimen kumpaankin päähän.

A. Kumi- tai muovieristeinen johto

Yleistä

Asennuksissa käytettävien erillisten eristepäällysteisten johtimien tunnusväreinä saa käyttää seuraavia värejä: musta, ruskea, violetti, valkoinen, vaaleansininen ja kelta-vihreäraitainen. Laitteiden sisäisenä ohjauspiirin kytkentäjohtimena saa standardin SFS 2647 mukaisesti käyttää lisäksi ML-, MK- ja MKEM -tyyppisillä johtimilla punaista ja oranssia johdinta. MKJ- ja MKJE(HO5V)-tyyppisillä johtimilla saa käyttää kaikkia CENELECin standardisoimia värejä.

Eristepäällysteisen suojajohtimen (ml. maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimen) tunnusväri on kelta-vihreäraitainen.

PEN-johtimen tunnusväri on kelta-vihreäraitainen varustettuna johtimen päissä vaaleansinisellä lisämerkinnällä, kuten muoviletkulla tai kumi- tai muovinauhalla. Merkintään suositellaan tekstiä ”PEN”.

Eristepäällysteisen nollajohtimen tunnusväri on vaaleansininen.

Ohjauskaapeleissa, joissa on vähintään 6 johdinta, voidaan käyttää kaikkien johtimien tunnistamiseen numeroita.

Tehdasvalmisteisessa 1 kV voimakaapelissa saa johdinpoikkipinnan ollessa yli 6 mm² äärijohtimen tunnuksina värien sijasta käyttää myös numeroita.

Tunnusvärijärjestelmää ei sovelleta kaksijohtimiseen erittäin taipui- saan liitäntäjohtoon (MSTE) eikä kaksijohtimiseen kevyeen muovieristeiseen liitäntäjohtoon (MST), joiden osalta ei vaadita käytettäväksi mitään erityistä järjestelmää johtimien tunnistamiseen.

Kaapeli, joka käsittää useita erivärisiä johtimia

Kaapeleissa käytettävien johtimien tunnusvärit on esitetty taulukossa 24.7–1.

Taulukko 24.7 – 1. Kaapelien johtimien tunnusvärit.

Johtimien lukumäärä	Johtimien tunnusvärit	
2	vaaleansininen ja musta tai ruskea	
3	Kiinteä johto: kelta-vihreäraitainen, vaaleansininen ja musta tai vaaleansininen, musta ja ruskea	Siirrettävä johto: 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	

Eristepäällysteisenä suojajohtimena on käytettävä kelta-vihreäraitaista johdinta. Suojajohdinta ei tällaisessa johdossa saa muodostaa muun värisestä johtimesta.

PEN-johtimen eristyksen on oltava kelta-vihreäraitainen ja johtimen päät on merkittävä vaaleansinisellä lisämerkinnällä. Merkin-tään suositellaan tekstiä ”PEN”.

Nollajohtimena on käytettävä vaaleansinistä johdinta. Muunvärisen johtimen, ei kuitenkaan kelta-vihreäraitaisen, käyttäminen nollajoh-timena on sallittu, jos johdossa ei ole vaaleansinistä johdinta. Muun-värisen johtimen päät on tällöin merkittävä eristyksen päälle asetetulla vaaleansinisellä lisämerkinnällä, kuten muoviletkulla tai kumi-tai muovinauhalla.

Kaksi tai useampia johtimia käsittävissä kaapelissa saa vaaleansi-nistä johdinta käyttää myös äärijohtimena silloin, kun johdossa ei tarvita nollajohdinta. Kun vaaleansinistä johdinta joudutaan käyttä-mään äärijohtimena, sen päät on vähintään kolmijohtimisessa joh-dossa merkittävä liittimen luona eristyksen päälle asetetulla muovi-

letkulla tai kumi- tai muovinauhalla. Merkintään saa käyttää mustaa tai ruskeaa tai violettiä letkua tai nauhaa.

Kaapeli, joka käsittää useita samanvärisiä johtimia

Eristepäällysteinen johdin, jota käytetään suojajohtimena, on varustettava johtimien päissä eristyksen päälle asetetulla kelta-vihreäraisella lisämerkinnällä.

Eristepäällysteinen PEN-johdin on varustettava johtimien päissä eristyksen päälle asetetulla sekä kelta-vihreällä että vaaleansinisellä lisämerkinnällä siten, että molemmat merkinnät ovat näkyvissä.

Eristepäällysteinen johdin, jota käytetään nollajohtimena, on varustettava johtimien päissä eristyksen päälle asetetulla vaaleansinisellä lisämerkinnällä.

Merkintävaatimus koskee myös ohjaus-, valvonta- ja mittaustarkoituksiin käytettyä kaapelia, jossa samanväristen johtimien tunnistamiseen käytetään numeroa tai muuta tunnusta.

Asennuspaikalla muodostetut johdot

Jos kaksi- tai useampi johtiminen johto muodostetaan asennuspaikalla erillisistä johtimista, joissa on ainoastaan peruseristys (ML, MK ja MKEM), on suojajohtimena ja PEN-johtimena käytettävä kelta-vihreäraitaista johdinta ja nollajohtimena vaaleansinistä johdinta. PEN-johdin on merkittävä johtimen päissä vaaleansinisellä lisämerkinnällä. Suurilla poikkipinnoilla (vähintään 120 mm²) on sallittu muunvärisen (mustan tai ruskean) johtimen käyttö. Tällöin suoja-, PEN- ja nollajohdin merkitään kuten kaapelissa, jonka johtimet ovat samanvärisiä.

Suoja-, PEN- tai nollajohtimena saa käyttää myös 1 kV yksijohdin-kaapelia. Samoin erikseen hyväksytyissä suurvirtajärjestelmissä saa suoja-, PEN- tai nollajohtimena käyttää mustaa johdinta. Molemissa tapauksissa suoja- ja nollajohdin merkitään kuten kaapelissa, jonka johtimet ovat samanvärisiä. PEN-johdin on varustettava johtimen päissä eristyksen päälle asetetulla sekä kelta-vihreäraitaisella että vaaleansinisellä lisämerkinnällä siten, että molemmat merkinnät ovat näkyvissä.

B. Muut merkintäsäännöt

Käytettäessä kaapelin konsentrista johdinta suoja-, PEN- tai nolla-johtimena sen saa asennuksen yhteydessä merkitä käyttötarkoituksesta riippuen samalla tavalla kuin kaapelissa, jonka johtimet ovat samanvärisiä. PEN-johdin on varustettava johtimen päissä sekä kelta-vihreäraitaisella että vaaleansinisellä lisämerkinnällä siten, että molemmat merkinnät ovat näkyvissä.

Riippukierrehjohdon (AMKA) johtimien tunnistamiseen on annettu ohjeet standardissa SFS 2200 ja Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa A 4.

Suojajohtimet (ml. maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimet) on merkittävä päämaadoituskiskon kytkentäpisteissä yksikäsitteillä osoitetunnuksilla. Lisämerkintää ei kuitenkaan vaadita, jos päämaadoituskiskoon liitettävien johtimien lukumäärä on vähäinen ja niiden käyttötarkoitus on muuten helposti havaittavissa (esim. omakotitalon tai pylväsmuuntamon päämaadoituskisko).

Haluttaessa erottaa muihin suojausjärjestelmiin kuuluvat suojajohtimet toisistaan, suositellaan käytettäväksi taulukossa 24.7—2 esitetyjä standardin SFS 2668 mukaisia tunnuksia sekä standardin SFS 3710 mukaisia osoitetunnuskilven pohjavärejä. Esimerkiksi toiminnallinen maadoitus (eli häiriötön instrumenttimaadoitus) -tunnuskilven väriksi suositellaan joko mustaa tekstiä keltaisella pohjalla tai valkoista tekstiä sinisellä pohjalla.

Taulukko 24.7–2. Johtimien liittimien tunnuksat.

Johdin	Merkintä	
	kirjain-numerotunnus	kuvatunnus
suojajohdin	PE	
maadoittamaton suojajohdin	PU	
maadoitusjohdin	E	
häiriötön maadoitusjohdin	TE	

25 § Johdon mitoitus ja suojaus

1. Johdon on oltava mekaanisesti riittävän luja.

Kupari- ja alumiinijohtimen pienimmän sallitun poikkipinnan on eri tapauksissa oltava taulukon 25.1—1 mukainen.

Liitäntäjohdon poikkipinnalle taulukossa 25.1—1 asetetut vaatimukset eivät koske sellaista siirrettävää tai puolikiinteästi asennettua sähkölaitetta, joka rakennetaan ja koestetaan liitäntäjohtoineen Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisesti (ks. 1 § 3). Taulukon 25.1—1 poikkipintaa koskevat vaatimukset eivät myöskään ole voimassa erikseen asennettavalle maadoitus- eikä suojajohtimelle (ks. 11 § 2) eivätkä tehdasvalmisteen kytkentäjohdolle. Liittymisjohdon poikkipinta, ks. 32 § 2.

Taulukko 25.1 — 1. Johtimen pienin sallittu poikkipinta.

Johtolaji	Poikkipinta mm ²	
	kupari	alumiini
Rakennukseen kiinteästi asennettu paljas johdin	6	25
Rakennukseen tai maahan (veteen) kiinteästi asennettu eristetty johdin tai kaapeli	1,5	16
Ohjaus-, mittaus- tai merkinantopiirejä varten kiinteästi asennettu johto, jossa on vähintään seitsemän kerrattua johdinta yhteisen vaipan sisäpuolella	0,75	—
Taipuisa liitäntäjohto yleensä	1,5	—
Taipuisa liitäntäjohto, joka ei ole alttiina mekaaniselle vahingoittumiselle (sähkölaitteen liitäntäjohto)	0,75	—
Luokan I jatkojohto	1,5	—
Luokan 0 jatkojohto	1,0	—
Taipuisa hitsauskaapeli	10	25

Sallitut johtolajit erilaisissa tiloissa, ks. 40 § 1 ja 41 § 2.

Telemerkkijohdot, ks. 45 §.

2. Johdon poikkipinta on mitoitettava kuormitusta vastaavaksi ja johto on varustettava ylivirtasuojalla, jos johdon lämpenemisestä voi aiheutua vaaraa. Johdossa ei kuitenkaan saa olla ylivirtasuojaa, jos virran katkaiseminen aiheuttaa suurempaa vaaraa kuin johdon liiallinen lämpeneminen.

A. Yleiset vaatimukset

Johdon ylivirtasuojan on yleensä itsetoimivasti erotettava johto (johdin) virrattomaksi johdon ylikuormittuessa sekä oikosulun synnyessä. Sama suoja (esim. sulake) voi toimia sekä oikosulku- että ylikuormitussuojana, tai suojat voivat olla erillisiä. Oikosulku- ja ylikuormitussuojan on yleensä oltava energian tulosuuntaan nähden johdon alkupäässä. Johdon alkupäässä oleva suoja ei välttämättä suojaa koko johtoa. Erillinen suoja voi olla tarpeen

- johdon poikkipinnan muuttuessa
- johtolajin muuttuessa
- johdon kuormitettavuuden muusta syystä muuttuessa.

Suojan katsotaan olevan johdon alkupäässä, jos johtopituus suojasta johdon alkuun on enintään 0,5 m. Erikoistapauksessa (ks. kohta *E*) johdon ylikuormitussuoja voi kuitenkin olla muualla johdossa kuin alkupäässä, jolloin oikosulkusuojan on kuitenkin oltava johdon alkupäässä.

Johdon ylikuormitussuojaa ja enintään 1000 V jännitteellä osaksi myös oikosulkusuojaa (ks. myös 8 § 2) ei vaadita seuraavissa tapauksissa *a . . . f* edellyttäen, että käytettäessä 9 § 5 . . . 7 mukaista suojausmenetelmää ylivirtasuojan puuttuminen ei vaaranna ko. suojausmenetelmän tehokasta toimintaa:

- a.* Kun johdon sijoitus on palonkestävä. Maahan tai veteen asennettu johto on tavallisesti siten sijoitettu. Ulkona olevaa pylvästä pitkin kiinnitetty johto katsotaan myös sijoitetuksi palonkestä-

västi. Puupylvään tai muun puurakenteen välittömässä läheisyydessä, johon johto on näin kiinnitetty, ei tällöin kuitenkaan saa olla erittäin helposti syttyviä aineita.

- b. Sähkötilan sisäisessä johdossa, joka yhdistää sähkökoneen, muuntajan, kondensaattorin, akuston, tasasuuntaajan tms. toiseen sähkötilan laitteeseen.
- c. Sähkölaitteen sisäisessä kytkentäjohdossa.
- d. Nousujohdon haara, joka on poikkipinnaltaan vähintään 10 mm² kuparia tai 16 mm² alumiinia ja joka on sijoitettu upotettuna palamattomaan rakennustarvikkeeseen, saa olla ilman omaa ylikuormitusuojaa, jos haaraa edeltävän paksumman nousujohdon ylivirtasuojia toimii myös ko. haaran oikosulkusuoja-
na.
- e. Jakokeskuksesta lähtevä nousu- tai ryhmäjohto saa olla ilman omaa ylivirtasuojaa, jos edellä oleva ylivirtasuojia suoja myös tätä nousu- tai ryhmäjohtoa ja johdon liittämistä varten keskuk-
sessä on tähän tarkoitukseen varatut liittimet.
- f. Pylväsmuuntamosta sen jakokeskukseen menevälle johdolle ei vaadita ylivirtasuojaa, jos johdon suoja- tai PEN-johdin on vähin-
tään äärijohtimen poikkipinnan vahvuinen.
- g. Jos enintään 25 A ylivirtasuojalla suojattu sähkölaite on räjähdysvaarattomassa tilassa yhdistetty tässä tilassa olevaan ko. sähkölaitteen ohjaus-, mittaus- tai merkinantolaitteeseen tai loistehon kompensoimiskondensaattoriin, yhdistysjohdolle ei vaadita erillistä ylivirtasuojaa, mikäli johto ei normaalisti ylikuormitu ja sähkölaitteen ylivirtasuojia toimii johdon oikosulkusuojaana.

Johdossa (johtimessa) ei saa olla ylivirtasuojaa seuraavassa tapauksessa:

- h. Kun johdon tai johtimen virran katkaiseminen aiheuttaa suurempaa vaaraa kuin sen liiallinen lämpeneminen. Niinpä suoja-, PEN- ja nollajohtimessa ei saa olla ylivirtasuojaa, elleivät suojan toimiessa myös äärijohtimet samanaikaisesti erotu jännitteettömiksi tai ellei ole kysymys ylivirtasuojasta siirrettävässä laitteessa (ks. 9 § 9).

Johdon oikosulkusuojaa mitoitettaessa on otettava huomioon oiko-

sulkuvirran suuruus ko. verkon osassa niin, että suoja toimii nopeasti ja luotettavasti (suojalle sallittua oikosulkuvirtaa ylittämättä, ks. 14 § 1) oikosulun syntyessä suojatussa johdossa. Oikosulkusuojan katsotaan toimivan nopeasti, jos laukaisuaika on enintään 5 s liittymän sähköverkossa. Käytettäessä suojausmenetelmänä nollausta tai erillistä suojamaadoitusta on kohdissa 9 § 5 tai vastaavasti 9 § 6 asetetut, suojan nopeaa toimintaa koskevat vaatimukset täytettävä maasulun syntyessä suojamaadoitettuun osaan. Järjestelmässä tai virtapiirissä, jossa kosketussuojaus vikatapauksessa ei perustu johdon oikosulkusuojan toimintaan, suoja on mitoitettava siten, että oikosulku kytketään pois, ennen kuin johdon liiallisesta lämpenemisestä aiheutuu vaaraa.

Laukaisuaika sähkölaitoksen jakeluverkossa, ks. taulukko 9.5—1.

Johdon liiallisen lämpenemisen estämiseksi sen poikkipinnan ja ylikuormitussuojan on täytettävä kohdissa *B . . . E* esitetyt vaatimukset.

B. Johdon lämpeneminen

Johdon lämpenemä riippuu kuormitusvirrasta, ja lämpenemiseen vaikuttavat johdon rakenteen ohella mm. seuraavat seikat:

- a. Ympäristön lämpötila ja lämmönjohtokyky (ks. taulukot 25.2—13, 25.2—14 ja 25.2—16).
- b. Lähellä sijaitsevien muiden sähkö- ja lämpöjohtojen lämmittävä vaikutus (ks. taulukot 25.2—9, 25.2—10, 25.2—11, 25.2—17 ja 25.2—18).
- c. Ilman rajoitettu liike johtokanavassa ja -kuilussa (ks. yhtälö 25.2—1).
- d. Kaapelikouruista, suojaputkista ja näiden vajaan täyttämisestä aiheutuva lisälämpövastus (ks. taulukot 25.2—11 ja 25.2—15).
- e. Yksijohdinkaapeleilla mahdollisten metallivaippojen tai suoja-johtimien yhdistämistavat ja maadoittaminen.
- f. Maakaapeleilla asennussyvyys (ks. taulukko 25.2—12).
- g. Maan lämpöresistiivisyys, joka vaihtelee eri vuodenaikoina sa-

mallakin kohdalla paljon maaperän kosteuden muuttuessa (ks. taulukko 25.2—13).

Seuraavissa taulukoissa esitettyjä arvoja *on käytettävä* johtojen ylivirtasuojauksessa. Johtojen kuormitettavuuteen nähden ne ovat *ohje-arvoja*.

Johdon sallittu kuormitusvirta on määritettävä reitin jäähdytysolosuhteiden kannalta epäedullisimman osuuden mukaan, ja on sovellettava taulukoiden 25.2—9 ... 18 korjauskertoimia, koska lämmön pitkittäinen tasoitusvirtaus johtimissa on vähäinen.

Lämpöeristyksen läpiviennissä, esim. seinässä, saattaa johdon lämpötila jo lyhyellä matkalla kohota jatkuvalla suurimmalla kuormalla kymmeniä asteita korkeammaksi kuin muualla reitillä. Siksi johtoa ei saa sijoittaa lämpöeristeen sisään, välttämättömiä mahdollisimman lyhyitä läpivientejä lukuunottamatta.

Lämpötilan nousu riippuu johtoa ympäröivästä eristysmateriaalista ja läpiviennin paksuudesta.

Enintään 200 mm vahvuudessa betoniseinässä, kun eristyksen muodostaa tiivistykseen käytetty kevytbetoni, on lämpötilan nousu niin vähäistä, ettei sitä tarvitse ottaa huomioon.

Jos läpiviennin tiivistykseen käytetään esim. mineraalivillaa tai läpivienti on tehty vastaavan lämpöeristyksen läpi, johdon kuormitettavuus pienenee 5 ... 15 % mineraalivillan ympäröimän johto-osuuden ollessa 100 mm ja 15 ... 25 % johto-osuuden ollessa 200 mm. Jos johto-osuus on edellä esitettyä suurempi, on valittava vieläkin suurempi johdinpoikkipinta, ja kuormitettavuudesta on varmistauduttava esimerkiksi mittauksin.

Taulukoiden 25.2—9 ... 18 korjauskertoimia *on käytettävä*, kun olosuhteet poikkeavat kuormitettavuustaulukoiden olosuhteista. Jos asennustapaan ei löydy korjauskertoimia, on kaapelien kuormitettavuus varmistettava muilla tavoin esimerkiksi mittauksin.

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. Jäljempänä taulukoissa esitetty jatkuva kuormi-

tusvirta perustuu siksi pienempään johdinlämpötilaan.

Kaapeleissa käytettävien liittimien ja jatkosten tulee olla tarkoitukseen hyväksyttyjä, jotta niistä ei aiheutuisi yllilämpötiloja.

Asennustavat A ja B

Enintään 1 kV kaapelien ja eristepäällysteisten johtimien asennustavat jaotellaan seuraavasti (ks. taulukko 25.2—2).

Asennustapa A: Johto on asennettu siten, että sen pinnan ja sitä peittävän seinän tai aineen ulkopinnan välinen lämmönsiirtymiskerroin $K = 11 \dots 50 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

Asennustapaan A katsotaan kuuluvaksi

- uppoasennus yleensä
- asennus alaslasketussa katossa, asennuskourussa, sähköpielessä, listassa yms.
- asennustapaan B selvästi kuulumattomat asennukset.

Asennustapa B: Johto on asennettu pinnalle tai siten, että sen pinnan ja sitä peittävän seinän tai aineen ulkopinnan välinen lämmönsiirtymiskerroin $K > 50 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

Asennustapaan B katsotaan kuuluvaksi mm.

- pinta-asennus (myös putkessa) lyhyine läpivienteineen
- hyllyasennus lyhyine läpivienteineen
- uppoasennus kivirakenteissa (betoni, tiili yms.)
- asennus nousukuilussa tai kaapelikanavassa.

Asennus nousukuilussa tai kaapelikanavassa

Johtojen omasta häviölämmöstä aiheutuvan nousukuilun tai kaapelikanavan lämpenemän Δt ympäristöön nähden voi arvioida kokeusperäisestä yhtälöstä (25.2—1):

$$\Delta t = \frac{\frac{P_h}{W/m}}{3 \frac{p}{m}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (25.2-1)$$

jossa P_h on nousukuiluun tai kaapelikanavaan sijoitettavissa johdoissa kehittyvä häviölämpö pituusyksikköä kohti ja p nousukuilun tai kaapelikanavan poikkileikkauksen sisäpiiri. Lämpöeristettyjä seiniä ei lasketa piiriin mukaan.

C. Kuormitustaulukot

Kuormitustaulukot 25.2—2...8 perustuvat taulukon 25.2—1 mukaisiin lähtöarvoihin. Virta-arvot pätevät kolmelle kuormitetulle johtimelle samassa kaapelissa tai asennusputkessa sekä 50 Hz vaihtovirralla että tasavirralla. Jos neljällä johtimella samassa kaapelissa tai putkessa (esim. tasavirtakäytössä) on sama kuormitus ja poikkipinta, saa johtoa kuormittaa 87 % kuormitustaulukoissa 25.2—2...8 ilmoitetuista virroista.

Muunlaisten kuin taulukoissa 25.2—2...8 mainittujen kaapelien kuormitusvirrat eri asennusolosuhteissa ilmoittaa kaapelin valmistaja. Ko. virrat on perustettava taulukossa 25.2—1 esitettyihin laskentaperusteisiin.

Nosturijohtojen sallitut kuormitusvirrat ja suojaaminen, ks. Sähkö-tarkastuskeskuksen tiedonanto T 43.

Varsinkin yli 1000 V sähkönjakelujärjestelmässä on kaapelien mitoitusperusteena käytettävä lämpenemisen lisäksi kaapelin sallittua oikosulkukestoisuutta.

Jaksottainen kuormitus

Kun johdon kuormitus vaihtelee jaksottaisesti, johdossa sallitaan kuormitusjaksojen aikana suurempi virta kuin jatkuvalla kuormitusvirralla pätevässä taulukoissa ilmoitetaan. On huomattava, että jaksottainen kuormitusvirta ei saa lämmittää johtoa suurempaan lämpötilaan kuin on ilmoitettu taulukossa 25.2—1.

Kaapelien rinnankytkentä

Kytettäessä kaapeleita rinnan on yleensä rinnakkaisina kaapeleina

käytettävä samanlaisia, yhtä pitkiä ja samoissa jäähdytysolosuhteissa sijaitsevia kaapeleita, jolloin johtimien impedanssit ovat samat ja virranjako on tasainen.

Yksijohdinkaapeleilla päästään lähes tasaiseen virranjakoon, kun samanlaiset ja yhtä pitkät kaapelit asennetaan esim. seuraavien kaavioiden mukaiseen vaihejärjestykseen:

— tasoasennus	L1 L2 L3	L3 L2 L1
	L3	L3
— kolmioasennus	L1	L2 L2 L1

Kytettäessä rinnan eripoikkipintaisia kaapeleita on laskettu virranjako tarkistettava mittaamalla ennen lopullista käyttöönottoa. Vain impedanssiltaan pienintä kaapelia voidaan kuormittaa täysin ympäristöolosuhteiden määrittämällä kuormitusvirralla muiden kaapelien kuormitusvirran jäädessä virranjakoa vastaten pienemmäksi. Ylivirtasuojauksessa on otettava huomioon kunkin johdon oikosulkusuojaus ja ylikuormitussuojaus.

Rinnankytkettyjen kaapelien kokonaisvirta saadaan laskemalla yhteen osajohtimien mitatut tai lasketut virrat. Kahden rinnankytketyn kiinteästi asennetun johdon kuormitettavuus ja johtoja suojaavan sulakkeen nimellisvirta, ks. kohta *E*.

Kun johtimen poikkipinta on suuri (vähintään 120 mm² kuparia tai 150 mm² alumiinia), saa kolme tai useampia eristepäällysteisiä johtimia kytkeä rinnan. Tällöin on johto suojattava joko katkaisijalla tai jokainen johdin on erikseen varustettava omalla ylivirtasuojallaan johtimen molemmissa päissä. Palonkestävästi sijoitettu johto ja sähkötilan sisäinen johto voi olla kohdan *A* mukaan ilman oikosulku- ja ylikuormitussuojaa edellyttäen, että käytettäessä 9 § 5...7 mukais-ta suojausmenetelmää sen toiminta ei vaarannu.

Käytettäessä katkaisijaa johdon alkupäässä yksinomaisena suojana on seuraavien edellytysten oltava täytetty:

- oikosulkusuojan (momenttilaukaisun) on toimittava nopeasti virran arvolla, joka on 0,8 kertaa virtapiirin pienin mahdollinen oikosulkuvirta

- kunkin osajohtimen on erikseen kestettävä termisesti piirin suurin mahdollinen oikosulkuvirta
- yhteisen ylikuormitussuojan on toimittava osajohtimien yhteenlaskettua suurinta sallittua jatkuvaa kuormitusvirtaa vastaavalla arvolla
- osajohtimien välisestä riittävän tasaisesta virran jakautumisesta on varmistauduttava mittauksin tai laskelmin. Eri osajohtimien virta ei saa poiketa enempää kuin $\pm 10 \%$ vaiheen osajohtimien virtojen keskiarvosta.

Ottaen huomioon johdon liittimien tms. resistanssit, on kaikissa rinnankytkentätapauksissa varmistauduttava siitä, että oikosulun laukaisuaika on enintään 5 s.

Muista rinnankytkettyjen kaapeleiden suojaustavoista on sovittava Sähkötarkastuskeskuksen kanssa.

Jos monijohdinkaapeleita käytetään yksivaihekaapeleina, on mahdollisesti tarvittavat suoja-, PEN- ja nollajohtimet asennettava erillisinä kaapeleina. Tällöin saa mahdolliset kaapelien suojajohtimet yhdistää toisiinsa ja maadoittaa vain johdon toisessa päässä.

Yksijohdinkaapelin haaroittaminen

Jos yksijohdinkaapeliryhmä haaroitetaan, on virranjaon tasaisena säilyttämiseksi haaroitettavan vaiheen kaikki johtimet kytkettävä haaroituskohdassa yhteen. Mahdollisimman tasaisen lämpenemisen saavuttamiseksi ei osajohtimesta mitattu virta saa poiketa enempää kuin $\pm 10 \%$ vaiheen osajohtimien virtojen keskiarvosta. Tämä on todettava mittauksin.

Yksijohdinkaapelin vaippahäviöt

Kun yksijohtimisia metallivaippaisia (metallinen vaippa, konsentrisen johdin) kaapeleita käytetään vaihtovirta-asennuksissa, on kaapelien metallivaipat yleensä yhdistettävä ja maadoitettava yhteyden kummassakin päässä.

Yksijohdinkaapelien metallivaippoihin indusoituu vaihtovirtakäytössä jännitteitä, jotka ovat verrannollisia kaapelissa kulkevaan vir-

Taulukko 25.2 – 1. Eristepäällysteisten johtimien kuormitusvirtojen laskentaperusteet. Johtimen suurin sallittu lämpötila. Eri aineiden lämpöresistiivisyyksiä. (Laskentamenetelmä: IEC:n julkaisu 287.)

Johtimen eristys	Johdon rakenne- ja koestusmääräysten mukainen jännite		Johtimen suurin sallittu lämpötila °C	
	nimellis-jännite (U_N) kV	suurin sallittu käyttöjännite (U_m) kV	jatkuvassa käytössä	oikosulun lopussa ¹⁾
PVC-muovi: – kiinteän asennuksen kaapelit	≤1	≤1, 2	70	160 (≤300 mm ²) 140 (>300 mm ²)
– taipuisat liitántä-kaapelit	≤0,75		70	150 (≤300 mm ²) 140 (>300 mm ²)
PVC-muovi	3...10	3,6...12	65	135
PE-muovi (AMKA)	1	1,2	70	135
PEX-muovi	1...110	1,2...123	90 (ilmassa) 65 (maassa)	250
Paperi	1	1,2	80	250
Paperi	10...30	12...36	65	250
Luonnonkumi	≤0,75		60	200
EP-kumi	≤30	≤36	90 (ilmassa) 65 (maassa)	250
Silikonikumi	≤1	≤1,2	180	350

(jatkuu)

Taulukko 25.2 – 1. (jatkoa)

Johdon eriste tai johtoa ympäröivä aine	Lämpöresistiivisyys K m/W
Kaapelien eristysaineet:	
– kyllästetty paperi	6,0
– PE-muovi	3,5
– PEX-muovi	3,5
– PVC-muovi: ≤ 3 kV kaapelit	5,0
– PVC-muovi: > 3 kV kaapelit	6,0
– EP-kumi: ≤ 3 kV kaapelit	3,5
– EP-kumi: > 3 kV kaapelit	5,0
– luonnonkumi	5,0
Kaapelien suojakerrosten aineet:	
– kyllästetty juutti ja kuitumaiset aineet	6,0
– polykloropreenikumi	5,5
– PVC-muovi: < 30 kV kaapelit	5,0
– PVC-muovi: > 30 kV kaapelit	6,0
– PVC-muovi + bitumi poimutetun alumiini- vaipan päällä	6,0
– PE-muovi	3,5
Putkiasennusten aineet:	
– betoni	1,0
– kuitu	4,8
– asbesti	2,0
– poltettu savi, muut keraamiset aineet	1,2
– PVC-muovi	7,0
– PE-muovi	3,5

1) Oikosulkuvirralla tarkoitetaan enintään 5 s kestävässä oikosulussa esiintyvää virtaa. Oikosulun lopussa sallittu lämpötila koskee ainoastaan eristysainetta. Jatkosten ja päätteiden oikosulkukestoisuus on tarkistettava erikseen.

Asennusolosuhteet

Laskentaperusteisiin liittyvät asennusolosuhteet ovat seuraavat:

- ympäröivän ilman lämpötila 25°C
- maaperän lämpötila 15°C
- asennussyvyys maassa 0,7 m
- maaperän lämpöresistiivisyys 1 K m/W
- yksijohdinkaapelien vapaa välimatka:
 - tasoasennuksessa = kaapelin ulkohalkaisija
 - kolmioasennuksessa kaapelit koskettavat toisiaan
- ilma-asennuksen arvot: jäähdytysolosuhteet samat kuin jos kaapeli olisi vapaasti ilmassa.

taan, taajuuteen ja eri johdin- ja vaippapiirien välisiin keskinäisinduktansseihin. Kun metallivaipat yhdistetään toisiinsa jatkoksissa ja päätteissä, saavat indusoituneet jännitteet aikaan tasoitusvirtoja metallivaipoissa. Näiden synnyttämät lisähäviöt lämmittävät kaapeleita ja aiheuttavat täten kuormitettavuuden pienentymisen.

Tarvittaessa ylimääräiset vaippahäviöt voidaan välttää jättämällä metallivaippojen piirit auki johdon toisessa päässä. Tällöin on kuitenkin käytettävä kaapelilajeja, joissa on eristävä vaippa metallivaipan päällä. Metallivaipat yhdistetään toisiinsa ja maadoitetaan vain johdon alkupäässä, mutta eristetään toisistaan koko reitillä sekä johdon loppupäässä. Tällöin on kuitenkin tarkistettava, ettei vaipan impedanssi tee kosketusjännitesuojausta (ks. 9 § ja 10 §) tehottomaksi eristysvian sattuessa kaapelin loppupäässä. Metallivaippaan koskettavat päätteen metalliosat on myös eristettävä päätetelineestä. Koska indusoituneet jännitteet ovat verrannollisia johdon pituuteen, on pitkillä johdoilla toinen metallivaippa eristettävä muhvista, kaapelit vuoroteltava tai vaipat yhdistettävä toisiinsa esim. kuristimien välityksellä. Tarvittaessa metallivaipat voi yleensä eristää toisistaan, jos johdon pituus on alle 100 m, ilman että indusoituneet jännitteet nousevat oikosulunkaan aikana kohtuuttoman suuriksi. Kun yksijohdinkaapelien pituus on edellä mainittua rajaa suurempi, on tiedusteltava kaapelivalmistajan suosituksia.

Taulukon 25.2—2 käyttöön liittyvät viittaukset:

- laskentaperusteet: taulukoidut arvot perustuvat 70°C johdinlämpötilaan riippumatta käytetystä eristysmateriaalista, katso myös taulukko 25.2—1,
- erityistapauksissa voidaan käyttää PEX- ja EP-kumieristeisille kaapeleille enintään 90°C ja paperieristeisille enintään 80°C johdinlämpötiloihin perustuvia kuormitusvirta-arvoja. Tällöin on kuitenkin varmistettava, ettei kaapelin pintalämpötila pääse nousemaan yli 80°C lämpötilan paloherkissä asennusolosuhteissa
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—9...18.

Taulukko 25.2—2. Kaksi- tai useampijohtimisten 1 kV voimakaapeli-
lien (AMMK, AMCMK, MCMK, AXMK, AXCMK, APAKM) ja alle
1 kV johtimien ja asennuskaapeli- (ML, MK, MKEM, MMJ, MPLM,
MLJRM, SSJ jne.) sekä palonkestävien enintään 1 kV voima- ja asen-
nuskaapeli- suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta.

1	2	3	4
Johtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta		
	A		
	asennustapa A	asennustapa B	maassa
alumiini			
16	46	64	78
25	61	83	100
35	75	105	125
50	90	125	150
70	115	155	185
95	135	190	220
120	155	220	255
150	180	250	290
185	205	285	330
240	240	330	375
300	280	380	430
kupari			
1,5	14	14	26
2,5	20	20	35
4	26	26	46
6	33	33	57
10	45	62	77
16	59	82	100
25	78	107	130
35	96	135	160
50	115	160	190
70	145	200	240
95	175	245	285
120	200	280	325
150	230	320	370
185	265	365	420
240	310	425	480
300	360	490	550

Taulukko 25.2—3. Alle 1 kV taipuisien liitäntäkaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta.

1	2
Johtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A
kupari	
0,75	12
1,0	14
1,5	18 ¹⁾
2,5	25
4	33
6	43
10	59
16	78
25	103
35	125
50	150
70	190
95	232
120	265
150	305
185	345

¹⁾ Taipuisan jatkojohdon saa kuitenkin kytkeä 16 A sulakkeella suojattuun pistorasiaan.

Taulukon 25.2—3 käyttöön liittyvät viittaukset:

- johdinlämpötila PVC-eristeisissä 70°C ja kumieristeisissä 60°C
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—16 ja 25.2—17.

Taulukko 25.2—4. AMKA-riippukierrejohtojen suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta.

1	2
Poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A
1 x 16 + 25	75
3 x 16 + 25	70
3 x 25 + 35	90
3 x 35 + 50	115
3 x 50 + 70	140
3 x 70 + 95	180
3 x 120 + 95	250

Taulukon 25.2—4 käyttöön liittyvät viittaukset:

- laskentaperusteet: ympäristön lämpötila +25°C, ei tuulta eikä auringon säteilyä, johtimen suurin sallittu jatkuva käyttölämpötila +70°C
- korjauskertoimet, ks. taulukko 25.2—16.

Taulukko 25.2—5. Kolmen ilmaan asennetun 1 kV yksijohdinkaapelin (MMK, AMMK) suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta kolmivaihejärjestelmässä.

1	2	3	4	5
Johtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A			
	kaapelit tasossa		kaapelit kolmiossa	
	kupari	alumiini	kupari	alumiini
16	100	78	90	70
25	135	105	120	94
35	170	135	150	115
50	205	160	180	140
70	265	205	235	185
95	325	245	285	220
120	375	290	325	255
150	430	335	375	295
185	490	380	430	335
240	580	455	510	400
300	665	525	580	460
400	795	630	695	555
500	910	730	785	630
630	1060	870	900	740
800		1000		830

Taulukon 25.2—5 käyttöön liittyvät viittaukset:

- laskentaperusteet, ks. taulukko 25.2—1, enintään 70°C johdinlämpötila
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—9 ... 18.

Taulukko 25.2—6. Kolmijohtimisten 6, 10, 20, ja 30 kV kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta. Taulukon arvot pätevät seuraaville kaapeleille:

PVC-eristeiset: AMCMK, MCMK.

PE-eristeiset: AHMCMK, AHMDMK, HMCМК.

Paperieristeiset: HPLKM, HPLKVJ, HPLKPJJ, PYLKVJ, PLKVJ, PLPKPJJ, APAKM, APYAKMM.

1	2	3	4	5	6	7
Johtimen poikki- pinta mm ²	Kuormitusvirta A					
	ilmassa			maassa		
	PVC	PE	paperi	PVC	PE	paperi
kupari						
10	56	63	60	68	72	70
16	74	82	82	89	95	93
25	97	105	105	115	120	120
35	120	130	135	140	150	150
50	140	155	160	165	180	175
70	175	190	200	210	220	220
95	215	225	240	250	255	260
120	245	260	275	290	290	300
150	275	300	315	330	330	335
185	320	340	360	370	370	380
240	370	395	415	420	425	440
300	425	450	470	475	485	495
alumiini						
10	44	49	47	53	56	55
16	58	64	64	70	70	72
25	75	83	85	90	93	94
35	93	100	105	110	115	115
50	110	120	125	130	140	140
70	140	150	155	165	170	170
95	170	175	190	195	200	205
120	195	200	215	225	225	235
150	215	230	245	255	255	265
185	250	265	275	285	285	300
240	290	305	325	330	330	345
300	330	350	370	370	375	385

Taulukon 25.2—6 käyttöön liittyvät viittaukset:

- laskentaperusteet, ks. taulukko 25.2—1
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—9...17
- PEX-eristeiset kaapelit, ks. taulukko 25.2—7.

Taulukko 25.2—7. PEX-eristeisten kolmijohtimisten 10 ja 20 kV kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta.

1	2	3	4	5
Johtimen poikki- pinta mm ²	Kuormitusvirta A			
	ilmassa		maassa	
alumiini	AHXCMKM	AHXAMK-W	AHXCMKM	AHXAMK-W
70	190	235	175	200
120	265	325	230	265
185	340	425	290	330
240	400	510	340	375
300	460	565	380	435

Taulukon 25.2—7 käyttöön liittyvät viittaukset:

- laskentaperusteet, ks. taulukko 25.2—1
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—9...17
- muuntityypisten PEX-eristeisten kaapelien kuormitettavuuden laskennassa on käytettävä valmistajan antamia tietoja.

Taulukko 25.2—8. Kolmen PEX-eristeisen 10...20 kV alumiinijohtimisen AHXCMK- ja kuparijohtimisen HXCMK-yksijohdinkaapelin suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta kolmivaihejärjestelmässä. Kaapeliin kosketussuojat on yhdistetty toisiinsa kaapeliyhteyden molemmissa päissä.

1	2	3	4	5
Johtimen poikkipinta mm ²	Kuormitusvirta A			
	ilmassa		maassa	
	taso-asennus	kolmio-asennus	taso-asennus	kolmio-asennus
alumiini	AHXCMK	AHXCMK	AHXCMK	AHXCMK
70	255	235	215	200
120	350	325	280	265
185	440	425	350	330
300	580	565	440	435
500	755	775	550	570
800	950	1010	650	695
kupari	HXCMK	HXCMK	HXCMK	HXCMK
35	215	195	185	175

Taulukon 25.2—8 käyttöön liittyvät viittaukset:

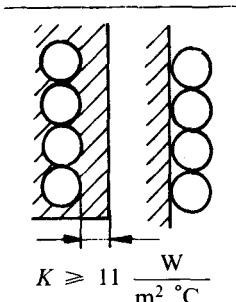
- laskentaperusteet, ks. taulukko 25.2—1
- korjauskertoimet, ks. taulukot 25.2—9...18.

D. Korjauskertoimet

Asennustapa A ja B

Johtojen kulkiessa samansuuntaisesti siten, että vapaa väli on pienempi kuin vierekkäisten johtojen tai putkien halkaisijoiden summa, on taulukon 25.2—2 kuormitusvirrat kerrottava taulukosta 25.2—9 saatavilla korjauskertoimilla, jotka pätevät sekä vaaka- että pystysuoralle asennukselle.

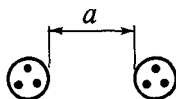
Taulukko 25.2—9. Samansuuntaisista ja täyteen kuormitetuista johdoista aiheutuva korjauskerroin asennustavoissa A ja B.

Johtojen ja putkien lukumäärä	Korjauskerroin	Piirros
1	1,00	 $K \geq 11 \frac{W}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$
2	0,87	
3	0,80	
4	0,76	
5	0,73	
6	0,71	
7	0,69	
8	0,68	
9	0,67	
yli 9	0,66	

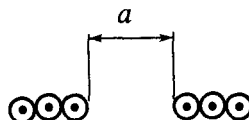
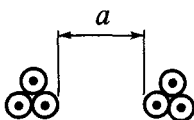
Taulukko 25.2—10. Korjauskerroin, kun maassa useita vierekkäisiä kaapeleita. Kertoimet pätevät kolmijohdinkaapeleille sekä kolmen yksijohdinkaapelin muodostamille ryhmille.

Kaapelien vapaa välimatka (a) mm	Vierekkäisten kolmijohdinkaapelien tai vierekkäisten yksijohdinkaapeliryhmien lukumäärä						
	2	3	4	5	6	8	10
	Korjauskerroin						
0	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
70	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
250	0,87	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64

Monijohdinkaapelit:



Yksijohdinkaapelit:



Hyllyasennukset

Hyllyasennuksiin voi soveltaa taulukoiden 25.2—17 ja 25.2—18 arvoja. Jos johdot ovat hyllyllä useassa kerroksessa päällekkäin, on taulukoiden 25.2—17 ja 25.2—18 korjauskertoimet kerrottava vielä kertoimella 0,9. Kahta kerrosta suurempia määriä tulee välttää, sillä useampikerroksisissa tapauksissa keskimmaisten kaapelien kuormitettavuus pienenee erittäin paljon.

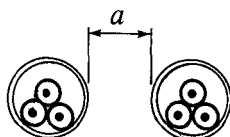
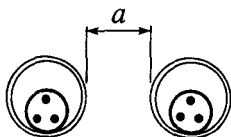
Muut peruskuormitustaulukot

Kun olosuhteet poikkeavat taulukossa 25.2—1 oletetuista, saadaan kuormitusvirrat kertomalla peruskuormitustaulukoiden 25.2—2...8 virrat taulukoiden 25.2—10...18 mukaisilla korjauskertoimilla.

Läpivientien tiivistämisen vaikutus kuormitettavuuteen tulee ottaa huomioon, katso kohta B.

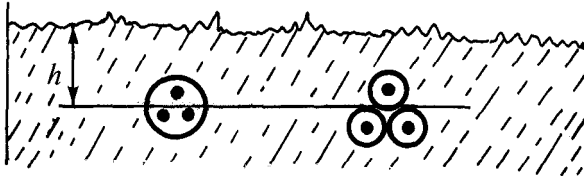
Taulukko 25.2—11. Korjauskerroin, kun kaapelit muoviputkessa maa-asennuksessa. Kertoimet pätevät asennuksiin, joissa muoviputkeen on vedetty yksi kolmijohdinkaapeli tai kolme yksijohdinkaapelia, ja kaapeleita kuormitetaan samanaikaisesti. Putket vierekkäin maassa. (Kun käytetään tämän taulukon korjauskertoimia, ei taulukon 25.2—10 kertoimia käytetä.)

Putkien vapaa välimatka (a) mm	Vierekkäisten putkien lukumäärä							
	1	2	3	4	5	6	8	10
	Korjauskerroin							
0	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
70		0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55
250		0,75	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65



Taulukko 25.2—12. Maa-asennuksessa asennussyvyydestä aiheutuva korjauskerroin.

Kaapelin nimellis- jännite kV	Asennussyvyys (h) m				
	0,50...0,70	0,71...0,90	0,91...1,10	1,11...1,30	1,31...1,50
	Korjauskerroin				
≤ 1	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92
$> 1...20$	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95



Taulukko 25.2—13. 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	1,00	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

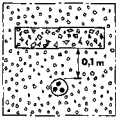
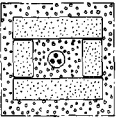
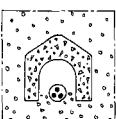
Esimerkkejä eri maalajien lämpöresistiivisyyksistä:

— kuiva hiekka (kosteus 0 %)	3,0 K m/W
— kuiva sora ja savi	1,5 ”
— puolikuiva sora, suomuta ja hiekka (kosteus 10 %)	1,2 ”
— puolikuiva savi ja kostea sora	1,0 ”
— kostea savi ja hiekka (kosteus 25 %)	0,7 ”

Taulukko 25.2—14. Maan lämpötilasta aiheutuva korjauskerroin.

Johtimen lämpötila °C	Maan lämpötila °C					
	5	10	15	20	25	30
	Korjauskerroin					
80	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88
70	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85
65	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84

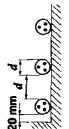
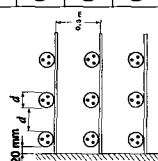
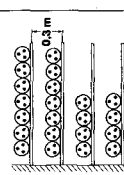
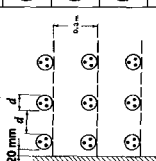
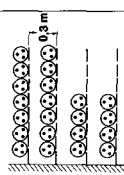
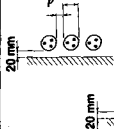
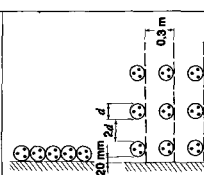
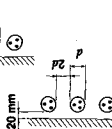
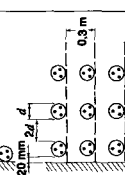
Taulukko 25.2—15. Suojakourujen ja -laattojen käytöstä aiheutuva korjauskerroin.

Suojaustapa	Piirros	Korjauskerroin
Betoni- tai tiililaatta yli 0,1 m kaapelin yläpuolella hyvin tiivistetyssä hiekkamaassa		1,0
Tiilikivet joka puolella kaapelin suojana, välit täytetty tiiviisti hiekalla tai betonikouru kaapelin päällä, kourun ja kaapelin välissä tiivis hiekka		0,9
Betoni- tai muovikouru kaapelin päällä, kaapelin ja kourun välinen hiekkatäyte löysä		0,8

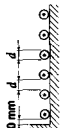
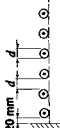
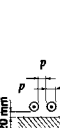
Taulukko 25.2—16. Ilman lämpötilasta aiheutuva korjauskerroin.

Johtimen lämpö- tila °C	Ilman lämpötila °C							
	10	15	20	25	30	35	40	45
	Korjauskerroin							
90	1,12	1,08	1,04	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80
80	1,14	1,09	1,05	1,0	0,95	0,89	0,84	0,77
70	1,18	1,12	1,06	1,0	0,93	0,86	0,79	0,71
65	1,20	1,14	1,07	1,0	0,93	0,85	0,77	0,68
60	1,22	1,16	1,07	1,0	0,92	0,85	0,75	0,65

Taulukko 25.2—17. Ryhmityksestä aiheutuva korjauskerroin ilma-asennuksessa monijohdinten vaihtovirta- ja yksijohdinten tasavirtakaapelin kuormitettavuuteen. Arvot pätevät sillä edellytyksellä, että ympäristön lämpötila ei kohoa merkittävästi kaapelissa kehittyvän häviölämmön vaikutuksesta.

Kaapelien järjestys:		Vapaa välimatka = kaapelin halkaisija (d), etäisyys seinästä ≥ 20 mm									Kaapelit koskettavat toisiaan ja seinää											
Vierekkäisten kaap. lukumäärä:		1	2	3	6	9	Piiros			1	2	3	6	9	Piiros							
Lattian tai katon pinnalla		Korjauskerroin								Korjauskerroin												
		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84				0,90	0,84	0,80	0,75	0,73								
Levyhyllyillä (ilman kierto vaikeutunut)		Hyllyjen lukumäärä																				
		1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84				0,95	0,84	0,80	0,75	0,73							
		2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80				0,95	0,80	0,76	0,71	0,69							
		3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78				0,95	0,78	0,74	0,70	0,68							
		6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76				0,95	0,76	0,72	0,68	0,66							
Kaapelihyllyillä (ritiällä, arinalla)		Hyllyjen lukumäärä																				
		1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92				0,95	0,84	0,80	0,75	0,73							
		2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89				0,95	0,80	0,76	0,71	0,69							
		3	1,00	0,94	0,92	0,89	0,88				0,95	0,78	0,74	0,70	0,68							
		6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86				0,95	0,76	0,72	0,68	0,66							
Päällekkäisten kaap. lukumäärä:		1	2	3	6	9				Korjauskerroin			1	2	3	6	9					
Telineillä tai seinällä		Korjauskerroin											Korjauskerroin									
Asennukset, joissa kuormitusvir- ta-arvoja ei tarvitse pienentää		1,00	0,93	0,90	0,87	0,86				Korjauskerroin					0,95	0,78	0,73	0,68	0,66			
		päällekkäisten kaape- lien lukumäärä rajoit- tamaton													vierekkäisten kaape- lien lukumäärä rajoit- tamaton							

Taulukko 25.2—18. Ryhmityksestä aiheutuva korjauskerroin ilma-asennuksessa yksijohtimisten vaihtovirtakaapelien kuormitettavuuteen. Arvot pätevät taulukossa 25.2—17 mainitulla edellytyksellä.

Kaapelien järjestys:		Tasoaennus: Vapaa välimatka = kaapelin halkaisija (d), etäisyys seinästä ≥ 20 mm				Kolmioaennus: Vapaa välimatka = $2d$, etäisyys seinästä ≥ 20 mm			
Vierekkäisten järj. lukumäärä		1	2	3	Piirros	1	2	3	Piirros
		Korjauskerroin				Korjauskerroin			
Lattian tai katon pinnalla		0,92 0,89 0,88				0,95 0,90 0,88			
Levyhyllyillä (ilman kierto vaikeutunut)	Hyllyjen lukumäärä								
	1	0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88	
	2	0,87	0,84	0,83		0,90	0,85	0,83	
	3	0,84	0,82	0,81		0,88	0,83	0,81	
	6	0,82	0,80	0,79		0,86	0,81	0,79	
Kaapelihyllyillä (arinalla, riitillä)	Hyllyjen lukumäärä								
	1	1,00	0,97	0,96		1,00	0,98	0,96	
	2	0,97	0,94	0,93		1,00	0,95	0,93	
	3	0,96	0,93	0,92		1,00	0,94	0,92	
	6	0,94	0,91	0,90		1,00	0,93	0,90	
Päällekkäisten järj. lukumäärä:		1	2	3		1	2	3	
Telineillä tai seinällä		0,94 0,91 0,89				Korjauskerroin			
		0,94 0,91 0,89				0,89 0,86 0,84			
Asennukset, joissa kuormitusvirta-arvoja ei tarvitse pienentää		Etäisyyden kasvaessa lisääntyvät häviöt metallivaipassa ja armeerauksessa, kun taas jäähtyys paranee. Kukin ta- paus laskettava erikseen.							

E. Ylivirtasuoja

Johtoa suojaavan sulakkeen on täytettävä taulukossa 25.2—19 asetetut vaatimukset.

Taulukko 25.2—19. Johdon ylikuormitussuojana toimivan gG-tyyppisen sulakkeen¹⁾ suurin sallittu nimellisvirta.

1	2
Johdon sallittu kuormitus vähintään	Sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta
A	A
8,5	6
14	10
19	16
24	20
30	25
38	32
41	35
47	40
58	50
73	63
93	80
116	100
146	125
185	160
232	200
292	250
366	315
464	400
583	500
733	630
930	800
1170	1000
1460	1250

¹⁾ gG-tyyppinen sulake on yleiskäyttöön tarkoitettu sulake. Moottorin suojaukseen tarkoitettua aM-tyyppistä sulaketta ei voida yksin käyttää johdon ylikuormitussuojana, vaan on lisäksi käytettävä erillistä ylikuormitussuojaa.

Taulukon 25.2—19 sarakkeen 2 arvoja käytetään myös silloin, kun johdon suojana on johdonsuojakatkaisija, edellyttäen, että tämä soveltuu tarkoitukseen.

Jos johdon suojana on sulakkeen kanssa sarjassa oleva erityinen ylikuormitussuoja, on pelkästään oikosulkusuojana toimivan sulakkeen täytettävä taulukossa 25.2—20 asetetut vaatimukset. Erityisellä ylikuormitussuojalla tarkoitetaan IEC:n julkaisun 292—1 kohdan 7.5.3.2 lajin 1 mukaista moottorinsuojakytintä. Sähkötarkastuskeskus voi erikseen hyväksyä myös muita ylikuormitussuojalaitteita.

Jos johto syöttää teollisuuden konetta tai laitetta, jossa on useita omilla ylikuormitussuojilla varustettuja sisäisiä johtoja, saa syöttöjohto olla varustettu pelkästään oikosulkusuojana toimivilla sulakkeilla taulukon 25.2—20 mukaisesti edellyttäen, että syöttöjohdon kuormitettavuus on suurempi kuin sisäisten johtojen ylikuormitussuojien asetteluarvojen tai ylikuormitussuojina toimivien sulakkeiden nimellisvirtoja vastaavien johtojen kuormitettavuuksien (taulukko 25.2—19 sarake 1) summa.

Pelkästään oikosulkusuojana toimivan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta ei kuitenkaan saa olla suurempi kuin ylikuormitussuojaan merkitty sallitun etusulakkeen nimellisvirta.

Erityisen ylikuormitussuojan saa asetella johdon suurinta sallittua jatkuvaa kuormitusvirtaa vastaavaan arvoon. Ylikuormitussuojan saa sijoittaa johdon syöttämän kulutuskojeen luo, ellei ylikuormitukselta suojaamaton johdon osa sijaitse räjähdysvaarallisessa tilassa. Oikosulun tapahtuessa johdossa ylikuormitussuojan takana on oikosulkusuojan toimittava enintään muutamassa sekunnissa eikä oikosulkuvirta saa vahingoittaa ylikuormitussuojaa.

Kahden rinnankytketyn, kiinteästi asennetun johdon kuormitettavuus ja johtoja suojaavan sulakkeen nimellisvirta valitaan taulukosta 25.2—21.

Taulukko 25.2 – 20. Johdon oikosulkusuoja toimivan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta. Nollausehtojen täyttymisen varmistamiseksi tulee aina laskea myös pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta. Jatkosten ja päätteiden oikosulkukestoisuus on tarkistettava erikseen.

1	2	3
Johdon poikkipinta mm ²	Sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A	
	gG-sulake	aM-sulake
kuparijohdin, PVC-eristys (esim. MMJ, MK yms.) ¹⁾		
0,75	10	—
1,0	16	—
1,5	25	10
2,5	32	16
4	40	25
6	63	40
10	80	63
16	125	100
25	200	160
35	250	200
50	315	315
70	400	400
95	500	500
120	630	630
150	800	800
185	1000	1000
240	1000	1250
300	1250	1250
kuparijohdin, PVC-eristys, konsentrinen kuparijohdin (esim. MCMK)		
n x 1,5 + 1,5	25	10
n x 2,5 + 2,5	32	16
n x 4 + 4	40	25
n x 6 + 6	63	40
n x 10 + 10	80	63
n x 16 + 16	125	100
n x 25 + 16	160	125
n x 35 + 16	160	125
n x 50 + 25	250	200
n x 70 + 35	315	250
n x 95 + 50	400	315
n x 120 + 70	500	500
n x 150 + 70	500	500
n x 185 + 95	630	630
n x 240 + 120	800	800

(jatkuu)

Taulukko 25.2—20. (jatkoa)

alumiinijohtimet, PVC-eristys (esim. AMMK) ¹⁾		
16	100	63
25	125	100
35	200	125
50	250	200
70	315	250
95	400	315
120	500	400
150	630	500
185	630	630
240	800	800
300	1000	1000
400	1000	1250
500	1250	1250
630	1250	1250
800	1250	1250
alumiinijohtimet, PEX-eristys (esim. AXMK) ¹⁾		
16	125	80
25	160	125
35	250	200
50	315	250
70	400	315
95	500	500
120	630	630
150	630	630
185	800	800
240	1000	1000
300	1250	1250
400	1250	1250
500	1250	1250
630	1250	1250
800	1250	1250

(jatkuu)

¹⁾ Sulakkeen valinnan määrää johdon poikkipinnaltaan pienin johdin.

Taulukko 25.2 – 20. (jatkoa)

alumiinijohtimet, PVC-eristys, plus konsenttrinen kuparijohdin (esim. AMCMK)		
3 x 16 Al + 10 Cu	100	63
3 x 25 Al + 10 Cu	125	80
3 x 35 Al + 10 Cu	125	80
3 x 50 Al + 15 Cu	160	125
3 x 70 Al + 21 Cu	250	160
3 x 95 Al + 29 Cu	250	200
3 x 120 Al + 41 Cu	400	315
3 x 150 Al + 41 Cu	400	315
3 x 185 Al + 57 Cu	500	400
3 x 240 Al + 72 Cu	630	500
3 x 35 Al + 16 Al + 10 Cu	100	63
3 x 70 Al + 35 Al + 21 Cu	200	125
3 x 120 Al + 70 Al + 41 Cu	315	250
3 x 185 Al + 95 Al + 57 Cu	400	315
alumiinijohtimet, PEX-eristys, plus konsenttrinen kuparijohdin (esim. AXCMK)		
3 x 16 Al + 10 Cu	125	80
3 x 35 Al + 10 Cu	160	125
3 x 70 Al + 21 Cu	315	250
3 x 120 Al + 41 Cu	500	400
3 x 185 Al + 57 Cu	630	500
3 x 300 Al + 88 Cu	800	800

Taulukko 25.2—21. Kahden rinnankytketyn enintään 1 kV johdon kuormitettavuus ja johtoja suojaavan sulakkeen nimellisvirta.

Johdin- poikki- pinta mm ²	Asennustapa A ¹⁾		Asennustapa B ¹⁾	
	Sulakkeen nimellisvirta A	Kuormitet- tavuus ²⁾ A	Sulakkeen nimellisvirta A	Kuormitet- tavuus ²⁾ A
kupari				
16	100	118	125	164
25	125	156	160	214
35	160	192	200	270
50	160	230	250	320
70	200	290	315	400
95	250	350	400	490
120	315	400	400	560
150	315	460	500	640
185	400	530	500	730
240	500	620	630	850
300	500	720	800	980
400	630	850	1000	1180
500	800	970	1250	1350
alumiini				
25	100	122	125	166
35	125	150	160	210
50	125	180	200	250
70	160	230	250	310
95	200	270	315	380
120	250	310	315	440
150	250	360	400	500
185	315	410	400	570
240	400	480	500	660
300	400	560	630	760
400	500	660	630	920
500	630	750	800	1040

¹⁾ Asennustapa A ja B, ks. kohta B.

²⁾ Kuormitettavuus tarkoittaa kahden rinnankytketyn johdon suurinta sallittua virtaa, ts. kummankin osalle tulee puolet koko virrasta.

Taulukon 25.2—21 käyttöön liittyvät viittaukset:

- Laskentaperusteet, katso taulukko 25.2—1.
- Korjauskertoimet, katso taulukot 25.2—9 ja 25.2—16 ... 18.
- Kuormitettavuus tarkoittaa kahden rinnankytketyn johtimen suurinta sallitua virtaa, ts. kummankin osalle tulee puolet koko virrasta.
- Maahan asennetut johdot, katso taulukko 25.2—2.

Jos sulake on johdon ainoa suoja, on sulakkeen toimittava sekä oikosulku- että ylikuormitussuojana. Jotta sulake täyttäisi nämä molemmat tehtävät johdon lämpenemättä liikaa, on johto mitoitettava siten, ettei sen normaali kuormitusvirta ylitä käytetyn sulakkeen nimellisvirtaa.

Sulakkeen asemesta saa käyttää myös oikosulkusuojaa, joka rajoittaa johtimen lämpötilan oikosulun aikana taulukossa 25.2—1 esitettyyn lämpötila-arvoon.

Liitteessä IV on esitetty sovellutuksia johdon poikkipinnan ja tiettyä poikkipintaa vastaavan sulakkeen määrittämisestä.

3. Nollajohtimen johtokyvyn ja mekaanisen lujuuden on oltava riittävä.

Johdon nollajohtimen ja PEN-johtimen johtokyvyn on oltava vähintään yhtä suuri kuin äärijohtimen johtokyky. Kun äärijohtimen johtokyky kolmivaiheisessa johdossa on suurempi kuin 10 mm^2 kuparijohtimen johtokyky, riittää kuitenkin, että nolla- ja PEN-johtimen johtokyky on vähintään 50 % äärijohtimen johtokyvystä. Äärijohtimen poikkipinnalla 150 mm^2 sallitaan kuitenkin nolla- ja PEN-johtimen poikkipinta 70 mm^2 ja äärijohtimen poikkipinnalla 35 mm^2 nolla- ja PEN-johtimen poikkipinta 16 mm^2 .

Nollausta käytettäessä asettavat nollausehdot PEN-johtimen johtokyvylle ja mekaaniselle lujuudelle eräissä tapauksissa lisävaatimuksia (ks. 9 § 5).

Pylväsmuuntamosta sen jakokeskukseen menevän johdon PEN-johtimen johtokyky, ks. 25 § 2, kohta A alakohta f.

26 § Paljaan johtimen asentaminen eristimille

1. Paljasta jännitteistä johdinta saa käyttää ilmajohdossa, kytkinlaitoksessa, kulkuneuvon ajojohtimena ja erikoistapauksessa nosto- tai siirtolaitteen työjohtimena sekä tapauksissa, missä se olosuhteiden vuoksi on välttämätöntä.

6 § 1 mukaan paljas jännitteinen johdin on yleensä sijoitettava tai suojattava siten, ettei sitä voi tahattomasti koskettaa.

Räjähdysvaarallisessa tilassa paljaan jännitteisen johtimen käyttö ei ole sallittu (ks. 41 § 1), ja palovaarallisessa tilassa sellaisen käyttö voi tulla kysymykseen vain erikoistapauksessa (ks. 37 §).

Kiinteästä sähköverkosta energian saavan sähkökulkuneuvon (sähköveturin, raitiovaunun tms.) paljaan ajojohtimen kuten ajolangan tai virroituskiskon samoin kuin täydellistä kosketussuojaa vailla olevan jakelukiskojärjestelmän sijoituksesta on sovittava Sähkötarkastuskeskuksen kanssa. Nosturin paljaan työjohdon (laahausjohdon) sijoituksesta on myös sosiaali- ja terveysministeriö sekä työsuojeluhallitus antanut määräyksiä nosturien turvallisuusohjeissa¹⁾.

Ilmajohdo, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4. Paljaan jännitteisen johtimen käyttö sallitaan eräissä tapauksissa myös hitsausjohdossa (ks. 19 § 6). Kytkinlaitos, ks. 23 §.

2. Paljaan jännitteisen johtimen kiinnityksen on oltava luotettava ja sellainen, että johtimen etäisyys toisiin johtimiin ja rakenteisiin on riittävä.

Paljaiden jännitteisten johtimien etäisyys toisistaan ja muihin rakenteisiin määräytyy 5 § 1 mukaan.

Paljaan jännitteisen johtimen asennuksessa on soveltuvin kohdin noudatettava ilmajohdolle asetettuja vaatimuksia, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

¹⁾ Sosiaali- ja terveysministeriön sekä työsuojeluhallituksen vahvistamat teknilliset turvallisuusohjeet n:o 22.

27 § Johdon asentaminen putkeen ja onteloon

1. Asennusputken ja sen rasian sekä putkeen vedettävän johdon on rakenteeltaan sovelluttava käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin.

Asennusputken, -putkitarvikkeen ja putkeen liitettävän rasian on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Putken ja putkitarvikkeen ominaisuuksien, mm. mekaanisen lujuuden, kotelointiluokan, korroosionkestävyyden, lämmönkestävyyden ja auringonsäteilynkestävyyden on oltava kyseiseen käyttöön riittäviä. Johtimien suurilla poikkipinnoilla ja korroosionkestävyyden vuoksi saa asennusputkena kuitenkin käyttää myös muuhun tarkoitukseen, esim. vesijohtoa varten valmistettuja putkia, jos tällaisia sähköasennusputkia ei valmisteta. Palamista jatkavia asennusputkia ei saa käyttää rakennusten sähköasennuksiin.

Rakenne- ja koestusmääräysten (standardien) mukaisia asennusputkia ovat mm. jäykät eristysputket (esim. jäykkä muoviputki JM), jäykät metalliputket (esim. jäykkä alumiiniputki JAPP) ja taipuisat eristysputket (esim. taipuisa muoviputki TAM). Asennusputken ja -putkitarvikkeen valintaan tarvittavat luokitustiedot selviävät standardin mukaisen putken (SFS 4599) ja putkitarvikkeen koodimerkinnöistä. Putkeen ja putkitarvikkeeseen merkityssä pakollisessa koodissa ensimmäinen numero tarkoittaa mekaanista ominaisuutta (lujuusluokat 1...5) sekä eristys- ja yhdistelmäputkessa ja vastaavanlaisessa putkitarvikkeessa toinen ja kolmas numero lämpötilaluokitusta (25, 45 tai 95). Kyseisten lämpötilaluokkien mukaisten putkien ja putkitarvikkeiden asennuksen ja käytön normaali lämpötila-alue on $-15 \dots +60^{\circ}\text{C}$ merkinnän 95 putkella ja putkitarvikkeella tilapäisesti enintään $+90^{\circ}\text{C}$ lämpötila betonivalussa. Matalin lämpötila varastoinnin ja kuljetuksen aikana merkinnän 25 ja 95 putkissa ja putkitarvikkeissa on -25°C sekä merkinnän 45 putkissa ja putkitarvikkeissa -45°C .

Asennusputken ja -putkitarvikkeen mekaaninen ominaisuus ja kotelointiluokka on valittava taulukon 27.1—1 mukaan.

Taulukko 27.1 — 1. Putkituksen pienin sallittu mekaaninen lujuus- ja kotelointiluokka eri asennustavoissa ja -paikoissa.

Asennustapa ja -paikka	Lujuusluokka ¹⁾	Kotelointi-luokka
Uppoasennus:		
betonivalu	3	IP 32
puhallettava täyte ²⁾	2	IP 40
rappaus	1	IP 32
survottava täyte ²⁾	3	IP 40
alaslasketut katot, sähköpielet jne.	1	IP 30
Pinta-asennuksessa putkeen³⁾:		
eristepäällysteinen johdin ⁴⁾	2	IP 30
kaapeli	1	IP 30
eristämätön johdin (maadoitus- tai potentiaalintasaus- johdin)	1	IP 30

¹⁾ Lujuusluokat:

- 1 erittäin kevytrakenteinen
- 2 kevytrakenteinen
- 3 keskiluja
- 4 luja
- 5 erittäin luja

²⁾ Yleensä ei saa asentaa täyteen sisään, ks. 25 § 2 kohta C.

³⁾ Jos asennus on alttiina mekaanisille iskuille, on käytettävä vähintään lujuusluokan 4 putkea ja putkitarviketta.

⁴⁾ Ks. myös taulukko 27.2—1.

Putkitarvikkeen ja rasian on sovelluttava ko. putkilajille ja -koolle ja niiden mekaanisen lujuuden on vastattava niiden sijoituspaikalla esiintyviä rasituksia.

Veden tiivistymisen estämiseksi putkitus on lämmitetyssä tilassa

pyrittävä sijoittamaan uppoasennuksessa rakennelmaan siten, ettei putkituksen eri osien välillä ole suurta lämpötilaeroa. Kylmästä lämpimään tilaan johtavassa putkessa on tarvittaessa — varsinkin jos johto ei ole kaapelia — johtimien ja putken välinen tila tiivistettävä lyhyeltä matkalta ilmankierron estämiseksi.

Putkitus on seinä- ja kattorakennelmassa yleensä sijoitettava lämpöeristyksen lämpimälle puolelle, kuitenkin sauna-asennuksissa löylyhuoneen lämpöeristyksen ulkopuolelle. Erityisesti on varottava putken joutumista lämpöeristyksen sisään. Jos putki joudutaan sijoittamaan lämpöeristykseen läpimenojen tms. seikkojen vuoksi, tästä aiheutuva korjauskerroin putkessa olevan johdon kuormitettavuuteen on otettava huomioon, ks. 25 § 2. Korjauskerroin on otettava huomioon myös, jos useita putkia joudutaan asentamaan yhdensuuntaisina lähelle toisiaan tai jos putkitus joudutaan sijoittamaan rakennusosaan, joka esim. huoneenlämmityskojeen läheisyyden vuoksi on huomattavasti lämpimämpi kuin muu osa rakennusta.

Metalliputkien lisäksi vain lämpötilaluokan 45 eristys- ja yhdistelmäputken saa sijoittaa paikkaan, missä se voi joutua matalassa (-15°C) lämpötilassa alttiiksi iskuille, voimakkaalle tärinälle tms. mekaaniselle rasitukselle. Ennen muoviputken taivuttamista matalassa ympäristölämpötilassa on putki tarvittaessa lämmitettävä tai on käytettävä tehdasvalmisteisia putkikaaria. Muoviasennusputkea ei saa sijoittaa kuumaan tilaan, missä putken käyttölämpötila — huomioon ottaen myös putkessa olevan johtimen kehittämä lämpöteho — on pitkäaikaisesti yli 60°C .

Putkeen saa asentaa seuraavia johtolajeja:

- a. Kuivassa tilassa eristepäällysteisiä johtimia (esim. ML ja MK).
- b. Kosteassa ja määrässä tilassa pinnan alle upotettuun sähköisiltä ominaisuuksiltaan eristävään putkeen eristepäällysteisiä johtimia, joiden eristys tai sitä ympäröivä suojakerros läpäisee huomasti kosteutta (esim. ML ja MK).
- c. Kaikissa tiloissa vaipallisia kaapeleita. Taipuisa liitäntäjohto, ks. 31 §.
- d. Kaikissa tiloissa suojajohtimen, ellei putkessa ole muita johtimia; kun paljas johdin asennetaan metalliputkeen, on otettava huomioon kosteuden tms. aiheuttama korroosiovaara.

- e. Kaikissa tiloissa lyhyeltä matkalta taipuisaan tai taivuteltavaan putkeen sähkölaitteen taipuisa liitäntäjohto (vähintään 300/500 V), kun asennusputki on suojana johdon mekaanista vahingoittumista tai kuumien pintojen satunnaista koskettamista vastaan.

Putken ja putkitarvikkeen matalin sallittu kotelointiluokka erilaisissa tiloissa määräytyy taulukon 27.2—1 mukaan. Sähkölaitteiden laatu, ks. 40 § 1, taulukko 40.1—2.

Pystysuoraan putkeen asennettu johto on pystysuoralta osuudelta tarvittaessa kiinnitettävä siten, ettei sen oma paino aiheuta siihen liiallista rasitusta (ks. myös 30 § 2, kohta C).

- 2. Asennusputken ja rasioiden kiinnityksen on oltava luotettava ja sellainen, että vieraiden aineiden kertyminen niihin estetään ja että johdon voi vetää putkeen eristystä vahingoittamatta.**

A. Asennusputken käsittely ja sijoitus

Asennusputken taivutuksessa ja katkaisussa sekä muussa käsittelyssä on noudatettava tarpeellista varovaisuutta ja käytettävä sopivia työkaluja ja menetelmiä niin, että putki ei litisty tai murru eikä sen liitoskohtiin synny johdon eristystä vahingoittavaa jäystettä. Putkenpää on tarvittaessa pyöristettävä tai siinä on käytettävä putkipäätettä.

Asennusputki rasioineen ja muhveineen on kiinnitettävä tai tuettava luotettavasti paikoilleen yleensä ennen johdon vetämistä putkeen. Putken ja sen tarvikkeiden kiinnityslaitteet eivät saa vahingoittaa putkea. Putkien päiden liittäminen toisiinsa ja rasioihin sekä kiinnitys asennusalueen on tehtävä siten, että liitos ei pääse rakennustyön aikana esim. betonia valettaessa tai seinätäytettä survottaessa eikä käytössä helposti vahingoittumaan tai avautumaan sekä siten, ettei putki tunkeudu liian syvälle rasiaan. Putki on liitettävä rasiaan tai keskukseen metalli- tai eristysainemuhvin avulla tahi muulla samanarvoisella tavalla. Putkikoko voidaan vaihtaa toiseen sopivaa siirtymismuhvia käyttäen tai työntämällä putki riittävästi toisen sisään edellyttäen, että jatkos kiinnitetään luotettavasti ja että IP-luokituksen mukainen tiiveys säilyy. Siirryttäessä kierteettömästä putkesta kierteitettävään putkeen siirtymismuhvin ei tarvitse olla kierteellinen. Putken liitoksen on oltava tiukka ja niin tiivis, että se

Taulukko 27.2 – 1. Asennusputkien, -putkitarvikkeiden ja liitosten koteloitusluokat käytettäessä peruseristettyjä johtimia.¹⁾

Asennusputki, putkitarvike ja liitos	T i l a (asennustarvikkeen ympäristö)								
	kuiva	kostea tai alttiina tippuvalle vedelle	märkä tai alttiina roiskuvallle vedelle	alttiina suihkuvalle vedelle	veden alla	alttiina paineen alaiselle vedelle	syövyttävä	palovaarallinen	räjähdysvaarallinen
Kotelointiluokka	IP 30	IP 33	IP 34	IP 55	IP 68	IP 68	IP 34 ²⁾	IP 34 ³⁾	4)

¹⁾ Ei koske erillisten suojajohtimien mekaanisena suojana käytettäviä putkia.

²⁾ Kotelointiluokan lisäksi on otettava huomioon asennustarvikkeiden kestävyys svövyttävää ainetta vastaan.

³⁾ Vaaditaan korkeammat tiiveysluokat, jos putki ja liitos ovat alttiina ympäristöistä roiskuvallle palavalle nesteelle.

⁴⁾ Ks. 41 § 2.

on kotelointiluokaltaan putkituksen asennustapaa ja -paikkaa sekä käyttötilaa vastaava (ks. taulukot 27.1—1 ja 27.2—1). Vieraiden aineiden haitallinen tunkeutuminen rasioihin ja putkiin on estettävä myös asennus- ja rakennustyön aikana.

Kun elementtirakentamisessa putkitus tehdään elementteihin muualla kuin niiden lopullisella sijoituspaikalla, on huolehdittava erityisesti seuraavista seikoista:

- a. Elementtien putkitus on päätettävä ja suojattava siten, että putkien päät eivät voi elementtien kuljetuksessa ja käsittelyssä vahingoittua.
- b. Putken pään kohdalle elementtiin on tehtävä vähintään 200 mm asennusvara, jotta putken päätä voi taivuttaa liitettäessä se toisen elementin putkeen ja jotta jatkomuhvin voi sovittaa paikoilleen. Asennusvara voidaan saada aikaan myös tarkoitukseen hyväksytyllä putkitarvikkeella.
- c. Toiseen elementtiin liittyvässä putkessa saa olla vain loivia taivutuksia.

B. Johtimien vetäminen putkeen

Putkien liitoksineen tulee olla kiinnitetty luotettavasti ennen kuin johtimet vedetään putkeen. Taipuisaan ja taivuteltavaan eristysputkeen voidaan johtimet kuitenkin vetää ennen putken kiinnittämistä.

Samaan putkeen sijoitettavat johtimet, ks. 24 § 3 ja 4.

Johtimien ja kaapelin veto on tehtävä siten, etteivät johdin, eristys ja vaippakerrokset vahingoitu. Tämän vuoksi putken sisähalkaisija, kahden rasian välimatka putkituksessa sekä putken taivutussäde on valittava putkeen vedettävien johtimien lukumäärän ja poikkipinnan mukaan tai kaapelin ulkohalkaisijan mukaan. Putken koko suositellaan nimelliskokoon 40 saakka valittavaksi taulukkojen 27.2—2 ja 27.2—3 mukaan. Vedon tapahtuessa matalassa lämpötilassa käsiteltävän sekä johtimien ja kaapelien ominaisuuksien on sovellettava asennuslämpötilaan.

Vedettäessä putkeen vaipallinen kaapeli suositellaan, että sen halkaisija on enintään 75 % putken sisähalkaisijasta. Kun putkituksessa on kaaria tai mutkia taikka putkeen vedetään useita kaapeleita, on put-

Taulukko 27.2—2. Asennusputkien johdinnäärät. Asennuskokeisiin perustuva suositus johtimien enimmäismäärästä, kun putken nimelliskoko on enintään 32 ja johtimen poikkipinta enintään 4 mm². Taulukossa ei ole otettu huomioon johtimien sallitun kuormituksen vaikutusta johdinnämiin, ks. 25 § 2.

Putkitus- pituus enintään	Johtimen poikki- pinta	Putken nimelliskoko mm																			
		suora putki				1 mutkaa				2 mutkaa				3 mutkaa				4 mutkaa			
		16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32
		Johdinnäärä enintään																			
m	mm ²	10	17	29	51	8	13	24	43	8	13	23	40	7	11	21	37	5	9	17	31
1	1,5	7	11	20	35	6	10	18	31	5	9	15	28	5	8	12	24	4	7	10	20
	2,5	5	7	13	24	4	7	12	22	4	6	10	19	3	5	8	16	3	4	7	13
	4	10	17	29	51	8	13	23	40	7	11	21	37	5	9	17	31	4	7	13	24
2	1,5	7	11	20	35	5	9	15	28	5	8	12	24	4	7	10	20	3	5	9	15
	2,5	5	7	13	24	3	6	10	19	3	5	8	16	3	4	7	13	2	3	6	11
	4	10	17	29	51	7	12	22	38	6	10	19	34	5	8	15	27				
3	1,5	7	11	20	35	5	9	15	26	4	7	12	22	3	6	11	20				
	2,5	5	7	13	24	3	6	9	17	3	5	8	15	2	4	7	12				
	4	8	13	23	40	7	11	21	37	5	9	17	31	4	7	13	24				
4	1,5	5	9	15	28	5	8	12	24	4	7	10	20	3	5	9	15				
	2,5	4	6	10	19	3	5	8	16	3	4	7	13	2	3	6	11				
	4	7	12	22	38	6	10	19	34	5	8	15	27								
6	1,5	5	9	15	26	4	7	12	22	3	6	11	20								
	2,5	3	6	9	17	3	5	8	15	2	4	7	12								
	4	7	11	21	37	5	9	17	31	4	7	13	24								
8	1,5	5	8	12	24	4	7	10	20	3	5	9	15								
	2,5	3	5	8	16	3	4	7	13	2	3	6	11								
	4	6	11	20	35	5	8	16	29	3	6	11	21								
10	1,5	5	8	11	22	4	6	9	18	2	4	7	14								
	2,5	3	5	8	15	2	4	7	12	2	3	5	10								
	4	5	9	17	31	4	7	13	24												
16	1,5	4	7	10	20	3	5	9	15												
	2,5	3	4	7	13	2	3	6	11												
	4																				

Taulukko 27.2—3. Asennusputkien johdinmäärät. Asennuskokeisiin perustuva suositus johtimien enimmäismäärästä, kun putken nimelliskoko on enintään 40 ja johtimen poikkipinta 6, 10 tai 16 mm². Taulukossa ei ole otettu huomioon johtimien sallitun kuormituksen vaikutusta johdinmääriin, ks. 25 § 2.

Putkuspituus enintään	Johtimen poikkipinta	Putken nimelliskoko mm																	
		suora putki				1 mutka				2 mutkaa				3 mutkaa					
		20	25	32	40	20	25	32	40	20	25	32	40	20	25	32	40		
		Johdinmäärä enintään																	
m	mm ²																		
4	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5		
	10	3	5	5	5	3	4	5	5	3	4	5	5	3	3	5	5		
	16	2	3	5	5	1	3	5	5	1	3	4	5						
8	6	4	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5		
	10	3	4	5	5	3	4	5	5	3	3	5	5	2	3	4	5		
	16	1	3	5	5	1	3	4	5	1	2	4	5						
16	6	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	5		
	10	3	4	5	5	3	3	5	5	2	3	4	5	2	3	4	5		
	16	1	3	4	5	1	2	4	5	1	2	3	5						

ken halkaisija valittava siten että kaapeleiden kiinnijuuttuminen vältetään.

3. Asennusputkessa olevan johdon jatkaminen tai haaroittaminen on tehtävä helposti käsiksi päästävissä rasiassa.

Asennusputken sisälle jäävässä johdon osassa ei saa olla jatkosta, vaan johtimien jatkaminen ja haaroittaminen on tehtävä avattavassa rasiassa tai kotelossa. Rasia, jossa on kosketukselta suojaamattomia jännitteisiä osia, saa olla avattavissa vain työkalulla, ellei rasia sijaitse sähkötilassa. Rasia on sijoitettava siten, että avatussa rasiassa päästään johtimien liitoksiin helposti myöhemminkin käsiksi huoltoa varten.

Johdon jatkaminen ja haaroittaminen rasiassa ja rasialle asetetut vaatimukset, ks. 24 § 5.

4. Metallista asennusputkea ei saa käyttää virtajohtimena eikä suojajohtimena. Tarvittaessa putki on suojamaadoitettava.

Jos putki (rasia) on kosketeltavissa ja sen sisällä on vain peruseristettyjä johtimia, pienjännitteellä metallinen asennusputki ja sen rasia on suojamaadoitettava vaarallisissa käyttöolosuhteissa. Suojamaadoittaminen voidaan suorittaa pelkästään rasioissa, kojeissa tai kytkentäkoteloissa, kun putkien ja liitosten johtokyky on standardin SFS 4599 mukaan riittävä ja luotettava.

Suurjännitteellä metallinen asennusputki ja sen rasia on 9 § 1 ja 10 § 1 mukaisesti suojamaadoitettava, ellei sen sisällä ole kaapelia, jossa on suojamaadoitettu vaippa.

Suojamaadoittaminen räjähdysvaarallisissa tiloissa, ks. 41 § 5.

5. Johdon saa asentaa palamattomasta aineesta tehtyyn onteloon noudattaen soveltuvien osien putkeen asentamisesta annettuja määräyksiä.

Palamattomalla aineella tarkoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määriteltyä palamatonta rakennustarviketta. Sileäpintaiseen mekaanisesti lujaan onteloon saa vetää vaipallisia kaapeleita ja peruseristettyjä johtimia asennusputkessa edellyttäen, että ontelon

mitoituksessa ja sijoituksessa sekä rasioinnissa noudatetaan kohdis-
sa 27 § 2 ja 3 esitettyjä vaatimuksia.

28 § Johdon asentaminen sähkölistaan, johtokanavaan ja asennuskouruun

Tämän pykälän määräykset koskevat pienjännitteellä käytettäviä johtokanavajärjestelmiä, ml. sähkölistajärjestelmät, sekä asennuskouruja.

Johtokanavajärjestelmä on yhden tai useamman kaapelin tahi johtimien ja muiden järjestelmään kuuluvien tarvikkeiden tueksi ja suojaksi tehdasmaisesti valmistettu pitkänomainen suljettu (koteloitu) rakenne.

Järjestelmään kuuluu varsinainen kanavaosa, joka voi olla yhtenäinen profiili tai varustettu avattavalla kannella, sekä tarpeellinen määrä kiinnitys-, kytkentä- ja vastaavia osia.

Johtokanavajärjestelmää, joka on tarkoitettu asennettavaksi pinnalle pääasiassa tavanomaisten rakennuslistojen tilalle, kutsutaan *sähkölistajärjestelmäksi*.

Asennuskouru on puusta, rakennuslevystä, metallilistasta tms. tiettyyn käyttöpaikkaan suunniteltu ja valmistettu, pinnalle tai upotetuksi rakennettu sähköjohtotila.

Kourussa on avattava kansi tms. peitelevy, ja kourun yhtenä tai useampana seinämänä voi olla rakennuksen seinä tai vastaava pinta.

Peitelistan käyttäminen kaapeleiden suojana rinnastetaan asennukseen asennuskourussa.

Onteloasennus, ks. 27 § 5.

1. Sähkölista- ja johtokanavajärjestelmien johtoineen on rakenteeltaan sovelluttava käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin. Järjestelmien rakenteesta, kiinnityksestä ja sijainnista ei saa aiheutua vaaraa ympäristölle.

Sähkölista- ja muiden johtokanavajärjestelmien rakenteen on oltava

Sähkötarkastuskeskuksen vahvistamien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen, ja ne on yleensä tarkoitettu asennettavaksi kiviin tiloihin.

Järjestelmien on oltava mekaanisesti ja termisesti riittävän lujia sekä luotettavasti ja huolellisesti kiinnitetty alustaansa. Niissä ei saa olla teräviä särmiä, kulmia tms. epätasaisuuksia, jotka voivat vahingoittaa johtoja.

Kaapelit ja johtimet on sijoitettava tai kiinnitettävä siten, että ne pysyvät paikallaan, kun listan tai kanavan kansi avataan. Kaapelit on kiinnitettävä kytkentä- tms. tilan välittömässä läheisyydessä siten, ettei vetorasitus kohdistu liittimiin.

Järjestelmän johtojen mitoitus ja suojaus, ks. 25 § 2.

Järjestelmän ja sen johtojen asennuksen on oltava sellainen, että paljaat jännitteiset ja peruseristetytkin johtimet ovat luotettavasti kosketussuojattuja myös liitos-, jatkos-, läpivienti- ja vastaavien kohtien luona sekä järjestelmään liittyvien kytkimien, pistorasioiden ja vastaavien kojeiden sisäänvientikohdissa.

Osa, joka muodostaa jännitteisten ja peruseristettyjen osien suojan, ei saa olla poistettavissa ilman työkalua. Vahvavirtalaitteen paljaat jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa, kun heikkovirtalaitteen kytkentätilan tai johdotustilan kansi avataan.

Järjestelmän rakenteen on oltava sellainen, että johtimen pään irro- tessakaan jännite ei voi päästä kosketeltavaan metalliosaan. Tämä edellyttää, että järjestelmän kosketeltavat metalliosat on luotettavasti eristetty mm. koje- tms. kytkentärasiassa olevista jännitteelle alttiista metalliosista kuten kytkimien kiinnitysrenkaista. Metallisen kanavan ja yhdistelmäkanavan (metallia ja eristysainetta) kosketeltavien metalliosien katsotaan yleensä olevan luotettavasti eristetty eristysaineeseen kojerasiaan asennetun kojeen jännitteelle alttiista metalliosista, jos etäisyys (pinta- ja ilmavälit) kojeen kiinnitysrenkaista tms. metallisista kiinnityslaitteista niihin on vähintään 2 mm. Järjestelmän rakenteen on oltava sellainen, että etäisyys pysyy riittävänä.

Rasioiden sisäpuolellakaan ei saa olla metallisia kiinnitysosia, kuten ruuveja, jotka on johtavasti yhdistetty kosketeltaviin metalliosiin, ellei irtoavan johdinpään joutumista tällaisen osan yhteyteen ole riit-

tävästi estetty esim. upottamalla ruuvin kanta eristysaineeseen syvennykseen.

Poikkeuksena sallitaan järjestelmään asennetun metallikoteloidun asennustarvikkeen kuten voimapistorasian jännitteelle alttiit koskettavat metalliosat suojattavan muulla 9 § mukaisella suojausmenetelmällä, esim. suojamaadoittamalla.

Metallisen ja yhdistelmäjohtokanavan vaikutus sähkölaitteen käyttöolosuhteisiin, ks. 9 § 1, kohta *D*.

Järjestelmien asennuksessa on noudatettava järjestelmän valmistajan tai vastuunalaisen myyjän asennusohjetta. Sähkölistajärjestelmän asennusohjeen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä ja johtokanavajärjestelmän asennusohjeen Sähkötarkastuskeskuksen ohjeiden mukainen. Asennusohjeet on toimitettava järjestelmän mukana.

On suositeltavaa, että asuinhuoneiston ryhmäkeskuksessa on kilpi, jolla varoitetaan järjestelmän käyttäjää siitä vaarasta, minkä esim. naulan lyöminen listan läpi aiheuttaa.

2. Sähkölista- tai johtokanavajärjestelmään asennetun johdon liitokset on tehtävä riittävän tilavassa ja tarkoituksenmukaisessa rasiassa tai muussa kytkentätilassa. Järjestelmä on liitettävä muuhun asennusjärjestelmään siten, etteivät johdot eivätkä järjestelmät voi vahingoittua.

Johtojen liitokset on tehtävä 24 § 5 mukaisesti. Johtojen liitoksia ei saa tehdä varsinaisessa listassa tai kanavassa lukuun ottamatta järjestelmän potentiaalintasaukseen tarvittavia liitoksia.

Asennustarvikkeet kuten huppuliittimet, kytkentärenkaat, johdon-suojakatkaisijat ja upotettavat rasiakojeet saa sijoittaa vain Sähkötarkastuskeskuksen niille käytettäväksi hyväksymään eristysaineeseen rasiaan, -koteloon tms. tilaan.

Järjestelmässä saa siihen soveltuvin tavallisten pinta- tai uppoasennukseen hyväksytyjen asennustarvikkeiden lisäksi käyttää myös muita, Sähkötarkastuskeskuksen kyseisen järjestelmän yhteydessä käytettäväksi hyväksymiä (erikoisrakenteisia) tarvikkeita.

Jos hyväksytty kytkentätila on pienempi kuin tavallisissa jako- ja liitäntärasioissa, sen on oltava varustettu kiinteillä liittimillä tai valmistajan on merkittävä irrallisten liittimien määrä ja laji (rakenne) kytkentätilaan.

Järjestelmästä sen ulkopuolella olevaan ryhmäkeskukseen, kojeseen tms. asennettavan johdon on oltava lisäeristetty, esim. kaapeli tai eristepäällysteiset johtimet eristysputkessa (vrt. 27 §). Putken tai johdon saa liittää järjestelmään vain järjestelmän asennusohjeen mukaisen liitäntämuhvin tai muun sisäänvientiaukon kautta. Aukon terävät reunat on pyöristettävä tai siinä on käytettävä eristeholkkia läpimenevien johtojen suojaamiseksi. Sähkölistajärjestelmässä aukon saa tehdä asennuspaikalla, jos se voidaan tehdä siten, ettei järjestelmä vahingoitu. Järjestelmän kytkentätiloihin ei asennuspaikalla saa tehdä johtoaukkoaihioiden avaamisen lisäksi muita aukkoja.

Asennusputkea liitettäessä on käytettävä eristysaineista liitäntämuhvia tai muutoin huolehdittava siitä, ettei putki pääse työntymään johtotilaan.

3. Johdon, joka on ainoastaan käyttöeristetty, on oltava sähkölistatai johtokanavajärjestelmässä omassa eristetyssä tilassaan.

Tietyn johdon kaikki johtimet on asennettava samaan johtotilaan. Usealle johdolle yhteisessä johtotilassa sekä metallisessa johtokanavassa, jossa ei ole sisäpuolista eristystä, on käytettävä vaipallista johtoa. Vaatimus koskee myös yhteiseen johtotilaan asennettuja heikkovirtajohtoja, mutta se ei koske suojajohdinta eikä potentiaalinta-sausjohdinta.

Tehdasmaisesti valmiiksi kytkettyjen johtokanavajärjestelmien osalta (esim. sairaaloiden potilashuoneiden valaisinjohtokanavat) noudatetaan niitä koskevia rakenne- ja koestusmääräysten vaatimuksia.

4. Suojajohdin ja nollajohdin sekä äärijohtimet on merkittävä siten, että ne erottuvat toisistaan kestävästi ja selvästi.

Paljaalle suojajohtimelle on käytettävä standardin SFS 4254 mu-

kaista maadoituksen tunnusta (sama tunnus kuin maadoitusliittimen tunnus kuvassa 11.1–1) tai kirjaimia PE, ja nollajohtimelle kirjainta N.

Eristepäällysteisten johtimien tunnukset, ks. 24 § 7.

5. Asennuskourun ja sen rasioiden sekä kouruun asennettavan johdon on rakenteeltaan sovelluttava käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin. Laitteiden rakenteesta, kiinnityksestä ja sijainnista ei saa aiheutua vaaraa ympäristölle.

6. Asennuskourun ja sen tarvikkeiden rakenteen on oltava sellainen, että vaarallisen kosketusjännitteen syntyminen riittävästi estetään.

KTM:n päätöksen 28 § 5 ja 6 soveltamismääräykset ja ohjeet on esitetty seuraavassa.

Asennuskourulla toteutettua asennusta koskevat Sähköturvallisuusmääräysten yleisten asennusvaatimusten lisäksi soveltuvin osin kaapeliasennuksille ja edelle 28 § 1:ssä johtokanavajärjestelmälle asetetut vaatimukset.

Asennuskouruun sijoitetun asennuksen on täytettävä kosketussuojaukseltaan kyseessä olevan tilan vaatimukset myös ilman kourun antamaa lisäsuojaa.

Metallisen asennuskourun käyttöä on vältettävä. Jos kouru tai sen kansi on metallia, on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, ettei jännite voi johtimen päään irrotessakaan päästä kosketeltavaan metalliosaan. Tämä edellyttää mm. että 28 § 1:ssä esitetyt johtokanavajärjestelmiä koskevat eristys- ja etäisyysvaatimukset on täytetty. Irrallisia eristysaineliuksia tms., jotka voivat hukkaantua tai rikkoutua esim. kannen avaamisen yhteydessä, ei pidetä luotettavana tapana etäisyysvaatimuksen toteuttamiseksi.

Asennuskourussa käytettävien asennustarvikkeiden on oltava normaaliin pinta- tai uppoasennuskäyttöön hyväksyttyjä. Johtojen on oltava vaipallisia kaapeleita (MMJ, MHS, AJS jne.). Myös eristepäällysteiset johtimet (ML, MK) hyväksytään vedettyinä sähköisiltä

ominaisuuksiltaan eristävään putkeen (JM, TAM tms.).

Jos asennuskourua käytetään kaapeleiden peitelistana rakennuslistojen tilalla, se on kiinnitettävä kouruun tehdyistä kiinnitysreijustä tai merkityistä kiinnityskohdista. Kiinnitys on tehtävä ruuveilla tai vastaavalla tavalla siten, ettei ruuvi tai muu kiinnitystarvike voi kiinnityksen yhteydessä työntyä johtotilaan.

29 § Putkilanka ja nauhajohto

Tämän pykälän määräykset koskevat muovivaipalla päällystettyä putkilankaa (laji MPLM).

1. Putkilanka on asennettava näkyviin lukuun ottamatta läpivientä tai vastaavaa lyhyttä väliä, ja sitä saa käyttää vain vaarattomissa käyttöolosuhteissa, joissa johdon vahingoittumisen mahdollisuus on vähäinen.

Putkilanka on kiinnitettävä seinä- tai muulle asennuspinnalle siten, että sen paikka on ilman apuneuvoja havaittavissa. Näin ollen putkilangan päälle saa puualustallakin asettaa esim. seinäpaperin siten, että johdon kulkutie paperin alla on nähtävissä. Putkilangan saa asettaa lyhyitä matkoja (alle 1 m) näkymättömiin palamattomaan rakennustarvikkeeseen tai läpiviennissä asennusputkeen. Lattian läpivienti, ks. 32 § 1.

Putkilankaa ei saa asentaa kaapelihyllylle, sähkölistaan, johtokanavaan, asennuskouruun tms. liitäntöjä tai vastaavia lyhyitä osia lukuunottamatta.

Putkilankaa ei saa käyttää paikassa, jossa se on alttiina karkealle mekaaniselle käsittelylle, esim. raskasta tavaraa kuljettaessa tai varastoitaessa. Muuallakin putkilanka on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava seinä- tai kattopalkin taikka -listan tai ovenkarmin viereen siten, että palkki (lista) suojaa johtoa. Asuin- ja toimistohuoneessa ja niihin verrattavassa tilassa saa putkilangan asettaa lattialistan ja seinän muodostamaan kulmaukseen lattialistaan tai seinään

kiinnitettynä. Tarvittaessa saa putkilangan suojata lyhyitä matkoja suoralla asennusputken kappaleella.

Päällystettyä putkilankaa saa asentaa myös vaarallisiin käyttöolosuhteisiin, yleensä kuitenkin vain kuiviin tiloihin.

Poikkeuksena sallitaan päällystetyn putkilangan asentaminen asunon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtaisen kylpy- tai suihkuhuoneen B-alueelle vähintään 1,7 m korkeudelle lattiasta paikkaan, jossa johto on mahdollisimman vähän alttiina vedelle.

2. Nauhajohtoa saa käyttää vain palamattomalle, ei kuitenkaan metalliselle alustalle asennettuna. Nauhajohto on peitettävä rappauksella tai muulla palamattomalla suojuksella.

Nauhajohtoa koskevat asennusmääräykset ja ohjeet on vanhentuneina poistettu. Nauhajohtoasennus ei ole sallittu.

3. Putkilangan ja nauhajohdon sekä niiden rasioiden kiinnityksen on oltava luotettava ja sellainen, etteivät ne vahingoitu asennettaessa eikä käytössä.

Putkilangan kiinnityskohtien väli saa olla enintään 0,3 m. Lisäksi johto on kiinnitettävä rasian (kytkimen) luona sekä taivutuksen molemmin puolin. Kiinnitys suoritetaan ruostesuojatuilla metalli- tai eristekiinnikkeillä. Asennukseen käytettävät kiinnikkeet eivät saa vahingoittaa johtoa. Jos rasia on vaarassa huomattavalle mekaaniselle vahingoittumiselle, on käytettävä metallikuorista rasiaa. On huolehditava siitä, että sellaisessa puuseinässä, joka voi myöhemmin liikkua, putkilangan metallivaippa ei pääse seinän liikkeessa tunkeutumaan syvälle rasiaan niin, että vaippa koskettaa metallista liitintä. Tämän estämiseksi putkilangalle on varattava muualla liikkumisvara.

4. Putkilangan ja nauhajohdon jatkaminen ja haaroittaminen on tehtävä helposti käsiksi päästävässä rasiassa.

Rasialle ja rasiassa tehtävälle johdinliitokselle (jatkos tai haaroitus) asetetut vaatimukset, ks. 24 § 5.

Rasia on sijoitettava siten, että avatussa rasiassa päästään johtimien päihin (liittimiin) helposti myöhemminkin käsiksi huoltoa varten.

Pistorasioiden, kytkimien, jakorasioiden ym. asennustarvikkeiden on vaarallisissa käyttöolosuhteissa oltava joko eristysaineisia tai maadoitusliittimellä varustettuja. Viimeksi mainitussa tapauksessa ne on suojamaadoitettava asennuskorkeudesta riippumatta.

Liitettäessä johtoa pistorasiaan, kytkimeen, valaisimeen tms. on huolehdittava siitä, että metallivaipan etäisyys jännitteisistä ja jännitteelle alttiista osista säilyy riittävänä. Johdon vaipan on kuitenkin ulotuttava hiukan laitteen ulkopinnan sisäpuolelle.

Johdon läpivienti on tarvittaessa, esim. kuivauskaapin alla olevassa valaisimessa, tiivistettävä käyttäen sopivan kokoista kalvo- tai holkkitiivistettä.

Päällystetyn putkilangan saa liittää suojaeristettyyn laitteeseen, myös jakokeskukseen.

5. Putkilangan metallivaippaa ei saa käyttää virtajohtimena eikä suojajohtimena.

Suojamaadoittamiseen on käytettävä putkilangassa olevaa varsinaista suojajohdinta. Sen sijaan vaipan alla mahdollisesti olevaa paljasta suojajohdinta saa käyttää vain vaipan ja johtoon kuuluvan metallisen rasian suojamaadoittamiseen, mutta ei johtoon yhdistetyn kulutusköjeen eikä pistokytkimen suojakoskettimen maadoittamiseen. Päällystetyn putkilangan metallivaippaa ei saa suojamaadoittaa.

30 § Kaapeli

Tämän pykälän määräykset koskevat kiinteään asennukseen (ei kuitenkaan ilmajohtoon) tarkoitettua *vaipallista kaapelia*, jossa yhtä tai useampaa eristepäällysteistä johdinta ympäröi *vedenpitävä vaippa* ja jota määräysten tässä kohdassa kutsutaan kaapeliksi. Eräiden kaape-

lityyppien asennusta käsitellään muualla. Putkilanka ja nauhajohto ks. 29 §, taipuisa liitäntäjohto ks. 31 §. Huom. Standardin SFS 5360 mukaisen määritelmän kaapeli ei aina vastaa tässä tarkoitettua kaapelia. Liitteessä III on esitetty tavallisimpien kaapelien rakenne pääpiirteissään.

Kaapelin johtimet ovat tavallisesti kuparia tai alumiinia ja niiden eristys tavallisesti kumia tai muovia taikka öljyllä imeytettyä paperia (esim. massakaapeli). Kaapelin vedenpitävä vaippa voi olla metallia (esim. lyijyä, alumiinia tai kuparia) tai eristettä (esim. muovia, joka läpäisee huonosti kosteutta). Kaapelin virtajohtimet sijaitsevat joko kaikki vaipan sisäpuolella, tai vaipan ollessa hyvin johtavaa metallia kuten kuparia tai alumiinia vaippa voi lisäksi toimia kaapelin *kon-sentrisena suoja-, PEN- tai nollajohtimena*. Konsentrisen johdin voi myös olla muodostettu lieriömäisesti kierretyistä kuparilangoista tai -nauhoista, jolloin sitä ympäröi erillinen vedenpitävä vaippa.

Kaapelissa voi olla vaipan päällä erillinen metallia oleva *mekaaninen suojakerros*, esimerkiksi teräsarmeeraus. Mekaanisena suojakerroksena voi toimia myös kaapelin vaippa, jos se on metallia ja riittävän luja. Kun kaapelissa on langoista tai nauhoista tehty konsentrisen johdin ja sen päällä vahva muovinen vaippa, ko. johdin ja sen vaippa muodostavat yhdessä kaapelin *sähkömekaanisen suojakerroksen*.

1. Kaapelin on rakenteeltaan sovelluttava sen käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin.

Kaapelia saa käyttää kaikissa tiloissa (myös maahan ja veteen laskettuna) edellyttäen, että kaapeli rakenteeltaan soveltuu sen käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin. Tällaisia rasituksia aiheuttavat mm. kosteus, kaapeliin kohdistuvat mekaaniset voimat (iskut, veto, puristus tms.), syövyttävät aineet ja käyttöpaikan lämpötila.

Kosteassa, märässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa ko. aineet eivät saa vahingoittaa kaapelia. Tällaisessa tilassa kaapelin pintakerroksen on kestättävä kosteuden (veden) tai muiden aineiden syövyttävä vaikutus.

Kaapelin käyttöpaikan lämpötilan vaikutus kaapelin kuormitettavuuteen, ks. 25 § 2.

Maahan tai veteen laskettavassa kaapelissa on oltava metallinen mekaaninen tai sähkömekaaninen suojakerros. Tällainen suojakerros on oltava myös sellaisessa kaapelissa, joka asetetaan ilman suoja-putkea (asennusputkea) välittömästi betoniin, rappaukseen taikka survottavan tai palava-aineisen (syttyvän) seinä-, katto- tms. täytteen sisään tai muualle, missä kaapeli on alttiina huomattavalle mekaaniselle rasitukselle. Kun pienjännitekaapeli lasketaan maahan sähköalueella taikka veteen yli 2 m syvyyteen, kaapeli saa edellisestä poiketen olla ilman metallista mekaanista tai sähkömekaanista suojakerrosta. Rantaosuus 2 m syvyyteen saakka alaveden korkeudesta on kuitenkin suojattava sopivalla mekaanisella suojalla tai kaapeli on upotettava veden alla olevaan maakerrokseen. Kaapelin nousu vedestä on suojattava erittäin hyvin. Ilman metallivaippaa olevan AXMK-tyyppisen kaapelin asentamisesta maahan on Sähkötarkastuskeskus antanut ohjeet tiedonannossa T 76.

Kaapelin eristys- ja vaipparakenteisiin kohdistuu huomattava veto-rasitus asennettaessa kaapeli esim. pystysuoraan pitkään kanavaan tai syvään veteen taikka ripustettaessa se ylipitkin kiinnitysvälein vaakasuoraan. Tällöin on käytettävä sellaista kaapelilajia, joka on erikoisesti vetoa kestävä, tai kaapeli on sopivasti tuettava vetorasi-tuksen pienentämiseksi.

2. Kaapeli on asennettava ja tarvittaessa suojattava siten, ettei se vahingoitu asennettaessa eikä käytössä.

A. Kaapelin laskeminen maahan

Maahan kaivettavan kaapeliojan syvyys (kaapelin laskusyvyys) riip-puu paikallisista olosuhteista kuten maan laadusta ja sen routimisesta, maan omistussuhteista, käytetäänkö maata viljelykseen, onko maan pinta kestopäällysteinen tms. tekijöistä. Keskimääräinen ohje-arvo kaapeliojan syvyydelle on 0,7 m. On hyödyllistä, että kaapeli ympäröidään kaapeliojassa hiekalla, erityisesti jos on pelättävissä maan liikkumista esim. roudan vaikutuksesta. Sijoitettaessa kaape-

leita vierekkäin samaan ojaan (kaivantoon) kaapelin kuormittavuus riippuu myös läheisten kaapelien lämpenemisestä (ks. 25 § 2, kohta D).

B. Kaapelin merkitseminen ja suojaaminen

Vierekkäiset kaapelit on suositeltavaa merkitä sopivin välimatkoin esimerkiksi lyijystä tai muovista tehdyin tunnuksin, joista selviävät tärkeimmät kaapelia koskevat tiedot. Tämä koskee myös kaapelien risteämistä maassa. Maassa ja vedessä olevien kaapelien sijainnista on pidettävä karttaa. Sijainnin merkinnän kartassa on nojauduttava pysyviin, maastossa oleviin kiintopisteisiin.

Maassa olevan kaapelin yläpuolelle 0,2...0,4 m syvyydelle maan pinnasta on suositeltavaa asettaa värikäs (muovinen) varoitussuoja tai nauha osoittamaan kaapelin sijaintia maankaivuutyötä silmälläpitäen.

Maassa tai matalan veden pohjassa oleva kaapeli on usein tarkoituksenmukaista sen rakenteeseen sisältyvän mekaanisen tai sähkömekaanisen suojakerroksen lisäksi varustaa *mekaanisella lisäsuojuksella* kuten sen päälle asetetulla betonikourulla, betonilevyllä tai kyllästetyllä puulankulla tai vastaavalla tavalla. Tällaisen mekaanisen lisäsuojuksen käyttäminen riippuu kuitenkin kaapelin ja maapohjan haltijan harkinnasta. Kallion pintaan kiinnitetyn kaapelin suojana on syytä käyttää muototerästä. Kaapelin noustessa maasta tai vedestä ylös se on suojattava muototeräksellä, vähintään lujuusluokan 4 asennusputkella tai samanarvoisella tavalla vähintään 1,5 m korkeudelle ja liikenneyälän varrella vähintään 2 m korkeudelle maan pinnasta. Suojuksen on ulotuttava riittävästi maan tai veden pinnan alle.

Rakennuksessa kaapelin saa kiinnittää asennuspinnalle, asentaa kanaan, kouruun, kaapelihyllylle tai vetää asennusputkeen. Kaapeleita ei kuitenkaan saa asentaa pelkästään metallisten kattokannakkeiden, putkien yms. varaan ellei kaapeleille ole lähes tasapohjaista kaapelihyllyä vastaavaa johtotietä, jonka kannattamana kaapelit pysyvät paikoillaan. Jos kaapeli on asennuspinnalla helposti alttiina iskuille tms. rasituksille, kaapelissa on oltava metallinen mekaaninen tai sähkömekaaninen suojakerros tai kaapeli on muuten suojattava esimerkiksi muototeräksellä tai vähintään lujuusluokan 4 asen-

nusputkella. Ilman metallista mekaanista tai sähkömekaanista suo-
jakerrosta oleva kaapeli on suojattava lattian läpiviennissä 50 mm
korkeudelle lattiasta. Kaapelin suojaputken on oltava riittävän väljä
niin, että kaapelia putkeen vedettäessä kaapelin vedenpitävä vaippa
ei vahingoitu.

Kaapelia käsiteltäessä on otettava huomioon sille sallittu alin asen-
nuslämpötila noudattamalla sen valmistajan antamia asennusohjei-
ta.

C. Kaapelin kiinnittäminen

Kaapeli on kiinnitettävä, ellei sitä lasketa maahan, veteen, likipitäen
vaakasuoralle asennusalustalle (esim. kanavaan, kouruun tai kaape-
lihylylle) taikka ellei sitä asenneta betonin tai rappauksen sisään tai
vedetä putkeen.

Jos kaapeli vedetään väljään onteloon (esim. onttoon seinään tai
asennuskouruun), seinäverhouksen ja lämpöeristyksen väliin tai näi-
hin rinnastettavaan tilaan, kaapeli on kiinnitettävä tarkoitukseen
hyväksytyillä nysillä tai kiinnikkeillä taikka muulla luotettavalla
tavalla asennusrasiaan, jakokeskukseen tms. tai näiden välittömässä
läheisyydessä asennusalustaan. Käytettäessä hyllyllä ja kanavassa tai
vastaavassa asennusrasioita tai kojeita kaapeli on kiinnitettävä näi-
hin tai näiden lähellä niin, ettei liittimiin kohdistu vetorasitusta.

Kiinnittäminen tehdään esim. korroosiolta suojaetuilla kiinnikkeillä.
Kiinnikkeiden sopiva välimatka on kevyellä kaapelilla (johdinpoik-
kipinta enintään 6 mm² kuparia tai 10 mm² alumiinia) vaakasuoras-
sa n. 0,25 m ja pystysuorassa n. 0,3 m. Raskaalla kaapelilla kiinnik-
keiden vastaava välimatka on 20 . . . 25 kertaa kaapelin ulkohalkai-
sija. Kaapelin raskas varuste on myös kiinnitettävä alustaansa. Jos
kaapeli asennetaan pystysuoraan putkeen, saa kiinnityspisteiden
etäisyys olla enintään 12 m. Jos kaapeli asennetaan onteloon, ont-
toon seinään tms. tilaan, esim. välittömästi seinäverhouksen alle, saa
kiinnityspisteiden välinen pystysuora etäisyys olla enintään 6 m.
Pystysuorassa kanavassa, jossa ei normaalisti liikuta, on suurimpana
kiinnityspisteiden etäisyytenä pyrittävä pitämään 3 m. Pystysuu-
den yläpäässä oleva kiinnitys on tehtävä siten, ettei kaapeli vaurioi-
du. Jos joudutaan käyttämään suurempia kiinnitysvälejä, on nouda-

tettava valmistajan tätä tarkoitusta varten antamia erityisohjeita.

Jos sellainen kaapeli, johon ei rakenteellisenä osana kuulu kannatusköyttä, joudutaan poikkeuksellisesti tai tilapäisesti ripustamaan kannatusköyden varaan, ripustuspaisteiden (kiinnittimien) etäisyydessä toisistaan on syytä noudattaa edellä ilmoitettuja kiinnikkeiden etäisyyksiä.

Kaapelia taivutettaessa se voi vahingoittua, jos taivutussäde on liian pieni. Tästä syystä on pyrittävä loiviin taivutuksiin noudattaen valmistajan asennusohjeita pienimmistä taivutussäteistä. Kaapelin edestakaista taivuttamista on vältettävä.

3. Kaapeli on jatkettava, haaroitettava ja päätettävä rasiassa tai muussa varusteessa taikka sellaisella menetelmällä, joka soveltuu sen käyttöpaikalla esiintyviin rasituksiin.

Kaapelin varusteella tarkoitetaan laitetta, jossa kaapeli jatketaan tai haaroitetaan taikka päätetään kaapelin johtimien liittämiseksi esim. kulutuskojeeseen tai jakokeskukseen. Rasialla tarkoitetaan tässä varustetta, jossa kaapelin johdinpäät ovat helposti irrotettavissa esim. työkaluilla varusteen liittimistä. Muunlainen varuste täytetään usein kosteutta läpäisemättömällä, jähmettyvällä massalla, kuten valuhartsilla, joka ympäröi myös liittimiä. Tällaisen kaapelin asennuspaikalla valuhartsista valettavan varusteen (kaapelijatkoksen tai päätteen) teossa on noudatettava kaapelin ja valuhartsin valmistajan asennusohjeita.

Kun kaapelissa on johtimena metalliliuskoista tai -langoista valmistettu konsentrisen johdin, on kaikki johtimen varsinaiset säikeet varusteessa yhdistettävä luotettavasti liittimeen.

Kuivassa tilassa muovieristeisen kaapelin saa päättää ilman erityistä varustetta. Kumieristeisen kaapelin saa päättää myös siten, että eristämiseen käytetään rakenne- ja koestusmääräysten mukaista kumi- tai muovieristysnauhaa (ns. sähköteippiä). Paperieristeisen kaapelin saa päättää myös tällä tavalla kuivassa tilassa, jos kaapeli on kyllästetty valumattomalla massalla. Rakennuksessa on huollon (mittaus-ten, korjausten tms.) vuoksi tarkoituksenmukaista käyttää kaapelin

jatkamiseen, haaroittamiseen ja päättämiseen sellaista rasiaa, jota ei täytetä massalla.

Kosteassa, märässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa (myös maassa ja vedessä) muovikaapeli on varustettava suojaavalla päätteellä, ja sen muun varusteen sekä muiden kaapeleiden varusteiden (rasioiden) on oltava niin tiiviit, ettei vesi (kosteus) eivätkä syövyttävät aineet pääse varusteen sisäpuolelle. Paperieristeisen kaapelin varusteen on lisäksi oltava paineenkestävä, jos kaapeli on kyllästetty valuvalla massalla.

Olosuhteissa, missä kaapelissa on oltava metallinen mekaaninen tai sähkömekaaninen suojakerros, myös kaapelin varusteen on vastaa-vasti oltava mekaanisesti riittävän luja.

4. Kaapelin metallivaippa on suojamaadoitettava tai se on suojattava muulla tarkoituksenmukaisella menetelmällä.

Enintään 1000 V jännitteellä kaapelin metallivaippa on suojamaadoitettava 9 § mukaisesti (tai suojattava muulla 9 § mukaisella suojausmenetelmällä).

Kun kaapelin metallivaippa on kuparia tai alumiinia muodostaen konsentrisen johtimen, sitä voi samalla käyttää maadoitetun järjestelmän nolla-, PEN- tai suojajohtimena tai maadoittamattoman järjestelmän suojajohtimena, jos se on riittävästi mitoitettu (ks. 11 § 2 ja 25 § 3). Tällaisen nolla- ja PEN-johtimen on oltava päällystetty 24 § 1 mukaisesti riittävällä eristekerroksella; suojajohdin sen sijaan saa olla paljas.

Vain hyvin johtavaa kaapelin konsentrista johdinta saa käyttää muiden laitteiden suojajohtimena, ks. 11 § 2, kohta 4. Sen sijaan kaapelin muunlaisen metallivaipan ja sen alla mahdollisesti olevan paljaan suojajohtimen johtokyky on yleensä niin pieni, että vaippaa tai suojajohdinta saa käyttää vain itse vaipan ja kaapelin varusteiden suoja- maadoittamiseen. Vaipan suojamaadoittamisessa kaapelin metallivaippa tai vaipan alla oleva paljas suojajohdin yhdistetään jokaisessa varusteessa sen maadoitusliittimeen, johon myös varusteen mahdollinen metallikuori yhdistetään. Näin yhdistyvät eri kaapeliosien ja varusteiden metallikuoret jatkuvasti toisiinsa. Tämä metallimassa

suojamaadoitetaan 9 § 5 mukaisesti tai suojataan 9 § 6 tai 9 § 7 mukaisella suojausmenetelmällä. Lisäksi on tarkistettava, että vaiipan impedanssi ei tee suojausmenetelmää tehottomaksi. Jos kaapeli tai kaapeliverkko ulottuu useihin jakokeskuksiin, on tarkoituksenmukaista, että kaapelin metallivaippa suojamaadoitetaan myös jakokeskuksissa. Maahan tai veteen lasketun kaapelin metallivaippa on syytä suojamaadoittaa kaapelin molemmissa päissä (ks. myös 25 § 2, kohta C) ja kaapelin ollessa pitkä mahdollisesti myös jatkoksissa, jos vaiipan impedanssi muuten tekisi suojausmenetelmän tehottomaksi.

Jos kaapelissa on useampia toisistaan eristettyjä metallivaippoja (esim. paperilyijykaapelin lyijyvaippa ja siitä erillinen teräsarmeeeraus), ne on kaikki suojamaadoitettava.

Enintään 1000 V kaapelin jatkoskohtaa ei tarvitse varustaa suojaamaadoitetulla metallikuorella tai -rasialla. Kuitenkin kaapeliosien metallivaipat on yhdistettävä johtavasti toisiinsa.

Yli 1000 V jännitteellä kaapelissa on oltava *suojaamaadoitettu metallivaippa* tai *konsentrisen johdin*. Suojaamaadoittaminen on tehtävä 10 § ja 11 § mukaisesti. Yksijohdinkaapelin vaippoja maadoitettaessa on otettava huomioon tämän vaikutus kaapelin kuormittavuuteen (ks. 25 § 2, kohta C).

Maassa tai vedessä sijaitsevan kaapelin paljas metallivaippa katsotaan 11 § 5 mukaisesti *maadoituselektrodin* osaksi. Ellei tällaisen tai riittämättömästi maasta eristetytyn, yli 1000 V kaapelin etäisyys enintään 1000 V järjestelmän maadoituselektrodista tai heikkovirtamaadoituselektrodista taikka enintään 1000 V kaapelista tai heikkovirtakaapelista täytä 11 § 6 mukaisia, erillisille maadoituselektrodeille asetettuja vaatimuksia tai ellei kaapelin vaiipan maadoitusjännite ole enintään 10 § 2 kohdissa A ja C ko. tapauksessa sallitun arvon suuruinen, on sopivin toimenpitein huolehdittava siitä, ettei yli 1000 V järjestelmän yksivaiheisessa maasulussa maan ja enintään 1000 V kaapelin tai heikkovirtakaapelin vaiipan tai maadoituksen välillä synny (paikassa, missä ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu) 10 § 2:ssa sallittua suurempaa kosketusjännitettä eikä enintään 1000 V järjestelmään tai heikkovirtalaitteistoon siirry 10 § 2:ssa sallittua suurempaa jännitettä. Huomioon on otettava yli 1000 V kaapelin oman maasulun lisäksi sen vaippaan toisesta yli 1000 V järjestelmästä esi-

merkiksi kytkinlaitoksessa tai risteämässä mahdollisesti siirtyvä jännite. Torjuntatoimenpiteinä tulevat kysymykseen mm. toisen tai molempien kaapelien vaippojen eristäminen riittävän jännitekestoisesti maasta, lisämaadoituksen avulla tapahtuva maadoitusjännitteen tai siirtyneen jännitteen pienentäminen taikka toisen tai molempien kaapelien tai maadoituselektrodin siirtäminen. Vastaavainen tilanne voi syntyä enintään 1000 V kaapelin sijaitessa yli 1000 V järjestelmän maadoituselektrodin läheisyydessä.

Kaapelin sijoittaminen suurjänniteilmajohdon läheisyyteen, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4.

5. Kaapelin alittaessa yleisen liikenneväylän kaapelin sijoittamisessa ja sijainnin merkinnässä on noudatettava, mitä niistä erikseen on määrätty.

Yleisellä liikenneväylällä tarkoitetaan tietä, katua, rautatietä, kanavaa, laivaväylää tai muuta liikenneväylää, joka on luovutettu yleiseen liikenteeseen.

Taajamissa on yleistä jakelua hoitavien teknillisten laitosten (sähkö-, puhelin-, vesi-, kaukolämpö- tms. laitosten) haltijain syytä sopia keskenään siitä, kuinka laitosten putkistot, kaapelit ja muut johdot sijoitetaan maassa toisiinsa nähden tarkoituksenmukaisesti ja vähiten haittaa tuottavasti.

Kaapelin viemisestä *rautatien*, *yleisen tien* tai *kadun* poikki tai sen sijoittamisesta *rautatie*-, *tienvieri*- tai *katualueelle* on sovittava asianomaisen tieviranomaisen kanssa. Tieviranomaisia ovat rautatiehallitus ja sen ao. ratajakson päällikkö, tie- ja vesirakennushallitus ja sen ao. piiri-insinööri, kaupungin rakennusvirasto ja maaseudulla sitä vastaava ko. tiestä huolehtiva elin.

Vietäessä kaapeli liikennöitävän *vesiväylän* pohjaa pitkin sen kulkutiestä on neuvoteltava merenkulkuhallituksen tai kanavasta kyseen ollen tie- ja vesirakennushallituksen kanssa. Vesilaissa määrätään lisäksi, että johdon tekemiseen yleisen kulku- tai uittoväylän alitse tarvitaan vesioikeuden lupa.

Kaapelin viemiseen *rautatiealueen* poikki on pyrittävä käyttämään

siltaa, rautatien alitse kulkevaa maantietä tai sen yli johtavaa maantiesiltaa. Jos kaapelia ei voi kiinnittää siltaan poraamatta siltarakenteeseen reikiä tai hitsaamatta, kiinnittämistavasta on sovittava ao. viranomaisen kanssa.

Kun kaapeli viedään sähköradan alitse tai siltaa myöten ylitse, on kaapelin vaippaan siirtyvien liiallisten jännitteiden välttämiseksi tarvittavista toimenpiteistä neuvoteltava ao. rautatieviranomaisen kanssa.

Rautatien, yleisen tien ja kadun alitse kaapeli on pyrittävä viemään niin, että johdon voi vaihtaa ajorataa rikkomatta ja liikennettä keskeyttämättä. Kaapeli on tämän vuoksi yleensä asetettava rata- tai tienpenkereeseen mekaanisesti lujaan, pysyvään kanavaan tai putkeen siten, että johdon voi vaihtaa kaivamatta maata raiteiden tai ajopinnan alta. Kanavan tai putken on yleensä sijaittava rautatien alla vähintään 1 m ja yleisen tien alla vähintään 0,8 m syvyydessä, ja sen on ulotuttava rautatien alituksessa vähintään 1,5 m äärimmäisten kiskojen ulkopuolelle ja tien alituksessa vastaavasti ajoradan tai mahdollisen pientareen ulkopuolelle.

Kun *rautatien* tai *yleisen tien* alittava kaapeli jatkuu maan alla rautatie- tai tiealueen ulkopuolelle, alituspaikka on väylän kummallakin puolella merkittävä selvästi ja pysyvästi niin, että se on helposti löydettävissä. Merkitsemistavasta on sovittava ao. viranomaisen kanssa.

Merenkulkuhallitus on vahvistanut yksityiskohtaiset ohjeet laivaväylän alittavan kaapelin sijainnin merkitsemisestä.

6. Palon leviäminen kaapelia pitkin on estettävä.

Palon leviämiseen pitkin kaapelia voi olla syynä kaapelin uloin vaippa, jos se on palavaa ainetta, tai kaapelikanavaan tai -kuiluun kertynyt muu aine. Palon leviämisen vaara pitkin kaapelia katsotaan esteetyksi, jos palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa ei käytetä palonaralla palavalla aineella kuten juutilla päällystettyä kaapelia vetämättä sitä putkeen tai peittämättä palamattomalla aineella kuten betonilla tai hiekalla. Kun kaapeli viedään palomuurin tai muun osastoivan rakennusosan läpi, läpivientiaukko on tiivistettävä palamattomalla

aineella siten, ettei palo pääse leviämään aukon läpi. Pitkät kaapelikanavat tai -kuilut on suositeltavaa osastoida määrävälein palon leviämistä estävillä väliseinillä. Läpivientipaikan tiivistäminen ei saa aiheuttaa kaapelin liiallista lämpenemistä.

31 § Taipuisa liitäntäjohto

1. Taipuisan liitäntäjohtoon on kestettävä sen käyttötavasta aiheutuvat rasitukset. Johtimien on oltava yhteisen kulutusvaipan sisäpuolella, jollei liitettävän sähkölaitteen käyttötapu huomioon ottaen ole tarkoituksenmukaista menetellä toisin.

Taipuisan liitäntäjohtoon (seuraavassa lyhyesti liitäntäjohtoon) käytettävästä johtuen se voi olla erityisesti alttiina toistuvalla taivutus- ja kiertorasitukselle ja johdon kulutusvaippa lisäksi muunlaiselle rasitukselle. Sen vuoksi liitäntäjohtoon on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Liitäntäjohtoa on 33 § 4 mukaisesti käytettävä siirrettävän laitteen tai puolikiinteästi asennetun laitteen yhdistämiseksi virtapiiriin kiinteään osaan tai toiseen siirrettävään laitteeseen. Liitäntäjohtoon laji eri tiloissa, ks. 40 § 1 ja 41 § 2. Kevytrakenteista liitäntäjohtoa (esim. lajit MST ja MSO) saa 40 § 1 sallimissa rajoissa käyttää siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun laitteen liitäntäjohtona ja muita liitäntäjohtolajeja myös kiinteän sähkölaitteen yhdistämiseksi virtapiiriin kiinteään osaan tai muihin tarkoituksiin (ks. 45 §). Viimeksi mainittuja liitäntäjohtolajeja saa lyhyellä matkalla suojata jäykällä asennus- tai muulla suojaputkella taikka asettaa irrallisena kouruun tms. Eräissä erikoistapauksissa (esim. satamanosturit) voidaan Sähkötarkastuskeskuksen harkinnasta riippuen taipuisa liitäntäjohto kiinnittää alustaan kiinteän johdon tavoin.

Liitäntäjohtoon saa sijoittaa (ripustaa) rakennuksessa (huoneessa) ja tilapäislaitteistoissa kuten rakennustyömaalla (ks. 45 §) sellaisten tukien varaan, jotka eivät vahingoita johdon kulutusvaippaa ja joista johto on helposti ilman työkaluja irrotettavissa. Liitäntäjohtoa ei saa asettaa irrallisena lattiamaton tms. peitteen alle, jos peite huomattavasti estää johdon jäähtymistä.

Hitsausvirtapiirissä ja muissa erikoistapauksissa ei vaadita, että siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun sähkölaitteen taipuisat liitäntäjohtimet ovat yhteisen kulutusvaipan sisällä, jos se ko. teknillisen tehtävän vuoksi ei ole tarkoituksenmukaista eikä helposti toteutettavissa.

Liikkuva työkone, ajoneuvo tai vastaava laite, jossa liitäntäjohtoon katkeamisvaara on sen rajoitetun pituuden takia ilmeinen, on varustettava suojalaitteella, joka estää liitäntäjohtoon kohdistuvan kohduttoman vetorasituksen. Tällainen suojalaite voi olla esimerkiksi kaapelikelassa oleva rajakytkin.

Kaapelikelan halkaisijan on oltava vähintään 10 kertaa kaapelin ulkohalkaisija.

Liitäntäjohtoon vedonpoistin, ks. 33 § 1.

2. Taipuisan liitäntäjohtoon jatkamiseen on käytettävä turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukaista menetelmää.

Pienillä poikkipinnoilla on käytettävä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaista kaksiosaista kytkinlaitetta kuten jatkopistorasiaa ja pistotulppaa, jossa osat muodostavat ilman työkalua avattavissa ja suljettavissa olevan kytkimen. Tässä kytkimessä voi olla mekaaninen lukituslaite niin, että kytkin ei avaudu liitäntäjohtoon kohdistuvasta vetorasituksesta.

Kun liitäntäkaapelin nimellisjännite on vähintään 750 V (esim. lajit VSB, VSN, VSE, VSV, VSEN, VSVN) ja sen johtimien poikkipinta vähintään 4 mm², saa kaapelin jatkamiseen käyttää muutakin jatkamismenetelmää, joka ei merkittävästi huononna kaapelin ominaisuuksia kuten kaapelin taipuisuutta, eristystä ja kulutusvaipan kykyä kestää mekaanisia rasituksia. Tällaisessa menetelmässä on paljaat johdinpäät yhdistettävä toisiinsa puristusliittimellä, minkä jälkeen johtimet ja liittimet on eristettävä itsevulkanoituvalla tms. nauhalla. Kulutusvaippa on jatkoskohtaan tehtävä samanlaisesta nauhasta tai vulkanoimalla. Jatkoskohdan uuden kulutusvaipan on kaapelin pituussuunnassa ulottuva johtimien puristusliittimen muodostaman jäykän johto-osan ulkopuolelle niin vahvana, että vaippa ei taivu ko. liittimien päiden kohdalla. Koska liitäntäjohto ei jatkoskohdasta ole

taipuisa, jatkamismenetelmää ei pidä käyttää sellaisessa kaapelissa, jota joudutaan usein siirtämään tai taivuttamaan pienellä taivutus-säteellä.

Liitántakaapelin vahingoittuneen kulutusvaipan saa paikata käyttämällä samoja aineita kuin edellä kaapelin vaipan jatkamisen yhteydessä on mainittu. Vaippaan syntyneet sellaiset pienehköt vauriot, jotka eivät ole vahingoittaneet johdineristystä, saa kuitenkin tilapäisesti paikata ns. sähköteipillä.

32 § Johdon läpivienti

1. Johto on erityisesti suojattava seinän, välipohjan tai muun rakenteen läpivientikohdassa, jos siinä esiintyy rasituksia eikä johdon rakenne sellaisenaan anna riittävästi suojaa.

Johdon läpiviennillä tarkoitetaan johdon vientiä ulkokaton, ulkoseinän, perusmuurin, väliseinän, välipohjan tms. rakenteen läpi, kun johto jatkuu rakenteen toisella tai molemmilla puolilla rakenteen pinnalle asennettuna taikka ulkona ilmajohtona tai maahan (veteen) laskettuna.

Läpiviennissä johtoon voi kohdistua lähinnä kosteudesta aiheutuvia ja mekaanisia rasituksia. Läpiviennissä voi esiintyä kosteudesta aiheutuvaa rasitusta, kun lämpötila tai ilman kosteus läpivientikohdan molemmilla puolilla eroaa huomattavasti toisistaan.

Johdon läpivienti on tehtävä sellaisella johtolajilla, jonka käyttö 40 § 1 mukaan on sallittu läpivientirakenteen kummallakin puolella olevassa tilassa. Läpivientiin ulkoilmasta tai maapohjasta lämmitettyyn sisätilaan taikka märästä tilasta kosteaan tai kuivaan tilaan tai kahden lämpötilaltaan huomattavasti toisistaan eroavan tilan välillä on yleensä käytettävä kaapelia. Jos läpivientirakenteen eri puolilla olevissa tiloissa 40 § 1 mukaan saa käyttää muutakin johtoa kuin kaapelia, saa myös läpiviennin tehdä tällaisella johtolajilla. Riippukierrejohtoa ei saa käyttää läpivientijohtona.

Läpivienti on tiivistettävä, jos siinä muodostuva tai sen kautta valu-

va vesi voi aiheuttaa vaaraa esim. kerääntymällä läheisyydessä olevaan läpivientijohdon liitántärasiaan.

Läpiviennissä voi esiintyä mekaanista rasitusta, jos ko. rakenteessa esiintyy liikkumista, esimerkiksi puurakenteen liikkumisesta lämpötilan muuttuessa tai rakenteen vanhetessa, seinätäytteen survomisesta, maan routimisesta perusmuurin lähellä taikka kun läpivientijohdot saatetaan helposti mekaanisesti vahingoittaa välittömästi läpiviennin luona, esimerkiksi lattian läpiviennissä.

Jos johto on läpiviennissä em. tavalla alttiina mekaaniselle rasitukselle, sen on oltava metallisella mekaanisella suojakerroksella varustettu kaapeli (ks. 30 §) tai se on läpivientikohdassa asennettava vähintään lujuusluokan 4 asennusputkeen. Jos tällainen putki päättyy ulkoilmaan tai muuhun märkään tilaan, putken pää on asennettava siten, että sadeveden tai seinää pitkin valuvan veden kerääntyminen putkeen estyy.

Lattian läpiviennissä on suojaputken yleensä ulotuttava vähintään 50 mm korkeudelle lattiatasosta, ellei läpivientijohdon mekaanisen vahingoittumisen vaara edellytä korkeammalle ulottuvaa suojausta.

Läpivientiä ei yleensä saa tehdä vesikattoon. Jos se kuitenkin on välttämätöntä, läpivientijohtona on käytettävä vähintään lujuusluokan 4 suojaputkeen vedettyä kaapelia, ja putki on kiinnitettävä luotettavasti.

Läpivientiin saa käyttää myös tehdasvalmisteista läpivientilaitetta, esimerkiksi läpivientieristintä kiinnityslaitteineen tai täytepaloilla tiivistettävää metallikehystä, joka soveltuu ko. olosuhteisiin.

Samaan putkeen sijoitettavat johtimet, ks. 24 § 3 ja 4.

Läpiviennin tiivistäminen palon leviämisen estämiseksi, ks. 30 § 6.

2. Ylikuormitukselta suojaamattoman liittymisjohdon asennuksesta ei saa aiheutua palovaaraa.

Johto varustetaan yleensä johdon alkupäähän sijoitetulla ylikuormitussuojalla. Kun liittymisjohto on varustettu johdon alkupäähän

sijoitetulla ylikuormitussuojalla, sille ei aseteta erityisvaatimuksia. Johdon rakenteesta riippuen sovelletaan 27 § tai 30 § ja 32 § 1.

Liittymisjohdon poikkipinnan on oltava vähintään 6 mm² kuparia tai vastaavasti 10 mm² alumiinia ja johdon on päätyttävä sellaiseen ylivirtasuojaan, joka 25 § 2 mukaan suojaisi liittymisjohtoa ylikuormitukselta sen alkupäähän sijoitettuna. Mainitut pienimmät poikkipinnat tulevat kysymykseen uusissa asennuksissa vain, jos liittymisjohto on suojattu ylikuormitukselta sen alkupäähän sijoitetulla ylivirtasuojalla.

Jos liittymisjohto ei ole varustettu johdon alkupäähän sijoitetulla ylikuormitussuojalla, seinän tai perusmuurin läpivienti on tehtävä vähintään lujusluokan 4 asennusputkella, ellei seinän tai perusmuurin rakenne sinänsä täytä paloturvallisuudelle ja mekaaniselle lujuudelle asetettuja vaatimuksia (tiili tai betoni). Liittymisjohdon läpivienti on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava siten, että se on tarkastettavissa kiinteitä rakenteita purkamatta. Läpiviennin saa seinäpinnalla kuitenkin peittää jakokeskuksella.

Kaapeli on vedettävä läpiviennin jälkeen vähintään lujusluokan 4 asennusputkeen. Putkiasennuksen sijasta sallitaan myös muu mekaanisesti ja paloturvallisuuden kannalta vastaava asennustapa. Kyseeseen tulevat mm. metallisella mekaanisella suojakerroksella (ei pelkästään konsentrisen suoja) varustettu kaapeli tai asennus palamattomaan rakenteeseen jätettyyn onkaloon tai maahan. Oikosulkusuojattua palonkestävästi asennettua liittymiskaapelia ei kuitenkaan tarvitse vetää mekaanisesti lujaan suojaputkeen sähkötilassa, pääkeskushuoneessa tai -komerossa, jossa kaapelin vaurioitumisriski on vähäinen.

Liittymisjohdon pituus rakennuksen sisäpuolella on rajoitettava lyhyeksi (enintään 10 m). Jos liittymisjohdon sijoitus rakennuksen sisäpuolella on palonkestävä, ei rakennuksen sisäpuolisen kaapeli-osuuden pituutta kuitenkaan ole rajoitettu. Edellä tarkoitettu putkiasennus tms. ei sellaisenaan vielä tee asennuksesta palonkestävää.

Rakennuksen ulkoseinälle asennetun osan pituus on rajoitettava mahdollisimman lyhyeksi. Kaapelin suojaaminen mekaaniselta vahingoittumiselta, ks. 30 § 1. Liittymisjohto on varustettava oikosulkusuojalla. Oikosulkusuojausta laskettaessa oletetaan johtimen alku-

lämpötilaksi ennen oikosulkua 70°C (suurin sallittu jatkuvan kuormitusvirran aiheuttama lämpötila). Jos kuitenkin johdon loppupäässä oleva ylivirtasuojaja rajoittaa alkulämpötilan edellistä pienempään arvoon, saa tätä käyttää alkulämpötilana. Johtolajin vaihtuessa esim. alumiinista kupariksi lasketaan oikosulkusuojaus oikosulkulujuudeltaan heikomman johtolajin mukaan. Liittymisjohdon oikosulkusuojana voidaan myös käyttää taulukon 25.2—20 mukaista sulaketta, jonka toiminta-aika saa olla pienimmällä mahdollisella ensimmäisen nollausehdon mukaisella oikosulkuvirralla (taulukko 9.5—1) *enintään* 15 s keskiarvokäyrän mukaan.

Jos liittymisjohdon (runkojohdon haaran) oikosulkusuojana toimivan sulakkeen laukaisuaika pienimmällä mahdollisella ensimmäisen nollausehdon mukaisella oikosulkuvirralla (taulukko 9.5—1) on *enintään* 15 s keskiarvokäyrän mukaan, voidaan oikosulkusuojana käyttää johdon alkupäässä olevaa taulukossa 32.2—1 määriteltyä sulaketta johdon oikosulkusuojana.

Jos liittymisjohdossa, joka on suojattu vm. tavalla, tapahtuu oikosulku, on liittymisjohdon kunto (vaurioituminen) tarkastettava sil-

Taulukko 32.2—1. Liittymisjohdon (runkojohdon haaran) oikosulkusuojana toimivan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta, kun sulakkeen toiminta-aika on *enintään* 15 s pienimmällä mahdollisella ensimmäisen nollausehdon mukaisella oikosulkuvirralla.

Johdon poikkipinta mm ²		Sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta ¹⁾ A
kupari	alumiini	
6 ²⁾	10 ²⁾	80
10	16	125
16	25	160
25	35	200

¹⁾ Ehto: sulakkeen nimellisvirtaan nähden kolminkertaisella oikosulkuvirralla laukaisu enintään 15 sekunnissa.

²⁾ Pienimmät poikkipinnat tulevat kysymykseen vain, jos liittymisjohto on suojattu ylikuormitukselta sen alkupäähän sijoitetulla ylikuormitussuojalla.

määmääräisesti ennen kuin se otetaan uudelleen käyttöön. Liittymisjohto on vaihdettava, mikäli sen havaitaan vaurioituneen.

Ylivirtasuojauksen osalta katso myös Vahvavirtailmajohdomääräysten, Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 4, kohta 5.2.3.

33 § Sähkölaitteiden liittäminen johtoon ja ryhmittäminen

1. Sähkölaitteessa on oltava johdon liitäläite, joka rakenteeltaan vastaa käyttöpaikan olosuhteita ja johdon laatua.

Johdon liitäläitteellä tarkoitetaan sähkölaitteessa olevaa, kotelon, rasian, kannen tms. suojaamaa kytkentätilaa, missä on johdinliittimet merkintöineen sähkölaitteeseen yhdistettävää johtoa varten.

Koska liitäläite on osa sähkölaitetta, liitäläitteen kotelointiluokka on tavallisesti sama kuin sähkölaitteen muun osan. Liitäläitteen kotelointiluokan on eri tiloissa oltava 40 § 1 tai 41 § 3 mukainen, ja lisäksi liitäläitteen on vastattava siihen liitettävän johdon laatua. Liitäläitteen johtoaukon on sen vuoksi sovellettava ko. johtolajille ja sen poikkipinnalle tai, jos kysymyksessä on asennusputkeen asennettu johto, ko. putkelle niin, että johto tai putki mahtuu aukosta sisään johdon vaippaa kuorimatta. Asennusputki tai johdon metallinen suojavaippa ei kuitenkaan saa ulottua liian lähelle johdinliittimiä. Kun johto on liitäläitteessä paikoillaan, johdon ulkovaipan tai asennusputken välillä on oltava riittävä tiiviys. Tiiviysasteen on oltava liitäläitteen kotelointiluokkaa vastaava. Tiiviyden aikaansaamiseksi johtoaukossa on oltava tarvittaessa holkkitiiviste tai muu rakenne- ja koestusmääräysten mukainen tiivistyslaite. Tiivistystä voi tarvittaessa tehostaa tiivistyslaitteen (holkkitiivistein) suuhun työnnettävällä tiivistysmassalla.

Siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun sähkölaitteen liitäläitteessä on oltava taipuisan liitäläijohdon vedonpoistin, jonka tehtävänä on kiinnittää johdon uloin vaippa sitä vahingoittamatta lujasti paikoilleen. Vedonpoistimen on yleensä oltava eristysaineinen tai eristysaineella päällystetty. Kiinnittäminen on tehtävä siten, että johtimiin ja liittimiin ei kohdistu sähkölaitetta käsiteltäessä vahin-

gollista veto- eikä kiertorasitusta. Vedonpoistimen pettämisen varalta suojajohtimen on oltava muita johtimia pitempi tai muuten asennettu siten, että rasitus kohdistuu viimeksi siihen. Liitäntälaitteen johtoaukon reuna mahdollisine tiivisteineen ei myöskään saa aiheuttaa johdon vaipan vahingoittumista johtoa sähkölaitteen ulkopuolelta taivutettaessa. Liittimien mitoitus ja johdinliitosten suoritustapa, ks. 11 § 1 ja 24 § 5.

2. Kulutuskojeet on niiden käyttöpaikalla liitettävä turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukaisiin ryhmiin, jotka ryhmäjohtojen välityksellä yhdistetään ylivirtasuojiin.

Ryhmäjohtoon ylivirtasuojat sijoitetaan 14 § 3 mukaisesti tavallisesti jakokeskukseen. Kulutuskojeelle vaaditaan oma ylikuormitus-suojansa vain erikoistapauksissa, ks. 8 § 1. Muissa tapauksissa kulutuskojeella ei tavallisesti ole sitä ylikuormittumiselta suojaavaa laitetta. Sen vuoksi on kulutuskojeiden tarkoituksenmukaisella ryhmityksellä huolehdittava siitä, että ryhmäjohtoon ylivirtasuojat toimii myös ryhmässä olevien kojeiden osittaisena ylikuormitussuojana. Tätä silmälläpitäen suuritehoinen kulutuskoje on liitettävä yksinomaan sitä syöttävään ryhmäjohtoon, ja teholtaan huomattavasti erilaisten kulutuskojeiden liittämistä samaan ryhmäjohtoon on vältettävä.

Samaan ryhmäjohtoon saa yleensä liittää erillisiä kulutuskojeita vain, jos ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 16 A ja jännite enintään 1000 V. Tästä säännöstä sallitaan kuitenkin poikkeuksia seuraavissa tapauksissa:

- a. Ryhmäjohtoon ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 25 A, ja ryhmäjohtoon jokaisella kulutuskojeella on *oma ylikuormitussuojansa*.
- b. Ryhmäjohtoon ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 25 A ja johto syöttää vaihtoehtoisesti vain
 - suurkeittiön keitto- ja lämpökojeita
 - kotitalouden ruoanvalmistukseen käytettäviä lämpökojeita
 - huoneenlämmityskojeita palo- tai räjähdysvaarattomassa tilassa, ks. 19 § 2, kohta A.

Jokaisella keitto-, lämpö- ja huoneenlämmityskojeella on oltava oma käyttökytkimensä, tai näitä syöttävässä ryhmäjohdossa on oltava kojeille yhteinen kytkin.

- c. Ryhmäjohto syöttää vain *valaisimia*, ja ryhmäjohtoon liitetyt lampunpitimet ja muut tarvikkeet vastaavat nimellisvirraltaan ryhmän ylivirtasuojan nimellisvirtaa. Valaisimet eivät saa sijaita palo- eikä räjähdysvaarallisessa tilassa, ja ryhmäjohdossa on oltava valaisimille yhteinen käyttökytkin. Ulkona ei kiinteän suurtehoisen valaisimen lampunpitimen eikä muiden tarvikkeiden tarvitse kuitenkaan vastata ryhmäjohtoon ylivirtasuojan nimellisvirtaa.
- d. Ryhmäjohto syöttää vain 32 A voimapistorasioita ryhmäjohtoon ollessa mitoitettu ja suojattu yhden pistorasian nimellisvirtaa vastaavasti.
- e. Ryhmäjohto syöttää vain saman kojeen eri käyttöpaikoilla olevia voimapistorasioita, joilla kaikilla on sama nimellisvirta ryhmäjohtoon ollessa mitoitettu ja suojattu yhden pistorasian nimellisvirtaa vastaavasti.
- f. Kun kulutuskojeessa kuten työkojeessa on *rakenteellisena osana* enintään 16 A pistorasia taikka valaisin tms. pienitehoinen apukoje, sen saa liittää kulutuskojeen ryhmäjohtoon. Jos tämä johto suojataan yli 16 A ylivirtasuojalla, apukojeen liitäntäjohto on varustettava omalla suojallaan,

Ryhmäjohdossa olevien kytkimien mitoitus, ks. 15 §.

Kun pienitehoinen kulutuskoje liitetään ryhmäjohtoon, jonka ylivirtasuojia on suhteellisen suuri, on tarkistettava, että kulutuskojeen liitäntälaite liittimiseen soveltuu ko. ryhmäjohtoon poikkipinnalle (ks. 33 § 1).

Saman tehdasvalmisteisen kokonaisuuden muodostamaa kulutuskojetta saa syöttää usealla ryhmäjohdolla. Tällöin ei kuitenkaan saa käyttää eri ryhmille yhteistä johdinta, esimerkiksi nollajohdinta. Jokaista johtoa tai johtoyhdistelmää varten on kulutuskojeessa oltava 33 § 1 mukainen liitäntälaite sekä erilliset, työkalulla avattavat kytkentätilansa, joiden kansi saa kuitenkin olla yhteinen. Johdot saavat 24 § 4 mukaan olla saman asennusputken tai yhteisen johtovaiipan sisällä. Asennustavan poikkeuksellisuus on osoitettava ko. lait-

teeseen ja kytkentää osoittavaan kaavioon tai ryhmäkeskukseen tehdyllä lisämerkinnällä.

Kun kulutuskojeita liitetään *yli 1000 V verkkoon*, on jokaisella kulutuskojeella oltava oma ylivirtasuojansa syöttöjohtoiheen.

3. Pienitehoisten kaksinapaisten kulutuskojeiden liittäminen useampinapaiseen ryhmäjohtoon on sallittu, jollei siitä aiheudu vaaraa.

Kaksinapaisella kulutuskojeella tarkoitetaan kojetta, jota syötetään järjestelmän kahdella virtajohtimella. Ryhmäjohtoon napaluvulla tarkoitetaan sen virtajohtimien määrää. Kaksinapaista vaihtovirtakojetta sanotaan myös yksivaiheiseksi kojeeksi. Yksivaiheisen kojeen saa kolmivaihejärjestelmässä liittää vaihejännitteeseen sekä erikoistapauksessa pääjännitteeseen.

Kaksi- ja kolmivaiheiseen ryhmäjohtoon saa pienjännitteellä liittää yksivaiheisia (kaksinapaisia) kulutuskojeita ryhmäjohtoon mahdollisesti liitettävien useampivaiheisten kojeiden lisäksi seuraavissa tapauksissa:

- a. Jos ryhmäjohtoon ylivirtasuojaa on enintään 16 A, ryhmään saa asentaa myös yksivaiheisia kulutuskojeita ja pistorasioita.
- b. Jos ryhmäjohtoon ylivirtasuojaa on yli 16 A, ryhmään saa liittää myös yksivaiheisia kojeita, jos 33 § 2 kohdissa *a*, *b* ja *c* asetetut kojeiden laatua ja ryhmää koskevat vaatimukset on täytetty.

Samaan ryhmäjohtoon kuuluvat ylivirtasuojat on merkittävä selvästi yhteisellä tunnuksella, ks. 23 § 5.

4. Siirrettävien ja puolikiinteiden sähkölaitteiden liittämiseen verkkoon ja toisiinsa on käytettävä taipuisaa liitäntäjohtoa.

Taipuisan liitäntäjohtoon rakenne, ks. 31 § 1. Kiinteään verkkoon asennettavaksi tarkoitettua johtoa ei saa käyttää siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun laitteen kuten kulutuskojeen liittämiseen verkkoon.

Jos sähkölaite on niin painava, ettei se ole ilman mekaanisia apuvä-

lineitä yhden henkilön siirrettävissä lyhyttäkään matkaa, tai laite on kiinnitetty käyttöpaikalleen ruuvien, pulttien tms. avulla, laitetta ei pidetä siirrettävänä eikä puolikiinteästi asennettuna. Vaikka tällaista laitetta joudutaan esim. huollon (kuten moottorin hihnan kiristykseen) vuoksi aika ajoin siirtämään lyhyen matkan, laitteen liittämiseen verkon kiinteään osaan ei tarvitse käyttää taipuisaa liitäntäjohdtoa.

Erilaisissa tiloissa käytettävän taipuisan liitäntäjohdon laji, ks. 40 § 1 ja 41 § 2.

V Luku. Asennus erilaisissa tiloissa

Sovellettaessa määräyksiä erilaisiin tiloihin asennettaviin sähkölaitteisiin on otettava huomioon sekä ko. tilan tarkoitus että sen laatu. Tämän luvun pykälissä esitettyjä esimerkkejä eri tiloista saa soveltaa, elleivät vallitsevat erikoisolosuhteet edellytä muunlaista luokitelua.

Sähkölaitteen käyttöpaikka voi myös kuulua useammanlaatuiseseen tilaan, ks. 40 § 2.

34 § Asennus kuivassa tilassa

Kuiva tila on huone tai sen osa, jossa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteille normaalikäytössä tiivisty kosteutta, ja jossa ei vallitse erikoisolosuhteita siinä määrin, että tila olisi katsottava joksikin muuksi tilaksi.

Esimerkkeinä kuivista tiloista mainittakoon

- asuin- ja toimistohuoneet, vaatehuoneet ja myymälät
- asuntojen keittiöt, tarjoilu- ja vastaavat huoneet
- asuin- ja toimistorakennusten porraskäytävät, eteiset ja tuulikaapit
- kuivat ullakot ja kuivat kellarit sekä myymälät ja niihin verrattavat varastotilat.

Kuiviin tiloihin kuuluvat yleensä myös kirkot, eräät käsityöliikkeiden ja teollisuuden tilat sekä varastorakennusten ajoittain lämmitettävät tilat ja vapaa-ajan asunnot.

1. Kuivan tilan sähköasennuksissa on noudatettava, mitä 1...33 §:ssä on määrätty.

Kuivassa tilassa sallitut johtojen asennustavat ja laitteiden kotelointiluokat, ks. 40 § 1, josta mm. ilmenee, että kuivassa tilassa tavallinen kosketussuojainen (IP 20) rakenne on riittävä.

Pinta-asennuksessa mekaaniselle vahingoittumiselle altis johto on vedettävä vähintään lujuusluokan 4 asennusputkeen, taikka on käytettävä vahvalla mekaanisella suojakerroksella varustettua kaapelia (ks. 30 §) tai kaapeli on suojattava vahingoittumiselta esimerkiksi muototeräksellä tai vastaavalla tavalla. Muun sähkölaitteen on tällaisessa paikassa oltava mekaanisesti luja tai se on suojattava mekaaniselta vahingoittumiselta.

Kuivassa tilassakin on vältettävä sähkölaitteen sijoittamista vesihanan välittömään läheisyyteen, kun hanan alapuolella on allas, josta vettä voi roiskua ympäristöön. Pistorasia on tästä syystä sijoitettava altaan reunasta vaakasuunnassa vähintään 0,2 m tai pystysuunnassa vähintään 0,5 m etäisyydelle. Tämä sijoitusvaatimus koskee myös valaisinta, ellei sitä ole suojattu roiskuvulta vedeltä tai ellei se ole vähintään tippuvedenpitävä (IP 21), suojakuvulla varustettu.

Jos valaisin sijoitetaan kuivauskaapin alle, on sen oltava kotelointiluokaltaan vähintään tippuvedenpitävä (IP 21) tai se on suojattava erillisellä tippuvesisuojoilla (lipalla).

35 § Asennus kosteassa tilassa

Kosteaa tila on huone, sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa ilma on niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteelle tiivistyy kosteutta, mutta jossa vesipisaroita muodostuu vain poikkeuksellisesti.

Esimerkkeinä kosteista tiloista mainittakoon

- kosteat kellaritilat, kylmäkellarit ja muunlaiset jäähdytyshuoneet sekä pyykinkuivaushuoneet
- eräät ravintolakeittiöt tai niiden osat
- asuntojen ja majoitusliikkeiden kylpy- ja suihkuhuoneet
- yksityisasuntojen saunojen pesuhuoneet
- pesulat, joissa pesu tapahtuu suljetussa astiassa, mutta huuhtelu ja kuivatus avoimesti; sen sijaan hyvin tuulettuva pesula, jossa ei käytetä avoimesti vettä ja jossa kuivatus tapahtuu erillisessä

tilassa kuten kuivauskaapissa (automaattipesula), katsotaan kuivaksi tilaksi

— väestönsuojat.

Kosteihin tiloihin kuuluvat myös eräät voimalaitosten ja teollisuuden tilat.

Kostea tila voi lisäksi olla palo- tai räjähdysvaarallinen.

Tämän pykälän vaatimukset ovat kosteassa tilassa sovellettavia *lisävaatimuksia*.

1. Kosteassa tilassa saa käyttää vain kosteuden kestäviä sähkölaitteita.

Kosteassa tilassa sallittava johtojen asennustapa ja laitteiden kotelointiluokka, ks. 40 § 1.

Laitteen ulkokuoren tai -vaipan (koteloinnin) on oltava sopivasti käsitelty korroosiota vastaan. On suositeltavaa, että kytkimen ja jakorasian tms. asennustarvikkeen, joka on kosketusetäisyydellä lattiasta tai työpaikalta, kuori on eristysainetta. Jakokeskus saa olla metallikuorinen.

2. Siirrettävän kulutuskojeen käyttämistä kosteassa tilassa on vältettävä, jollei koje ole suojajännitteinen tai suojaerotettu tahi suojaeristetty.

Käyttöolosuhteiden vaarallisuus kosteassa tilassa, ks. 9 § 1, kohta B.

Kosteaan tilaan ei yleensä ole syytä asentaa pistorasiaa, ellei se ole tiettyä, ko. käyttöpaikalla välttämätöntä siirrettävää kulutuskojetta varten tarpeellinen tai ellei rasia ole *suojaerotusjännitteeseen* yhdistetty pistorasia tai *suojajännitteeseen* yhdistetty erikoispistorasia. Suojajännite- ja suojaerotusmuuntajan sijoitus, ks. 9 § 2 ja 9 § 3.

Pistorasian rakenteen on oltava 15 § 9 mukainen.

Siirrettävän kojeen liitäntäjohtoon on oltava lyhyt.

Saunan sekä peseytymis- ja uima-allastilan sähköasennus, ks. 40 § 2.

36 § Asennus määrässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa

Märkä tila on tila, jossa ilma on niin kosteaa, että seinään, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite on muutoin vastaavasti alttiina vedelle.

Märkiin tiloihin kuuluvat muun kuin yksityisasunnon saunan pesuhuone, moottoriajoneuvon pesuhalli, kattamaton ulkotila sekä maa-kosteutta vastaan eristämätön kaivos tai tunneli. Tähän ryhmään kuuluvia tiloja on myös maataloudessa, värjäämöissä, nahkatehtaissa, teurastamoissa, panimoissa, meijereissä, selluloosa- ja muissa kemiallisissa tehtaissa sekä muualla, missä nesteitä käsitellään vastaavalla tavalla, kuten pesulassa, jossa pesu tapahtuu avonaisissa astioissa.

Syövyttäviä aineita sisältävä tila on tila, jossa syövyttävät aineet voivat vaikuttaa haitallisesti sähkölaitteeseen.

Esimerkkeinä syövyttäviä aineita sisältävistä tiloista mainittakoon eräät akkutilat, useimmat eläinsuojat, suolaamot sekä eräät kemian teollisuuden tilat ja huoneet, joissa on esimerkiksi galvanointilaitos tai niklaamo.

Märkä tai syövyttäviä aineita sisältävä tila voi lisäksi olla palo- tai räjähdysvaarallinen.

Tämän pykälän vaatimukset ovat määrässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa sovellettavia *lisävaatimuksia*.

1. Muun kuin käytön kannalta välttämättömän sähkölaitteen sijoittamista märkään tai syövyttäviä aineita sisältävään tilaan on vältettävä. Sähkölaitteen on kestettävä tilassa esiintyvät rasitukset.

Määrässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa sallittu johtojen asennustapa ja laitteiden kotelointiluokka, ks. 40 § 1.

Sähkölaitteet on mahdollisuuksien mukaan suojattava korroosion ja veden vaikutukselta (vrt. 35 § 2). Kiinteän johdon voi usein ainakin osaksi sijoittaa märän tai syövyttäviä aineita sisältävän tilan ulkopuolelle. Myöskään jakokeskuksen sijoittaminen tällaiseen tilaan ei ole suositeltavaa.

Johtimen tai johdon päällimmäisen kerroksen on syövyttävää ainetta sisältävässä tilassa ja ulkona oltava tarkoituksenmukaista, korroosiolle vastustuskykyistä ainetta ja muun tarvikkeen sekä kojeen on mikäli mahdollista oltava myös tällaista ainetta. Laitteen kestävyyttä korroosiota vastaan voi usein parantaa maalaamalla se sopivalla korroosiolle vastustuskykyisellä pinnoitteella tai käyttämällä muovipäällysteisiä kaapeleita, johtimia ja tarvikkeita.

Käyttöolosuhteiden vaarallisuus määrässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa, ks. 9 § 1, kohdat *A* ja *B*.

Pistorasian asentamista märkään tai syövyttäviä aineita sisältävään tilaan on mahdollisuuksien mukaan vältettävä, ellei pistorasia ole suojajännitteinen tai suojaerotettu. Jos pistorasian käyttö on välttämätöntä eikä voida käyttää suojajännitteistä tai suojaerotettua pistorasiaa, on tämä asennettava riittävän korkealle, ks. myös 6 § 1. Suojajännite- ja suojaerotusmuuntajan sijoitus, ks. 9 § 2 ja 9 § 3. Ulos pysäköidyn moottoriajoneuvon lämmittäminen, ks. 45 § 1, kohta II *C*.

Siirrettävän sähkölaitteen käyttäminen erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa, ks. 9 § 1, kohta *A*.

Saunan sekä peseytymis- ja uima-allastilan sähköasennus, ks. 40 § 2.

37 § Asennus palovaarallisessa tilassa

Palovaarallinen tila on huone tai sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa on palavaa ainetta sellaisessa muodossa, että sähkölaitteen pinta-lämpötila tai kipinäointi voi helposti sytyttää aineen palamaan.

Esimerkki tällaisesta tilasta on huone, jossa on

- herkästi syttyvää lastua, kuitua, pölyä tai vastaavassa muodossa olevaa kiinteää ainetta

- tai II luokan palavaa nestettä, jonka leimahduspiste on yli 30°C
- tai palavaa nestettä, jonka leimahduspiste on yli 55°C ja jonka käyttölämpötila on lähellä sen leimahduspistettä ja palavan nesteen määrä on niin suuri, että se säännösten mukaan edellyttää lupaa tai katsastusta.

Palovaarallisessa tilassa syttyminen ei kuitenkaan aiheuta räjähdystä.

Palovaarallisia tiloja on mm. puu-, tekstiili-, selluloidi-, muovi-, väri- ja kemianteollisuudessa, filmilaboratorioissa ja muissa samantapaisissa tiloissa, joissa käsitellään helposti syttyvää filmiä, myllyissä, sokeritehtaissa, viljavarastoissa tms. Tähän ryhmään kuuluvat myös vakinainen puhenäyttämö kulissivarastoineen, ja ilman tiivistä puulattiaa oleva ullakko. Tällaisiin tiloihin luetaan myös palavien nesteiden käyttöpaikkoja kuten eräät II luokan palavaa nestettä käyttävät maalaamot ja pesupaikat sekä eräät palavien nesteiden varastot. Myös valtion, kunnan ja seurakunnan sekä niitä vastaavien arkistojen varsinaiset arkistotilat rinnastetaan palovaarallisiin tiloihin. Jakeluasemat, ks. standardi SFS 3352. Maa- ja karjatalouden palovaaralliset tilat, ks. 39 §.

Palovaaralliseksi tilaksi katsotaan myös ilmanvaihtokanava, ilmastointihuone, joka on osa ilmanvaihtokanavaa, sekä välikaton ja alaslasketun katon välisen tilan se osa, jota käytetään ilmanvaihdossa ilman poisto- ja sisääntulotienä.

Tilaa, jossa ainoastaan varastoidaan lankoja, kankaita tai muita valmiita tekstiilituotteita, sekä pukinetehdasta, verhoomoa, kattilahuonetta tms. ei normaalisti katsota palovaaralliseksi tilaksi. Tavallisen elokuvateatterin konehuonetta ei myöskään pidetä palovaarallisena tilana.

Tämän pykälän vaatimukset ovat palovaarallisessa tilassa sovellettavia *lisävaatimuksia*.

1. Palovaarallisessa tilassa on käytettävä tiiviitä ja mekaanisesti lujia sähkölaitteita. Niiden sijainnin on oltava sellainen, että syttyvän aineen kerääntyminen niiden pinnalle on vähäistä. Niiden pintalämpötila ei saa nousta ympäristölle vaaralliseksi.

Palovaarallisessa tilassa sallittu johtojen asennustapa ja laitteiden kotelointiluokka, ks. 40 § 1.

Pinta-asennuksessa mekaaniselle vahingoittumiselle altis johto on asennettava vähintään lujuusluokan 4 asennusputkeen tai kaapelin on oltava varustettu mekaanisella suojakerroksella, ks. 30 § 1. Rasian ja kytkimen sekä jakokeskuksen koteloinnin on oltava mekaanisesti luja. Valaisin on vahingoittumiselle alttiissa paikassa varustettava mekaanisesti lujalla suojalasilla tai -häkillä.

Sähkölaite on sijoitettava paikkaan, jossa syttyvän aineen kerääntyminen sen pinnalle on vähäistä. Määräys koskee erityisesti sellaista laitetta, esimerkiksi valaisinta, joka lämpenee käytössä huomattavasti. Suojuksen avulla tai muulla tavoin on huolehdittava siitä, ettei sähkölaitteen jäähdytysolosuhteita huononnetta. Sähkölaitteen jäähdytysjärjestelmä, ks. 3 § 7.

Jakokeskus, kauko-ohjattu moottorinsuojakytkin ja muu ylivirtasuoja, jonka sijoittaminen palovaaralliseen tilaan ei käytönteknillisistä syistä ole välttämätöntä, on pyrittävä sijoittamaan tilan ulkopuolelle.

Koneen, valaisimen, huoneenlämmitykseen tarkoitetun lämpökojeen tms. laitteen pintalämpötila ei jatkuvassa käytössä saa palovaarallisessa tilassa olla yli 100°C.

Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisen hormilämmittimen, jonka pintalämpötila on yli 100°C, saa kuitenkin sijoittaa tuloilmakanavaan edellyttäen, että seuraavat ehdot on samanaikaisesti täytetty:

- hormilämmitin on helposti puhdistettavissa
- ilmanvaihtokanava on palamattomasta rakennustarvikkeesta
- hormilämmittimen sijaintitila on merkittävä
- ilma tulee lämmittimeen suodattimen kautta.

Moottorin ylikuormitussuoja, ks. 16 §. Huoneenlämmityskojeen rakenne ja sijoitus, ks. 19 § 2. Jos palovaaran aiheuttaa palava neste, palovaarallisen tilan huoneenlämmityskojeen on oltava vähintään suihkuvedenpitävä (IP 55). Jos palovaaralliseen tilaan puhalletaan lämmintä ilmaa lämpöpuhaltimen avulla, ilma on otettava palovaarattomasta paikasta. Puhaltimesta tulevan ilman lämpötilan on oltava paloviranomaisten määräysten mukainen, ei kuitenkaan yli 100°C.

2. Siirrettävän kulutuskojeen käyttämistä palovaarallisessa tilassa on vältettävä.

Palovaaralliseen tilaan ei ole syytä asentaa pistorasiaa, ellei se ole tiettyä siirrettävää kulutuskojetta varten välttämätön. Pistorasia on pyrittävä sijoittamaan sellaiseen paikkaan, että siirrettävää kojetta voi käyttää vain jatkuvan valvonnan alaisena.

Yli 16 A pistorasian on oltava mekaanisesti tai sähköisesti lukittuva. Jos siirrettävässä johdossa on käytettävä jatkopistokytä, myös sen on oltava mekaanisesti tai sähköisesti lukittuva.

Erityisesti siirrettävän lämpökojeen käyttämistä palovaarallisessa tilassa on vältettävä.

3. Ilmanvaihtokanavaan saa asentaa muita kuin ilmanvaihtolaitoksen vaatimia sähkölaitteita vain paloviranomaisen luvalla.

Ilmanvaihtokanavalla tarkoitetaan luonnollisen tai koneellisen ilmanvaihdon raitisilma- tai poistoilmakanavia tai -hormeja. Tällaiseen kanavaan saa asentaa ainoastaan ilmanvaihtojärjestelmän vaatimia sähkölaitteita kuten termostaatteja, johtoja tms., ellei paloviranomainen erityisistä syistä anna muiden laitteiden asentamiseen lupaa. Kielto ei kuitenkaan koske huoneen ns. alaslasketun katon ja kantavan välikatton välistä sitä osaa, jonka kautta huoneeseen johdetaan tai sieltä poistetaan ilmanvaihdossa ilmaa.

4. Vakituksella puhenäyttämöllä ja tilassa, jossa käsitellään palovaarallista filmiä, sekä muussa vastaavanlaisessa tilassa on sähkölaitteen rakenteessa ja asennuksessa otettava huomioon käyttöpaikalla esiintyvä palovaara.

Palovaarallista filmiä on I luokan tulenarka selluloidifilmi ja muu herkästi syttyvä filmi. Palovaarallista filmiä ei ole asetaattifilmi eikä palo-ominaisuuksiltaan siihen verrattava filmi. Palovaarallista filmiä saatetaan käsitellä mm. filmilaboratoriossa.

Vakinaisella puhenäyttämöllä tarkoitetaan näyttämöä kulissivarastoineen, jolla säännöllisesti ja usein annetaan teatteri-, ooppera-, revyy- tms. esityksiä ja missä on runsaasti siirrettäviä valaistus- ja muita sähkölaitteita, tai joka viranomaisten määräyksestä on varustettava palon leviämistä katsomoon estävällä esiripulla. Muunlainen sisällä oleva näyttämö on yleensä kuiva tila, jossa on sähkölaitteiden mekaanisen vahingoittumisen vaara.

Pinnalle asennettu johto on asennettava vähintään lujuusluokan 4 asennusputkeen tai johtona on käytettävä mekaanisella suojakerroksella varustettua kaapelia (ks. 30 §) paikassa, jossa se on alttiina mekaaniselle vahingoittumiselle, kuitenkin vähintään 1,5 m korkeudelle lattiasta. Rasian on oltava mekaanisesti luja. Siirrettävänä johtona näyttämöllä ja studiossa on käytettävä vahvaa kumikaapelia (VSB, VSN, VSV, VSE) tai vastaavaa erikoisjohtoa.

Kojeen kotelointiluokan on oltava 40 § 1 palovaarallista tilaa koskevien vaatimusten mukainen. Kuitenkin Sähkötarkastuskeskus voi näyttämön valaistuslaitoksessa sallia mainituista vaatimuksista poikkeavia rakenteita kojeessa, joka on jatkuvan valvonnan alaisena.

38 § Moottoriajoneuvosuoja

Tämän pykälän vaatimukset koskevat I luokan palavaa nestettä polttoaineena käyttävän moottoriajoneuvon säilytysuojaa sekä pesu-, voitelu- ja korjaushallia, jossa ko. nestettä *ei käsitellä avoimesti* esimerkiksi avoimessa astiassa tai kaatamalla nestettä astiasta toiseen niin, että nestettä tällöin voi huomattavasti valua lattialle ja haihtua ympäristöön.

Moottoriajoneuvosuoja, jossa I luokan palavaa nestettä käsitellään avoimesti, ks. 41 §. Huoltokuoppa, ks. 41 §.

Seuraavassa esitetyt vaatimukset koskevat myös muutamille pienille *ilma-aluksille* tarkoitettua suojaa, jossa koneen tarkastusta ei suoriteta ja jossa I luokan palavaa nestettä ei käsitellä avoimesti.

1. Sellaisessa moottoriajoneuvojen korjaus-, huolto- ja säilytysuojassa, jossa ei avoimesti käsitellä I luokan palavaa nestettä, on sähkölaitteen sijoittamista lähelle lattiatasoa tai lattiasyvennykseen vällettävä. Sähkölaitteen on kestettävä tilassa esiintyvät rasitukset.

Moottoriajoneuvosuoja kuten autovaja tai -talli katsotaan *kosteaksi* tilaksi, jos siinä on lattiakaivo ja vesijohto. Muussa tapauksessa tällainen suoja yleensä katsotaan *kuivaksi* tilaksi. Pesuhalli, jossa päivittäin suoritetaan moottoriajoneuvon pesua, katsotaan *märäksi* tilaksi.

Sähkölaitteet on moottoriajoneuvosuojassa sijoitettava vähintään 0,2 m korkeudelle lattiatasosta, ellei Sähkötarkastuskeskus ole hyväksynyt laitteen käyttämistä tällaisessa tilassa myös em. korkeutta alempana. Tällainen laite voi olla huolto- ja korjaustyössä tarpeellinen kuten jarrudynamometri tms. Sähkölaitteiden on oltava mekaanisesti lujia tai ne on sijoitettava mekaaniselta vahingoittumiselta suojattuun paikkaan. Sähkölämmittimen on 0,2 . . . 0,5 m korkeudella lattiasta oltava vähintään roiskevedenpitävää (IP 34) rakennetta.

Siirrettäviä sähkölaitteita kuten huolto- ja korjaustöissä tarpeellisia erikoislaitteita saa yleensä käyttää vain valvonnan alaisena. Siirret-

tävää sähkölämmittintä ei saa sijoittaa auton tai muun moottoriajoneuvon alle, ellei Sähkötarkastuskeskus ole lämmitintä tällaiseen käyttöön hyväksynyt.

39 § Maa- ja karjatalouden talousrakennukset

Tämän pykälän määräykset koskevat maa- ja karjatalouden talousrakennusten ja muiden eläinsuojien sekä kasvihuoneiden ja turkistarhojen ja näihin rinnastettavien tilojen sähkölaitteita ja -laitteistoja. Niiden mekaanisen lujuuden, kosteus- ja syöpymiskestävyyden sekä eristysaineiden pintavirrankestävyyden on oltava riittävä. Eläinten turvallisuutta voidaan parantaa johtojen ja muiden sähkölaitteiden tarkoituksenmukaisella sijoittamisella, koteloinnilla ja suojauksella.

1. Maa- ja karjatalouden talousrakennusten sähköasennuksessa on noudatettava 35 ... 37 ja 40 §:n määräyksiä.

A. Tilaluokitus

Eri tilat on taulukossa 39.1—1 jaoteltu 34 ... 37 § ja 40 §:n mukaisiin tilaluokkiin. Taulukossa on kuitenkin omat sarakkeensa merkkiä tiloja ja syövyttäviä aineita sisältäviä tiloja varten, koska on haluttu korostaa mm. kojeiden ja laitteiden syöpymiskestävyyksivaatimusta.

Taulukossa on plusmerkillä osoitettu ko. tilan kuuluminen määrättyyn tilaluokkaan. Tilaluokka saattaa jossakin tapauksessa olla toinen esim. poikkeuksellisesta vedenkäytöstä johtuen.

Eräiden kohteiden osalta plusmerkki esiintyy useassa sarakkeessa. Sähköasennusten kannalta tämä merkitsee sitä, että kaikkien ao. tilaluokkien asettamat vaatimukset on otettava huomioon.

Eläinsuojat ovat useimmiten merkkiä tiloja. Lisäksi niissä vaikuttavat syövyttävät aineet kuten ammoniakkihöyryt. Kasvihuoneissa saatetaan käyttää rikitystä, joka myös aiheuttaa korroosiota. Suojaus korroosiota vastaan, ks. 36 §.

Taulukko 39.1 – 1. Tilaluokitus

Sähkölaitteen käyttöpaikka	Tila ¹⁾					
	kuiva	kostea	märkä	syö- vyt- tävä	palo- vaaral- linen	räjähdy- s- vaaral- linen
<i>Eläinsuojat</i>						
navetta			+	+		
talli			+	+		
sikala			+	+		
kanala		+ ²⁾			+	
lampola			+	+		
turkistarha		+ ³⁾		+	+ ⁶⁾	
<i>Maidon käsittely</i>						
pesutilat			+			
maidon jäähdytys		+				
<i>Rehun käsittely- ja säilytystilat</i>						
rehuviljan tms. jauhatus		+			+	
lihan, kalan tms.						
rehun käsittely			+ ²⁾			
perunan ja juurikkaiden käsittely			+			
rehukeittiö		+ ³⁾				
heinäullakko tms. kuiva- rehun säilytyspaikka	+ ⁴⁾				+	
tuorerehusiilo (AIV)			+	+		
peruna- ja juurikasvarasto		+				
viljan säilytys	+ ⁴⁾				+	
<i>Lantala</i>			+	+		+ ⁵⁾
<i>Kasvihuone</i>			+			

1) Koneellisella ilmanvaih dolla sekä lämmitys- ja puhdistuslaitteilla ei yleensä voida muuttaa tilaluokkaa.

2) Voi olla myös syövyttävä.

3) Voi olla myös märkä.

4) Voi olla myös kostea.

5) Huonosti tuuletetussa lantalassa saattaa syntyvä metaanikaasu aiheuttaa räjähdysvaaraa, joten tämä on otettava tällaisten lantaloiden sähköasennuksessa huomioon (ks. 41 §).

6) Kuivikkeista ja rehujen pölystä voi myös aiheutua palovaara.

Talousrakennusten rehun käsittely- ja säilytystilat ovat yleensä kosteita tiloja. Viljatuotteiden sekä heinän ym. korsirehun säilytystilat määritellään yleensä kuiviksi, palovaarallisiksi tiloiksi.

Viljankuivaamoiden sähkölaitteista ja -asennuksista annetaan ohjeita Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa A 13.

B. Kotelointiluokat

Edellä mainittujen tilojen asennuksissa käytettävien sähkölaitteiden kotelointiluokkien on oltava 40 § 1 taulukon 40.1—2 mukaisia seuraavin lisäyksin ja poikkeuksin.

Eläinsuojissa, rehu- ja kuljetinkanavissa, lihan ja kalan jauhatustiloissa (rehun käsittely) sekä juurikkaiden käsittelytiloissa käytettävien sähkölaitteiden kuten asennustarvikkeiden, valaisimien ja sähkökojeiden on oltava kotelointiluokaltaan vähintään roiskevedenpitäviä (IP 34).

Kun näitä tiloja pestään painepesurilla, ei vesisuihkua saa kohdistaa suoraan sähkölaitteisiin. Sähkölaitteita puhdistettaessa ne on puhdistuksen ajaksi - mikäli mahdollista - kytkettävä jännitteettömiksi. Siirrettävät sähkölaitteet on poistettava pesualueelta.

Eläinten lämmittämiseen käytettävien siirrettävien lämmittimien, jotka on tarkoitettu lattialle sijoitettaviksi, on oltava vähintään pölysuojaista (IP 54) ja suihkuvedenpitävää (IP 55) rakennetta.

Kasvihuoneessa kiinteiden valaisimien kotelointiluokan on oltava vähintään sateenpitävä (IP 23). Muiden sähkölaitteiden on oltava vähintään roiskevedenpitäviä (IP 34).

Palovaarallisissa tiloissa saa 37 §:n mukaan sähkölaitteen pintalämpötila olla enintään 100°C.

2. Sähkölaitteen sijainnin on oltava sellainen, ettei se ole tarpeettomasti alttiina kosteudelle, kuumuudelle, syttyvälle tai syövyttävälle aineelle eikä kolhaisuille. Laitteen suojauksen on oltava sellainen, etteivät karjatalouteen kuuluvat eläimet pääse koskettamaan laitetta.

A. Laitteiden sijoitus laitetilaan

Jakokeskukset ja vastaavat sähkölaitteet on pyrittävä sijoittamaan erilliseen riittävän puhtaaseen, tuulettuvaan ja tilavaan laitehuoneeseen tai komeroon tahi kaappiin, jonka ovet avautuvat muualle kuin eläinsuojaan tms. paikkaan. Tähän tilaan on mahdollisuuksien mukaan asennettava kaikki sellaiset suoja-, ohjaus-, valvonta- ja säätölaitteet, joiden toimintaa kosteus, lämpötila, pöly tai syövyttävät aineet haittaavat.

Kuljettimien, valaistuksen yms. ohjauslaitteet on mahdollisuuksien mukaan keskitettävä laitetilaan, mutta niiden paikallisohjaukskytkimet tai -painikkeet saa sijoittaa laitteiden läheisyyteen.

Kuljettimien mahdolliset hätäpysäyttimet on sijoitettava helposti luokse päästävään tarkoituksenmukaiseen paikkaan.

B. Laitteiden sijoitus muualle kuin laitetilaan

Jos sähkölaitteita ei voida sijoittaa erilliseen laitetilaan, on otettava huomioon seuraavaa:

Sähkölaitteet on asennettava ja sijoitettava siten, etteivät eläimet pääse koskettamaan niitä. Vaatimus ei koske eläinten välittömään hoitoon tarkoitettuja laitteita kuten lypsykoneita, juottokuppeja, keritsemiskoneita tms.

Laitteet on sijoitettava riittävän korkealle lattiatasosta ja karjan tai huoltoajoneuvojen kulkureittien ulkopuolelle. Tämä koskee myös katossa olevia laitteita paikoissa, joiden kautta eläimet joutuvat kulkemaan siirrettäessä niitä tilasta toiseen. Jos tällainen sijoittaminen ei ole mahdollista tai kyseessä on eläinsuoja, jossa eläimet voivat liikkua vapaasti, on laitteet tarvittaessa suojattava lisäsuojuksilla. Esimerkiksi valaisimien on oltava suojakuvulla tai riittävän tiheäsilmaisella suojahäkillä varustettuja, ja lämmittimien eteen on järjestettävä suojaverkko, -kaide tms.

Ohjauspainikkeet on sijoitettava mekaaniselta vahingoittumiselta suojaan ja siten, etteivät eläimet voi aiheuttaa painikkeen ohjauslaitteen tarkoituksetonta toimintaa.

Korroosiovaaran vuoksi ei ilmanvaihtolaitokseen kuulumattomia sähkölaitteita saa sijoittaa poistoilma-aukkojen välittömään läheisyyteen.

Kattoon ripustettavina lämmittiminä saa käyttää vain Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymiä lämmittimiä. Niiden ripustusketjun tai -vajerin on oltava mekaanisesti riittävän vahva ja korroosion kestävä. Sama vaatimus koskee myös valaisimien ripustuslaitteita.

Sähkölaitteet kuten moottorit ja keskuksot on suositeltavaa sijoittaa erilliseen kaappiin paikoissa, missä niiden pinnalle voi käytössä kerääntyä pölyä tai muita epäpuhtauksia. Tällöin on huolehdittava siitä, ettei laitteen lämpötila nouse vaaralliseen arvoon.

Ulkona oleva jakokeskus suositellaan kotelointiluokasta riippumatta sijoitettavaksi kaappiin, katokseen tai seinälle siten, ettei keskuksen päälle voi kerääntyä lunta eikä se jää suoraan alttiiksi sateelle.

C. Laitteiden liittäminen verkkoon

Maa- ja karjatalouden talousrakennuksissa ja ulkotiloissa käytettävien siirrettävien sähkölaitteiden liitäntäjohtojen on oltava mekaanisesti riittävän kestäviä, vähintään tyyppiä VSB tai VSN. Kiinteiden johtojen asennuksissa on otettava huomioon niihin kohdistuvat termiset, mekaaniset ja kemialliset rasitukset.

Kasvualustojen lämmityslaitteet kuten lämmityskaapelit on liitettävä puolikiinteästi tai kiinteästi sähköverkkoon.

D. Kosketusjännitesuojaus

Vaatimusta ”laitteen suojauksen on oltava sellainen, etteivät karjatalouteen kuuluvat eläimet pääse koskettamaan laitetta” ei kaikkien sähkölaitteiden osalta voida toteuttaa edes mekaanisilla lisäsuojuksilla. Sähkölaitteen jännitteelle alttiit osat voivat tulla kosketeltaviksi varsinkin ripustuslaitteiden, parsirakenteiden sekä lypsy-, juotto-

ja lannanpoistojärjestelmien johtavien metalliosien välityksellä. Tämän vuoksi em. johtavat osat on suojattava siten, ettei niissä voi esiintyä karjatalouden eläimille vaarallista kosketusjännitettä. Pitkäaikaisen sallittavan kosketusjännitteen ylärajana pidetään 25 V.

Eläinten suojaamisessa vaaralliselta kosketusjännitteeltä on 9 § 1 lisäksi käytettävä

- a. potentiaalintasaus- ja TN-S-järjestelmää
- b. tai vanhoissa eläinsuojissa juoma- ja ruokintajärjestelmän kupit eristävää suojausta.

Menetelmää *a* käytetään uusissa ja peruskorjattavissa eläinsuojissa, menetelmää *b* ainoastaan vanhoissa eläinsuojissa, joissa on vaikeata järjestää suojaus menetelmän *a* mukaisesti.

a. Potentiaalintasaus- ja TN-S-järjestelmä

Potentiaalintasausjärjestelmässä yhdistetään kaikki eläinten koskeltavissa olevat sähköä johtavat osat (parsirakenteet, juomakupit putkistoihin, lypsykoneen johtavat putkistot, lantaritilöiden kehykset jne.), mukaan luettuna lattia, luotettavasti toisiinsa ja potentiaalintasaukiskoon ja siitä edelleen keskuksen suojakiskoon siten, ettei sähkölaitteiden ja muiden sähköä johtavien osien välillä voi vikata-pauksessakaan esiintyä yli 25 V jännitettä.

Alueella, jolla on käytetty potentiaalintasausta, on myös käytettävä TN-S-järjestelmää eli sähkölaitteiden ryhmäjohtoissa on käytettävä nollajohtimesta erillistä suojajohtinta. Jotta johtimien erillään pysyminen olisi helposti tarkistettavissa, on tarkoituksenmukaista, että suojajohtimet yhdistetään keskuksen suojakiskoon ja potentiaalintasausjohtimet potentiaalintasaukiskoon, joka voi olla keskuksessa tai sen läheisyydessä, ja kiskot yhdistetään toisiinsa.

Askeljännitteiden pienentämiseksi potentiaalitasatun ja muun, esim. ulkotilan välillä voidaan eläinten kulkuaukkojen kohdalla käyttää parin metrin matkalla huonosti johtavaa päällystettä kuten karkeata soraa, puusiltaa tms.

Eläinsuojaa kuten navettaa rakennettaessa voidaan lattian potentiaalintasaukseen käyttää esim. betonirauditusverkkoja, jotka yhdistetään toisiinsa ja muihin metalliosiin luotettavasti esim. hitsaamalla.

Ennen laitteiston käyttöönottoa on sähköurakoitsijan mittauksin todettava, että potentiaalintasausjärjestelmään liitettyjen metallirakenteiden välillä sekä potentiaalintasausjärjestelmän ja keskuksen suojakiskon välillä johtava yhteys on kunnossa.

b. Putkistojen eristäminen

Vanhoissa eläinsuojissa hyväksytään edelleen eläinten kosketeltavissa olevat putkistot erottava suojaus. Siinä esimerkiksi metalliputkiston ja järjestelmän pumppumoottorin (sähkömoottorin) väliin on sijoitettu eristävä lasi-, kumi- tai muoviputki, jonka eristävä pituus metallista metalliin nesteputkistossa on vähintään 1 m ja ilmaputkistossa vähintään 0,1 m. Kuitenkin suositellaan pitempien eristävien osuuksien käyttöä, koska eristys voi esim. likaantumisen takia heikentyä. On varmistettava, ettei em. tavalla erotetun putkiston osa ole kosketuksessa mihinkään sähkölaitteeseen (valaisimeen, huippumuriin tms.) johtavien rakenteiden kuten seinien, parsien tms. välityksellä.

40 § Kotelointiluokka ja asennustapa

1. Sähkölaitteen kotelointiluokan ja asennustavan on oltava sellainen, että kosteuden, veden ja muun vieraan aineen haitallinen vaikutus sähkölaitteeseen siinä tilassa, missä laitetta käytetään, riittävästi estetään. Sähkölaitteen on kestävä ympäristölämpötilan aiheuttamat rasitukset.

Tämä kohta sisältää yhteenvedon sähkölaitteen kotelointiluokkaa ja asennustapaa koskevista vaatimuksista, jotka on esitetty edellä eri pykälissä: 3 § 7, 26 § 1, 27 § 1, 29 § 1, 30 § 1, 31 § 1 ja 33 § 1 sekä 34... 39 §. Räjähdysvaarallinen tila, ks. 41 §.

Sähkölaitteen rakenteessa on paikoissa, joissa vallitsee tavallista korkeampi tai matalampi lämpötila, otettava huomioon lämpötilan aiheuttamat rasitukset. Löylyhuone, ks. 40 § 2, kohta I. Lämpötilan aiheuttamat rasitukset, ks. mm. 24 § 2 ja 25 § 2.

Taulukoita 40.1—1 ja 40.1—2 sovellettaessa on syytä tarkistaa, mitä ko. laitetta tai tilaa koskevista kohdissa on sanottu.

Taulukossa 40.1—1 on ilmoitettu erilaisissa tiloissa sallitut johtolajit ja niiden asennustapa.

Taulukossa 40.1—2 on ilmoitettu *sähkölaitteen kotelointiluokalle* asetetut vaatimukset. Kotelointiluokka on ilmoitettu CEE:n mukaisella nimityksellä. Suluissa on annettu vaihtoehtoinen SFS 2972:n ja IEC:n mukainen kotelointiluokka. Taulukossa 40.1—3 on ilmoitettu CEE:n kotelointiluokkia lähinnä vastaavat IEC:n, SFS 2972:n, DIN:n ja SEN:n kotelointiluokat. Taulukossa 40.1—2 ilmoitettuja kotelointiluokkia saa käyttää ko. tilassa, ellei sähkölaitteen erikoisesta käyttötavasta johtuen tehokkaampi suojaus ole tarpeen. Koska mainittuja kotelointiluokkia ei kaikkien laiteryhmiä kohdalla ole saatavissa, on tällöin mikäli mahdollista valittava taulukossa mainittua tehokkaampi suojaus. Suojajännitteellä sallitaan kaikenlaisissa laitteissa tavallinen kosketussuojainen (IP 20) rakenne muissa kuin palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa. Kosteassa, märässä ja palovaarallisessa tilassa sallitaan kuitenkin tilapäiskäytössä siirrettävässä sähkölaitteessa poikettavan kotelointiluokkavaatimuksesta edellyttäen, että laite on vähintään kosketussuojainen (IP 20)

Jos kuivaan tilaan tarkoitettu sähkölaite on tarpeellista asentaa kostean tai märkään tilaan, on laite suojattava vähintään roiskevedenpitävällä (IP 34) kotelolla, kaapilla tms. ja laitteen on täytettävä mm. korroosiosuojauksen ja pintavirrankestävyyden osalta kostean tilan laitteelle asetetut vaatimukset.

Edellisestä poiketen saa jakokeskuksen, jonka kotelointiluokka on vähintään tavallinen kosketussuojainen (IP 20), sijoittaa ulos rakennuksen seinään kiinnitettynä tai upotettuun tukevaan puukaappiin tahi tällaista kaappia olosuhteiltaan vastaavaan seinärakenteeseen tehtyyn muuhun tilaan. Keskukseen ulos avautuvan sijoitustilan on annettava keskukselle vähintään sateenpitävää kotelointiluokkaa (IP 23) vastaava suoja ja siinä on oltava kosteuden tiivistymisen estämiseksi riittävä luonnollinen ilmanvaihto. Tilan oven on oltava puuta tai sisäpuolelta lämpöeristettyä muuta materiaalia. Kaappiin ei saa sijoittaa jakokeskuksen käyttöä ja hoitoa haittaavia laitteita. Sähköisten komponenttien pintavirrankestävyyden ja korroosiosuojauksen on täytettävä kostean tilan laitteelle asetetut vaatimukset.

Taulukko 40.1—1. Erilaisissa tiloissa sallitut johtolajit ja niiden asennustapa. + $\triangle$ sallittu, +ⁿ⁾ $\triangle$ yleensä sallittu, viitetaulukossa kielletty, — $\triangle$ kielletty, —ⁿ⁾ $\triangle$ yleensä kielletty, viitetaulukossa sallittu. Putkeen asennetut johdot, ks. 27 §.

Johtolaji ja asennustapa	Tila			
	kuiva	kostea	märkä tai syövyttäviä aineita sisältävä	palo-vaarallinen
<i>a. Kiinteät johdot</i>				
Putkilanka (kovavaippakaapeli)	+	— ¹⁾	—	—
Kaapeli sähkölistaan, johtokanavaan tai asennuskouruun asennettuna (ks. 28 §)	+	— ²⁾	— ²⁾	—
Paljas tai eristepäällysteinen johdin eristimille näkyviin asennettuna, jos se erityisesti syistä on välttämätöntä (ks. 26 § 1 ja 2)	+	+	+	— ³⁾
Muovi-, kumi- tai paperieristeinen kaapeli	+	+	+	+
<i>b. Taipuisat liitäntäjohdot</i>				
Valaisimen ripustus- tai liitäntäjohto: MST, MSO (ks. 20 §) ⁴⁾	+	—	—	—
Valaisimen ripustus- tai liitäntäjohto ⁵⁾ : MSK ⁶⁾ , VSK ⁷⁾ VSB, VSN, VSKB, VSKN, (VSE, VSEN, VSV, VSVN) ⁸⁾	+	+	+	+
Valaisimen liitäntäjohto koriste-, julkisivu- tms. valaistuksessa: VSKB, VSKB vastaava yksinapainen kumiliitäntäkaapeli ⁹⁾ , MKEM ¹⁰⁾ , MKJ ¹⁰⁾	+	+	+	—
Moottoriajoneuvolämmittimen liitäntäjohto: VSKB ¹¹⁾ , VSKN ¹¹⁾ , VSB, VSN	+	+	+	+
Tilapäislaitteistojen kuten rakennustyömaiden syöttö- ja jatkojohdot: VSB, VSN, (VSE, VSEN, VSV, VSVN) ⁸⁾	+	+	+	+

(jatkuu)

Taulukko 40.1 — 1. (jatkoa)

Johtolaji ja asennustapa	Tila			
	kuiva	kosteaa	märkä tai syövyttäviä aineita sisältävä	palo-vaarallinen
Muun sähkölaitteen liitäntäjohto riippuen käyttöpaikan laadusta, laitteen painosta ja mahdollisista rakenne- ja koestusmääräyksistä:				
MST, MSO	+	—	—	—
MSK ⁶⁾ , VSB, VSN, VSK ⁷⁾ , VSKB, VSKN, (VSE, VSEN, VSV, VSVN) ⁸⁾	+	+	+	+
Sähkölaitteen taipuisa liitäntäjohto taipuisaan tai taivuteltavaan putkeen asennettuna: MSK ⁶⁾ , VSB, VSN, VSK ⁷⁾ , VSKB, VSKN, (VSE, VSEN, VSV, VSVN) ⁸⁾ (ks. 27 § 1)	+	+	+	+

1) Muovipäällysteisen putkilangan käyttö, ks. 29 §.

2) Sähkölisäjäjestelmä sallitaan kosteassa tilassa ainoastaan asuntojen ja majointusliikkeiden kylpy- ja suihkuhuoneissa ja vastaavissa tiloissa. Johtokanava ja asennuskouru sallitaan kosteassa ja märässä tilassa, mikäli se kaikkinen tarvikeineen täyttää taulukon 40.1 — 2 kotelointiluokkavaatimuksen.

3) Asennustapa sallitaan palovaarallisessa tilassa vain erittäin pakottavista syistä ja silloinkin vain paljasta johdinta käytettäessä.

4) Sallitaan vain kuivissa tiloissa edellyttäen, että johdon mekaanisen vahingoittumisen vaara on vähäinen. MST-johtoa ei saa käyttää valaisimen ripustusjohtona.

5) Raskaaseen käyttöön tarkoitettun työpaikkavalaisimen liitäntäjohto.

6) Ulkoilmassa ei MSK-johdon käyttäminen ole yleensä sallittu sen huonon pakkestävyyden vuoksi.

7) Luonnonkumivaippaisen VSK-johdon käyttö pitkäaikaisesti ulkona on kielletty.

8) Aiemmin käytettyjä kumikaapelityyppejä VSE ja VSV vastaa uusi tyyppi VSB. Vastaavasti tyyppieä VSEN ja VSVN vastaa uusi tyyppi VSN.

9) Lampunpitimien välisenä johtona.

10) Muovieristeistä hienolankaista johdinta MKEM 1,5 mm² tai MKJ 0,75 mm² saa käyttää ainoastaan lampunpitimien välisenä johtona edellyttäen, että johdin tai siihen liitetty lampunpidin ei pääse heilumaan eikä lampunpidin ole vain johtimien varaan ripustettuna.

11) Johdinpoikkipinnan on tällöin oltava vähintään 1,5 mm².

Taulukko 40.1 — 2. Erilaisissa tiloissa sallitut kotelointiluokat. + $\triangle$ sallittu, +ⁿ⁾ $\triangle$ yleensä sallittu, viitetaulukossa kielletty, — $\triangle$ kielletty, —ⁿ⁾ $\triangle$ yleensä kielletty, viitetaulukossa sallittu.

Sähkölaitteen kotelointiluokka		Tila			
		kuiva	kosteaa	märkä tai syövyttäviä aineita sisältävä	palo-vaarallinen
<i>a. Asennustarvikkeet kuten varokkeet, kytkimet, pistorasiat tms.</i>					
Tavallinen kosketussuojainen (IP 20)		+	— ¹⁾	— ¹⁾	—
Tippuvedenpitävä (IP 22)		+	+	—	—
Roiskevedenpitävä (IP 34)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Suihkuvedenpitävä (IP 55)		+	+	+	+
Vedenpitävä ³⁾ (IP 67)		+	+	+	+
Painevedenpitävä (IP 68)		+	+	+	+
Pölysuojainen (IP 54)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Pölynpitävä (IP 67)		+	+	+	+
<i>b. Valaisimet</i>					
Tavallinen kosketussuojainen (IP 20)		+	— ¹⁾	— ¹⁾	—
Tippuvedenpitävä (IP 22)		+	+	—	—
Sateenpitävä (IP 23)		+	+	— ⁴⁾	+ ²⁾
Roiskevedenpitävä (IP 34)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Suihkuvedenpitävä (IP 55)		+	+	+	+
Vedenpitävä ³⁾ (IP 67)		+	+	+	+
Painevedenpitävä (IP 68)		+	+	+	+
Pölysuojainen (IP 54)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Pölynpitävä (IP 67)		+	+	+	+
<i>c. Muut laitteet^{5) 6)}</i>					
Tavallinen kosketussuojainen (IP 20)		+	—	—	—
Tippuvedenpitävä (IP 22)		+	+	—	—
Roiskevedenpitävä (IP 34)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Suihkuvedenpitävä (IP 55)		+	+	+	+
Vedenpitävä ³⁾ (IP 67)		+	+	+	+
Painevedenpitävä (IP 68)		+	+	+	+
Pölysuojainen (IP 54)		+	+	+ ²⁾	+ ²⁾
Pölynpitävä (IP 67)		+	+	+	+

¹⁾ Tavallisen kosketussuojaisen (IP 20) rakenteen käyttö peseytymis- ja uima-allastiloissa, ks. 40 § 2, kohta IV.

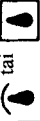
- 2) Kun laite on jatkuvasti tai pitkäaikaisesti alttiina
 - usealta suunnalta roiskuvalla nesteellä kuten vedelle
 - syövyttävälle kaasulle
 - tai palavalle nesteelle,
 on käytettävä vähintään suihkuvedenpitävää (IP 55) kotelointiluokkaa. Tämä ei kuitenkaan koske moottoreita.
- 3) Veden alla käytettävän sähkölaitteen on oltava ko. syvyydessä painevedenpitävää (IP 68) kotelointiluokkaa.
- 4) Sateenpitävä rakenne (IP 23) sallitaan määrässä tilassa vain ulkoilmassa.
- 5) Jakokeskuksen (ylivirtasuojien, mittarien tms.) sijoittamista märkään tilaan, syövyttäviä aineita sisältävään tilaan tai palovaaralliseen tilaan on pyrittävä välttämään.
- 6) Lämmityskelmun saa asentaa kosteaan ja märkään tilaan edellyttäen, että rasiointi täyttää tilaluokan vaatimukset.

Taulukossa 40.1—3 on vertailtu CEE:n, SFS-standardin 2972, IEC:n julkaisun 529, DIN 40050:n ja SEN 2121:n mukaisia, tavallisimmin esiintyviä kotelointiluokkia keskenään. On huomattava, että taulukossa 40.1—3 samanarvoisiksi merkityt kotelointiluokat eivät aina ole identtisiä, vaan ainoastaan likimäärin samanlaisia. CEE-luokittelu ei ota huomioon muuta kuin kosteus- ja kosketussuojauksen (pölysuojaista eli ”dustproof” ja pölynpitävä eli ”dusttight” -kotelointiluokkaa lukuun ottamatta), kun taas muissa kotelointiluokkajärjestelmissä ensimmäinen numero ilmaisee rakenteen tiiviynen muiden vieraiden aineiden kuin veden tunkeutumista vastaan ja jälkimmäinen numero kotelointiluokan tiiviynen vettä (kosteutta) vastaan. Myös kotelointiluokkien koestuksen suhteen eri standardit eroavat toisistaan. Lisäksi taulukossa 40.1—3 on ilmoitettu ko. kotelointiluokan pääominaisuus ja tavallisimmat käyttöpaikat.

2. Jos sähkölaitteen käyttöpaikka on katsottava useammanlaatuiseen tilaan kuuluvaksi, on laitteen kotelointiluokan ja asennustavan täytettävä kysymykseen tulevia tiloja koskevat vaatimukset.

Kun määräyksissä puhutaan esimerkiksi kosteasta tilasta ilman lisämainintaa, tarkoitetaan sillä, että tila on ainoastaan kostea, ks. 35 §. Käytännössä tila voi kuitenkin olla samanaikaisesti esimerkiksi sekä kostea että palovaarallinen, jolloin laitteen kotelointiluokan ja asennuksen on täytettävä kumpaakin tilaa koskevat määräykset. Seuraavassa annetaan esimerkkejä eri tilaluokkiin kuuluvien peseytymistilojen asennusvaatimuksista.

Taulukko 40.1 — 3. Tavallisimmat koteloiluokat ja niiden käyttöpaikat.

CEE:n mukainen nimitys		Lähinnä toisiaan vastaavat rakenteet				Koteloiluokan pääominaisuus	Tavallisimmat käyttöpaikat
suomen- kielinen	englannin- kielinen	kuvatunnus (CEE)	SFS 2972 ja IEC ¹⁾	vanha DIN 40050	vanha SEN 2121		
Tavallinen kosketus- suojaimen	Ordinary	—	IP 20	P 20	S 20	Jännitteisten osien tarkoituksen koskettaminen on vaikeutettu tai estetty	Kuiva tila, jossa ei mainittavasti esiinny pölyä
Tippu- veden- pitävä	Drip- proof		IP 22	P 21	S 21	Arat osat on suojattu käyttöasen- nossa ulkopuolelta pystysuoraan tippuvaa vettä vastaan	Kosteaa tila, katoksen alla ulkona
Sateen- pitävä	Rain- proof		IP 23	P 22	S 22	Arat osat on suojattu käyttöasen- nossa sateen tullessa 0...60° kulmassa pystyasoon nähden	Ulkona
Roiske- vedenpitävä	Splash- proof		IP 34	P 33	S 33	Arat osat on suojattu ulkopuolelta kaikista suunnista roiskuvia vesipisaroihin vastaan	Kosteaa tila, märkä tila, palovaarallinen tila
Suihku- vedenpitävä	Jet- proof		IP 55	P 44	S 44	Arat osat on suojattu ulkopuolelta kaikista suunnista suihkutettavaa vettä vastaan	Märkä tila
Veden- pitävä	Water- tight		IP 67	—	S 44	Arat osat on suojattu veden sisään tunkeutumiselta vastaan	Märkä tila, syövyttäviä ainetta sisältävä tila
Paine- vedenpitävä	—		IP 68	P 55h... ²⁾	S 56	Arat osat on suojattu paineen- alaisen veden sisään tunkeutumiselta vastaan	Veden alla
Pöly- suojaimen	Dust- proof		IP 54	P 43	S 43	Pölyn vahingollinen kerääntyminen laitteen sisäpuolelle on estetty	Pölyinen tila
Pölyn- pitävä	Dust- tight		IP 67	P 55	S 56	Pölyn sisään tunkeutuminen on estetty	Pölyinen, tavallisesti palovaarallinen tila

1) Nykyään voimassa olevat DIN- ja SEN-standardit vastaavat IEC:tä ja SFS 2972:ta.

2) Kirjaimen h jälkeen ilmoitetaan numeroin suurin sallittu vedenpaine metreinä. Esim. 44 h3 tai vastaavasti P 55 h3 tarkoittaa raken-
netta, johon ei tunkeudu vettä, kun se on upotettuna 3 m syvyydelle veteen.

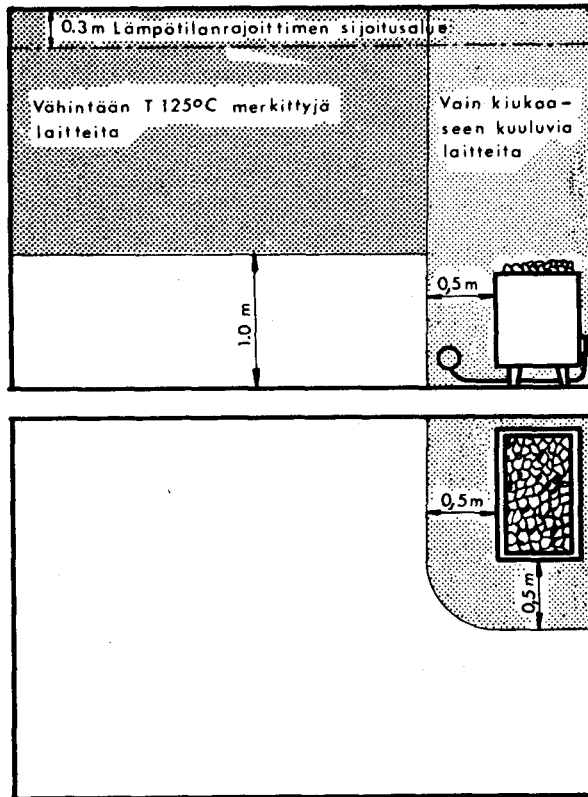
I. LÖYLYHUONE

Löylyhuone (saunahuone) on muista tiloista seinillä ja ovella erotettu tila, johon kiukaan lämpövaikutus kohdistuu.

Sähkökius ja sen asennus, ks. 19 § 2, kohta E.

A. Yleiset asennusvaatimukset löylyhuoneessa

Löylyhuoneen asennuksessa on käytettävä vähintään roiskevedenpitävää (IP 34) rakennetta olevia sähkölaitteita. Asuntoon kuuluvan



Kuva 40.2—1. Sähkölaitteiden sijoittaminen löylyhuoneeseen.

saunan hehkulamppuvalaisin saa kuitenkin olla tippuvedenpitävä (IP 22), jos valaisin on eristysaineesta ja varustettu suojakuvulla. Laitteiden valinnassa on otettava huomioon löylyhuoneessa vallitseva normaaliolosuhteita korkeampi lämpötila.

Yli 1 m korkeudelle lattiasta asennettavan sähkölaitteen on oltava vähintään T 125°C merkittyä rakennetta, ja johtona on käytettävä vähintään 180°C lämpötilan kestävää kaapelia. Johdossa oleva merkintä 180°C tarkoittaa kuormitetun johtimen suurinta lämpötilaa. Sen sijaan muussa sähkölaitteessa oleva merkintä T 125 tai T 125°C tarkoittaa, että laitetta saa käyttää enintään 125°C ympäristölämpötilassa. Eroavuudet merkitsemistavoissa ja käyttötarkoituksissa johtuvat kansainvälisesti sovituista sähkölaitteiden rakenne- ja koestusmääräyksistä.

Enintään 1 m korkeudelle lattiasta asennettavan, kiukaaseen kuulumattoman sähkölaitteen ei tarvitse olla T-merkittyä rakennetta, ja johtona saa käyttää märässä tilassa sallittua asennusjohtoa.

Kiukaaseen (mukaan luettuna sen ohjaus- ja varolaitteet) kuulumattomien sähkölaitteiden vaakasuoran etäisyyden kiukaasta on oltava vähintään 0,5 m, ks. kuva 40.2—1. Suojuksella kiukaan lämpövaikutukselta suojattuja sähkölaitteita saa kuitenkin asentaa lähemmäksi edellyttäen, että lämpötila sähkölaitteen sijoituspaikassa on enintään sama kuin se olisi 0,5 m päässä kiukaasta ilman välissä olevaa suojusta.

Jos kiukaan lämpösäteily on voimakas, on ainakin säteilysuunnassa suositeltavaa käyttää suurempaa etäisyyttä. Kiukaasta erillisen jakokeskuksen sijoittaminen löylyhuoneeseen on kielletty.

Jos löylyhuoneeseen asennetaan kuumavedenvaraaja tms. sähkölaite, joka on käytössä saunomisen aikana, se on liitettävä sähköverkkoon kiinteästi tai puolikiinteästi. Pistorasiaa ei saa sijoittaa yksinomaan löylyhuoneena käytettävään tilaan, ja sen käyttöä yhdistetysissä löyly- ja pesuhuoneessa on vältettävä.

B. Löylyhuoneen valaisinasennus

Sähkölaitteen lämmönkestävyys ja sijoittaminen, ks. kohta A.

Valaisimen mukana mahdollisesti seuraavassa asennusohjeessa annettuja aine- ja vähimmäisetäisyysvaatimuksia on noudatettava.

Pinnalle asennettavaksi tarkoitetun valaisimen sijoittamista katossa tai seinässä olevaan syvennykseen tahi näiden pinnalla olevaan suojakoteloon on vältettävä. Jos kuitenkin näin menetellään, on asennus tehtävä edempänä annettujen vaatimusten mukaan.

Eräissä seuraavassa selostetuissa tapauksissa on katossa olevan syvennyksen pohja ja seinässä olevan syvennyksen seinämä tehtävä palamattomasta aineesta tai suojattava palamattomalla, metallittms. levyllä siten, että tällaisen levyn ja palava-aineisen pinnan väliin jää vähintään 20 mm suljettu ilmaväli. Näissä tapauksissa vähimmäisetäisyys tarkoittaa valaisimen ja levyn pinnan välistä etäisyyttä, ks. esimerkiksi kuva 40.2—5c.

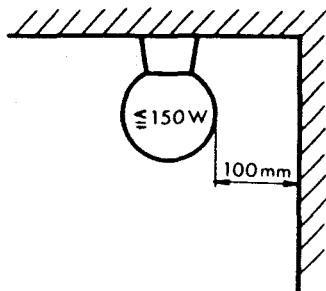
Annettuja vähimmäismittoja on noudatettava siinäkin tapauksessa, että ritilää ei käytetä.

Pinnalle asennettavaksi tarkoitettua yli 100 W valaisinta ei saa sijoittaa kattoon tai seinään tehtyyn syvennykseen eikä em. suojakoteloon. Valaisin on pyrittävä sijoittamaan siten, että sen merkintä on helposti nähtävissä.

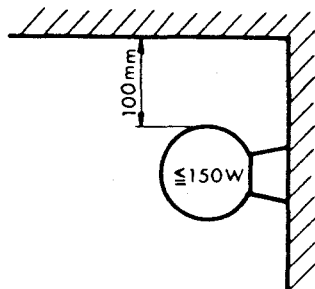
Sijoitettaessa kaksi tai useampia valaisimia lähekkäin tai samaan syvennykseen tahi koteloon valaisimien sekä niiden ja rakenteiden välisistä etäisyyksistä on sovittava erikseen Sähkötarkastuskeskuksen kanssa.

Valaisimen asentaminen katto- tai seinäpinnalle

Katto- ja seinäpinnalle kiinnitettävän valaisimen vähimmäisetäisyydet seinä- ja kattopinnasta on annettu kuvissa 40.2—2 ja 40.2—3. Mitat koskevat enintään 150 W valaisinta. Jos yli 150 W valaisimen asentaminen löylyhuoneeseen on erityisistä syistä tarpeen, on valaisimen ja rakenteiden välisistä vähimmäisetäisyyksistä sovittava Sähkötarkastuskeskuksen kanssa.



Kuva 40.2—2. Kattovalaisimen vähimmäisetäisyys seinästä.



Kuva 40.2—3. Seinävalaisimen vähimmäisetäisyys katosta.

Upotettavaksi tarkoitettun valaisimen asentaminen

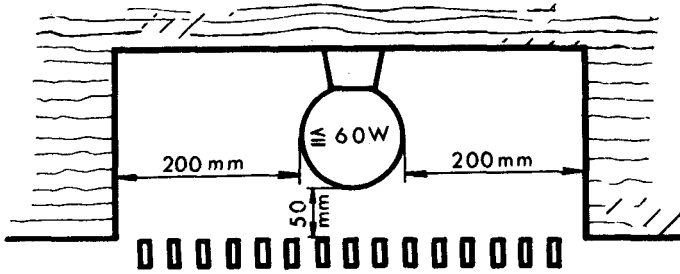
Upotettavaksi tarkoitettun valaisimen saa asentaa katossa tai seinässä olevaan syvennykseen valaisinta seuraavan, Sähkö tarkastuskeskuksen hyväksymän asennusohjeen mukaisesti.

Katto- tai seinäpinnalle tarkoitettun valaisimen sijoittaminen katossa tai seinässä olevaan syvennykseen

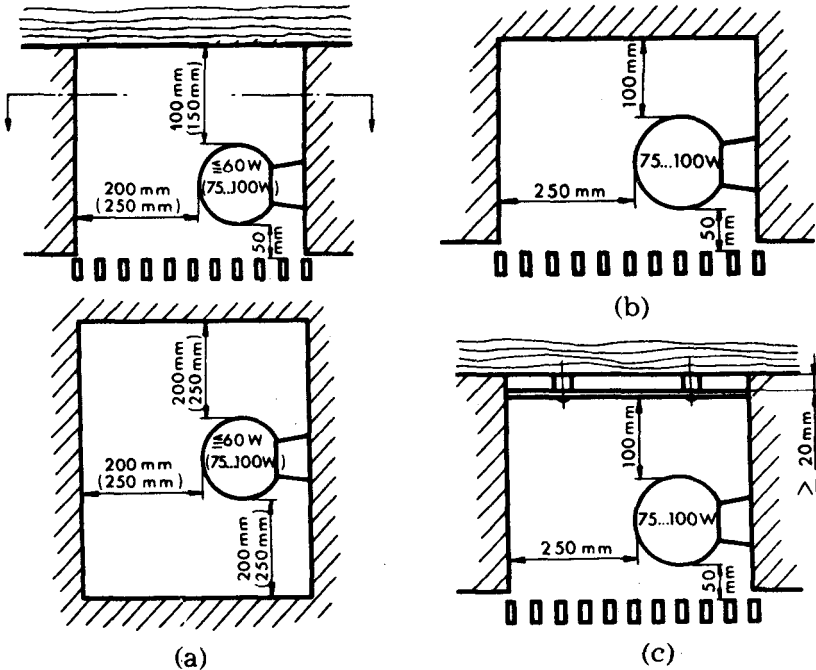
Jos kuvan 40.2—4 mukaisessa asennuksessa käytetään yli 60 W valaisinta, on asennusalustan oltava palamatonta ainetta tai suojattu edellä kohdan B alussa esitetyllä tavalla.

Kuvien 40.2—4 ja 40.2—5 yhteydessä esitetyt vähimmäisetäisyydet syvennyksen sivuseinämistä tarkoittavat, ellei toisin ole mainittu, myös etäisyyttä valaisimesta kohdan B mukaiseen suojalevyyn, jos tällaista levyä käytetään.

Kuvassa 40.2—5a ilman sulkeita olevat mitat koskevat enintään 60 W valaisinta ja sulkeissa olevat mitat 75... 100 W valaisinta. Myös käytettäessä 75... 100 W valaisinta voi syvennyksen pohjan ja valaisimen vähimmäisetäisyys olla 100 mm, jos syvennyksen pohja on palamatonta ainetta tai suojattu edellä kohdassa B tarkoitettulla tavalla, ks. kuvat 40.2—5b ja c.



Kuva 40.2—4. Kattoon tehdyn syvennyksen pohjaan sijoitetun valaisimen vähimmäisetäisyydet syvennyksen seinämistä ja sen eteen sijoitetusta ritilästä.



Kuva 40.2—5. Katossa olevan syvennyksen sivuseinämään sijoitetun valaisimen vähimmäisetäisyydet syvennyksen pohjasta ja seinästä sekä sen eteen sijoitetusta ritilästä.

Kuvan 40.2—6 mukaisissa asennuksissa on ritilän ylälamellin ja syvennyksen kattona toimivan seinämän väliin jätettävä vähintään 10 mm rako (mitta *a*) ilmankierron helpottamiseksi. Jos syvennyksen seinämät kuvassa 40.2—6 on tehty palamattomasta aineesta tai suojattu edellä kohdassa *B* tarkoitetulla tavalla, saa annetun vähimmäisetäisyyden 100 mm sijasta käyttää 50 mm.

Pinnalle asennettavaksi tarkoitettun valaisimen sijoittaminen katto- tai seinäpinnalla olevaan suojakoteloon:

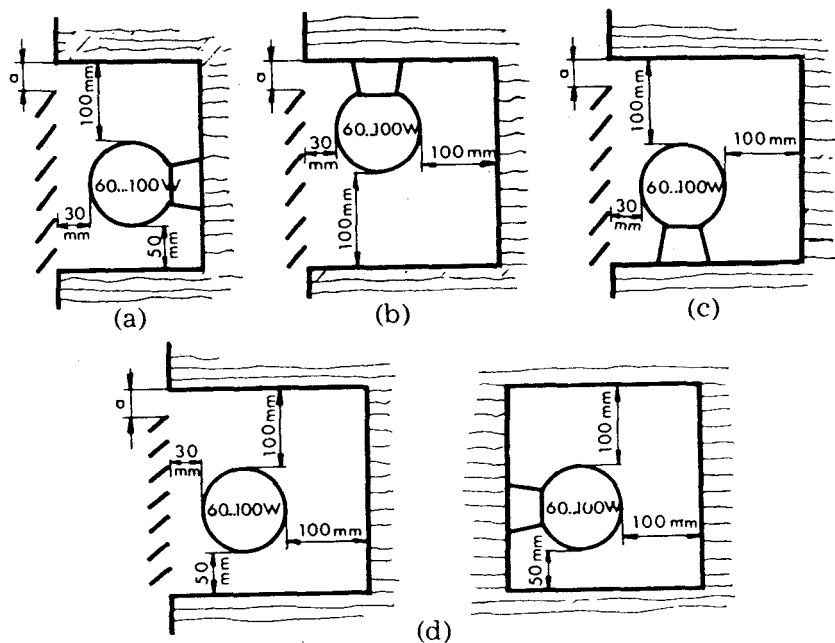
Sijoitettaessa pinnalle asennettavaksi tarkoitettu valaisin katto- tai seinäpinnalla olevaan suojakoteloon on noudatettava edellä katossa tai seinässä olevaan syvennykseen sijoitettavalle valaisimelle annettuja vähimmäisetäisyysvaatimuksia. Jos kattopinnalla olevan suojakotelon kaikki sivut ovat sellaista ritilää tai säleikköä, joka ei merkittävästi vaikeuta valaisimen jäähtymistä, voi valaisimen etäisyys kotelon sivusta olla 100 mm.

Loistelamppuvalaisimen asentaminen:

Loistelamppuvalaisimen asentamista saunahuoneeseen yli 1 m korkeudelle lattiasta ei pidetä suositeltavana. Seinäpinnalle enintään 1 m korkeudelle lattiasta on loistelamppuvalaisin asennettava kohdan *A* mukaisesti.

Pinnalle asennettavaksi tarkoitettun loistelamppuvalaisimen voi asentaa enintään 1 m korkeudelle lattiasta tehtyyn seinäsyvennykseen edellyttäen, että valaisimen sivujen ja syvennyksen seinämien väliin jää vähintään 50 mm ilmaväli. Valaisimen ja mahdollisen ritilän välisen etäisyyden on oltava vähintään 30 mm.

Virranrajoittimen (kuristimen) liiallisen lämpenemisen estämiseksi on suositeltavaa, että se sijoitetaan löylyhuoneen ulkopuolelle.

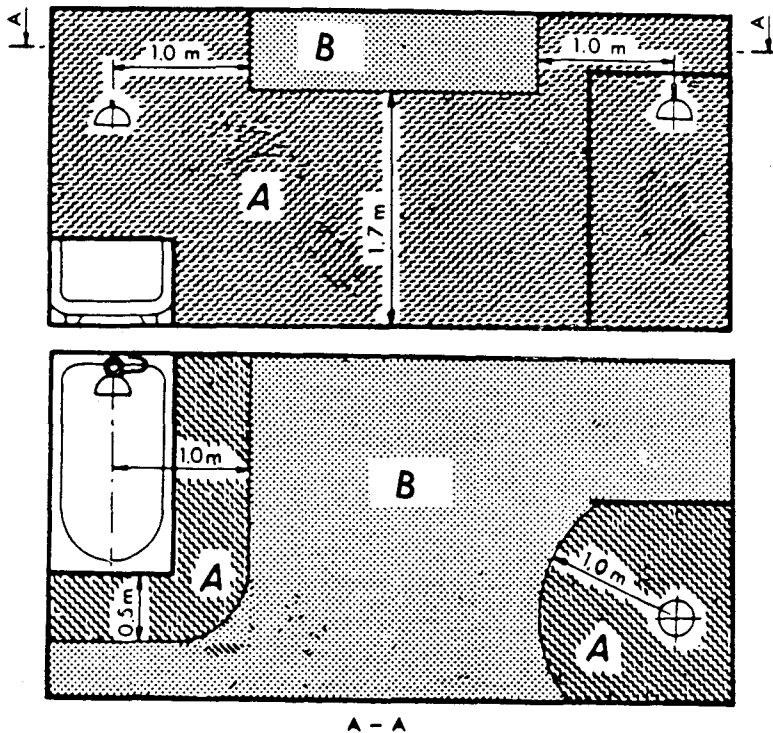


Kuva 40.2—6. Seinässä olevaan syvennykseen sijoitetun valaisimen vähimmäisetäisyydet syvennyksen seinästä ja sen eteen sijoitustaritolästä. a) Valaisin syvennyksen peräseinämässä. b) Valaisin syvennyksen yläseinämässä. c) Valaisin syvennyksen alaseinämässä. d) Valaisin syvennyksen sivuseinämässä. Annetun vähimmäisetäisyyden 100 mm sijasta saa erityisillä ehdoilla käyttää 50 mm.

II. PESEYTYMISTILAT

Saunan pesuhuone on saunan yhteydessä oleva peseytymistila. Yksityissaunan pesuhuone on huoneistokohtaisen tai enintään kahden perheen talon saunan pesuhuone (ks. kuva 40.2—7).

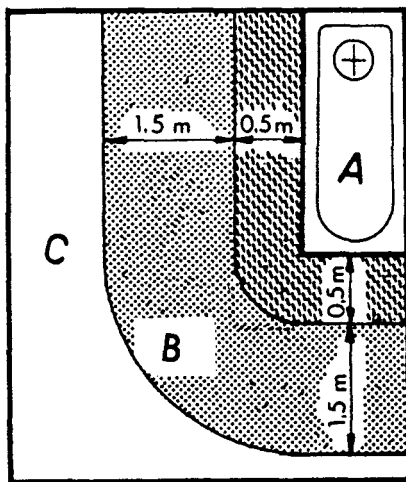
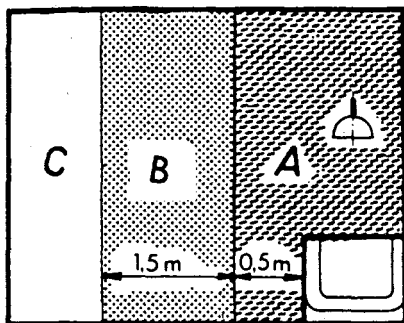
Kylpyhuone on tila, jossa on kylpyamme ja tavallisesti myös suihku ja jota käytetään pääasiassa peseytymiseen (ks. kuvat 40.2—7 ja 40.2—8).



Kuva 40.2—7. Yksityissaunan pesuhuone tai hotellin muu kuin huone- tai huoneistokohtainen kylpyhuone.

Suihkuhuone on huone, jossa on yksi tai useampia koko vartalon pesuun tarkoitettuja suihkuja (ks. kuva 40.2—9). Suihkuhuoneessa voi lisäksi olla käsienspesuallas tms. Käymälä, missä on lattiakaivo ja alapesusuihku, katsotaan myös suihkuhuoneeksi, jos siinä on koko vartalon pesua varten varattu tila.

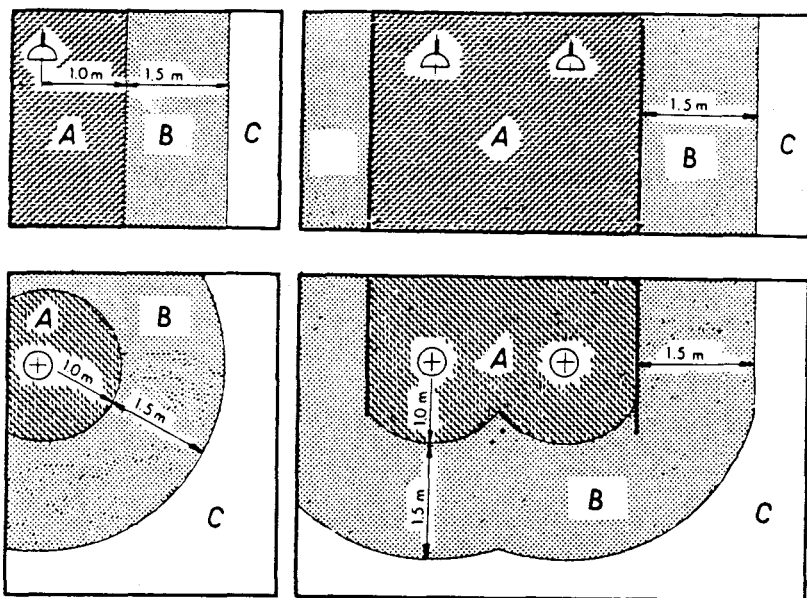
Suihkutila on suihkun lähialue, joka ulottuu korkeussuunnassa kattoon saakka ja sivusuunnassa säteittäisesti 1,0 m etäisyyteen suihkun suuttimesta tai jota sivusuunnassa rajoittaa umpinainen seinämä, jonka alareuna ulottuu korkeussuunnassa enintään 0,3 m lattiasta ja yläreuna vähintään suihkun suuttimen korkeuteen asti, kui-



Kuva 40.2—8. Asunnon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtainen kylpyhuone.

tenkin vähintään 2,3 m lattiasta. Tällöin 1,0 m etäisyys mitataan suihkun suuttimesta lyhintä tietä mahdollisen seinämän ympäri, ks. kuva 40.2—10. Letkullisella suihkulla 1,0 m etäisyys lasketaan suihkun käytönaikaisesta ripustuskohdasta tai sen tavallisen käyttöpai-
kan keskuksesta (keskipisteestä).

Muu peseytymistila on edellä määrittelemätön, pääasiassa useiden henkilöiden peseytymiseen tarkoitettu, ryhmäpesualtaalla tai vastaa-



Kuva 40.2—9. Yhdellä suihkulla (vasemmalla) ja kahdella suihkulla ja suojaseinämällä (oikealla) varustettu suihkuhuone.

valla varustettu tila, jossa käsien ja kasvojen lisäksi tavallisesti pes-tään myös ylävartaloa. Tällaisia peseytymistiloja on mm. teollisuus-dessa, puolustuslaitoksen kasarmirakennuksissa ja vastaavissa pai-koissa.

Edellisissä kuvissa 40.2—7... 9 esitettyjä alueita selostetaan tar-kemmin seuraavassa.

A-alueet

Peseytymistilojen A-alueita ovat

- muu kuin yksityissaunan pesuhuone
- yksityissaunan pesuhuoneen ja hotellin tms. muun kuin huoneis-to- tai huonekohtaisen kylpyhuoneen 1,7 m korkeuden alittava osa ja mahdollinen suihkutila sekä ammeen yläpuolella oleva

kattoon asti ulottuva osa, joka sivusuunnassa ulottuu 0,5 m ammeen ulkopuolelle (ks. kuva 40.2—7); jos ammeen yhteydessä on suihku, ulottuu A-alue sivusuunnassa 1,0 m etäisyydelle suihkusta

- asunnon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtaisen kylpyhuoneen se osa, joka sivusuunnassa ulottuu 0,5 m etäisyydelle ammeen ulkoreunasta, ks. kuva 40.2—8; tätä A-aluetta voi pienentää rakentamalla ammeen viereen kiinteän umpinaisen seinämän, joka ulottuu ammeen yläreunan yläpuolelta vähintään 2,3 m korkeuteen lattiasta. Tällöin em. 0,5 m etäisyys mitataan lyhintä tietä seinämän ympäri
- suihkuhuoneen suihkutila.

B-alueet

Peseytymistilojen B-alueita ovat

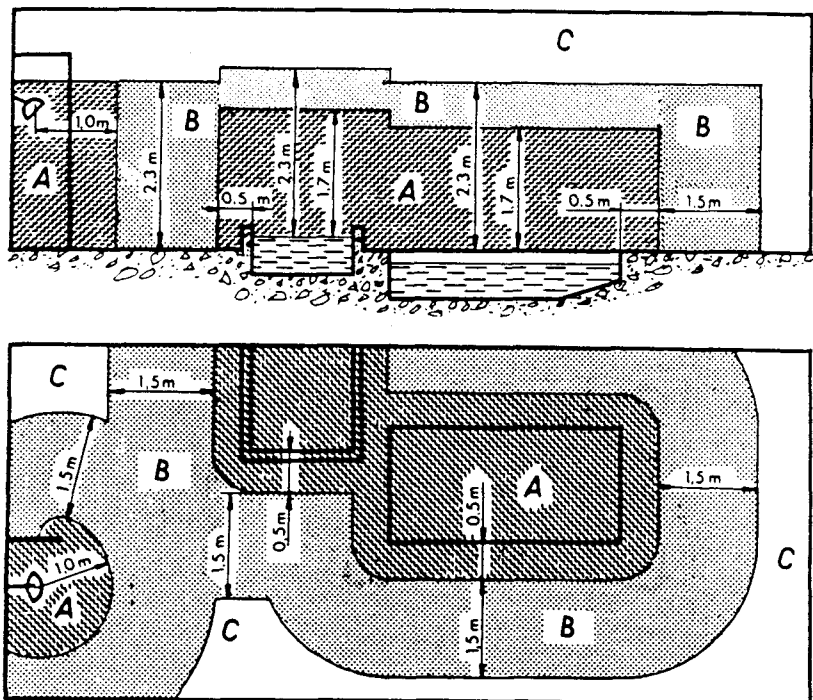
- yksityissaunan pesuhuoneen ja hotellin tms. muun kuin huoneisto- tai huonekohtaisen kylpyhuoneen muu kuin A-alue
- asunnon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtaisen kylpyhuoneen se osa, joka ulottuu sivusuunnassa 1,5 m A-alueen ulkopuolelle
- suihkuhuoneen tai -tilan se osa, joka ulottuu sivusuunnassa 1,5 m A-alueen ulkopuolelle
- muun peseytymistilan altaan ja sekoittimen välinen osa, joka sivusuunnassa ulottuu 0,5 m etäisyyteen altaan ulkoreunasta.

Edellä määriteltyjen A- ja B-alueiden ulkopuolelle jäävät peseytymistilojen osat ovat C-alueita.

Peseytymistilojen sähköasennukset, ks. kohta IV.

III. UIMA-ALLASTILA

Uima-allashuone on tila, jossa on yksi tai useampia uimiseen tarkoitettuja altaita. Uima-altaana pidetään myös kahluuallasta ja kuntouttamisallasta.



Kuva 40.2—10. Uima-allastilojen tilaluokittelu.

Kuvassa 40.2—10 on annettu esimerkkejä seuraavassa annetuista tilaluokista.

A-alueet

Uima-allastilojen A-alueita ovat

- altaan ympäristö 0,5 m etäisyydelle altaan sisäreunasta ja 1,7 m korkeudelle uima-allashuoneen lattiasta tai veden ylimmästä mahdollisesta pinnasta riippuen siitä, kumpi on korkeammalla
- kohdassa II määritelty suihkutila 2,3 m korkeudelle lattiasta
- ulkona olevan kattamattoman uima-allastilan altaan ympäristö 2 m etäisyydelle altaan sisäreunasta.

B-alueet

Uima-allastilojen B-alueita ovat

- A-alueen yläpuolella oleva osa, joka ulottuu 2,3 m korkeudelle allashuoneen lattiasta tai vastaavasta tasosta
- A-alueen sivulla oleva osa, joka ulottuu sivusuunnassa 1,5 m etäisyydelle em. alueesta ja 2,3 m korkeudelle allashuoneen lattiasta ja vastaavasta tasosta
- suihkutilan A-alueen (korkeus 2,3 m) sivulla oleva osa, joka ulottuu sivusuunnassa 1,5 m etäisyydelle siitä.

Ns. kuplauimahallissa ja ulkona olevassa katoksella varustetussa uima-allastilassa A-alueen yläpuolella ja sivulla oleva osa on kokonaisuudessaan B-aluetta.

C-alueet

Edellä määriteltyjen A- ja B-alueiden ulkopuolelle jäävä uima-allashuoneen osa on C-aluetta.

Uima-allastilan sähköasennukset, ks. kohta IV.

IV. PESEYTYMIS- JA UIMA-ALLASTILOJEN SÄHKÖASENNUKSET

Edellä kohdissa II ja III määritetyillä alueilla on sähköasennuksissa noudatettava seuraavaa:

A-alue (märkä tila)

A-alueella on käytettävä vähintään roiskevedenpitävää (IP 34) rakennetta olevia sähkölaitteita eikä siinä yleensä sallita pistorasioita.

Poikkeuksena sallitaan asunnon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtaisen kylpyhuoneen A-alueella kiinteä ja kosketussuojainen (IP 20) valaisin sekä Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä valaisi-

mella ja/tai pistorasialla varustettu peilikaappi. Sekä valaisimen että peilikaapin sisällä olevan, siihen rakenteellisenä osana kuuluvan pistorasian on oltava korkeussuunnassa vähintään 1,7 m etäisyydellä lattiasta ja sivusuunnassa kylpyammeen ulkopuolella. Peilikaappiin kuuluva pistorasia saa olla kosketussuojaista (IP 20) rakennetta.

Yksityissaunan pesuhuoneessa sallitaan pistorasian asentaminen A-alueelle niin, että se on sivusuunnassa vähintään 0,5 m etäisyydellä ammeen ulkoreunasta ja vähintään 1,0 m etäisyydellä suihkusta (sen suuttimesta). Muu kuin turvapistorasia on asennettava vähintään 1,7 m etäisyydelle ja turvapistorasia sekä suojaerotusjännitteeseen kytketty, Sähkötarkastuskeskuksen lajikokeessa parranajokoneen liittämiseen hyväksymä erikoispistorasia vähintään 0,8 m etäisyydelle lattiasta.

Pistorasia on varustettava kilvellä, joka kieltää pistorasiaan liitetyn sähkölaitteen koskettamisen kylvyn tai suihkun aikana.

Jos asunnon, hotellin tms. huone- tai huoneistokohtaiseen kylpy- tai suihkuhuoneeseen tahi yksinomaan yksityisasunnon saunan pesuhuoneeseen taikka uima-allastilaan sijoitetaan kuivauskaappi, kuumavedenvaraaja, pesukone tms. kulutuskoje, joka on käytössä kylvyn tai suihkun tahi muun peseytymisen tai uinnin aikana, se on asennettava kiinteästi tai sijoitettava siten, ettei se ole tahattomasti kosketeltavissa ammeesta tai suihkusta käsin ja että se on sivusuunnassa vähintään 0,5 m etäisyydellä ammeen ulkoreunasta ja vähintään 1,0 m etäisyydellä suihkusta (sen suuttimesta). Kiinteän asennustavan saa korvata käyttämällä 30 mA vikavirtasuojakytkimellä suojattua pistorasiaryhmää.

B-alue (kostea tila)

B-alueella on käytettävä vähintään tippuvedenpitävää (IP 22) rakennetta olevia sähkölaitteita.

Poikkeuksena sallitaan asunnon, hotellin tms. huoneisto- tai huonekohtaisen kylpy- ja suihkuhuoneen sekä asunnon tai vastaavan yksityiskäyttöön tarkoitetun uima-allashuoneen B-alueella sellaisia kiinteitä ja kosketussuojaisia (IP 20) valaisimia, kytkimiä ja pistorasioita sekä säteilylämmittimiä, joissa on lämmityselementtinä kvartsila-

si- tai metalliputki, jos ne sijoitetaan siten, että ne ovat vähintään 1,7 m korkeudella lattiasta ja mahdollisimman vähän alttiina vedelle. 1,7 m korkeusvaatimus ei kuitenkaan koske pinnan alle upotettua kytkintä, jonka kansi on eristysaineinen. Näissä tiloissa sallitaan B-alueella myös sähkölistat vähintään 1,7 m korkeudella lattiasta tai vastaavasta tasosta.

Pistorasioiden rakennetta, asennuskorkeutta ja merkintöjä koskevat samat vaatimukset kuin A-alueella yksityissaunan pesuhuoneessa.

C-alue (kuiva tila)

C-alueella ei sähkölaitteille aseteta peseytymis- tai uima-allaskäytöstä johtuvia erityisvaatimuksia. Käymälä, missä on lattiakaivo ja alapesusuihku katsotaan yleensä kuivaksi tilaksi edellyttäen, ettei siinä suoriteta koko vartalon pesua.

Uima-altaan sähkölaitteet

Uima-altaaseen, kahluaaltaaseen tms. vedenpinnan alapuolelle asennetun sähkölaitteen on oltava rakenteeltaan painevedenpitävä (IP 68), mekaanisesti luja ja kolhaisuilta suojattuun paikkaan asennettu. Jos laite, lukuun ottamatta mahdollista valaisimen tms. suoja-lasia ja tämän kiinnityskehystä, on kosketuksissa veden kanssa, se on liitettävä enintään 50 V suojajännitteeseen tai sitä on syötettävä omasta suojaerotusmuuntajastaan, jonka toisiojännite on enintään 230 V.

Perhe- tms. käyttöön tarkoitetun uima-altaan vedenpuhdistus- ja suodatinlaitteen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä. Sen asennuksessa ja käytössä on noudatettava sen mukana toimitettavia, Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä asennus- ja käyttöohjeita.

Sähkökäyttöisen allasimurin on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä ja sen käytössä on noudatettava sen mukana toimitettavia, Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä käyttöohjeita.

V. PUKEUTUMISTILAT

Pukeutumistila katsotaan yleensä kuivaksi tilaksi.

41 § Asennus räjähdysvaarallisessa tilassa

Räjähdysvaarallinen tila on huone, sen osa tai muu rajoitettu sisä- tai ulkotila, jossa räjähdysvaaran aiheuttaa palava kaasu, palavan nesteen höyry tai sumu, palava pöly ilmaan sekoittuneena tai varsinainen räjähdysaine. Räjähdysvaarallinen tila voi lisäksi olla kostea, märkä tai syövyttäviä aineita sisältävä taikka palovaarallinen.

Näissä määräyksissä ei käsitellä katodisuojausten, ultraäänimitauksen tms. tekijöiden aiheuttaman vaaran eliminoimista eikä ukkossuojausta.

Kauppa- ja teollisuusministeriön palavista nesteistä antaman päätöksen 67 §:n mukaan tilaluokitus on tehtävä, jos palavan nesteen valmistus, teknillinen käyttö tai varastointi vaatii teknillisen tarkastuskeskuksen luvan. Päätöksen mukaan omistajan tai haltijan on huolehdittava siitä, että tilaluokitus laaditaan.

Muissakin räjähdysvaarallisissa tiloissa (myös pöly- ja räjähdystarviketiloissa) vaaditaan tilaluokitusselvitys, ellei tila ole niin pieni, että tiedot muutenkin ovat helposti todettavissa.

Edellä mainittujen luvanvaraisten ja muiden isojen räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiston käyttöä ja huoltoa varten on oltava seuraavat tiedot tai asiakirjat:

- tilaluokituspiirustus
- aineominaisuudet (leimahduspiste, räjähdysryhmä, syttymisluokka)
- kartta maadoituksista ja maakaapeleista
- kaavio maadoituksista ja potentiaalintasausjärjestelmästä sekä mittauspöytäkirjat
- laiteluettelo räjähdysuojatuista sähkölaitteista
- sähköpiirustukset
- tarkastuspöytäkirjat.

A. Palavat kaasut, nesteet ja höyryt

Tässä yhteydessä nimitys palava neste tarkoittaa, ellei nimenomaan ole toisin mainittu, myös palavaa kaasua ja höyryä.

Jos palavan nesteen tai kaasun tehdasmaiseen valmistukseen, teknilliseen käyttöön, käsittelyyn tai varastointiin tarvitaan voimassa olevien säännösten mukaan lupa, paloviranomaisen katsastus tai jos palavaa nestettä taikka kaasua muista syistä säännöllisesti tai toistuvasti syntyy taikka esiintyy huomattava määrä, on tämän pykälän määräyksiä noudatettava, kun

- 1) palavan nesteen leimahduspiste on enintään 30°C, tai
- 2) nesteen lämpötila tai sen välittömän ympäristön lämpötila on suurempi kuin $T - 5^{\circ}\text{C}$, T on ko. nesteen leimahduspiste, tai
- 3) palavaa nestettä sumutetaan teknillisessä käytössä ilmaan, tai
- 4) puristettuja palavia kaasuja, kuten vetyä, metaania, tai hiilimonoksidia, käytetään huomattavia määriä, tai
- 5) muusta syystä katsotaan olevan huomattavaa vaaraa.

Lupahakemusmenettelystä on annettu ohjeet asetuksessa palavista nesteistä (921/76) ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä palavista nesteistä annetun asetuksen soveltamisesta (313/85) tai muitten ministeriöitten säännöksissä omilla hallinnonaloillaan.

Liitteessä V on esitetty eräiden palavien nesteiden ominaisuuksia. Kauppa- ja teollisuusministeriö on julkaissut yleisimmistä palavista nesteistä luettelon, jossa on ilmoitettu teknilliset ominaisuudet lukuisille muillekin kuin liitteessä V mainituille aineille. SFS-käsikirjassa 59 "Räjähdyshaarallisten tilojen luokitus. Palavat nesteet ja kaasut" on edellisen luettelon lisäksi myös aineluettelo räjähdysryhmä- (räjähdysluokka) ja syttymisryhmä- (lämpötilaluokka) tietoi-
neen, joka on otettu standardista SFS 5002.

Tilat, joissa valmistetaan, teknillisesti käytetään, käsitellään, varastoidaan tai joissa muuten säännöllisesti tai toistuvasti esiintyy palavaa nestettä, jaetaan tässä pykälässä seuraaviin luokkiin:

- Luokka 0.** Tila, jossa räjähtävä kaasuseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein toistuvasti.
- Luokka 1.** Tila, jossa räjähtävän kaasuseoksen voidaan olettaa esiintyvän satunnaisesti normaalikäytön aikana.
- Luokka 2.** Tila, jossa ei oleteta räjähtävän kaasuseoksen esiintyvän normaalikäytön aikana ja jos sellainen kuitenkin esiin-

tyy, se esiintyy todennäköisesti vain harvoin ja lyhytaikaisesti.

Normaalikäyttöön katsotaan kuuluvan myös ei-toivotut mutta mahdolliset teknilliset häiriöt, esimerkiksi pumpun akselitiivisteiden rikkoutuminen tai säiliön ylitäyttö, jotka voivat aiheuttaa räjähdyskelpoisen seoksen. Onnettomuuksia tai rikkoutumisia, joita ei kohtuudella voida olettaa tapahtuvan, esimerkiksi säiliön repeytymistä tai putken katkeamista, ei katsota kuuluvan normaalikäyttöön.

Tilaluokitusta eli tilojen jakamista eri luokkiin niissä esiintyvän räjähdysvaaran todennäköisyyden perusteella selostetaan SFS-käsi-kirjassa 59, jossa annetaan esimerkkejä eräiden tavallisten käyttöpaikkojen tilaluokituksesta. Teknillinen tarkastuskeskus on laatinut myös ohjeet esimerkkeineen ammoniakki- ja asetyleenilaitoksista.

Sähköturvallisuusmääräysten lisäksi on täydentäviä määräyksiä ja ohjeita annettu mm. seuraavissa standardeissa:

- SFS 3350 Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat.
- SFS 3352 Palavien nesteiden varastointi ja käsittely jakeluasemalla.
- SFS 3353 Palavan nesteen valmistuslaitos ja teknillinen käyttölaitos.
- SFS 3355 Palavien nesteiden käsittely satama-alueella. Lastaus- ja purkamislaitteisto
- SFS 3358 Maalaus ja maalin kuivaus. Tilat, käyttö, huolto ja sammutuskalusto.
- SFS 3359 Asetyleeni. Varastointi ja teknillinen käyttö.
- SFS 5005 Räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Suojatuuletteiden huoneiden ja rakennusten käyttö.

Nestekaasulaitteistojen osalta on vaatimuksia esitetty mm. kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä nestekaasuasetuksen soveltamisesta (317/79).

B. Palavat pölyt

Useimmat orgaaniset ja epäorgaaniset kiinteät palavat aineet, jotka eivät sinänsä ole räjähdysaineita, palavat pölymuodossa ilmaan (happeen) sekoittuneena humahtaen räjähdysmäisesti edellyttäen, että pölyhiukkasten koko on riittävän pieni ja että hiukkasia esiintyy ilmaan sekoittuneena sopiva pitoisuus. Jos pölypitoisuus alittaa tai ylittää tietyt rajat, seos ei ole räjähdyskelpoinen.

Kiinteän aineen mekaaninen käsittely (esim. jauhatus, murskaus, hionta, poraus, sahaus) voi synnyttää eräillä teollisuusaloilla pölyä, joka muodostaa räjähdyskelpoisen seoksen leijuessaan vapaasti ilmassa hyvin tiheänä pilvenä. Hiukkaskoko vaihtelee eri aineilla yleensä koosta 0,2 µm sitä suurempaan. Niinpä tilassa, jossa valmistetaan tai hienonnetaan jauhoa, sokeria, hiiltä, puuta, muovia tai alumiinia, voi esiintyä ko. ainetta pölymuodossa ilmaan sekoittuneena sellaisena pitoisuutena, että tila on katsottava räjähdysvaaralliseksi ja sen suhteen on sovellettava tässä pykälässä esitettyjä vaatimuksia.

Jos valmistuksessa tai käsittelyssä syntyvä hienojakoinen pöly liikkuu pääasiassa umpinaisessa järjestelmässä (säiliössä ja putkistossa) ja se poistetaan ilmanvaihtojärjestelmän kanavan ja hormin kautta, umpinaisen järjestelmän sisäpuolinen tila ja poistoilman kanava ja hormi voi olla räjähdysvaarallinen. Jos palavaa pölyä ei esiinny vapaasti ilmassa räjähdyskelpoisena pitoisuutena, mutta pölyä kuitenkin kerääntyy runsaasti esim. sähkölaitteiden päälle, tila katsotaan palovaaralliseksi (ks. 37 §).

Palavien pölyjen ominaisuudet, ks. liite V.

Tilat, joissa käsitellään, varastoidaan tai syntyy tahi esiintyy hienojakoista pölyä sekoittuneena, jaetaan räjähdyskelpoisen pöly-ilma-seoksen esiintymistodennäköisyyden mukaan seuraaviin luokkiin.

10-luokan tila

- tila, jossa räjähdyskelpoinen palavan pölyn ja ilman seos esiintyy pitkäaikaisesti tai usein toistuen.

10-luokan tilaan luetaan yleensä

- pölyävien aineiden käsittelylaitteiden (myllyt, kuivurit, suodattimet, seulat, syklonit, kuljettimet) sisäpuolinen tila
- ilmastoinnin poistokanavat 10- tai 11-luokan tiloista
- siilojen ym. varastosäiliöiden sisäpuolinen tila.

11-luokan tila

- tila, jossa räjähdyskelpoinen palavan pölyn ja ilman seos voi esiintyä harvoin ja vain lyhytaikaisesti.

11-luokan tilaan luetaan yleensä

- huonetila, jossa pölyävää ainetta käsitellään avoimesti (esim. kuljetetaan, jauhetaan, pakataan)
- pölyävien aineiden käsittelylaitteita tai siiloja yms. ympäröivä huonetila, mikäli laitetta ei voida pitää umpinaisena (pölytiivinä).

Yleensä seuraavia tiloja ei luokitella räjähdysvaarallisiksi:

- umpinaisia laitteita ja varastosiiiloja ympäröivät tilat
- varastot, joissa pölyävää ainetta varastoidaan suljetuissa pakauksissa.

Pölytiloja on käsitelty myös SFS-käsikirjassa 60 ”Räjähdysvaaralliset pölyt. Turvallisuusohjeet”. Maatilojen viljankuivaamot, ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A 13.

C. Räjähdystarvikkeet

Tilat, joissa valmistetaan, käsitellään tai varastoidaan räjähdystarvikkeita ja joiden käyttöön ottaminen edellyttää räjähdystarvikkeista annettujen määräysten mukaista viranomaisten suorittamaa tarkastusta ja hyväksymistä, katsotaan räjähdysvaarallisiksi tiloiksi. Näihin tiloihin rinnastetaan tilat, joissa säilytetään räjähdystarvikkeita huomattavia määriä, kuten työmaiden säilytystilat.

Räjähdystarviketilat jaetaan kahteen luokkaan:

A-luokan tila on huone, sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa räjähdystarvikkeen valmistus, käsittely tai varastointi voi aiheuttaa räjähdystarvikkeen pölyämisestä tai haihtumisesta johtuvan räjähdysvaaran.

A-luokkaan luetaan yleensä tilat, joissa on mahdollista esimerkiksi astian kaatuessa sellaisen pölyn tai höyryn syntyminen, jonka syttyminen johtaa tavallisesti räjähdystarvikkeen räjähtämiseen. Erityisen vaarallisia ovat aloiteräjähdysaineet, mustaruuti ja eräät pyroteknilliset aineet tai pakkumassat.

B-luokan tila on huone, sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa valmistetaan, käsitellään tai varastoidaan sellaisia tai siten pakattuja räjähdystarvikkeita, ettei niiden pölyämisestä tai haihtumisesta aiheudu välitöntä räjähdysvaaraa.

B-luokkaan luetaan tilat, joissa pölyä tai höyryä ei sanottavasti synny. Tällaisia tiloja ovat mm. varastot, joissa räjähdystarvikkeet on varastoitu tiiviisiin ja kestäviin pakkauksiin.

Teknillinen tarkastuskeskus on antanut tilaluokituksesta ohjeita esimerkkejä TTK-ohjeessa 13/85/Y ”Räjähdystarviketilojen tilaluokitus”.

1. Tilaan, jossa räjähdysten syntymisen vaara on suuri, saa sijoittaa vain sellaisia sähkölaitteita, jotka käyttötekniillisistä syistä ovat siellä välttämättömiä.

Tilaan, jossa räjähdysten syntymisen vaara on suuri, ei käyttötekniillisistä syistä ole yleensä välttämätöntä sijoittaa sähkölämmittimiä, kytkinlaitteita, pistorasioita eikä tavallisesti muitakaan sähkölaitteita, joissa normaalikäytön aikana syntyy kipinöintiä.

Tehtaan, varaston tai muun laitoksen tarkoituksenmukaisella yleissuunnittelulla voi räjähdysvaaraa aiheuttavan toiminnan keskittää tapahtuvaksi vain tiettyihin huoneisiin, niiden osiin tai ulkoilmaan. Sähkölaitteet voidaan silloin suurelta osalta sijoittaa räjähdysvaarallisten tilojen ulkopuolelle tai tiloihin, joissa räjähdysvaara on pieni.

Räjähdyksen syntymisen vaara katsotaan suureksi seuraavissa tapauksissa:

- Huoneessa valmistetaan, teknillisesti käytetään tai käsitellään palavaa nestettä (kaasua), jolla on alhainen leimahduspiste sekä syttymislämpötila ja jonka ilmaseoksen räjähdyskelpoisen pitoisuuden räjähdysalue on laaja. Tällaisia nesteitä (kaasuja) ovat mm. asetyleni, rikkihiili, asetaldehydi ja etyylietteri.
- Huoneessa täytetään säiliöihin tai tyhjennetään jakeluputkistoon asetyleeniä tyhjennyskeskuksesta, jossa on yli 60 kg asetyleeniä.
- Palavaa nestettä sisältävä tila kuuluu 0- tai 1-luokkaan.
- Palavaa pölyä sisältävä tila kuuluu 10-luokkaan.
- Räjähdysainetta sisältävä tila kuuluu A-luokkaan.

Jos höyry on huomattavasti ilmaa raskaampaa (suhteellinen tiheys $> 1,5$), on räjähdysten syntymisen vaaran suuruudesta riippumatta sähkölaite kiinteitä johtoja lukuunottamatta pyrittävä räjähdysvaarallisessa tilassa sijoittamaan vähintään 1,5 m korkeudelle tilan (huoneen, syvennyksen tms.) pohjatasosta. Jos kaasu tai höyry on huomattavasti ilmaa kevyempää, sähkölaitetta ei saa sijoittaa ylöspäin umpinaiseen katto- tms. syvennykseen.

2. Johdon ja sen rasian on räjähdysvaarallisessa tilassa oltava sähköisesti luotettava ja mekaanista rasitusta kestävä.

A. Yleistä

Johdon asennuksessa ja käytössä on erityistä huomiota kiinnitettävä ympäristön aiheuttamiin mekaanisiin, kemiallisiin, termisiin tms. rasituksiin.

Paikoissa, joissa johto voi joutua alttiiksi mekaanisille rasituksille kuten kolhaisuille, se on suojattava metalliputkella, muototeräksellä tai muulla vastaavalla tavalla. Jos kaapelissa on mekaaninen suoja, ei erillistä suojaa yleensä tarvita.

Mekaanisen suojan on suojattava johtoa mahdollisimman hyvin. Jos yhtenäisen suojan järjestäminen aiheuttaa kohtuuttomia vai-

keuksia, saa suojuksen laitteiden liitântäkohdassa lyhyehköllä matkalla jättää pois.

Jos kaapelin ulkovaippa on tavallista polyeteeniä tai muuta palominaisuuksiltaan vastaavaa ainetta, on kaapeli asennettava maahan, palamattomaan putkeen taikka hiekkatäytteiseen kanavaan.

Kun johto on vedetty eri tilojen tai palo-osastojen läpi, on läpivientiaukko tiivistettävä ilmankierron ja palon leviämisen estämiseksi. Tiivistysaineen on kestättävä lämpötilanvaihteluista johtuvat rasitukset kysymykseen tulevalla lämpötila-alueella. Myös putket ja kaapelien välit on tarvittaessa tiivistettävä ilmankierron estämiseksi niiden kautta. Jos kaapelin rakenne sallii räjähdysvaarallisen nesteen tai kaasun siirtymisen läpiviennin kautta, on myös kaapelin päät tiivistettävä.

Putkeen asennetut eristepäällysteiset johtimet sallitaan vain ulkomailta tuoduissa laitteistotoimituksissa, kun laitteisto on tehty kansainvälisen (IEC), alueellisen (CENELEC) tai kansallisen (esim. USA, Kanada) räjähdysvaarallisten tilojen erikoisputkiasennusjärjestelmän mukaisesti. Lisäksi tällainen asennus sallitaan lyhyehköllä matkalla siirryttäessä edellämainitun putkiasennusjärjestelmän laitteesta kaapeliasennusjärjestelmään.

Johdon liittäminen on tehtävä siten, että räjähdysuojausta ei vaaranneta. Johdon sisäänvientikohta laitteeseen on tarvittaessa tiivistettävä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä tiettyihin putkiasennusjärjestelmiin (conduitsystem) tarkoitettujen, yleensä räjähdyspaineen kestävien laitteiden liittämiseen.

Johtojen ja johtimien jatkokset — Exi-johtimien jatkoksia lukuunottamatta — saa tehdä vain hyväksyttyjä liittimiä käyttäen sekä hitsaamalla tai kovajuottamalla. Jatkosten on kestättävä myös tilan lämpötilojen ja kemiallisten aineiden aiheuttamat rasitukset.

Monilankaisia tai hienolankaisia johtimia käytettäessä on johtimien päät suojattava siten, että yksittäisiä lankoja ei pääse työntymään ulos liitoksista. Tarkoitukseen voidaan käyttää kaapelikenkiä, hylsyjä tai tarkoituksenmukaisia liittimiä tms. Yksinomaan johdinpäiden juottamista ei kuitenkaan sallita.

Räjähdysvaarallisessa ulkotilassa tai sen yläpuolella ei saa olla avojohtoa tai riippukierrejohtoa. Johdon on oltava sivusuunnassa niin

etäällä, että johdin ei joudu räjähdysvaaralliseen tilaan pylvään kaatuessa tai kulmapylvästä irrotessaan.

B. Alumiinijohtiminen johto

Johto, jonka johdin on alumiinia, sallitaan muissa kuin 0-luokan räjähdysvaarallisissa tiloissa edellyttäen, että:

- Johdinpoikkipinta on vähintään 16 mm².
- Pinta- ja ilmavälit jäävät liitântäkohdassa riittäviksi (ks. 5 § 1).
- Yleiset alumiinijohdinasennuksella asetetut vaatimukset (ks. 24 § 5) otetaan huomioon.
- Liitântä tehdään luotettavasti Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymää T2-luokan siirtymäkaapelikenkää tms. käyttäen, tai sähkölaitteen liittimet on hyväksytty alumiinijohtimille.
- Jatkokset tehdään valujatkoksina tai putkijatkoksina käyttäen T2-luokan liittimiä.

C. Johtolajit

Räjähdysvaarallisessa tilassa voidaan käyttää taulukon 41.2—1 mukaisia johtoja ja kaapeleita. Lämmityskaapeliassenukset, ks. kohta D.

D. Luonnostaan vaarattomien piirien johdot, ks. kohta E.

D. Lämmityskaapeliassenukset

Lämmityskaapeliassenusten on täytettävä seuraavassa esitetty 19 § 3 täydentävät lisävaatimukset.

Asennuksessa on noudatettava kaapelin valmistajan antamia ja Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä asennusohjeita.

Lämmityskaapelia ei saa asentaa 0-luokan tilaan.

Kaapelina on käytettävä metallikerroksella varustettua kaapelia. Metallikerros on suojamaadoitettava ja suojattava korroosiolta.

Kaapeli on asennettava ja sitä on käytettävä niin, ettei ko. tilassa sallittua sähkölaitteen korkeinta pintälämpötilaa ylitetä. Käytettäessä lämpötilarajoitinta tai ylikuormitussuojaa nämä eivät saa olla

Taulukko 41.2. — 1. Räjähdystvaarallisessa tilassa sallitut tavallisimmat johdot ja kaapelit.

Käyttötarkoitus	Kaapelityyppi ¹⁾	
	Mekaanisesti suojattu	Ei mekaanisesti suojattu
Asennus- ja voimakaapelit	MLJRM, APAKM, APYAKMM	MMJ, MMK, AMMK, AXCMK, MCMK, AMCMK
Ohjauskaapelit ²⁾	MLORM	MMO, MCMO, MSMSO
Taipuisat liitäntäjohdot ³⁾		VSB, VSN, VHB
Instrumentointikaapelit ⁴⁾	JAMAK-ARM, KJAAMGM, MAVMU, MVAUGM, AJSPM, TELLU-ARM	KJAAM, MVAU, JAMAK, DATAJAMAK, NOMAK, MSKSO, LVT, MMS, MMSA, MMHM-SI, AJS, TELLU, MCUM

¹⁾ Tyypimerkintä perustuu kansalliseen käytäntöön. Myös muulla tavoin merkittyjen, vastaavaa rakennetta olevien kaapelien käyttö on sallittu. Kaapelien rakenne ja kansainväliset tyypimerkinnot on annettu liitteessä III.

²⁾ Nimellisjännite 450/750 V.

³⁾ Taipuisana liitäntäjohtona hyväksytään myös sähkölaitteeseen kuuluva, lyhyehkö taipuisa muu johto, kun laitteen räjähdysuojaus on tarkastettu ja hyväksytty kyseisen johdon kanssa ja laitetta käytetään tai se on asennettu valmistajan tarkoittamalla tavalla.

⁴⁾ Suurin käyttöjännite 75 V.

itsetoimivasti palautuvaa rakennetta, ja toiminnan on oltava lämpötilan säätäjän toiminnasta riippumaton.

Jokaisessa ryhmäjohdossa on oltava vikavirtasuojakytkin, jonka laukaisuvirta (nimellisvirta) saa ylittää lämmityskaapelin kapasitiivisen vuotovirran enintään 100 mA:lla. Nimellislaukaisuvirta saa kuitenkin olla enintään 300 mA. Vikavirtasuojakytkimen toiminnan tarkastus, ks. 53 § 1.

Lämmityskaapeliryhmään ei saa liittää muuta kuormaa.

Laajassa putkiverkossa on putkistolämmityksestä varoitettava enintään 25 m välein pitkin putkistoa sekä putkiliitosten, laippojen, venttiilien tms. laitteiden luona.

E. Luonnostaan vaarattomien virtapiirien johdot

Luonnostaan vaarattomien (Exi-) virtapiirien johtoasennukset on tehtävä siten, ettei räjähdysuojaus vaarannu muiden virtapiirien vaikutuksesta.

Exi-virtapiirien johtoasennukset on tehtävä kaapelilla, jossa on johtimille yhteinen tai parikohtainen johtava suojavaippa (johdinparin tai kaikkien johtimien ympärillä oleva metallinauha, metallipunos tai yhtenäinen metallivaippa). Uloinna kaapelissa on oltava eriste-vaippa. Kaapelin suojavaipan maadoitus, ks. 41 § 5.

Exi-virtapiirin kaapelissa saa olla vain Exi-virtapiirien johtimia.

Tilaluokkaan 0 menevien Exi-virtapiirien kanssa saman kaapelivaipan sisällä ei saa olla muihin tiloihin kuuluvia Exi-virtapiirejä. Lisäksi käytettäessä tilaluokan 0 kaapeloinnissa monijohdinkaapeleita, on käytettävä kaapeleita, jossa on yhteinen ja parikohtainen suojavaippa.

Tilaluokkien 1 ja 2 Exi-piireihin kuuluvat johtimet saavat olla saman kaapelivaipan sisällä. Jos jokaisella virtapiirillä ei ole omaa suojavaippaa on seuraavien ehtojen oltava täytetty:

- piirien jännite ei vikatapauksessakaan saa ylittää 60 V
- samaan virtapiiriin kuuluvien johtimien on oltava vierekkäin koko kaapelin pituudelta.

Exi-virtapiirin kaapeli on asennettava riittävän etäälle voimakaapeleista. Riittäväksi etäisyydeksi katsotaan yleensä 30 cm enintään 1000 V voimakaapeleista. Sijoitettaessa yli 1000 V järjestelmän voimakaapeleita tai yksivaiheisia kolmivaihetehon syöttöön käytettäviä voimakaapeleita Exi-virtapiirin kaapelien läheisyyteen, on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei räjähdysuojaus vaarannu mainittujen kaapeleiden sähkö- tai magneettikenttien vaikutuksesta.

Exi-virtapiirin johtimien liittimet on sijoitettava vähintään 50 mm etäisyydelle muiden virtapiirien johtimien liittimistä. Jos Exi-virtapiirien ja muiden virtapiirien liittimien välillä käytetään seinämää, mitataan etäisyys seinämän ympäri lyhintä tietä.

Exi-virtapiirien johtimet eivät keskuksessa saa olla samassa johtokanavassa, putkessa tai nipussa muiden virtapiirien johtimien kanssa.

Exi-virtapiirin liittimet, laitteet ja kaapelit on merkittävä selvästi, jotta ne erottuisivat muista virtapiireistä. Tällaiseksi merkinnäksi riittää hyväksytyssä Exi-laitteessa oleva merkintä. Jos Exi-kaapelivaipan merkintään käytetään väritunnusta, on käytettävä vaaleansinistä väriä. Kaapelin väritunnuksen on oltava yhtenäinen tai merkintään on käytettävä sekä kaapeleiden alku- ja että loppupäissä ja enintään 5 m välein vähintään 50 mm leveää väritunnusta. Tällöin on kaapelissa jokaisessa huoneessa oltava ainakin yksi tunnus. Exi-kaapelivaipan väritunnusta ei saa käyttää muissa kaapeleissa.

3. Sähkölaitteen rakenteen on oltava sellainen, että osassa, jonka kanssa räjähdysvaarallinen aine voi joutua kosketukseen, ei esiinny sellaista lämpötilaa, kipinäointia tai valokaarta, joka voi sytyttää sähkölaitteen ulkopuolella olevan aineen.

Myös suojajännitteellä toimivien laitteiden rakenteen on täytettävä tämän pykälän määräykset, sillä suojajännitteen käyttäminen ei poista räjähdysvaaran syntymisen varaa.

Määräykset koskevat myös omalla sähköenergian lähteellä (esim. akulla) varustettua kulkuneuvoa kuten autoa ja trukkia sekä paristovalaisinta ja telemerkkilaitosta, joita käytetään räjähdysvaarallisessa tilassa.

Johtoasennuksen on oltava 41 § 2 mukainen ja muiden sähkölaitteiden rakenteen seuraavissa kohdissa A...C esitettyjen vaatimusten mukainen. Nämä vaatimukset koskevat sekä kiinteää että siirrettävää sähkölaitetta.

Lämmitys- ja kuumennuslaitteessa on oltava mahdollisen termostaatin lisäksi lämpölaukaisija, kuivakiehumissuoja tms, joka erottaa laitteen pysyvästi jännitteettömäksi, jos laitteen pintalämpötila tai kuumennettavan nesteen lämpötila nousee yli sallitun arvon taikka kuumennettavan nesteen pinta laskee liian alas.

Kuumailmapuhallinta käytettäessä on suositeltavaa, että puhallin

moottoreineen sijoitetaan räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolelle. Puhaltimessa on oltava ohjaus- ja varolaitteet, jotka itsetoimivasti huolehtivat siitä, että räjähdysvaaralliseen tilaan puhalletun ilman lämpötila ei voi nousta sellaiseen arvoon, josta voi aiheutua räjähdysvaara. Lisäksi on huolehdittava siitä, että vikatapauksessa, esim. puhallinmoottorin pysähtyessä, räjähdysvaarallisesta tilasta puhaltimeen virtaava ilma ei tule kosketuksiin sellaisten osien kanssa, joiden pintalämpötila voi aiheuttaa räjähdyksen.

Pistokytkimen (myös jatkopistokytkimen) on oltava lukittuva niin, että sitä ei voida sen ollessa jännitteisenä avata eikä sulkea, tai pistokytkimen on oltava muuten tarkoitukseen hyväksytty.

A. Palavat nesteet, kaasut, höyryt ja sumut

Tilaluokka

O-luokan tiloissa saa käyttää ainoastaan rakennetta Exia ja tilaluokkaan hyväksyttyä rakennetta Exs.

1-luokan tiloissa saa käyttää 0-luokan tilassa sallittujen rakenteiden lisäksi kaikkia muitakin räjähdysuojattuja EN-normien mukaisia rakenteita (Exib, Exd, Exe, Exm, Exo, Exp ja Exq) tai vastaavia.

1-luokan tiloissa ei saa käyttää Exn-rakennetta.

2-luokan tiloissa saa 1-luokan tilassa mainittujen rakenteiden lisäksi käyttää mekaanisesti lujia teollisuuskäyttöön tarkoitettuja sähkölaitteita, joiden kotelointiluokka on vähintään IP 54 (pölysuojainen ja roiskevedenpitävä). Oikosulkumoottori saa olla rakennetta IP 44, jos sen liitäntäkotelo on vähintään IP 54.

2-luokan tiloissa saa käyttää myös IEC-julkaisun 79—15 mukaista Exn-rakennetta tai vastaavaa.

Maalaamon 0- (ei kuitenkaan kastomaalausaltaan 0-luokan tilassa) ja 1-luokan tiloissa sallitaan edellämainitusta poiketen kiinteästi asennettu mekaanisesti luja valaisin, jonka kotelointiluokka on vähintään IP 67 (pölynpitävä ja vedenpitävä) edellyttäen, että se on siten sijoitettu, ettei maalisuus pääse suoraan laskeutumaan valaisimen päälle. Lisäksi sallitaan maalaamon 0- ja 1-luokan tiloissa (ei kuitenkaan kastomaalausaltaan 0-luokan tilassa) kiinteitä tai siirret-

täviä räjähdysuojattuja (tavallisesti rakenteen Exe, Exd, tai Exp) valaisimia ja muita laitteita.

Räjähdysryhmät

Räjähdysryhmä (IIA, IIB ja IIC) on räjähdyssojausrakenteilla Exd ja Exi esiintyvä rakenteellinen ominaisuus, joka Exd:llä viittaa suurimpaan sallittuun kotelon rakokokoon ja Exi:llä pienimpään syttymisvirtaan. Palavat nesteet ja kaasut on jaettu vastaavalla tavalla.

Räjähdysryhmästä käytetään myös nimitystä räjähdysluokka.

Sähkölaitteen valinnassa räjähdysryhmän mukaan on Exd- ja Exi-sekä mahdollisesti Exs-rakenteilla otettava huomioon, että laitteen räjähdysryhmä (IIA, IIB ja IIC) on sopiva vaaraa aiheuttaville aineille. Näissä laiterakenteissa on merkintä mille räjähdysryhmälle laite on tarkoitettu. Laitteita saa käyttää taulukon 41.3—1 mukaisesti.

Taulukko 41.3—1. Sähkölaitteen valinta räjähdysryhmän mukaan.

Laitteen räjähdysryhmä	Palavan kaasun tai nesteen räjähdysryhmä, jossa laitetta saa käyttää
IIA IIB IIC	IIA IIA, IIB IIA, IIB, IIC

Taulukko 41.3—2. Eri syttymisryhmien lämpötilat.

Syttymisryhmä	Kaasun (höyryn) syttymislämpötila °C	Sähkölaitteen suurin sallittu pintalämpötila °C
T1	> 450	450
T2	300 ... 450	300
T3	200 ... 300	200
T4	135 ... 200	135
T5	100 ... 135	100
T6	85 ... 100	85

Syttymisryhmät ja pintalämpötilat

Syttymisryhmä (T1...T6) on tietty enimmäislämpötila, joka sähkölaitteelle sallitaan, tai vastaavasti alhaisin lämpötila, jossa räjähdyskelpoinen seos syttyy. Palavat nesteet ja kaasut on jaettu vastaavalla tavalla.

Syttymisryhmästä käytetään myös nimitystä lämpötilaluokka.

Sähkölaitteen valinnassa syttymisryhmän mukaan on kaikilla laitteilla huolehdittava siitä, että laitteen syttymisryhmä on sopiva vaaraa aiheuttaville aineille ja muille tilassa esiintyville palaville materiaaleille. Laitteessa on merkintä, mille syttymisryhmälle se on tarkoitettu. Syttymisryhmän sijasta voidaan ilmoittaa joko aine, jolle laite on tarkoitettu, tai laitteessa esiintyvä lämpötila, jota korkeampi vaaran aiheuttavan aineen syttymislämpötilan on oltava. Laitetta saa käyttää taulukon 41.3—3 mukaisesti.

Taulukko 41.3—3. Sähkölaitteen valinta syttymisryhmän mukaan.

Laitteen syttymisryhmä	Palavan nesteen syttymisryhmä, jossa laitetta saa käyttää
T1	T1
T2	T1, T2
T3	T1, T2, T3
T4	T1, T2, T3, T4
T5	T1, T2, T3, T4, T5
T6	T1, T2, T3, T4, T5, T6

Huoltopistokytkimet

Huolto- ja korjaustöissä saa käyttää muitakin kuin edellä esitetyt vaatimukset täyttäviä pistorasioita, työmaakeskuksia ja siirrettäviä sähkölaitteita laitoksen käytöstä vastaavan henkilön (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä 313/85) luvalla seuraavin edellytyksin:

- Valvotaan, että pistorasioiden sekä työmaakeskuksen sijoituspaikka ja työskentelyalue ovat työskentelyn aikana räjähdysvaarattomia.

- Syöttöpiirissä on lukittava kytkin, joka pidetään lukittuna auki-asennossa laitoksen normaalitoiminnan aikana.
- Kytkin täyttää sijaintipaikkansa tilaluokan vaatimukset.
- Pistorasia tai työmaakeskus varustetaan kilvellä, jossa on esimerkiksi seuraava varoitusteksti.

Pistorasian (työmaakeskuksen) käyttö sallittu kipinävaaran vuoksi vain erikoisluvalla

- Jos kytkin ei sijaitse pistorasian tai työmaakeskuksen välittömässä läheisyydessä, on se varustettava vastaavalla varoituskilvellä.

Muut perusteet

Sähkölaitteen valinnassa on myös otettava huomioon ympäristön asettamat vaatimukset kuten

- poikkeuksellinen ympäristölämpötila (esim. alle -20°C tai yli $+40^{\circ}\text{C}$)
- kosteus ja pöly (riittävä kotelointiluokka, alhainen pintalämpötila)
- kolhaisuvaara (mekaanisesti riittävän luja laite)
- syöpymisvaara (syöpymiskestoinen laite).

B. Palavat pölyt

Pölyräjähdysvaarallisessa tilassa saa käyttää mekaanisesti lujia teollisuuskäyttöön tarkoitettuja sähkölaitteita, joiden kotelointiluokka on vähintään taulukon 41.3—4 mukainen.

Exi-piirissä olevan laitteen kotelointiluokka saa olla IP 20 edellyttäen, että tila on kuiva. Jos laitteen tuntoelimen on oltava kosketuksessa pölyn tai pöly-ilmaseoksen kanssa, saa tuntoelin olla ilman kotelointia.

Sähkölaitteen pintalämpötila saa olla korkeintaan 2/3 kyseessä ole-

Taulukko 41.3—4. Sähkölaitteen kotelointiluokkavaatimukset pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa

Pölyn laatu	10-luokan tila	11-luokan tila
johtava ¹⁾	IP 65	IP 65
eristävä	IP 65	IP 54 ²⁾

¹⁾ Ominaisresistanssi alle $10^3 \Omega m$

²⁾ Oikosulkumoottorin kotelointiluokka saa olla IP 44 edellyttäen, että sen liitännätärasian kotelointiluokka on vähintään IP 54.

van pöly-ilmaseoksen syttymislämpötilasta. Jos pölyn kerääntymistä laitteen pinnoille ei ole tehokkaasti estetty, on pintalämpötilan oltava kuitenkin vähintään 75°C alempi kuin pölyn hehkumislämpötila.

Sähkölaitteet on pyrittävä muotoilemaan ja sijoittamaan siten, että niiden pinnalle ei helposti laskeudu pölyä ja että ne voidaan helposti puhdistaa niille mahdollisesti laskeutuneesta pölystä.

Sähkölaitteiden on kestettävä pölytiloissa esiintyvät rasitukset.

C. Räjähdystarviketilat

Valinta eri tilaluokkiin

A-luokka

A-luokan tilaan saa sijoittaa vain käytön kannalta tarpeellisia sähkölaitteita. Sähkölaitteiden on oltava mekaanisesti lujia, teollisuuskäyttöön tarkoitettuja ja kotelointiluokaltaan vähintään IP 54 (oikosulkumoottori saa olla kotelointiluokkaan IP 44, jos sen liitännätärasia on vähintään IP 54).

B-luokka

B-luokan tilan sähkölaitteiden kotelointiluokan on oltava vähintään IP 54.

Tästä vaatimuksesta poiketen:

- oikosulkumoottorin kotelointiluokka saa olla IP 44, jos sen liitännätärasia on vähintään IP 54

- Exi-piirissä olevan laitteen kotelointiluokka saa olla IP 20 edellyttäen, että tila on kuiva ja laitteen käytön kannalta näin alhainen luokka on perusteltua joko taloudellisesti tai teknillisesti.

Jos laitteen tuntoelimen on oltava kosketuksessa räjähdystarvikkeen kanssa, eikä se tällöin muodosta vaaraa, saa se olla ilman kotelointia.

Tuotantolaitosten valvotuissa tiloissa, joissa räjähdystarvikkeet ja -aineet ovat suljetuissa astioissa, pakkauksissa tai suoraan tuotteen liittyvän tiiviin kannen sisäpuolella siten, että räjähdysaineen pölyämistä tai haihtumista ulkopuoliseen tilaan ei voi tapahtua, sallitaan kuitenkin normaaleja kosketussuojaisia (IP 20) sähkölaitteita kuten pöytävalaisimia, pistorasioita, juottimia, leimaajia jne. Tätä sovelletaan myös laboratoriotiloihin, joissa käsitellään pieniä määriä räjähdystarvikkeita. Tällaiseksi tilaksi ei kuitenkaan katsota myymälävaraston B-luokan tilaa.

Valinta lämpötilan mukaan

A- ja B-luokan tiloissa saa sähkölaitteen pintalämpötila olla 2/3 ko. räjähdystarvikkeen humahduslämpötilasta.

Jos teknillistaloudellisista syistä on välttämätöntä käyttää korkeampaa kuin 2/3 lämpötilaa, saa se kuitenkin olla enintään 90 % ko. aineen humahduslämpötilasta.

Valinta muilla perusteilla

A- ja B-luokan tiloissa on pyrittävä käyttämään sähkölaitteita, joiden pinnalle ei keräänny pölyä tai muuta jäähdytystä huonontavaa likaa, ja joita on helppo pitää puhtaina.

Sähkölaitteen valinnassa on otettava huomioon ympäristön aiheuttamat rasitukset kuten

- ympäristölämpötila
- palava neste tai kaasu
- kosteus, pöly
- kolhaisuvaara
- syöpymisvaara

- tärinä
- staattinen varaus
- sijoituspaikka.

4. Sähkölaite, joka ylikuormitettuna voi aiheuttaa räjähdysen, on varustettava ylikuormitussuojalla.

Sähkölaitteen ylikuormituksen estämiseksi on huolehdittava seuraavista toimenpiteistä:

- Räjähdysvaarallisessa tilassa olevat muut vahvavirtaverkkoon liitetyt sähkölaitteet ja piirit kuin Exi-laitteet ja -piirit on varustettava suojalaitteilla, jotka itsetoimivasti ja nopeasti kytkevät laitteen tai piirin jännitteettömäksi ylikuormitus-, oikosulku- ja maasulkutapauksissa. Automaattinen palautus sallitaan vain 2- ja 11-luokan tiloissa.
- Jos kolmivaiheinen laite voi toimia yksivaiheisena, on liian suuren virran esiintyminen estettävä sopivin suojalaittein.
- Jos automaattinen poiskytkeminen aiheuttaa suurempaa vaaraa kuin laitteen tai piirin jääminen jännitteiseksi, saa poiskytkemisen sijasta käyttää sopivaa hälytyslaitetta edellyttäen, että hälytyksen tarkoitus on yksiselitteisen selvä ja ryhdytään välittömästi toimenpiteisiin vaaran poistamiseksi.
- Moottori on varustettava ylikuormitussuojalla, jonka säätöelin on asetettava siten, että moottori ei voi pitkäaikaisesti ylikuormittua. Ylikuormitussuojaa ei vaadita, jos moottori ei rakenteensa puolesta voi ylikuormitettuna lämmitä ympäristölle vaaralliseen lämpötilaan. Exe-moottorin suojakytkimen valinnassa on otettava huomioon lämpenemisaika t_E (ilmoitettu arvokilvessä) roottori kiinni juuttuneena. Mikäli taajuusmuuttajalla syötetään räjähdysvaaralliseen tilaan sijoitettua moottoria, on ylivirtasuojauksen toteuduttava koko käyttöalueella. Tästä on oltava puoleuttoman koestuslaitoksen antama todistus.
- Muuntaja on varustettava ensiöpuolella olevalla oikosulkusuojalla ja ensiö- tai toisiopuolella olevalla ylikuormitussuojalla.
- Johto on varustettava ylikuormitus- ja oikosulkusuojalla 25 § 2

mukaisesti. Oikosulkusuojan toiminta-aika saa olla enintään 5 s.

- Siirrettävä sähkölaite, jota ei voi yksinkertaisin keinoin varustaa tehokkaalla ylikuormitussuojalla, on irrotettava sähköverkosta välittömästi laitteen käytön jälkeen.

Vaatimukset eivät koske rakennetta Exi, koska se on rakennettu ja mitoitettu niin, ettei se ylikuormituksen tai vian sattuessa voi aiheuttaa räjähdystä.

41 § 5 Sähkölaitteen jännitteelle altis osa on räjähdysvaarallisessa tilassa suojamaadoitettava.

A. Suojamaadoitus

Vioittuneen sähkölaitteen aiheuttamaa räjähdysvaaraa voidaan pienentää rajoittamalla piirin maasulkuvirran suuruutta ja kestoja. Normaalin ylivirtasuojauksen lisäksi voidaan maasulkuvirran vaikutuksia rajoittaa käyttämällä vikavirtasuojakytkintä tai IT-järjestelmää.

TN- ja TT-järjestelmät

Jos räjähdysvaarallisessa tilassa käytetään TN-järjestelmää, on käytettävä TN-S-järjestelmää (ks. liite XIV). Räjähdysvaarallisessa tilassa on suojajohtimen oltava samassa putkessa tai kaapelissa virtajohtimien kanssa. Jos suojajohdinta kuitenkin häiriösuojaus- tms. syystä käytetään sekä suojamaadoittamiseen että häiriösuojaukseen (häiriötön maa, TE), saa käyttää muullakin tavalla asennettua erillistä eristettyä suojajohdinta.

TN-S-järjestelmässä on nollajohtimen ja suojajohtimen välinen eristysresistanssi mitattava ennen järjestelmän käyttöönottoa. Nollajohtimen ja suojajohtimen erillään pysymistä sekä äärijohtimien ja suojajohtimien (maan) välistä eristystä on valvottava esimerkiksi summavirtamittaukseen perustuvalla vikavirta- ja valvontajärjestelmällä. Ryhmäjohtotason kohteissa (esim. huoltosyvännys) ei valvontajärjestelmää vaadita.

Käytettäessä räjähdysvaarallisessa tilassa käyttömaadoituselektrodista erillistä suojamaadoituselektrodia (TT-järjestelmää), on 1-, 10-

ja A-luokan tilassa käytettävä vikavirtasuojakytkintä. Tämä vaatimus koskee myös alle 50 V jännitteitä. Vikavirtasuojakytkintä ei kuitenkaan vaadita, jos suojamaadoittaminen tehdään potentiaalin-tasausjärjestelmän pisteeseen, josta on vähintään kaksi yhteyttä maadoituselektrodiin ja käytetty jännite on enintään 50 V vaihto-sähköllä tai 120 V tasasähköllä.

TT-järjestelmän käyttö ei ole sallittu 0-luokan tilassa.

IT-järjestelmä

Käytettäessä räjähdysvaarallisessa tilassa IT-järjestelmää on 1-, 2-, 11- ja B-luokan tiloissa käytettävä vähintään hälyttävää maasulun valvontalaitetta 8 § 3 mukaisesti. 0-, 10- ja A-luokan tiloissa on käytettävä nopeasti toimivaa maasulkulaukaisua.

B. Potentiaalintaus

Räjähdysvaarallisessa tilassa on kiinteät metalliset säiliöt, putkistot ja laitteiden metallirungot tai vastaavat laajat metallirakenteet, jotka eivät ole sähkölaitteen jännitteelle alttiita osia, yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään. Myös pienet metallikappaleet (esim. muoviputkissa olevat laipat, venttiilit tai mittalaitteet) on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään, jos staattinen sähkö aiheuttaa vaaraa.

Potentiaalintausausta koskevia vaatimuksia on annettu mm. kauppa- ja teollisuusministeriön palavista nesteistä antamassa päätöksessä (313/85).

Yhtenäiset metallirakenteet on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään vähintään yhdessä kohdassa. Suurilla rakenteilla tarvitaan useampia yhdistyskohtia. Hitsatut, niitatut tai pultein taikka vastaavalla tavalla tehdyt liitokset katsotaan riittävän johtaviksi.

Johtavassa putkistossa voi olla eristäviä laippaliitoksia, tiivisteitä, muita eristeaineisia tai muuten huonosti sähköä johtavia putkiston osia taikka potentiaalintasausjärjestelmän johtava yhteys voi katketa poistettaessa tilapäisesti tai pysyvästi jokin putkiston osa. Tällaiset kohdat on ohikytkestävä johtimella tai eri putkiston osat on yhdistettävä erikseen potentiaalintasausjärjestelmään.

0-, 1-, 10- ja A-luokan räjähdysvaarallisessa tilassa on sähkölaitteiden metallikotelot ja rungot yhdistettävä erillisellä johtimella potentiaalintasausjärjestelmään. Yhdistäminen on tehtävä, vaikka jännitteelle alttiit osat on suojamaadoitettu. Tämä vaatimus ei koske 1-luokan tilassa olevia sähkölaitteita, jotka on asennettu niin, että ne ovat luotettavasti johtavassa yhteydessä maadoitettuihin rakennesoihin.

Suojajännitteisten laitteiden metallikotelot tms. on yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään. Tämä vaatimus ei koske 2-, 11- ja B-luokan tilassa olevia sähkölaitteita.

Potentiaalintasausjohtimen johtokyvyn on oltava vähintään 10 mm² kuparia vastaava. Pienten laitteiden yhdistämiseen tai lyhyellä matkalla voidaan käyttää 4 mm² kuparijohdinta. Pääpotentiaalintasaus, ks. 9 § 5 kohta B.

Potentiaalintasausjärjestelmä on yhdistettävä sähköverkon maadoitusjärjestelmään.

Eristepäällysteisen potentiaalintasausjohtimen on oltava kelta-vihreäraitainen.

C. Luonnostaan vaarattomat virtapiirit (Exi)

Luonnostaan vaarattomat virtapiirit ovat joko maadoittamattomia tai maadoitettuja. Jos luonnostaan vaaraton virtapiiri kytketään vähintään 15 kΩ vastuksen kautta maahan esimerkiksi staattisen sähköön poistamiseksi, tätä virtapiiriä ei pidetä maadoitettuna.

Maadoitus tehdään yhdistämällä maadoitettava virtapiiri laitoksen maadoitus- tai potentiaalintasausjärjestelmään joko räjähdysvaarallisessa tilassa tai sen ulkopuolella. Samassa galvaanisesti yhtenäisessä järjestelmässä on käytettävä vain toista mainituista kahdesta maadoitustavasta maavirtasilmukoiden välttämiseksi.

Diodirajoittimien maadoitusliittimet on kytkettävä lyhintä tietä maadoitus- tai potentiaalintasausjärjestelmään. Jos diodirajoittimet asennetaan kiskoon, tämä kisko on asennettava maasta eristetysti. Maadoitusjohtimena on käytettävä eristepäällysteistä kelta-vihreäraitaista johdinta, jonka poikkipinta vastaa suurinta mahdollista maasulkuvirtaa, kuitenkin vähintään 1,5 mm² kuparia. Vaarallisten

potentiaalierojen välttämiseksi kyseisen maadoitusjohtimen (yhdysjohtimen) johdinresistanssi saa olla enintään 1Ω . Maadoitusjohdin on asennettava tai suojattava siten, ettei se ole alttiina vahingoittumiselle.

0-, 10- ja A-luokan tilassa on luonnostaan vaarattomien laitteiden metallikotelot yhdistettävä potentiaalintasausjärjestelmään vähintään $1,5 \text{ mm}^2$ kuparijohtimella.

Luonnostaan vaarattoman virtapiirin kaapelin johtava suojavaippa on yhdistettävä diodirajoittimen maadoituskiskoon tai suoraan maadoitus- tai potentiaalintasausjärjestelmään samassa kohdassa, missä luonnostaan vaaraton virtapiirikin. Jos virtapiiriä ei ole maadoitettu, suojavaippa yhdistetään potentiaalintasausjärjestelmään räjähdysvaarallisessa tilassa tai sen ulkopuolella, mutta vain yhdessä kohdassa. Muualla kuin maadoituskohdassa on kaapelien johtavien suojavaippojen oltava maasta luotettavasti eristettyjä.

Monijohdinkaapelin käyttämättömät johtimet on maadoitettava samalla tavalla kuin kaapelin suojavaipat.

VI luku. Ilmajohdot

Tämän luvun pykäliin kuuluvat Sähkötarkastuskeskuksen vahvistamat soveltamismääräykset sekä täydentävät ohjeet ja selitykset on esitetty Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa A 4.

42 § Johdon rakenne

1. Ilmajohdon ja sen eri osien sähköisen ja mekaanisen lujuuden on oltava niiden mahdollisen vaurioitumisen aiheuttamaan vaaran nähdessä riittävä.

43 § Johdon sijainti ja siitä johtuvat rakennevaatimukset

1. Ilmajohdon rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että sen vahingoittaminen ja ulottuminen käsin tahi tavanomaisten apu-, työ- tai liikennevälineiden välityksellä johdon paljaisiin jännitteisiin osiin tai vaarallisen lähelle niitä on riittävästi estetty. Ilmajohdon johtimien on oltava riittävän etäällä kasvavista puista.

2. Ilmajohdon rakenteesta ja sijainnista ei liikenneväylän läheisyydessä saa aiheutua vaaraa liikenteelle.

3. Ilmajohdon rakenne ja sijainti eivät toisen ilmajohdon tai muun johdon läheisyydessä saa vahingoittaa toista johtoa eikä aiheutaa sen välityksellä vaaraa.

4. Eri järjestelmiin tai virtapiireihin kuuluvien johtojen ollessa kiinnitettyinä yhteisiin pylväisiin on pidettävä huolta siitä, ettei yhteispylväsrakenteesta aiheudu vaaraa.

5. Ilmajohdot ei saa sijaita paikassa, jossa se on vaarana yleiselle turvallisuudelle.

44 § Erinäisiä määräyksiä ilmajohdoista

1. Ilmajohdoton kuulumattomien sähkölaitteiden ja muiden laitteiden sijainnista pylväässsä ei saa aiheutua vaaraa.

VII luku. Erikoislaitokset

45 § Tilapäislaitos, kuljetettava laitos, telemerkkilaitos ja erikoissuurjännitelaitos

1. Tässä pykälässä mainitut laitokset on rakennettava edellisten lukujen määräysten mukaisesti. Näiden laitosten erikoislaadun huomioon ottaen Sähkötarkastuslaitos r.y., jäljempänä Sähkötarkastuslaitos, voi kuitenkin asettaa niille turvallisuuden kannalta lisävaatimuksia, jotka katsotaan hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaran välttämisen kannalta tarpeellisiksi, tai sallia näistä määräyksistä poikkeuksia, jos tarkoitettu turvallisuus muulla tavoin saavutetaan.

I. TILAPÄISLAITTEISTO

Tilapäislaitteisto on sähkölaitteisto, joka ei ole tarkoitettu pysyväksi ko. käyttöpaikalla, vaan joka tietyn, jo ennakolta rajoitetuksi ajaksi tarkoitetun työn tai toiminnan päätyttyä puretaan.

Tilapäislaitteiston käyttäminen voi tulla kysymykseen talon, tien, sillan tms. rakennustyössä, maan ja vesistön rakennus- tai perkaustyössä sekä tilapäisesti pystytetyssä urheilu-, näyttely-, kokous-, sirkus-, tivoli- tms. rakennelmassa, jossa koko rakennelma on väliaikainen tai purettuna siirrettävä taikka jossa pysyvään rakennukseen tai rakennelmaan pystytetään tilapäisiä lisärakennelmia sähkölaitteineen. Tilapäislaitteisto voi myös olla väliaikainen erikoisvalaistuslaitteisto kuten koristevalaistus taikka tilapäinen julkisivun tai julkisella paikalla olevan joulukuusen tms. erikoisvalaistus.

Tilapäislaitteistoja koskevia määräyksiä ei sovelleta kuljetettavaan laitteistoon (ks. kohta II) eikä elementteinä purettaviin ja toiseen paikkaan siirrettäviin rakennuksiin, esimerkiksi ns. viipalekouluihin. Pysyvään sähkölaitteistoon tilapäisesti liitettävää, siirrettävää kulutuskojetta tai moottoria taikka Sähkötarkastuskeskuksen lajikoestuksessa hyväksymää valaisinketjua ei myöskään katsota tämän pykälän tarkoittamaksi tilapäislaitteistoksi.

A. Virtajärjestelmä ja kosketusjännitesuojaus

Tilapäislaitteisto voidaan joko liittää toisen laitteiston verkkoon tai sillä voi olla oma sähköenergian lähde kuten polttomoottorin käyttämä generaattori.

Tilapäislaitteiston maadoitukselle sekä ylivirta- ja maasulkusuojaus-
jaukselle ovat voimassa 7 § ja 8 § vaatimukset.

Erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa ovat enintään 1000 V tilapäislaitteistossa voimassa 9 § 1 kohdan *A* vaatimukset seuraavin poikkeuksin tai täydennyksin:

- Olosuhteet veden alla kuten sukellustyömaalla katsotaan yleensä erittäin vaarallisiksi, joissa suojausmenetelmänä on käytettävä suojajännitettä laitteen käyttöjännitteenä, suojaerotusta tai suojaeristystä.
- Sukeltajan käytössä olevan siirrettävän sähkölaitteen suojausmenetelmänä saa ahdasta johtavaseinäistä säiliötä lukuun ottamatta käyttää suojaeristystä.

Kosketusjännitesuojauksen enintään 1000 V tilapäislaitteistossa on vaarallisissa käyttöolosuhteissa täytettävä 9 § 1 kohdan *B* vaatimukset seuraavin poikkeuksin ja täydennyksin:

- Maadoitetussa järjestelmässä 9 § 6 kohdan *B* mukainen suojausmenetelmä (äärijohtimien ja nollassa johtimen summavirran vaikutuksesta toimiva vikavirtasuojakytkin) on suositeltava varsinkin, jos laitteiston eri osien eristystilaa, maadoituksen kuntoa ja nollassa johtimen liitoksia ei säännöllisesti valvo laitteiston haltijan palveluksessa oleva ammattihenkilö, ja laitteistoa käytetään työmaalla, missä käyttöolosuhteet ovat kosteat tai märät ja sähkölaitteet ovat lisäksi alttiina karkealle käsittelylle.
- Ryhmäjohdossa on käytettävä erillistä suojajohtinta johdinpoikkipinnasta riippumatta.
- Siirrettävässä, maadoittamattomassa pienjännitejärjestelmässä voidaan käyttää myös standardin SFS 4936 mukaista 30 mA vikavirtasuojakytkimellä toteutettua suojausmenetelmää, jossa generaattorin ja kulutuskojeiden rungot on yhdistetty toisiinsa suojajohtimien välityksellä (potentiaalintasaus) sekä generaattorin keskipisteeseen vastuksen kautta. Vikavirtasuojakytkintä ja

generaattorin keskipisteeseen yhdistämistä ei kuitenkaan vaadita nimellisjännitteeltään enintään 230 V maadoittamattomassa järjestelmässä, jossa generaattorilla syötetään lyhyillä liitäntäjohtoilla enintään kahta kulutuskojetta, joiden jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on yhdistetty generaattorin runkoon suojajohdinten välityksellä.

Yli 1000 V tilapäislaitteistossa ovat kosketusjännitesuojaukselle voimassa 10 § 1 ja 2 vaatimukset.

B. Jakokeskukset

Jos jakokeskus sijaitsee paikassa, missä se on alttiina mekaaniselle rasitukselle, kosteudelle, vedelle, pölylle tms., keskuksen kuoren on oltava mekaanisesti luja ja rakenteeltaan vähintään roiskevedenpitävä (IP 34). Jos jakokeskus on alttiina karkealle mekaaniselle käsittelylle tai putoaville esineille, se on varustettava lisäsuojuksella. Työmaakeskusten on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia.

Tilapäislaitteisto, joka liittyy pysyvään laitteistoon, on varustettava 3 § 5 tarkoittamalla pääkytkimellä tai muulla laitteella, jolla se voidaan erottaa jännitteettömäksi. Keskuksen on sijaittava lukitussa tilassa, tai sen kytkimen on oltava lukittavissa aukiasentoon.

C. Ilmajohdot

Pienjänniteilmajohtoverkko on rakennettava VI luvun mukaisesti. Pienjänniteriippujohdon saa kuitenkin kiinnittää myös kasvavaan puuhun, jonka paksuus johdon kiinnityskohdassa on vähintään 130 mm. Ilmajohdojen sijoituksessa on esim. rakennustyömaalla otettava huomioon siellä vallitsevat olosuhteet.

On tarkoituksenmukaista, että varsinaisella työ- ja toiminta-alueella ilmajohdot rakennetaan eristepäällysteisiä johtimia tai kaapelia käyttäen. Tarkoitukseen soveltuu mm. sellainen riippujohto, jossa on kannatusköysi ja jossa kaikki virtajohtimet ovat eristepäällysteisiä. Saman johdon uudelleen asentaminen on sallittu vain, jos johdon kunto sitä ennen suoritettussa tarkastuksessa on todettu määrien mukaiseksi. Erityisen huolellisesti on tarkastettava sellainen

johto (esim. AMKA), jossa PEN-johtimeen kiinnitetään ripustuslaitteita. AMKA-johdon käyttöä tilapäisenä ilmajohtona on tämän vuoksi vältettävä.

Tilapäislaitteiston pienjänniteilmajohdon saa rakentaa myös käyttämällä tarkoitukseen vähintään 1,5 mm² VSB- tai VSN- (VSEN-, VSE-, VSVN- tai VSV-) kumikaapelia tai vähintään 6 mm² muovieristeistä ML- tai MK-johdinta. Tällöin on noudatettava seuraavaa:

- Suurin sallittu jänneväli on ML- ja MK-johtimilla 30 m ja kumikaapelilla 15 m.
- Käytettäessä pylväinä sahattua puutavaraa on pienin sallittu koko 125 mm x 125 mm parru.
- ML- ja MK-johdin on kiinnitettävä pylväisiin kuten avojohdon paljas johdin. Kumikaapeli on kiinnitettävä pylvääseen siten, että kiinnityslaitte ei vahingoita sen vaippaa.
- ML- ja MK-johtimen jatkaminen on suoritettava tarkoitukseen hyväksyttyä liitintä käyttäen. Johtimen jatkaminen sitomalla (kiertämällä johdinpäät yhteen) ei ole sallittua. Kumikaapelin jatkamiseen on käytettävä jatkopistokytintä.
- ML- ja MK-johtimen alastulo pylvästä on suojattava mekaaniselta vahingoittumiselta.

Kun pienjänniteilmajohdon virtajohtimet ovat eristepäällysteisiä (esim. AMKK, VSB, VSN, VSEN, VSE, VSVN, VSV, ML ja MK), on johtimien etäisyyden maan pinnasta oltava jänteessä vähintään 3 m, moottoriajoneuvolla liikennöidyn paikan yläpuolella kuitenkin vähintään 5,5 m. Maankaivu- tai siirtokoneen kulkutiellä on tarvittaessa käytettävä suurempaa korkeutta.

Tilapäiset 500 V ilmajohdot saa rakentaa edellä annettuja pienjännitejohtoja koskevia määräyksiä noudattaen edellyttäen, että käytetyt tarvikkeet soveltuvat tälle jännitteelle.

Tilapäiset yli 500 V ilmajohdot on rakennettava VI luvun mukaisesti. Kuitenkin saa enintään 20 kV avojohdon pylväät mitoittaa latvahalkaisijaltaan kuten pienjänniteilmajohdon pylväät.

D. Muita vaatimuksia

Käytettäessä jakokeskusten välillä liitäntäjohtoa sen mekaanisen lujuuden on vastattava vähintään VSB (VSE)-kumikaapelia. Jakokeskuksen ja kulutuskojeen välisenä taipuisana liitäntäjohtona on käytettävä 40 § 1 mukaista liitäntäjohtoa huomioon ottaen ympäristön lämpötilasta johtuvat rajoitukset, joiden mukaan tavallisen PVC-muovieristeisen johdon käyttäminen taipuisana liitäntäjohtona on ulkona kielletty. Ks. myös 24 § 2 ja 31 §. Sukellustyömaan vedenalaisten siirrettävien johtojen on oltava vähintään VSB (VSV) kumikaapelia.

Tilapäislaitteiston koneiden, kojeiden ja tarvikkeiden kotelointiluokan ja suojauksen on yleensä täytettävä samat vaatimukset kuin pysyvässä laitteistossa. Kuitenkin kosteassa tilassa ja kattamattomassa ulkotilassa saa muuna valaisimena kuin käsivalaisimena käyttää eristekuorista lampunpidintä, missä hehkulamppua ei ympäröi suojakupu. Tällainen valaisin (lampunpidin ja hehkulamppu) on koriste-, julkisivu- tms. valaistuksessa sijoitettava vähintään 1,7 m korkeudelle, yleisen kulkutien yläpuolella kuitenkin vähintään 2 m etäisyydelle lattiasta, maan pinnasta tai alustasta, jolla yleisö liikkuu, ellei valaisinta syötetä suojajännitteellä tai virtapiiri ole suojaerotettu. Moottoriajoneuvolla liikennöidyn paikan yläpuolella ko. etäisyyden on oltava vähintään 5,5 m. Liitäntäjohtona saa koriste-, julkisivu- tms. valaistuksessa käyttää VSKB-johtoa sekä lampunpitimien välisenä johtona VSKB-johtoa vastaavaa yksinapaista kumikaapelia. Muovieristeisen hienolankaisen johtimen MKEM 1,5 mm² tai MJK 0,75 mm² käyttö tulee kysymykseen ainoastaan lampunpitimien välisenä johtona edellyttäen, että johdin tai siihen liitetty lampunpidin ei pääse heilumaan eikä lampunpidin ole vain johtimien varaan ripustettuna.

Rakennustyömaalla käytettävien hehkulamppuvalaisimien on oltava vähintään sateenpitävää rakennetta (IP 23).

Rakennustyömaalla tai muissa vastaavan luontoisissa tilapäisissä kohteissa saa pistorasian 6 § 1:stä poiketen sijoittaa alemmaksi kuin 1,7 m, jos työmaalle on asiattomien pääsy kielletty.

Sukellustyömaan kaikkien vedenalaisten sähkölaitteiden on oltava Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymiä.

Tilapäislaitteistoa pystytettäessä, huollettaessa, purettaessa ja tarkastettaessa on noudatettava 47 ... 51 § ja 53 § määräyksiä.

II. KULJETETTAVA LAITTEISTO

Kuljetettava laitteisto on kulkuneuvon tai alukseen taikka pyörillä, jalaksilla tai muulla tavoin purkamattomana toiseen paikkaan aika-ajoin siirrettävään vaunuun tai muuhun rakennelmaan pysyvästi asennettu sähkölaitteisto.

Mm. moottoriajoneuvoon tai siihen liitettävään vaunuun, johdinautoon, raitiovaunuun, junaan, vedessä tai ilmassa liikkuvaan alukseen taikka asuntovaunuun pysyvästi asennettu sähköverkko laitteineen on kuljetettava laitteisto. Myös paikasta toiseen purkamattomana siirrettävään tuotantokoneistoon kuten kivenmurskaamoon taikka asfaltin valmistus- tai levityslaitokseen pysyvästi asennettu sähköverkko laitteineen on kuljetettava laitteisto. Kuljetettavaksi laitteistoksi luetaan myös paikasta toiseen purkamattomana aika-ajoin kuljetettava kytkinlaitos. Hissiiä, nosturia tms., joka vakituisesti toimii samalla rajoitetulla liikkuma-alueella, ei kuitenkaan katsota kuljetettavaksi laitteistoksi. Sähköllä toimivista hisseistä, erikoishisseistä ja niihin verrattavista siirtolaitteista on kauppa- ja teollisuusministeriö antanut erilliset päätökset.

A. Sähkön saantia varten kiinteään verkkoon liitettävä kuljetettava laitteisto

Matkailuperävaunujen ja miehistövaunujen sähköasennuksista on Sähkötarkastuskeskus antanut yhteispuhjoismaisiiin suosituksiin perustuvat vaatimukset tiedonannolla T 52.

Kuljetettavassa laitteistossa on erittäin vaarallisissa käyttöolosuhteissa käytettävä 9 § 1 kohdan *A* mukaista suojausmenetelmää.

Jos kuljetettava laitteisto liitetään kiinteään pienjänniteverkkoon, jossa 9 § 5 mukaiset nollausehdot on täytetty, siinä voi vaarallisissa käyttöolosuhteissa 9 § 1 kohdan *B* mukaisesti käyttää nollausta. Laitteiston rakenteessa on tällöin noudatettava seuraavia, I... VI lukujen määräyksiä täydentäviä määräyksiä:

- a. Liittäminen on suoritettava taipuisan liitäntäjohtodon avulla, joka yhdistetään kiinteään verkkoon pistokytkimen välityksellä. Jos kuljetettava laitteisto on teholtaan suuri tai sitä joudutaan vain harvoin siirtämään, liittämisen saa tehdä myös puolikiinteästi. Eräissä tapauksissa voi myös kiinteä liitäntä esim. riippukaapelilla tulla kysymykseen.
- b. Taipuisana verkkoliitäntäjohtona on käytettävä johtolajeja VSB tai VSN (VSVN, VSV). Jos pistokytkimellä liitettävä kuljetettava laitteisto käsittää vain lämpökuormaa, ja liitäntäteho on enintään 3,5 kW, liitäntäjohtona saa käyttää myös johtolajeja VSEN tai VSE ja johdinpoikkipinnan ollessa vähintään 1,5 mm² johtolajeja VSKN tai VSKB. Liitäntäjohtodon katkeamisvaaran estäminen ja käytettävän kaapelikelan halkaisija, ks. 31 § 1.
- c. Kun liittäminen suoritetaan pistokytkimellä, kiinteässä verkossa on oltava suojakosketinpistorasia. Tämän pistorasian on oltava suojattu kiinteässä verkossa enintään sen nimellisvirran suuruisella ylivirtasuojalla.
- d. Kun liittäminen suoritetaan puolikiinteästi, liitäntäjohtodon läpiviennin ja sen kuljetettavan laitteiston puolella olevan osan on täytettävä 32 § 2 mukaiset vaatimukset.
- e. Kuljetettavan laitteiston sähköverkko on varustettava 3 § 5 mukaisella pääkytkimellä. Pääkytkin on sijoitettava helposti luokse päästävään paikkaan lähelle verkkoliitäntäjohtodon päätekohtaa. Jos kuljetettava laitteisto liitetään kiinteään verkkoon kaksiasentoisella pistokytkimellä, pääkytkimen on erotettava ja yhdistettävä verkkoliitäntäjohtodon kaikki virtajohtimet. Pääkytkimen jälkeiset kytkimet saavat yksivaiheisessa johdossa olla yksinapaisia ja kolmivaiheisessa johdossa kolminapaisia.
- f. Sähköverkko on välittömästi pääkytkimen jälkeen varustettava ylivirtasuojalla. Ylivirtasuojan on suojattava jokaista virtajohtinta, jos kuljetettava laitos liitetään kiinteään verkkoon kaksiasentoisella pistokytkimellä. Jos verkko käsittää useita ryhmäjohtoja, jokainen näistä on suojattava erikseen. Suuressa kuljetettavassa laitteistossa verkko on jaettava tarvittaessa pää-, nousu- ja ryhmäjohtoihin ylivirtasuojineen sekä pää- ja alakeskuksineen.
- g. Pääkytkintä ei kuitenkaan vaadita, jos kuljetettava laitteisto liite-

tään kiinteään verkkoon enintään 16 A pistokytkimellä. Ylivirtasuojaa ei myöskään vaadita, jos kuljetettava laitteisto käsittää vain sähkölämpökojeita ja liitetään kiinteään verkkoon enintään 16 A pistokytkimellä.

- h.* Jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on yhdistettävä suojajohtimella PEN-johtimeen vasta kiinteässä verkossa. Suojajohtimet on tätä varten tuotava kulutuskojeiden ja tarvikkeiden (kuten pistorasioiden) suojamaadoitusliittimistä virtajohtimen kanssa samassa asennusputkessa tai yhteisen johtovaipan sisäpuolella jakokeskuksen tms. suojakiskoon tai -liittimeen. Tähän kiskoon (liittimeen) on yhdistettävä myös sen kulkuneuvon tai siirrettävän rakennelman mahdollinen metallirunko tai -kori, johon kuljetettava laitteisto on sijoitettu. Kisko yhdistetään liitäntäjohdossa olevan erillisen suojajohtimen välityksellä PEN- tai suojajohtimeen kiinteässä verkossa.
- i.* Kulkuneuvon tai siirrettävän rakennelman metallirunkoa ei saa käyttää suojajohtimena. Sähkölaitteiden kosketeltavat metalliosat saa kiinnittää em. metallirunkoon, mutta ne on siitä huolimatta suojamaadoitettava erillisen suojajohtimen välityksellä.
- j.* Käyttöolosuhteet ovat kuljetettavassa laitteistossa vaaralliset 9 § 1 kohdan *B* mukaisissa tapauksissa sekä lisäksi silloin, kun sähkölaitteen käyttöpaikalla voi samanaikaisesti koskettaa sähkölaitetta ja kulkuneuvon tai siirrettävän rakennelman metallirunkoa tai siihen johtavassa yhteydessä olevia muita metallirakennelmia. Käyttöolosuhteet ovat vaaralliset myös silloin, kun em. metallirunkoa tai -rakennelmaa voi koskettaa maasta tai johtavalta alustalta.

Jos kuljetettava laitteisto liitetään kiinteään pienjänniteverkkoon, jossa ei saa käyttää nollausta, laitteiston ja sitä syöttävän kiinteän verkon osan on vaarallisissa käyttöolosuhteissa täytettävä seuraavat vaatimukset:

- k.* Kuljetettavaa laitteistoa syöttävän verkon osan (liittymispisteen kuten pistorasian) on kuuluttava 9 § 2, 9 § 6 tai 9 § 7 mukaisella suojausmenetelmällä suojattuun järjestelmään. Ko. suojalaitteen kuten suojajännitemuuntajan, vikavirtasuojakytkimen tai vikajännitesuojakytkimen on oltava asennettu kiinteään verk-

koon. Kuljetettavan laitteiston jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja metallirunko on 9 § 6 tai 9 § 7 mukaista suojausmenetelmää käytettäessä yhdistettävä liitäntäjohdossa olevan erillisen suojajohtimen välityksellä kiinteässä verkossa olevan pistorasian tms. suojakoskettimeen tai maadoitusliittimeen ja kiinteään verkon suojajohtimen välityksellä edelleen suojamaadoitukseen, viikajännitesuojakytkimen laukaisukäämiin tms. Kuljetettavan laitteiston metallirungon saa lisäksi maadoittaa omaan maadoituselektrodiin. Kuljetettavaan laitteistoon saa asentaa lisäsuojalaitteita, jos esimerkiksi sen verkon eri osat halutaan erottaa selektiivisesti. Muilta osin on laitteiston rakenteessa noudatettava edellä kohdissa *a . . . j* esitettyjä määräyksiä.

Kun useita kuljetettavia laitteistoja liitetään kiinteään laitteistoon, jokainen niistä on liitettävä omalla liitäntäjohdolla. Kuljetettavia laitteistoja ei siis saa liittää sarjaan. Tämä kielto ei kuitenkaan koske seuraavassa kappaleessa mainittuja laitteistoja.

Jos kuljetettava laitteisto liittyy kiinteään laitteiston ajolankaan tai virroituskiskoon kuten sähköjuna, raitiovaunu tai johdinauto, Sähkötarkastuskeskus voi myöntää poikkeuksia edellä esitetystä vaatimuksista.

Moottoriajoneuvon sähkölämmityslaite, ks. kohta C.

B. Sähkön saannissa kiinteästä verkosta riippumaton kuljetettava laitteisto

Vedessä liikkuvan, Suomessa rekisteröidyn aluksen rakenteessa on noudatettava I . . . V lukujen määräyksiä. Jos aluksessa on metallirunko, jonka osat ovat hitsaamalla tai ennen osien maalaamista pultein, niittaamalla tai muulla luotettavan yhteyden takaavalla menetelmällä liitetyt toisiinsa, runko rinnastetaan 11 § 5 mukaiset vaatimukset täyttävään maadoituselektrodiin. Sähkölaitteen käyttöolosuhteet ovat metallirunkoisessa aluksessa usein vaaralliset tai erityin vaaralliset, ks. 9 § 1. Metallirunkoa ei yleensä saa käyttää virtajohtimena, paitsi jännitteen ollessa enintään 25 V. Jos aluksen pituus on Merenkulkuhallituksen käyttämien määritelmien mukaisesti 24 m tai suurempi ja alus on luokitettu, sen sähkölaitteiston saa

I... V lukujen määräyksistä poiketen rakentaa luokitusseuran sen luokan määräysten mukaan, minkä mukaan alus on luokitettu.

Moottoriajoneuvon tai kiskoilla liikkuvan kulkuneuvon sähkölaitteiston rakenteessa on noudatettava I... V lukujen määräyksiä. Jos sähköenergiälähteen jännite on enintään 25 V, kulkuneuvon metallirunkoa saa käyttää virtajohtimena.

Jos kulkuneuvolla liikutaan tai sen sähkölaitteita muuten käytetään räjähdysvaarallisessa tilassa, kulkuneuvon sähkölaitteiden rakenteen on oltava 41 § 3 mukainen.

Ilma-aluksen sähkölaitteistoon nähden noudatetaan, mitä siitä on erikseen säädetty.

C. Omalla sähköenergian lähteellä varustetun kuljetettavan laitteiston liittäminen kiinteään verkkoon

Kun omalla sähköenergiälähteellä varustetun kulkuneuvon sähkölaitteisto liitetään sähkön saantia varten esim. korjaamolla, pysäköintipaikalla, rautatieasemalla, satamassa tai lentokentällä kiinteään pienjänniteverkkoon, kulkuneuvon sähkölaitteiston on oltava kohdan A mukainen. Moottoriajoneuvo siihen kuuluvine sähkölaitteineen rinnastetaan tällöin kuitenkin yhteen siirrettävään sähkölaitteeseen edellyttäen, että ajoneuvon kaikki sähkölaitteet on kiinnitetty tai yhdistetty sen metallirunkoon. Usein on tarkoituksenmukaista, että kulkuneuvon sähkölaitteistosta vain osa liitetään kiinteään verkkoon. Vaatimukset koskevat silloin ainoastaan liitettävää osaa.

Moottoriajoneuvon sähkölämmitystä käytettäessä on seuraavien vaatimusten oltava täytetty:

- a. Moottoriajoneuvoon kiinteästi asennettavan tai muuten sen lämmitykseen käytettävän, vahvavirtaverkkoon liitettävän moottorin tai sisätilan lämmittimen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymää rakennetta.
- b. Moottoriajoneuvoon asennettujen sähkölämpökojeiden syöttämiseen saa käyttää vain Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymää kojepistokytintä, jonka molemmat osat, jatkopistorasia ja kojevastake sekä liitosjohto ja suojakosketinpis-

totulppa on toimitettava lämmittimen mukana. Moottoriajoneuvon runko on suojamaadoitettava yhdistämällä se suojajohtimella pistokytkimessä olevaan suojakoskettimeen.

- c. Lämmittimen valmistajan on toimitettava lämmittimen mukana sellaiset yksityiskohtaiset asennusohjeet ja -piirustukset, että autosähköasentaja voi suorittaa lämmittimen mekaanisen kiinnittämisen erilaisiin moottoriajoneuvoihin tarkoituksenmukaisella tavalla. Lämmittimen sähköisen kytkentätöön saa suorittaa vain henkilö, jolla on tähän työhön riittävä ammattitaito.
- d. Lämmittimen liitäntäjohtona on käytettävä poikkipinnaltaan vähintään 1,5 mm² kumikaapelia VSB, VSN, VSKN tai VSKB. Muovieristeisen johdon käyttäminen on sen huonon pakkaskeskeisyyden vuoksi kielletty. Liitäntäjohtoon tulee olla vähintään 2,5 m pitkä, eikä siinä saa käyttää jatkopistokytkeitä.
- e. Lämmityspistorasiana on käytettävä 10/16 A suojakosketinpistorasiaa. Jos pysäköintialue varustetaan lämmityspistorasiain, on suositeltavaa, että jokainen ajoneuvopaikka niin ajoneuvosuojaus- kuin avokatoksessa ja kattamattomalla pysäköintialueella varustetaan omalla lämmityspistorasialla. Ulos pysäköidyn moottoriajoneuvon lämmityspistorasiana ei saa käyttää rakennuksen sisällä tai kerrostalon parvekkeella olevaa pistorasiaa. Autokatoksissa on alle 1,7 m etäisyydelle maan pinnasta tai alustasta sijoitettavat pistorasiat sijoitettava lukittuun kaappiin tai koteloon, ellei kysymyksessä ole Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymä turvapistorasiasia, ks. 6 § 1.

Kun omalla sähköenergialähteellä varustettu kuljetettava laitteisto syöttää kiinteää verkkoa tai ao. kulkuneuvon tai rakennelman ulkopuolella sijaitsevaa sähkölaitetta, kuljetettavan laitteiston ja näin muodostuvan järjestelmän on täytettävä kiinteälle laitteistolle asetetut vaatimukset.

III. TELEMERKKILAITTEISTO

Telemerkkilaitteisto on merkinantojen, ohjausvirran tai -pulslien siirtoon tarkoitettu laitteisto. Telemerkkilaitteisto voi olla joko vahvavirta- tai heikkovirtalaitteisto.

Telemerkkilaitteistoja ovat mm. prosessinohjaus- ja muut logiikkalaitteistot, merkinanto-, mittaus-, ohjaus- ja turvalaitteistot, kuten kaiutin-, kutsumerkki-, käytönvalvonta-, kiinteistövalvonta-, kulunvalvonta-, keskuskello- ja lukitsemislaitteistot, huone- ja porttipuhelimet sekä paloilmoitus- ja kattilahälytyslaitteisto. Näissä määräyksissä telemerkkilaitteistoihin ei kuitenkaan lueta radio- eikä televisiolaitteita, jotka katsotaan pienjännite- tai erikoissuurjännitekulutuskorkeiksi, eikä televerkkojen rakennemääräysten mukaisia laitteita.

Seuraavat vaatimukset koskevat vahvavirtatelemerkkilaitteistoja.

Kun laitteiston nimellisjännite on yli 75 V, siinä käytettävien tarvikkeiden on oltava vahvavirta-asennukseen tarkoitettuja ja hyväksyttyjä tarvikkeita ja siinä on noudatettava I . . . VI lukujen sekä VII luvun 45 § kohtien I ja II vaatimuksia.

Räjähdysvaarallista tilaa lukuun ottamatta saa telemerkkilaitteistossa poiketa I . . . VI lukujen sekä VII luvun 45 § kohdissa I ja II annetuista vaatimuksista, jos laitteiston nimellisjännite on enintään 75 V. Sisäasiainministeriön pelastusosasto on lisäksi antanut automaattisia paloilmoituslaitteistoja koskevia lisävaatimuksia (ks. sisäasiainministeriön päätös automaattisista paloilmoituslaitoksista). Lueteltuja poikkeuksia lukuun ottamatta on enintään 75 V telemerkkilaitteistossa noudatettava seuraavaa:

A. Maadoitus ja maasulkusuojaus

Jos telemerkkilaitteiston virtapiiri maadoitetaan, maadoittaminen on tehtävä keskeisessä paikassa, esim. jännitelähteen luona. Jos laitteiston toiminta kuitenkin edellyttää useita maadoituksia, tästä vaatimuksesta saa poiketa.

Maadoituksen on täytettävä 11 § mukaiset vaatimukset.

Telemerkkilaitteistossa ei vaadita maasulun hälytys- eikä erotuslaitetta. Maasulku ei kuitenkaan saa tehdä turvalaitetta tehottomaksi, ks. esimerkiksi 16 § 1.

B. Kosketusjännitesuojaus

Vaarattomissa ja vaarallisissa käyttöolosuhteissa ei kosketusjännitesuojastoimenpiteitä telemerkkilaitteistossa vaadita. Erittäin vaaral-

lisissä käyttöolosuhteissa on ryhdyttävä 9 § 1 kohdan *A* mukaisiin suojaustoimenpiteisiin vaarallisen kosketusjännitteen ehkäisemiseksi.

C. Jännitelähde

Vaaran välttämiseksi jännitelähteelle asetetaan seuraavat vaatimukset:

- Nimellisjännitteen ollessa enintään 75 V saa tyhjäkäynti- tai varausjännite olla enintään 100 V.
- Jännitelähteen on oltava luonnostaan oikosulkukestoinen tai se on varustettava luotettavalla ylikuormitussuojalla.
- Telemerkkilaitteisto ei saa olla jännitelähteen kautta tai muuta tietä, mahdollista yhteistä maadoitusta lukuun ottamatta, johtavassa yhteydessä toiseen laitteistoon eikä alttiina sen jännitteelle, ellei vm. laitteisto ole suojajännitteinen. Täten kondensaattoria, hohtolamppua, vastusta tms. sekä tavallista peruseristystä pidetään kiellettynä yhteytenä.
- Syötettäessä telemerkkilaitteistoa muusta kuin suojajännitteisestä laitteistosta syöttö on tehtävä suojamuuntajan (ks. 17 § 2) tahi sellaisen välimuuntajan kautta, jossa ensiö- ja toisiokäämitysten välissä on ensiöjännitteen pääsemisen toisiopiiriin tehokkaasti estävä metallinen suoja taikka mekaanisesti kytketyn moottorigeneraattorin välityksellä. Välimuuntajaa käytettäessä sen käämitysten välisen metallisen suojan on oltava suojattu syöttävän järjestelmän jännitteeltä 9 § 5, 6 tai 7 mukaisesti ottaen lisäksi huomioon 9 § 8 vaatimukset. Telemerkkilaitteiston katsotaan alkavan ko. muuntajan toisiopuolen tai generaattorin liittimistä. Telemerkkilaitteistoon lasketaan kuuluvaksi akku tai muu jännitelähde, joka syöttää vain telemerkkivirtapiirejä.

D. Johtolaji

Telemerkkilaitteiston johtojen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia

- vahvavirtajohtoja

- puhelinjohtoja, ts. puhelinverkkojen rakennemääräysten mukaisia johtoja
- tai varsinaisia telemerkkijohtoja.

Telemerkkilaitteiston johtoja eivät koske 24 § 7 mukaiset värirajoitukset. Kelta-vihreäraitaista johdinta saa kuitenkin käyttää vain suojajohtimena.

E. Johdinpoikkipinta

Telemerkkilaitteiston virtajohtimella on oltava vähintään taulukon 45.1—1 mukainen poikkipinta tai halkaisija.

Taulukko 45.1—1. Johtimen sallittu vähimmäispoikkipinta tai -halkaisija.

Johdinlaji	Poikkipinta mm ²	Halkaisija mm
Eristepäällysteinen kuparijohdin eristimillä	1,5	—
Eristepäällysteinen kuparijohdin muualla kiinteässä asennuksessa	—	0,5
Siirrettävä eristepäällysteinen kuparijohdin	0,15	—
Kerrattu eristepäällysteinen pronssijohdin	0,5	—
Avojohton kuparijohdin	—	2,5
Avojohton pronssi-, kadmiumkupari- tai teräs- kuparijohdin	—	1,5
Avojohton sinkitty teräsjohtin	—	2,0

F. Johtimien asentaminen

Telemerkkilaitteiston johtimien asennustavassa sallitaan seuraavat poikkeukset 27 § ja 30 § vaatimuksista:

- Eristepäällysteiset johtimet saa kiinnittää suoraan asennusaluksaansa ilman eristimiä tai asentamatta niitä asennusputkeen. Lakkausta tai emalointia ei tässä yhteydessä kuitenkaan pidetä riittävänä eristykseenä.
- Ilman suojamaadoitettua metallivaippaa olevan kaapelin saa laskea myös maahan tai veteen. Maassa ja matalassa vedessä se on kuitenkin suojattava mekaanista vahingoittumista vastaan.

Saman asennusputken tai yhteisen johtovaipan sisäpuolella olevat johtimet saavat kuulua eri telemerkkivirtapiireihin, vieläpä erillisiin telemerkkilaitteistoihin, ellei tällaista asennustapaa nimenomaan ole jonkin virtapiirin tai laitteiston johtimiin nähden kielletty. Putkeen vedettävät johtimet, ks. taulukko 27.2—2.

Telemerkkijohto saa myös olla puhelin-, radio- tai heikkovirtajohdon kanssa samassa asennusputkessa tai yhteisen johtovaipan sisäpuolella edellyttäen, että kyseistä heikkovirtalaitteistoa koskevat määräykset sen sallivat.

G. Johtimen ylivirtasuojaus

Kun johtimen poikkipinta on alle $1,5 \text{ mm}^2$, se on suojattava sulakkeella, jonka suurin sallittu nimellisvirta on taulukon 45.1—2 mukainen. Jos jännitelähde on luonnostaan oikosulkukestoinen, oikosulkuvirta enintään 5 A ja tyhjäkäyntijännite enintään 35 V , ylivirtasuojan saa kuitenkin jättää pois.

Taulukko 45.1—2. Johtimen suojaus sulakkeella.

Poikkipinta vähintään mm^2	Sulakkeen nimellisvirta A
0,15	2
0,4	4
0,75	6

Poikkipinnan ollessa vähintään $1,5 \text{ mm}^2$ ovat 25 § 2 vaatimukset voimassa.

Jos saman asennusputken tai yhteisen johtovaipan sisällä on enemmän kuin neljä johdinta, jännitelähteen samaan napaan rinnan kytketyt johtimet on lisäksi suojattava yhteisellä sulakkeella, jonka nimellisvirta on enintään taulukon 45.1—3 mukainen.

Johtimelle edellä sallitut kuormitusarvot koskevat myös nollajohdinta sekä yhteistä paluujohdinta.

Taulukko 45.1 — 3. Johtimien yhteinen suojaus sulakkeella.

Yhteenlaskettu poikkipinta vähintään mm ² Cu	Yhteisen sulakkeen nimellisvirta A
0,3	4
0,75	6
1,5	10
2,5	16
4	20
6	25
10	35
16	63
25	80
35	100

H. Rakenteelle asetetut vaatimukset

Jos samassa laitteessa on osia, jotka osittain kuuluvat tavalliseen vahvavirtajärjestelmään ja osittain telemerkkijärjestelmään, laitteen rakenteen on oltava sellainen, että jännitteen siirtyminen järjestelmästä toiseen on riittävästi estetty, ks. 24 § 4.

Paitsi varsinaisia vahvavirtastandardeja voi telemerkkilaitteiston rakenteessa noudattaa Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä telemerkkilaitteiston rakenne- ja koestusmääräyksiä.

IV. ERIKOISSUURJÄNNITELAITTEISTO

Erikoissuurjännitelaitteisto on vahvavirtalaitteisto, jossa teknillisen tuloksen saavuttamiseksi on käytettävä suurjännitettä, mutta jossa tehontarve on niin pieni, että laitteistoa syötetään pienjänniteverkosta tai pienjännitelähteestä.

Erikoissuurjännitelaitteistoja ovat mm. suurjännitevaloputkilaitteet, sähkösytytteiset öljypoltinlaitteistot, televisiolaitteet, sähköiset, laidunaitaukset, röntgenlaitteistot, sähköllä toimivat savukaasun, pölyn tms. suodattimet, jännitelujuuden koestuslaitteet ja valojäljennöslaitteet.

A. Yleiset vaatimukset

Erikoissuurjännitelaitteiston kotelointiluokan on vastattava sen käyttöpaikan laatua.

Erikoissuurjännitelaitteisto on varustettava kytkimellä, jolla sen voi kaikkinaipaisesti erottaa syöttävästä pienjänniteverkosta. Kiinteän erikoissuurjännitelaitteiston kytkimen on oltava merkitty ko. laitteeseen kuuluvaksi, ja siinä on oltava luotettava asennonosoitus. Siirrettävässä laitteessa saa kytkimenä käyttää myös pistokytintä, jos laitteiston nimellisvirta on enintään 16 A.

Laitteisto on rakennettava sellaiseksi, ettei sen ylikuormittuminen aiheuta vaaraa.

Laitteiston vaarallinen suurjännitteinen osa on sijoitettava siten, ettei sitä voi tahattomasti koskettaa. Suurjännitteinen osa katsotaan vaaralliseksi, jos yhdistettäessä ko. osa maahan tai muuhun kosketettavaan osaan yhdistysjohtimen kautta kulkevan virran tehollisarvo ylittää 3 mA, ellei virta suuren taajuutensa tai lyhyen keston johdosta ole muuten vaaraton.

Jos käytönteknillisistä syistä johtuen vaaralliset suurjännitteiset osat ovat kosketeltavissa, tahattomasti tapahtuvan koskettamisen voi estää siten, että laitetta käyttää vain tehtävään perehtynyt henkilö tilassa, johon sivullisilta pääsy on estetty. Jos teknillisesti on mahdollista, on lisäksi käytettävä muita turvallisuutta lisääviä keinoja kuten valo- ja äänimerkkejä.

Vaarallisia suurjännitteisiä osia sisältävien kiinteiden laitteiden sekä siirrettävien kolmivaiheisten laitteiden jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on suojamaadoitettava. Koska siirrettävän yksivaiheisen erikoissuurjännitelaitteen voi liittää suojakoskettimettomaan pistorasiaan tilassa, jota suurjännitteen kannalta ei voida katsoa vaarattomaksi, laitteen suurjännitepiirin on oltava eristetty kosketeltavista metalliosista tai muuntajan tai muun suurjännitelähteen rakenteen on oltava sellainen, että pien- ja suurjännitepiirien välisen suojaeristyksen vika on erittäin epätodennäköinen.

Erikoissuurjännitelaitteiston käyttö- ja suojamaadoittamisen saa tehdä enintään 1000 V laitosta koskevien määräysten (ks. 11 § 2, kohdat A ja B) mukaisesti, ja maadoittamiseen saa käyttää pienjännitepuolen suojamaadoitusta, 9 § 5 mukaisilla ehdoilla myös PEN-

johtimen välityksellä. Erikoissuurjännitelaitteistossa saa maadoittaa myös äärijohtimen.

Erikoissuurjännitelaitteistossa ei vaadita maasulun hälytys- eikä erotuslaitetta.

Kun laitteiston suurjännitepiirin oikosulkuvirta on hyvin pieni, paljaiden jännitteisten osien etäisyys toisistaan ja muista rakenteista saa muussa kuin palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa olla 5 § 1 sallittua etäisyyttä pienempi, ei kuitenkaan yleensä alle 5 mm lisättynä 3 mm jokaista nimellisjännitteen kilovolttia kohti.

Kun laitteisto on kokonaisuudessaan luotettavasti koteloitu, sen yhteyteen ei vaadita sähkölaitteiden vaarallisuudesta varoittavaa taulua eikä ensiapuohjeita, elleivät ko. laitteita koskevat rakenne- ja koestusmääräykset niitä vaadi.

B. Valoputkilaite

Valoputkilaite on valoa tai muuta säteilyä synnyttävä kaasupurkaukseen perustuva laite, jossa esiintyy yli 1000 V jännite.

Sijainti

Paikkaan, jossa laitetta voi kosketella, saa asentaa vain sellaisia valoputkilaitteita, joiden valoputket on suojattu mekaanisesti lujalla särkymissuojalla. Tässä yhteydessä katsotaan, että laitetta ei voi kosketella, jos etäisyys lähimpään lasiputkeen on

- maasta tai lattiasta vähintään 2,5 m, jonka voi jakaa 1,5 m pystysuoraan ja 1,0 m viistoon osaan, jos näin ulotutaan helpommin,
- kaiteen tai vastaavan liikkumisesteen liikkumista rajoittavasta pinnasta julkisissa tiloissa vähintään 1,25 m ja muissa tiloissa vähintään 0,6 m,
- avautuvan ikkunan aukosta toimistotiloissa tai vastaavissa vähintään 0,2 m ja tiloissa, joissa saattaa oleskella lapsia, vähintään 0,6 m.

Liittäminen verkkoon

Muita kulutuskojeita kuin mainoskilpiä ja kiinteitä sisäpuolisia näyteikkunavalaisimia ei saa liittää valoputkilaiteryhmään. Eri haltijoiden valoputkilaitteet on mahdollisuuksien mukaan kytkettävä eri ryhmille. Valoputkiryhmän varokkeet on merkittävä selvästi.

Saman haltijan samalle ryhmälle kytkettävät valoputkilaitteet saa haaroittaa valoputkilaitteen verkkoliittimillä, jos nämä ovat rakenteeltaan haaroitukseen soveltuvia. Muissa tapauksissa on haaroitus suoritettava valoputkilaitteen ulkopuolella.

Varakytkin

Valoputkilaitte on varustettava paitsi käyttökytkimellä myös itse valoputkilaitteen kanssa samaan tilaan sijoitetulla varakytkimellä. Varakytkin on sellainen kytkin, jolla laitteiston voi erottaa syöttävästä pienjänniteverkosta.

Ulkoseinällä sijaitsevan valoputkilaitteen varakytkin on asennettava noin 3 m korkeudelle ja yleensä samalle seinälle, jolla valoputkilaitte sijaitsee. Varakytkimen rakenteen on oltava sellainen, että sen voi avata tangon avulla maasta käsin.

Jos samalla seinällä on kaksi tai useampia varakytkimiä, ne on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava siten, että on helppo havaita, mikä kytkin kuuluu millekin laitteelle tai laiteryhmälle. Jos varakytkin on vaikeasti löydettävissä, on se merkittävä punaisella värillä.

Yhteistä varakytkintä eri seinillä oleville valoputkilaitteille saa käyttää seuraavissa tapauksissa:

- Kun kysymyksessä on sisäpihan eri seinillä olevat valoputkilaitteet. Kytkin sijoitetaan pihalle tulevan kulkutien läheisyyteen tai muuhun keskeiseen paikkaan.
- Kun laitteita on rakennuksen kahdella vierekkäisellä seinällä, mutta toisella seinällä olevat ovat seinien välisen kulman välittömässä läheisyydessä. Kytkin sijoitetaan tällöin seinien välisen kulman läheisyyteen.
- Kun kysymyksessä on pieni rakennus kuten huoltoasema tai vastaava.

Kukin katolla sijaitseva valoputkilaite on varustettava omalla, sen läheisyyteen sijoitetulla varakytkimellä, lukuun ottamatta pieniä rakennuksia. Näissä riittää yksi, kaikille laitteille yhteinen varakytkin, joka sijoitetaan seinälle, jos rakennuksessa on seinällä olevia laitteita ja katolle, jos rakennuksessa on pelkästään katolla olevia laitteita.

Sisätilassa sijaitseva kiinteä valoputkilaite on varustettava laitteen läheisyyteen sijoitetulla varakytkimellä, jossa on merkintä ”NEON”.

Samaa kytkintä saa käyttää useiden, samaan huoneistoon sijoitettujen valoputkilaitteiden varakytkimenä ja lisäksi niiden käyttökytkimenä. Se voi sijaita seinällä, jolla laitteet ovat, tai jossakin keskeisessä paikassa kuten huoneiston sisäänkäytävän välittömässä läheisyydessä.

C. Öljylämmityslaitteisto

Sähkökäyttöisten öljylämmityslaitteistojen säätö-, tarkkailu- ja valvontalaitteineen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia. Pakollisen ennakkotarkastuksen alaisia ovat asuin-, toimisto-, varasto-, liike- ja niihin verrattavien talokiinteistöjen lämmittämiseen sekä lämmينilman tai höyryn kehittämiseen tarkoitetut sähkökäyttöiset, enintään 400 kg/h öljyä kuluttavat öljylämmityslaitteistot.

Kiinteästi tai puolikiinteästi verkkoon liitettävä öljylämmityslaitteisto on varustettava kaikkinapaisella pääkytkimellä, jolla kaikki laitteistoon kuuluvat osat (myös erilliset öljynsiirto- ja kiertopumput) voi erottaa jännitteestä. Jos samassa käyttötilassa on useampia öljypolttimia, niillä on yhteisen pääkytkimen lisäksi oltava oma käyttökytkimensä. Pääkytkimenä saa käyttää kontaktoria virran ylittäessä 63 A, jos öljylämmityslaitteisto on varustettu paloilmaisimella. Paloilmaisimen ohjaamana öljylämmityslaitteiston pääjohdtoon asennettava kontaktori erottaa laitteiston jännitteettömäksi sekä hälyttää samalla käyttöhenkilön. Jos kiinteistössä on automaattinen paloilmoitukslaitteisto, on öljylämmityslaitteistoa varten asennettava oma paloilmaisin, joka liitetään paloilmoitukslaitteistoon. Ilmaisimet on asennettava siten, että ne toimivat palon sattuessa

riittävän varmasti. Öljypoltin, jonka teho ylittää 200 kg/h, on varustettava polttimen läheisyyteen sijoitetulla paloilmaisimella.

Pääkytkimen tai sen ohjauskytkimen rakenteen ja sijoituksen on täytettävä seuraavat vaatimukset.

Pääkytkin tai sen ohjauskytkin on sijoitettava kattilahuoneen tai öljylämmityslaitteiston muun sijoitustilan sisäpuolelle välittömästi varsinaisen kulkuoven pieleen lukkosivulle siten, että kytkimen voi avata astumatta käyttöhuoneen puolelle. Jos erityisistä syistä kuitenkin kaksiosaisista ovista tms. johtuen kytkintä ei voi sijoittaa tällä tavalla, kytkimen saa sijoittaa normaalina kulkutienä käytetyn oven pieleen käyttöhuoneen ulkopuolelle. Jos ovia on useampia ja ne ovat kulkuteinä samanarvoisia, on muiden ovien pielissä ulkopuolella oltava pääkytkimen sijainnin ilmoittava kilpi.

Pääkytkimen saa sijoittaa myös kattilan yhteyteen edellyttäen, että poltin, kattila ja niihin liittyvät ohjauslaitteet muodostavat yhtenäisen tehdasvalmisteisen koteloidun tyyppihyväksytyn kokonaisuuden.

Öljylämmitteisen lämminilman- tai höyrykehittimen asennuksen teollisuushalliin voi pääkytkimen osalta tehdä myös siten, että po. kytkin sijoitetaan vähintään 5 m suojaetäisyydelle kojeesta ja helposti luokse päästävään ja näkyvään kohtaan. Tällöin on kytkimen välittömään läheisyyteen kiinnitettävä palokaluston merkki.

Pääkytkin tai sen ohjauskytkimen on oltava Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen hyväksymä, ja se on asennettava n. 1,7 m korkeudelle kytkimen käyttötasosta. Valaistus- tms. kytkimiä ei saa asentaa lähemmäksi kuin 0,3 m pääkytkimestä.

Öljylämmityslaitteiston eri osien väliset johdot on mekaaniselle vahingoittumiselle alttiissa paikoissa asennettava metallisiin vähintään lujuusluokan 4 asennusputkiin. Putken ja rasioiden etäisyyden on oltava vähintään 50 mm sellaisista kattilalaitoksen osista, joiden pintalämpötila ylittää normaalikäytössä 30°C. Jos asennusputki kulkee kattilan välittömässä läheisyydessä lattialla, sen on oltava upotettu lattiaan.

Lämmityslaitteistoon kuuluvien sähkölaitteiden kosketeltavat, jännitteelle alttiit metalliosat on suojamaadoitettava nollajohtimesta erillisen suojajohtimen välityksellä.

Öljypoltin, joka on siirrettävissä varsinaiselta käyttöpaikaltaan esim. saranan tai liukukiskojen varassa, tulee varustaa rajakytkimellä, joka erottaa öljypolttimen jännitteestä käännettäessä tai siirrettäessä öljypoltinta pois varsinaiselta käyttöpaikaltaan. Tässä tapauksessa ei rajakytkintä voida korvata työkalulla avattavalla ruuvilla tai salpalaitteella.

Öljypoltinlaitteiston asentamisesta on annettu yksityiskohtaiset ohjeet Sähkötarkastuskeskuksen julkaisussa A 13.

Öljypoltinlaitteiston mukana on toimitettava laitteiston käyttö- ja huolto-ohje sekä sähköteknilliset kytkentäpiirustukset. Laitteiston kytkentätöön suorittavan urakoitsijan velvollisuus on tarkistaa kytkentäpiirustuksen paikkansapitävyys.

Käyttö- ja huolto-ohjeen sekä kytkentäpiirustuksen on oltava kiinnitettynä sellaiselle alustalle, että ne voi pysyvästi ripustaa käyttöhuoneen seinälle. Kytchentätyön suorittaneen urakoitsijan on asennustyön päätyttyä kiinnitettävä ohjeet ja kytkentäpiirustus pysyvästi seinälle tai muuhun säilytyskohteeseen.

46 § Turvalaistuslaitos

Turvalaistus on valaistus, joka tavallisen valaistuksen häiriötilanteessa valaisee huoneistoa tai sen osaa ja poistumistietä riittävän henkilöturvallisuuden saavuttamiseksi. Turvalaistus mahdollistaa turvallisen ulospääsyn, pelastustoimenpiteet ja tietyissä tapauksissa töiden turvallisen lopettamisen. Turvalaistusta käytetään merkkivalaistuksen lisäksi tarvittaessa.

Merkkivalaistus on valaistus, joka osoittaa poistumistiet. Merkkivalaistus toimii tavallisen valaistuksen kanssa yhtä aikaa ja siitä riippumatta.

Varvalaistus on käyttötarkoituksesta riippumaton yleisnimitys valaistukselle, joka tavallisen valaistuksen tarkoituksettomasti sammussa jää palamaan, syttyy itsetoimivasti tai voidaan sytyttää käsin.

1. Huoneistossa, jossa viranomaisen antaman määräyksen mukaan on päävalaistuksen lisäksi oltava turvavalistus, turvavalistuksen jännitelähteen ja virtapiirien on oltava käyttövarmoja.

Merkki- ja turvavalistuslaitteistoa koskevat soveltamismääräykset ja ohjeet on annettu standardissa SFS 4640 (1985) ”Merkki- ja turvavalistus. Laitteet ja vaatimukset”.

Standardi koskee merkki- ja turvavalistuslaitteita ja -järjestelmiä. Standardi koskee myös niitä varavalistuslaitteita ja -järjestelmiä, joita käytetään merkki- ja turvavalistukseen.

Standardissa määritellään myös eri käyttötarkoituksiin soveltuvat merkki- ja turvavalistuksen luokat valaistusvoimakkuustasojen, toiminta-aikojen ja syttymisaikojen osalta.

Standardin SFS 4640 lisäksi merkki- ja turvalaistuksesta on lisäohjeita mm. sisäasiainministeriön julkaisussa ”Ohjeet merkki- ja turvavalistuksesta, S1-luokan sekä S3- ja S6-luokan väestönsuojan teknilliset määräykset” sekä standardissa SFS 4372 ”Lääkintätilojen sähköasennukset”.

Työpaikkojen turvavalaistusta koskevia käännöksiä sisältyy työturvallisuuslakiin. Ohjeita ja neuvoja näiden säännösten soveltamisesta antavat asianomaiset työsuojeluviranomaiset.

VIII luku. Sähkötyöturvallisuus

Työturvallisuusmääräykset (47 . . . 51 §) koskevat sähkölaitteistossa suoritettavia käyttötöimenpiteitä ja niihin verrattavia huoltotöitä (48 §) ja sähkötöitä (49 . . . 51 §) sekä sellaisia muita kuin sähkölaitteistoon kohdistuvia töitä, jotka tehdään paljaiden jännitteisten osien läheisyydessä (49 §).

47 § Töiden ja hoidon valvonta

1. Sähkölaitoksen rakentamiseen, korjaukseen tai hoitoon kuuluvan työn tekijällä on oltava tähän työhön riittävä ammattitaito tai työ on tehtävä tällaisen henkilön valvonnassa. Työnjohdon toimesta on tarvittaessa selostettava työtä tekeväälle henkilölle tai sitä henkilökohtaisesti valvovalle henkilölle laitoksen vaarallisten osien sijainti, vaaran laatu ja vaaran välttämiseksi tarpeelliset turvallisuustoimenpiteet.

A. Yleiset ammattitaitovaatimukset

Henkilö, jolla ei ole kyseiseen työhön riittävää ammattitaitoa, ei saa tehdä yksinkertaistakaan sähkötyötä ilman pätevää henkilökohtaista valvontaa. Tämän yleisen ammattitaitovaatimuksen tarkoituksena on taata sähköturvallisuus työn aikana ja sähköturvallisuuden kannalta riittävän hyvä työtulos (asennus tms.).

Riittävän ammattitaitoisena pidetään henkilöä, joka on saanut sellaisen opetuksen tai käytännön kokemuksen, että hänen katsotaan voivan suorittaa kaikki hänen tehtäväkseen annettavat työt sekä tuntevan ja ymmärtävän sähköturvallisuusmääräysten kyssä olevia töitä käsittelevät kohdat.

Muodolliseen pätevyYTEEN nähden riittävän ammattitaitoisena joko valvomaan tai suorittamaan itsenäisesti *oman alansa sähkötöitä* pidetään mm. henkilöä, joka täyttää jonkin seuraavista vähimmäisvaatimuksista:

- a. Sähköalan diplomi-insinöörin, insinöörin tai teknikon tutkinto.
- b. Sähköasentajan tai -yliasentajan tutkinto (SAKLA), sähköasenta-

jan ammattitutkinto tai ylempi ammattitutkinto (SAKTO), voimajohtoasentajan ammattitutkinto tai ylempi ammattitutkinto (SAKTO) taikka instrumenttiasentajan ammattitutkinto (SAKTO).

- c. Hyväksytysti suoritettu sähkö- tai voimajohtoalan oppisopimus-koulutus.
- d. Ammattikoulun tai sitä vastaavan koulun oppimäärän suoritus sähkövoima-alalla ja sen jälkeen hyväksyttävä työkokemus sähkövoima-alan työtehtävissä seuraavasti:
 - 2-vuotinen koulutus sekä 2 vuotta työkokemusta tai
 - 3-vuotinen koulutus sekä 1 vuoden työkokemus
 Muilta sähköalan linjoilta valmistuneilta asentajilta (esim. automatiikka-, instrumentti- ja puhelin-) edellytetään 3 vuotta hyväksyttävää työkokemusta sellaisissa sähköalan työtehtävissä, joiden sähkötöiden valvomisesta tai itsenäisestä suorittamisesta on kysymys.
- e. Ammattikurssikeskuksen sähkövoima-alan vähintään 60 viikon asentajakurssin suoritus ja sen jälkeen 2 vuotta hyväksyttävää työkokemusta sähkövoima-alan työtehtävissä. Muilta sähköalan kursseilta valmistuneilta asentajilta (esim. instrumenttiasentajilta) edellytetään 3 vuotta hyväksyttävää työkokemusta sellaisissa sähköalan työtehtävissä, joiden sähkötöiden valvomisesta tai itsenäisestä suorittamisesta on kysymys.
- f. Kuuden vuoden hyväksyttävä kokemus sähköalan työtehtävissä ja riittävät alan perustiedot. Yksinkertaisimmissa sähkötöissä, joissa työhön liittyvät yksityiskohdat ovat etukäteen riittävästi tiedossa, voidaan kuitenkin yleensä katsoa riittäväksi kolmen vuoden työkokemus.

Muu kuin edellisessä luettelossa tarkoitettu muodollinen pätevyys voi tulla kysymykseen vain Sähkötarkastuskeskuksen harkinnasta riippuen.

Edellä erikseen esitetyt vähimmäisvaatimukset eivät sellaisenaan sovellu noudatettaviksi 51 § mukaisissa sähkötöissä eikä erällä rajoitetuilla erikoisaloilla kuten kojekorjaustoiminnan alalla. Näitä koskevat vaatimukset Sähkötarkastuskeskus määrittelee erikseen.

Sellaisten sähkölaitteistoihin tai -laitteisiin kohdistuvien muiden kuin varsinaisten sähkötöiden osalta, jotka tehdään sähköurakoitsijan tai sähkölaitteiston haltijan valvonnassa ja vastuulla asianmukaiset vaatimukset täyttävän suunnittelun pohjalta, ei tarvitse soveltaa edellä esitettyjä muodollisen pätevyyden vaatimuksia edellyttäen, että kyseessä eivät ole 51 § mukaiset työt tai 49 § taikka 50 § tarkoittamia varotoimia edellyttävät olosuhteet. Sallittuja osatöitä ovat täten esim. johdonrakennustöissä (muissa kuin 49 . . . 51 § tarkoittamissa olosuhteissa) mm. pylväskuoppien ja kaapeliojien kaivu, pylväasperustusten tekeminen ja pylväiden pystytys, sekä kaapelin veto maahan tai maanalaiseen putkeen. Sen sijaan näitä töitä eivät ole esim. eristimien asentaminen, johtimien veto ja kiinnittäminen eristimiin eikä riippukierrehoidon veto ja ripustus.

Käyttötoimenpiteissä ja niihin verrattavissa huoltotöissä noudatettavat vaatimukset, ks. 48 §.

B. Työnaikainen sähköturvallisuus

Työnaikaisesta sähköturvallisuudesta on varmistauduttava sekä silloin, kun työntekijät ovat riittävän ammattitaitoisia itsenäiseen työhön, että silloin, kun riittämättömästä ammattitaidosta johtuen tarvitaan henkilökohtaista valvontaa. Valvovan henkilön pätevyyttä sekä henkilökohtaisen valvonnan tehokkuutta määriteltäessä on otettava huomioon, että eräät työt ovat valvonnan tehokkuuden kannalta muita vaativampia. Kun kysymyksessä ovat esim. 49 § tarkoittamat työt, asetetaan valvonnan tehokkuudelle tavallisesti huomattavasti suuremmat vaatimukset kuin sellaisissa jännitteettömäksi tehtyyn laitteistoon kohdistuvissa 50 § mukaisissa töissä, joissa laitteiston jännitteettömänä pysyminen on varmistettu eikä työskennellä muiden suojaamattomien jännitteisenä olevien osien läheisyydessä.

Sähköturvallisuustoimenpiteiden valvonnan järjestäminen kuuluu työturvallisuuslain 9 § mukaisesti työnantajalle. Yksittäisessä työkohteessa sähköturvallisuustoimenpiteiden valvonta voidaan antaa sille sähköalan työnjohtajalle, etumiehelle tai muulle sähköalan ammattihenkilölle, jonka henkilökohtaisen valvonnan alaisena työ tehdään, siinäkin tapauksessa, että hän osallistuu työhön tai tekee sen

kokonaisuudessaan itse. Työkohteessa tapahtuvan valvonnan ensisijaisena tarkoituksena on työnaikaisen sähköturvallisuuden varmistaminen. Valvojan tehtävät, ks. esim. 50 § 6.

Edellä tarkoitettu sähköturvallisuustoimenpiteitä valvova henkilö on nimettävä etukäteen kutakin työkohdetta varten erikseen. Tässä tarkoitettuna työkohteena voi olla myös laajempi työalue, joka käsittää useita yksittäisiä työkohteita esim. ns. vuorosähkömiesten kohdalla. Samankaltaisina toistuvissa tehtävissä voidaan kuitenkin valvova henkilö nimetä yksikäsitteisillä pysyväismääräyksillä. Jos esim. työryhmään kuuluu useita asentajia ilman työnjohtajaa, on tiedettävä, kenelle asentajista valvonta kuuluu.

C. Työturvallisuuskoulutus ja opastus

Työnantajan on huolehdittava työntekijöiden työturvallisuuskoulutuksesta sekä työntekijöiden tehtäväkohtaisesta opastuksesta. Kuulustelulla tai muulla tavalla on varmistauduttava, että annetut määräykset ja ohjeet on ymmärretty.

Yleiseen sähkötyöturvallisuuskoulutukseen tulee sisältyä vähintään seuraavat asiat:

- sähkön vaarat ja tapaturmat
- StM 47... 51 §
- jännitetöitä koskevan tiedonannon T 67 sisältö niiltä osin kuin se on tarpeen jännitetyön erityispiirteiden ymmärtämiseksi.

Kaikille 47... 51 § mukaisiin töihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille suositellaan annettavaksi sellainen ensiapukoulutus, johon sisältyy vähintään puhallus- ja paineluvetytyksen opettaminen mm. käytännön harjoitusten avulla.

D. Muut edellytykset

Työnantajan ja työntekijän yleisistä velvollisuuksista, mukaan luetuna työntekijän henkilökohtaisten edellytysten huomioon ottaminen, on säädetty mm. työturvallisuuslain (299/58) 9 §:ssä. Nuorten työntekijäin käytöstä on säädöksiä laissa (669/67) ja asetuksessa

(508/86) nuorten työntekijäin suojelusta sekä sosiaali- ja terveystieteiden päätöksessä nuorille työntekijöille vaarallisista töistä (641/86).

2. Sähkölaitosta varten on sen haltijan toimesta laadittava tarvittaessa 48—51 §:n määräyksiä täydentävät ohjeet. Näiden sekä Sähkö-tarkastuslaitoksen antamien soveltamismääräysten, ohjeiden ja selitysten on oltava laitoksessa koko henkilökunnan käytettävissä.

Täydentävät ohjeet ovat tarpeelliset varsinkin laitteistossa, jossa on suuri henkilöstö, tai jos laitteiston käyttö voi aiheuttaa tapaturmien välttämisen kannalta vaikeasti hallittavia tilanteita tai erityisesti paikalliset olosuhteet vaativat muutoin lisäohjeita.

Sähköturvallisuusmääräysten 47... 51 § mahdollisesti tarvittavine laitteiston haltijan toimesta laadittuine laitteistokohtaisine tai muine lisäohjeineen on asetettava nähtäväksi sähkötöitä suorittavien ammattiliikkeiden työ- ja miehistötiloihin sekä sellaisille voima- ja kytkinlaitoksille (ml. muuntoasemat), joissa on oleskeluun tarkoitettuja huonetiloja.

Työnantajan on lisäksi jaettava sähköturvallisuusmääräysten 47... 51 § mahdollisesti tarvittavine lisäohjeineen kuittausta vastaan jokaiselle kohdassa 47 § 1 tarkoitettuihin töihin osallistuvalla henkilöllä. Määräyksiä ja lisäohjeita ei kuitenkaan tarvitse jakaa henkilöille, jotka osallistuvat vain 47 § 1 kohdassa A tarkoitettuihin muihin kuin varsinaisiin sähkötöihin ja joille ei aseteta muodollisen pätevyyden vaatimuksia.

48 § Käyttötoimenpiteet ja niihin verrattavat huoltotyöt

1. Suorittaessa sähkölaitoksessa käyttötoimenpiteitä tai niihin verrattavia huoltotöitä laitoksen ollessa jännitteisenä on ryhdyttävä olosuhteiden vaatimiin turvallisuustoimenpiteisiin.

A. Yleiset edellytykset

Käyttöjännitteeseen kytketyssä laitteistossa saa suorittaa siihen koh-

distuvia *käyttötoimenpiteitä*. Käyttötoimenpiteitä ovat mm. katkaisijan, kytkimen ja erottimen ohjaus, sulakkeen ja lampun vaihto, sähkömittaus, asettelun muutos sekä releen ja ilmaisimen palautus. Edellytyksenä tällaisille toimenpiteille on, että joko laitteen käyttäminen on sinänsä vaaratonta tai käytetään sellaista määräysten mukaista apuvälinettä, jota oikein käytettäessä vaaraa ei ole ja että on tarvittaessa ryhdytty riittäviin turvallisuustoimenpiteisiin. Usean samantapaisen kytkinlaitteen sijaitessa lähekkäin on erityistä huomiota kiinnitettävä erehtymisen estämiseen, ks. StM 23 § 5.

Räjähdysvaarallisessa tilassa ei lampun vaihtoa tai muuta jännitteisen osan paljastamista edellyttävää toimenpidettä saa suorittaa virtapiiriin ollessa jännitteisenä. Ks. myös StM 41 §.

B. Tehtävään opastettu henkilö

Käyttötoimenpiteet saa tehtävään opastettu henkilö yleensä suorittaa yksin.

Tehtävään opastetulla henkilöllä tarkoitetaan henkilöä, joka osaa suorittaa käyttötoimenpiteet riittävän turvallisesti.

Opastukselle asetettavat vaatimukset riippuvat opastettavan ammattitaidosta, käyttötoimenpiteiden vaikeusasteesta ja suorituspai-kasta sekä vaarasta, joka voi syntyä itselle tai muille henkilöille käyttötoimenpiteen vaikutuksesta.

Henkilön on tunnettava sekä sähköjärjestelmä että sen käyttämä järjestelmä (esim. valmistusprosessi) riittävän hyvin voidakseen suorittaa käyttötoimenpiteen turvallisesti.

Myös sähköalan ammattihenkilö on tarvittaessa opastettava käyttötoimenpiteisiin.

Jotta muu kuin sähköalan ammattihenkilö katsottaisiin riittävästi opastetuksi suorittamaan käyttötoimenpiteitä ja niihin verrattavia huoltotöitä, edellytetään, että asianomainen henkilö on saanut vähintään seuraavat vaatimukset täyttävän opastuksen:

- a. Opastus on annettava sillä paikalla ja niillä laitteilla tai vastaavissa olosuhteissa, joissa ko. toimenpide tehdään.
- b. Opastuksesta on käytävä ilmi, miksi toimenpide on tehtävä neu-

votulla tavalla ja mitä vaaroja ohjeiden noudattamatta jättämiseen liittyy.

- c. Opastusta ja mahdollisesti tarvittavaa harjoittelua on jatkettava niin kauan, että opastuksen antaja katsoo sen riittäväksi tehtävän turvalliseksi suorittamiseksi ja myös opastettava pitää sitä riittävänä.

Tässä tarkoitettua opastusta ei vaadita sellaisen käyttötoimenpiteen suorittamiseksi, jossa laitteen käyttäminen ilman turvallisuustoimenpiteitä on sinänsä vaaratonta ja josta ei aiheudu vaaraa myöskään sivullisille. Tällaisia käyttötoimenpiteitä ovat yleensä mm. käyttökytkimen ohjaus, lampun vaihto ja asunnon sulakkeen vaihto.

C. Sähköalan ammattihenkilöä vaativat käyttötoimenpiteet tai niihin verrattavat huoltotyöt

Eräiden käyttötoimenpiteiden turvallinen suorittaminen vaatii riittäviä sähköalan perustietoja. Käyttötoimenpiteitä, joita saa laitteiston ollessa jännitteisenä suorittaa vain sähköalan ammattihenkilö, ovat mm. seuraavat:

- a. Toimenpiteen aikana kosteussuojaamattoman kytkinlaitteen ohjaaminen irrallisella hoito- tai käsittelyvälineellä.
- b. Sähkömittaus kosketussuojaamattomasta kohteesta siirrettävällä mittarilla tai mittarilla, jossa on siirrettävät mittausjohtimet.
- c. Asettelyn muutos tai releen palautus laitteessa, jossa ei ole ositaitakaan kosketussuojausta.
- d. Kahvasulakkeen vaihtaminen paikassa, jossa varoketta ei voida kytkä jännitteettömäksi tai sen rakenne ei täytä vähintään ositaiselle kosketussuojaukselle asetettuja vaatimuksia (ks. StM 14 § 2).
- e. Nimellisvirraltaan yli 16 A sulakkeen vaihtaminen moottorilähdössä, joka on varustettu kontaktein.
- f. Työmaadoittaminen siirrettävällä työmaadoitusvälineellä.
- g. Riviliittimen tai muun vastaavan liittimen jälkikiristys nimellisvirraltaan enintään 16 A ylivirtasuojalla suojatussa virtapiirissä

ja katkaistavan riviliittimen katkaisusillan asennon vaihtaminen, kun ohituskytkentä on tehty. Kummassakin tapauksessa edellytetään, että liittimen rakenne täyttää vähintään osittaiselle kosketussuojaukselle asetetut vaatimukset ja että työssä käytetään jännitetyöhön hyväksyttyä ruuvitalttaa eikä johdinpäitä irroteta.

- h.* Tulppavarokkeen ehjän pohjakoskettimen vaihto.
- i.* Vian etsintä esim. jännitteenkoettimella tai volttimittarilla.
- j.* Pistokantakojeen vaihto.
- k.* Eristysaineisten suojuksien asettaminen.

Edellä mainitut toimenpiteet voidaan joutua suorittamaan paljaiden jännitteisenä olevien osien läheisyydessä. Tällöin niihin on sovellettava myös 49 §:ssä annettuja välittömän läheisyyden mittoja ja työskentelyalueen määrittelyä. Tarvittaessa jännitteisenä olevat osat on peitettävä esim. tilapäisillä eristysainesuojuksilla.

D. Sulakkeen vaihtaminen

Sulaketta ei yleensä saa poistaa tai asettaa virrallisena. Poikkeuksia tästä sallitaan seuraavissa tapauksissa:

- a.* Kahvasulakkeen vaihtaminen Sähkötarkastuskeskuksen antamien erillisohjeiden mukaisesti.
- b.* Nimellisvirraltaan enintään 16 A tulppasulakkeen vaihtaminen, jos virtapiiriä ei voi tehdä virrattomaksi tuottamatta kohtuutonta haittaa sähkön jakelulle.

49 § Työt jännitteisten osien läheisyydessä

1. Työskentelyä paljaiden, jännitteisenä olevien osien läheisyydessä on vältettävä. Jos työskentelyalue ulottuu paljaiden, koskettamiselta suojaamattomien jännitteisten osien välittömään läheisyyteen, nämä osat on tehtävä jännitteettömiksi 50 §:ssä määrättyllä tavalla tai paljaat jännitteiset osat on erotettava työskentelyalueesta luotettavan eristyksen tahi luotettavan suojuksen avulla taikka työ on suoritettava 51 §:n määräysten mukaisesti.

A. Läheisyys ja välitön läheisyys

Työskentelyllä paljaiden jännitteisenä olevien osien läheisyydessä tarkoitetaan sellaista sähkötyötä (lähityötä), jossa työkohteen lähellä on paljaita jännitteisenä olevia osia, mutta työskentelyalue ei kuitenkaan ulotu niiden välittömään läheisyyteen. Lähityössä joudutaan ennen työn aloittamista varmistautumaan siitä, etteivät työskentelyalueet missään työvaiheessa ylitä välittömän läheisyyden rajoja.

Välittömällä läheisyydellä tarkoitetaan tilaa, joka ulottuu taulukoissa 49.1—1 ja 49.1—2 mainitulle etäisyydelle suojaamattomasta jännitteisestä osasta. Etäisyydet jännitteille, jotka eivät esiinny taulukoissa, saadaan interpoloimalla.

Taulukko 49.1—1. Ilmajohtojen suojaamattomien jännitteisten osien välitön läheisyys.

Nimellisjännite kV	Välitön läheisyys m
≤ 1	0,5 (0,5) ¹⁾
(> 1) ... 45	1,5 (1,0)
110	1,5 (1,2)
220	2,0 (2,0)
400	3,5 (3,5)

¹⁾ Sulkeissa oleva etäisyys tarkoittaa välitöntä läheisyyttä työskentelyalueen yläpuolella.

Taulukon 49.1—1 etäisyyksiä sovelletaan myös ulkokytkinlaitoksen

ilmajohtoihin verrattaviin suojaamattomiin osiin. Näillä tarkoitetaan sellaisia paljaita osia, jotka sääolosuhteista johtuen voivat heilua ilmajohdon johtimien tavoin tai joiden lähellä työskenneltäessä on horjahtamisvaara kuten pylväässä.

Taulukko 49.1—2. Muiden kuin taulukossa 49.1—1 tarkoitettujen suojaamattomien jännitteisten osien välitön läheisyys.

Nimellijännite	Välitön läheisyys m
pienjännite	0,05
≤ 1 kV suurjännite	0,1
3 kV	0,2
6 kV	0,3
10 kV	0,4
20 kV	0,6
30 kV	0,7
45 kV	0,9
110 kV	1,2
220 kV	2,0
400 kV	3,5

Taulukoiden 49.1—1 ja 49.1—2 mukaisen etäisyyden saa alittaa vain, jos Sähkötarkastuskeskus on hyväksynyt käytettävän työmenetelmän ja -välineet.

Muuntajan, sähkökoneen tms. laitteen *keskipisteeseen* liitetyille paljaille osille pätee, pienjänniteverkon PEN-johdinta lukuun ottamatta, sama välittömän läheisyyden raja kuin äärijohtimelle. Jos kuitenkin järjestelmän nimellijännite on vähintään 110 kV, etäisyyden saa valita keskipisteessä maasulun aikana esiintyvän jännitteen mukaisesti.

B. Työskentelyalue

Työskentelyalueella tarkoitetaan aluetta, johon työntekijä työn aikana tai tullessaan työkohteeseen tai sieltä poistuessaan voi itse tai työssä tarvittavien välineiden tai aineiden välityksellä ulottua ilman

annettujen työohjeiden ilmeistä rikkomista. Työskentelyalue on tarpeen mukaan määriteltävä ennakolta jokaista työtä varten ottaen huomioon työn luonteen ja kestoajan sekä *sen, miten hyvin työntekijä on siihen opastettu*. Alue on tarpeen mukaan rajattava kaiteita, varoituspöytä, köysiä, lippuja tms. turvarakenteita käyttämällä. Jos työ tehdään sellaisen eristimen läheisyydessä, jonka eristävän osan pituus on suurempi kuin kohdassa A määritelty välittömän läheisyyden mitta, ei työskentelyalue tällöin saa ulottua eristimen eristävän osan pituutta lähemmäksi paljaita jännitteisiä osia.

Jos työskentelyalue ulottuu paljaiden, koskettamiselta suojaamattomien jännitteisten osien välittömään läheisyyteen, on jonkin seuraavista ehdoista oltava täytetty:

- a. Välittömässä läheisyydessä olevat paljaat jännitteiset osat tehdään jännitteettömiksi 50 § mukaisesti.
- b. Paljaat jännitteiset osat erotetaan työskentelyalueesta luotettavan tilapäissuojuksen avulla.
- c. Työssä noudatetaan jännitetyölle 51 §:ssä asetettuja määräyksiä ja ohjeita.

Erityisen huolellisesti työskentelyalue on määriteltävä ja rajattava pitempiäaikaisessa työssä sekä työssä, johon osallistuu sähköalan ammattitaitoa vailla olevia henkilöitä. Lisäksi on otettava huomioon työn luonne sekä työssä käytettävät rakenteet ja välineet. Sähköalan ammattihenkilöiden tekemässä työssä paljaiden jännitteisenä olevien osien läheisyydessä sovelletaan taulukoissa 49.1—1 ja 49.1—2 annettuja välittömän läheisyyden arvoja. Sähköalan ammattitaitoa vailla olevien henkilöiden tekemässä työssä työskentelyalue ei saa ulottua yhtä lähelle paljaita jännitteisiä osia kuin sähköalan ammattihenkilöiden tekemässä työssä. Sähköalan ammattitaitoa vailla oleville henkilöille saa käyttää taulukon 49.1—3 sulkeissa olevia arvoja sellaisessa työssä, joka työntekijän riittävän perehtyneisyyden vuoksi voidaan tehdä ilman seuraavassa D kohdassa tarkoitettua sähköalan ammattihenkilön jatkuvaa valvontaa tai suojusta.

Liikuttaessa sähkötilassa ei normaalisti saa alittaa taulukoiden 49.1—1 ja 49.1—2 etäisyyksiä. Hoitokäytävää rajoittavaa pysyvää suojusta (ks. StM 23 § 8) pidetään yleensä määräyksen tarkoitta-

mana luotettavana suojuksena erottamaan hoitokäytävän sivulla tai yläpuolella olevat paljaat jännitteiset osat työskentelyalueesta. Tällöin on kuitenkin noudatettava riittävää varovaisuutta. Kytkinlaitoksessa ei saa tarpeettomasti oleskella siinäkään tapauksessa, että jännitteiset osat ovat kosketussuojattuja.

Käyttötöimenpiteet ja niihin verrattavat huoltotyöt voidaan joutua suorittamaan jännitteisenä olevien osien läheisyydessä. Tällöin niihin on sovellettava myös tämän pykälän määräyksiä. Asianmukaisesti hyväksytty apuväline saa kuitenkin ulottua toimenpiteen kohteena olevien, jännitteisenä olevien osien välittömään läheisyyteen edellyttäen, että työn suorittaa sähköalan ammattihenkilö.

C. Työkoneet ja kuljetukset

a. Työskentely ilmajohdon johtimien alapuolella tai sivulla.

Työskenneltäessä jännitteisenä olevan ilmajohdon lähellä sellaisella liikkuvalla tai siirrettävällä koneella, jonka ulottuma on käyttäjän toimenpiteistä riippuva, esim. kaivinkone, puominosturi tai työlava-auto, ei koneen minkään osan työskentelyalue, mahdollinen taakka mukaan luettuna, saa ulottua taulukossa 49.1—3 annettua etäisyyttä lähemmäksi. Mikäli työtä ei voida suorittaa taulukon 49.1—3 etäisyyttä noudattaen, voi johdon haltija lyhytaikaisessa työssä antaa luvan taulukon 49.1—1 etäisyyden noudattamiseen, jos hän asettaa sähköalan ammattihenkilön valvomaan turvallisuutta ja ryhtyy työkohteessa mahdollisesti tarvittaviin varotoimenpiteisiin. Avojohtolla etäisyyden on kuitenkin oltava vähintään 1,5 m niissä tapauksissa, joissa ko. taulukossa on tätä pienempi arvo.

Kuljetuksissa sekä työskenneltäessä koneella, jonka ulottuma ei ole käyttäjän toimenpiteistä riippuva esimerkiksi leikkuupuimurilla, saa johtimien alapuolella työskenneltäessä soveltaa taulukon 49.1—1 etäisyyttä jännitteisenä olevista osista, ei kuitenkaan sulkeissa olevaa. Tarvittaessa on paikalla tällöin oltava sähköalan ammattihenkilö. Edellisestä poiketen saa tiekuljetuksissa soveltaa myös taulukon 49.1—1 sulkeissa olevaa etäisyyttä ilmajohdon jännitteisenä olevista osista. Jos ylikorkeiden kuormien tiekuljetusten mahdollisesti aiheuttamat toimenpiteet kohdistuvat itse johtoon, esim. sen johtimien nostaminen on tarpeen, ne on tehtävä ilmajohdon haltijan toi-

Taulukko 49.1 — 3. Liikkuvan tai siirrettävän koneen työskentelyalueen vähimmäisetäisyys avojohdon paljaasta jännitteisenä olevasta osasta ja riippujohdosta. Sulkeissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä työskentelyalueen yläpuolella.

Nimellisjännite kV	Vähimmäisetäisyys m	
	avojohdo	riippujohdo
≤ 1	2 (2)	0,5
(> 1) ... 45	3 (2)	1,5
110	5 (3)	—
220	5 (4)	—
400	5 (5)	—

mesta. Muiden toimenpiteiden osalta on tarvittaessa käytettävä sähköalan ammattihenkilön valvontaa.

Liikkuvalla tai siirrettävällä koneella käsiteltävien tavaroiden varastoimista avojohdon alle tai sen läheisyyteen on vältettävä, jotta taulukossa 49.1 — 3 annettua vähimmäisetäisyyttä ei vahingossa alitettaisi. Jos tällainen varastointi kuitenkin on tarpeellista, on välttämätöntä ottaa yhteys johdon haltijaan.

b. Työskentely ilmajohdon yläpuolella

Työskentely jännitteisenä olevan ilmajohdon yläpuolella liikkuvalla tai siirrettävällä koneella on yleensä kielletty. Lyhytaikaiseen, taulukossa 49.1 — 3 annettua etäisyyttä noudattaen tehtävään työhön voi johdon haltija kuitenkin antaa poikkeustapauksissa tarpeelliseksi katsomillaan ehdoilla luvan. Jos kyseessä on avojohdo, on turvallisuutta valvomaan asetettava sähköalan ammattihenkilö.

c. Sähkölaitteistoon itseensä kohdistuvat työt

Sähkölaitteistoon itseensä kohdistuvissa töissä saa liikkuvalla tai siirrettävällä koneella noudattaa taulukon 49.1 — 1 etäisyyttä jännitteisenä olevista osista edellyttäen, että ennakkoon suunnitellun työn suorittavat ammattitaitoiset, kokeneet henkilöt sähköalan ammatti-

henkilön valvonnassa. Turvallisuus edellyttää tällöin yleensä työko-
neen maadoittamista.

D. Muut turvallisuustoimenpiteet

Sähkötapaturmien jännitteisenä olevien osien läheisyydessä työskenneltäessä on todettu usein aiheutuneen hajamielisyydestä tai huolimattomuudesta taikka epäselvistä tai väärin ymmärretyistä ohjeista ja merkinnöistä. Työtä suorittavalle ja sitä henkilökohtaisesti valvovalle henkilölle on näin ollen tarkasti selostettava vaarallisten osien sijainti ja vaaran laatu.

Erehdysten välttämiseksi on esim. vain osassa kytkinlaitosta suoritettavassa työssä — ellei koko laitosta ole tehty jännitteettömäksi — selvästi merkittävä, mitkä osat tai kennot on tehty jännitteettömäksi työtä varten, tai päinvastoin, missä osissa tai kennoissa on jännite. Turvallisuuskäsitteisiin on kiinnitettävä erityistä huomiota työtä taun jälkeen uudelleen aloitettaessa.

Sellaisille henkilöille, *joita ei ole riittävästi opastettu* työskentelemään paljaiden jännitteisenä olevien osien läheisyydessä, on työskentelyn ajaksi järjestettävä työkohteeseen hyvän paikallistunte-
muksen omaava sähköalan ammattihenkilö jatkuvasti valvomaan etäisyyden noudattamista tai sellainen suojus, ettei työntekijä suojusta tahallisesti siirtämättä tai poistamatta *voi joutua lähemmäksi jännitteisiä osia kuin on sallittu.*

Sähkötilojen puhdistustöissä on noudatettava Sähkötarkastuskeskuksen antamia erillisiä ohjeita, ks. KY 88.

Tilapäisellä eristyksellä tai suojuksella tarkoitetaan luotettavasti kiinnitettyjä kaiteita, puomeja, köysiä, suojalevyjä tai muita rakenteita, joilla estetään tahaton joutuminen vaarallisen lähelle paljaita jännitteisenä olevia osia. Suositeltavaa on, että tällaisia rakenteita varten on jo laitteistoa rakennettaessa järjestetty kiinnityslaitteet, niin että ne voi sijoittaa paikoilleen nopeasti ja luotettavasti. Tilapäissuojuksen riittävästä mekaanisesta ja sähköisestä lujuudesta sekä sen oikeasta käytöstä on varmistauduttava.

Eristysaineisten suojusten, joita käytetään yli 1 kV ja enintään 24 kV suurjännitteellä kytkinlaitteen avausvälissä tai StM 5 § 1

taulukon 5.1—1 sarakkeen *c* arvoja lähempänä paljaita jännitteisiä osia, on oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia. Työskentelysuojusten kiinnittämisestä ja käytöstä on Sähkötarkastuskeskus antanut erilliset ohjeet, ks. KY 86.

Suojapukujen tai muiden vastaavien suojavaatteiden materiaali, ks. 51 §.

50 § Työt jännitteettömässä laitoksessa

Tämän pykälän määräykset koskevat työskentelyä sellaisessa työkohteessa, joka *tehdään jännitteettömäksi* työn ajaksi.

1. Työkohte on erotettava joka suunnalta käyttöjännitteestä.

Jos jännitteen kytkeminen voi tapahtua useammasta kuin yhdestä suunnasta tai jos laitteistossa muuten on monia kytkentämahdollisuuksia, on työkohte *tehtävä jännitteettömäksi erityisen huolellisesti* erehdyksen välttämiseksi. On myös tarkistettava, ettei vaarallista jännitettä tule työkohteeseen takatietä rinnankäyvien muuntajien kautta eikä esim. syötönvaihtoautomatiikan tai omakäyttökeskuksen tilapäissyötön aiheuttamana pienjännitepuolelta, ei myöskään ohjaus-, mittaus- tms. apuvirtapiirien välityksellä.

Työkohte on erotettava käyttöjännitteestä erottimella, jossa on näkyvä avausväli tai luotettava mekaaninen asennonosoitus, poistamalla sulakkeet tai muulla tavalla, jonka perusteella erottaminen on välittömästi silmin todettavissa.

Luotettavana asennonosoittimena pidetään elintä, johon erottimen pääkoskettimen asento tai pääkoskettimeen kiinteästi kytketty osa suoraan vaikuttaa. Sen sijaan asennonosoitinta, joka toimii vain ohjaus- tai osoituselimenä siihen kiinteästi kytkemättömälle koskettimelle, ei pidetä luotettavana. Sähkötarkastuskeskus antaa pyydetäessä lausunnon, onko erottimen asennonosoitus katsottava luotettavaksi.

2. Jännitteen kytkeminen työkohteeseen työn jatkuessa on estettävä.

Jännitteen kytkeminen työkohteeseen estetään esimerkiksi lukitsemalla erotuslaite tai sen paikallis- ja kauko-ohjaus aukiasentoon. Lukitseminen voi myös koskea laitteen tai ohjaimen sijaintitilaa. Tilan avaimen saa antaa vain riittävän sähköalan asiantuntemuksen omaavalle henkilölle, joka tuntee vaaran siinä määrin, ettei hän luovuta avainta sivullisille.

Erotuskohta tai ohjauselin on lisäksi varustettava tarkoituksenmukaisella kieltokilvellä. Kilpi on kiinnitettävä siten, että se pysyy paikallaan työn aikana, ja siinä on oltava kilven asettajan nimi ja asettamispäivämäärä.

3. Kun laitoksen osa on erotettu käyttöjännitteestä ja jännitteen kytkeminen siihen on estetty, on sopivalla tavalla varmistauduttava siitä, että sen voi vaaratta työmaadoittaa.

Vaikka näkyvät erotuskohdat on todettu silmin tai luotettavan asennonosoittimen avulla, on varmistauduttava (tämän kohdan lopussa mainittua poikkeusta lukuunottamatta) siitä, ettei työmaadoitettavassa laitteiston osassa ole käyttöjännitettä. Sopivana toteamistapana pidetään *kyseiselle jännitteelle ja kyseiseen käyttöön* hyväksytyn jännitteenkoettimen tai muun luotettavan laitteen käyttämistä, jolla voi todeta, onko laitteiston osa käyttöjännitteestä erotettu.

Jännitteettömyyden toteaminen työkohteessa on välttämätön myös niissä tapauksissa, joissa työmaadoittamista ei vaadita.

Käyttöjännitteestä erotetuksi todetussa laitteiston osassa saattaa olla vaarallisen suuri varausjännite tai läheisestä jännitteisenä olevasta osasta aiheutunut jännite. Tällainen jännite ei kuitenkaan vaaranna oikein suoritettavaa työmaadoittamista.

Jännitteenkoettimen kunto on ennen sen käyttöä tarkistettava

- koettimen sisäisellä koestuslaitteella,
- erillisellä koestuslaitteella,
- tai paikassa, jossa on ko. käyttöjännite.

Jos työmaadoittaminen tehdään sellaisella maadoitusvälineellä (esim. maadoituserottimella), jonka käyttö on vaaratonta, vaikka maadoitettavassa osassa olisikin käyttöjännite, jännitteettömyyden toteamista ei edellisestä poiketen vaadita.

4. Käyttöjännitteestä erotettu laitoksen osa on yleensä työmaadoitettava työn ajaksi.

A. Työmaadoittaminen ja sen tarkoitus

Työmaadoittamisella tarkoitetaan virtapiiriin kaikkien johtimien yhdistämistä maahan ja toisiinsa työn ajaksi. Enintään 1000 V jännitteellä katsotaan kaikkien johtimien yhdistäminen toisiinsa riittäväksi, jos nollajohdin on maadoitettu.

Työmaadoittaminen on tärkeä turvallisuustoimenpide, sillä muista varotoimenpiteistä huolimatta saattaa työkohteeseen päästä jännite erehdyksen, eristyksen pettämisen, johtimien keskinäisen kosketuksen (esim. risteämässä johtimien vedon tai korjaustyön aikana) tai muun syyn seurauksena. Ilmajohtoon tai kytkinlaitoksen kiskoon saattaa lisäksi indusoitumalla tai influsoitumalla läheisestä johdosta (kiskosta) taikka ilmastollisista syistä syntyä vaarallinen jännite.

Käyttöjännitteestä erotettuun laitteiston osaan on jäljempänä mainituin poikkeuksin suhtauduttava työskentelyn kannalta niin *kuin siinä olisi jännite*, ellei sitä ole asianmukaisesti työmaadoitettu.

Vaikka tämän pykälän määräykset lähinnä koskevat työtä laitteiston osassa, joka on jo otettu käyttöön, työmaadoittamista koskevia määräyksiä on sovellettava myös sellaiseen rakenteilla olevaan mutta järjestelmään vielä liittämättömään laitteiston osaan, johon edellä esitetyn mukaisesti voi syntyä vaarallinen jännite.

B. Sallitut poikkeukset

Seuraavissa tapauksissa ei työmaadoitusta vaadita, mutta 50 § 1...3 mukaiset toimenpiteet on kuitenkin tehtävä:

a. Pienjännitteellä sisäjohto-, riippukaapeli- ja maakaapeliaseennukseen kohdistuvassa työssä.

- b. Pienjännitekytkinlaitoksessa (jakokeskuksessa), jonka nimellisvirta tai jonka pääkatkaisijan nimellisvirta on enintään 1000 A.
- c. Pienjänniteriippukierrehdollalla, johon voi kytkeä jännitteen vain yhdestä suunnasta. Johdon jännitteettömyys on todettava työkohteessa luotettavalla tavalla.
- d. Enintään 1000 V suurjännitteellä sisäjohto-, riippukaapeli-, maa-kaapeli- ja kytkinlaitosasennukseen kohdistuvassa työssä edellyttäen, että työkohteeseen voi kytkeä jännitteen vain yhdestä suunnasta. Kytkinlaitoksessa (jakokeskuksessa) edellytetään lisäksi, että sen nimellisvirta tai sen pääkatkaisijan nimellisvirta on enintään 1000 A.
- e. Enintään 1000 V jakokeskuksessa määräysten edellyttämän luotettavan avausvälin (ks. 50 § 1) jälkeisiin yksittäisiin lähtöihin kohdistuvassa työssä.

Mittaus- tai vianetsintätyössä sekä muussa vastaavassa työssä saa työmaadoituksen poistaa sellaisen työvaiheen ajaksi, jolloin sitä ei voi työn luonteesta johtuen käyttää. Tällöin on noudatettava erityistä varovaisuutta.

C. Työmaadoituspaikka

Työmaadoittaminen on tehtävä siten, ettei ylivirtasuojan toimiminen tai kytkinlaitteen avautuminen tee maadoitusta tehottomaksi. Työkohteen ja työmaadoituksen välillä mahdollisesti sijaitsevat ylivirtasuojat on ohikytkevä ja kytkinlaitteiden kiinni pysyminen on varmistettava.

Tarvittaessa useita työmaadoituksia on tarkoituksenmukaista aloittaa työmaadoittaminen kohdasta, jossa se voidaan tehdä turvallisimmin (esim. maadoituserotin, maadoitettava kohde matalalla, pieni maadoitusresistanssi, jännitteettömyys todettavissa myös jännitemuuntajan avulla).

Työmaadoittaminen on tehtävä erotuskohdissa tai erotuskohtien ja työkohteen välissä ja/tai työkohteessa seuraavasti:

- a. Maadoitetun suurjännitejärjestelmän avojohdon työmaadoittaminen on tehtävä jokaisessa erotuskohdassa, josta johtoon voi

kytkeä jännitteen (mahdollinen takasyöttö mukaan lukien) tai vaihtoehtoisesti jokaisen erotuskohdan ja työkohteen välisellä osuudella (esim. johdon haaroituskohdassa). Tämän lisäksi on työmaadoittaminen tehtävä työkohteessa.

- b.* Muunlaisen kuin kohdan *a* tarkoittaman suurjänniteavojohdon sekä pienjänniteavojohdon työmaadoittaminen on tehtävä joko kohdan *a* mukaisesti tai vain työkohteessa sen ja jokaisen erotuskohdan välillä.
- c.* Kun työskennellään avojohdolla, jonka nimellisjännite on vähintään 110 kV, ei työkohteessa ole välttämätöntä työmaadoittaa kaikkia vaihejohtimia, vaan työnalaisten johtimien maadoittaminen riittää edellyttäen, että johdon erotuskohdissa tai erotuskohtien ja työkohteen välisellä osuudella on tehty oikosulkukestoinen kaikkinaikainen työmaadoitus ja että työ tehdään noudattaen 49 § mukaisia etäisyyksiä työkohteessa maadoittamattomiin johtimiin nähden.
- d.* Yli 1000 V järjestelmän kaapelissa työmaadoittaminen vaaditaan vain niissä erotuskohdissa, joista kaapeliin voi kytkeä jännitteen.
- e.* Riippukierrehoidon työmaadoittaminen on tehtävä joko sen erotuskohdissa tai työkohteessa.
- f.* Kytkinlaitoksessa tai muussa sähkötilassa riittää yksi, työkohteessa tai sen läheisyydessä tehty työmaadoitus edellyttäen, että työnalaiset johdot ja laitteet ovat ja pysyvät kaikissa työvaiheissa kiinteässä johtavassa yhteydessä työmaadoitukseen.

Kohtien *a*, *b*, *c* ja *e* mukaista työtä saa tehdä enintään 3 km etäisyydellä työkohteessa vaaditun työmaadoituksen jälkeisellä osuudella jännitteen kytkemissuunnasta katsottuna, koska pitempään johtoon voi indusoitumalla tai influoitumalla läheisestä johdosta taikka ilmastollisista syistä syntyä vaarallinen jännite. Indusoivan tai influoivan johdon ollessa lähellä taikka sen jännitteen tai virran ollessa suuri on mainittua etäisyyttä lyhennettävä. Esim. vähintään 110 kV johdon läheisyydessä sen kanssa yhdensuuntaisella johdolla työskennellessä suositellaan työmaadoituksia tehtäväksi jopa satojen metrien välein. Em. rajoitus koskee myös kohdan *d* mukaista työtä, jos kaapeli liittyy ilmajohtoon.

Jos työmaadoitus ei ole näköetäisyydellä työkohteesta, on useiden johtojen ollessa kyseessä ryhdyttävä erityistoimenpiteisiin erehdysten välttämiseksi.

Jos työ edellyttää johtimen katkaisemista, ja jännitteen kytkeminen on mahdollista kummaltakin suunnalta tai laitteiston osan sijainnin tahi laajuuden vuoksi siihen voi toisten johtojen tai laitteiden taikka ilmastollisten ilmiöiden vaikutuksesta syntyä vaarallinen jännite, työmaadoittaminen työkohteessa on tehtävä työskentelykohdan molemmin puolin. Nämä työkohteen eri puolilla olevat työmaadoitukset suositellaan yhdistettäväksi johtavasti toisiinsa.

Kun työkohde käsittää vain yhden pylvään ja sen välittömän ympäristön, työkohteessa riittää yksi, samassa pylväässä tehty työmaadoitus, vaikka jännitteen kytkeminen olisikin mahdollista useammalta suunnalta, edellyttäen, että yhtään johdinta ei työkohteessa ole poikki tai katkaista.

5. Työmaadoittaminen on tehtävä joko kiinteästi asennetulla maadoituserottimella tai muulla tarkoituksenmukaisella välineellä.

A. Työmaadoitusvälineille asetetut vaatimukset

Työmaadoitusvälineen on vaaraa aiheuttamatta kestettävä käyttöpaikan suurimman mahdollisen oiko- ja maasulkuvirran termiset ja dynaamiset rasitukset.

Kiinteä työmaadoitusjohdin mitoitetaan StM 11 § 2 kohdan *D* mukaisesti.

Siirrettävän työmaadoitusvälineen on oltava standardin SFS 3667 mukainen tai Sähkötarkastuskeskuksen tähän tarkoitukseen erikseen hyväksymä. Siirrettävän työmaadoitusvälineen pienin sallittu terminen rajavirta on 3,2 kA (1 s).

Työmaadoitusväline on valittava käyttöpaikan suurimman käytännössä mahdollisen oiko- ja maasulkuvirran ja näiden kestoajkojen mukaan taulukon 50.5—1 perusteella. Virran kokonaiskestoaikaa määritettäessä lasketaan mukaan täysimääräisenä myös automaattisesti tapahtuvien pika- ja aikajälleenkytkentöjen vaikutusajat. Käsien

suoritettavien jälleenkytkentöjen vaikutusajat on otettava huomioon laitoskohtaisten toimintaohjeiden mukaan, joissa saa ottaa huomioon jäähtymisen virrattomana väliaikana.

Taulukko 50.5 – 1. Siirrettävän työmaadoitusvälineen oikosulkukestoisuudet standardin SFS 3667 mukaan.

Normaaliväline			Erikoisväline		
oikosulkukestoisuus		kupariköyden pienin sallittu nimellispoikkipinta A_{Cu} mm ²	oikosulkukestoisuus		
terminen rajavirta 1 s I_{th} kA	sysäys- oikosulkuvirta idyn kA		terminen rajavirta 0,4 s I_{th} kA	terminen rajavirta 1 s I_{th} kA	sysäys- oikosulkuvirta idyn kA
3,2	8,0	16	5,0	3,2	12,5
5,0	12,5	25	8,0	5,0	20,0
8,0	20,0	35	12,5	8,0	32,0
10,0	25,0	50	16,0	10,0	40,0
16,0	40,0	70	25,0	16,0	63,0
20,0	50,0	95	32,0	20,0	80,0
25,0	63,0	120	40,0	25,0	100,0
32,0	80,0	150 ¹⁾	50,0	32,0	125,0
40,0	100,0	185 ¹⁾	63,0	40,0	160,0

¹⁾ Suositellaan vain yksinapaisessa työmaadoitusvälineessä.

Kun oikosulkuvirran kesto aika on yli 1 s normaalivälinettä ja yli 0,4 s erikoisvälinettä käytettäessä, saadaan työmaadoitusvälineen sallittu oikosulkuvirta yhtälöstä

$$I_t = I_{th} \sqrt{\frac{t_{th}}{t}} \quad (50.5-1)$$

jossa I_t on suurin sallittu aikaa t vastaava oikosulkuvirta, I_{th} terminen, rajavirta (merkitty työmaadoitusvälineeseen), t oikosulun kesto aika (vähintään kuitenkin t_{th}), ja t_{th} termisen rajavirran sallittu kes-

toaika (merkitty työmaadoitusvälineeseen). Työmaadoitusvälineen oikosulkukestoisuus saadaan yhtälöä (50.5—1) vastaavasta käyrästä, joka on esitetty liitteessä XIII.

Kytkenätoimenpiteistä vastaavan henkilön on varmistauduttava, että siirrettävän työmaadoitusvälineen virtakestoisuus vastaa työmaadoitettavan laitoksen oikosulkuvirtaa ja tämän kestoaikaa. Työmaadoituksen tekijän on varmistauduttava siitä, että hän käyttää kyseiseen laitososaan tarkoitettuja työmaadoitusvälineitä. Työmaadoitusvälineeseen on merkitty sen oikosulkukestoisuus.

Mikäli sisäkytkinlaitoksessa, jossa työmaadoituksia joudutaan tekemään, ei jatkuvasti säilytetä suurimman siinä esiintyvän oikosulkuraskituksen kestävästä työmaadoitusvälineestä, on kytkinlaitos varustettava merkinnällä, josta selviää käytettävän työmaadoitusvälineen oikosulkukestoisuus sekä lisäksi sysäysoikosulkuvirta, mikäli tämä on yli 2,5 kertaa ekvivalenttinen 1 s vastaava oikosulkuvirta.

Käytettäessä kahta työmaadoitusvälinettä rinnan on otettava huomioon seuraavat seikat:

- Johtimen poikkipinnan ja pituuden sekä liitäntäosien on oltava samanlaisia molemmissa väleissä.
- Samaan johtimeen tulevat maadoituskiinnikkeet tai kiinnityskohdat saavat olla enintään 100 mm etäisyydellä toisistaan.
- Näillä edellytyksillä sallittu virta on 1,6 kertaa yhden välineen oikosulkukestoisuus.

Kun johdon erotuskohdissa on käytetty oikosulun kestävästä työmaadoitusvälineestä, riittää työkohteeseen indusoituneen tai influoituneen jännitteen poistamiseen lisätyömaadoitusväline, jonka termien rajavirta on 3,2 kA (1 s).

Kytkenälaitokset, joissa on suuri oikosulkuvirta, suositellaan varustettaviksi maadoituserottimilla.

B. Työmaadoitusjärjestys

Työmaadoitusväline on yhdistettävä ensin maadoituselektrodiin tai PEN-johtimeen ja vasta sen jälkeen maadoitettaviin osiin. Siirrettäviä työmaadoitusvälineitä käytettäessä on kytkennät tehtävä hyväk-

sytyllä eristysaineisella apuvälineellä. Jos enintään 1000 V jännitteellä työmaadoittamiseen ei käytetä erillistä maadoituselektrodia (ks. 50 § 4, kohta A), avojohdon johtimien yhdistämisen toisiinsa saa kuitenkin aloittaa työmaadoituksen tekijää lähinnä olevasta johtimesta. Työmaadoitus on purettava päinvastaisessa järjestyksessä.

Kondensaattorilaitteistossa, jossa on sarjaan kytkettyjä kondensaattoriyksiköjä, on osaan yksiköistä mahdollisesti jääneet varaukset purettava paristoon tulevien johtimien (pariston liittimien) työmaadoittamisen jälkeen työmaadoitusvälineellä koskettaen.

C. Siirrettävän työmaadoitusvälineen maadoituskohdat; työmaadoituselektrodi

Jos työmaadoittamiseen käytetään siirrettäviä työmaadoitusvälineitä, ne on kiinnitettävä kytkinlaitoksessa StM 23 § 8 kohdan G mukaisiin maadoituskiinnikkeisiin tai varattuihin kiinnityskohtiin.

Työmaadoittamiseen on pyrittävä käyttämään kiinteää maadoituselektrodia. Jos tämä ei ole mahdollista, on käytettävä vähintään 0,8 m syvyyteen maahan ulottuvaa putken tai tangon muodostamaa tai muuta vähintään samanarvoista työmaadoituselektrodia. Maan ollessa roudassa on elektrodin ulotuttava kuitenkin vähintään 0,5 m routarajan alapuolelle. Lisätyömaadoituselektrodiksi riittää vähintään 0,5 m syvyyteen lyöty tanko; jäätyneessä maassa on tangon ulotuttava kuitenkin selvästi routarajan alapuolelle. Tilapäiselektrodin välittömässä läheisyydessä ei saa oleskella työmaadoitusvälinettä maadoitettaviin johtimiin yhdistettäessä eikä niistä irrotettaessa.

Kiinteä työmaadoituselektrodi mitoitetaan StM 11 § 5 mukaisesti.

6. Ennen työn aloittamista on henkilön, jolle turvallisuustoimenpiteiden noudattamisen valvonta työpaikalla kuuluu, varmistauduttava siitä, että 1—5 momentissa edellytetyt toimenpiteet on suoritettu ja että työn voi muutenkin vaaratta suorittaa.

Henkilöllä, jolle turvallisuustoimenpiteiden noudattamisen valvonta työpaikalla kuuluu, tarkoitetaan 47 § 1 kohdan B mukaista henkilöä.

Työskentely jännitteettömäksi erotetussa laitteistossa voi samalla olla työskentelyä toisten jännitteisenä olevien laitteiden läheisyydessä. Tällöin on myös 49 § vaatimuksia noudatettava.

Työskenneltäessä pylväässä siten, että suurjännitepuolen suojamaadoitettu osa tai maadoitusjohdin ja pienjännitepuolen nollattu osa tai paljas PEN-johdin ovat samanaikaisesti kosketeltavissa, on ko. osat kytkettävä yhteen työmaadoitusvälineellä työn ajaksi, elleivät ne jo ole yhdessä (yhteinen maadoituselektrodi tai -elektrodien yhdistelmä).

Työskenneltäessä pylväässä tms. paikassa on myös putoamisvaara otettava huomioon. Putoamista estäville laitteille ja niiden tarkastukselle asetettuja vaatimuksia on esitetty mm. valtioneuvoston päätöksessä rakennustöiden järjestysohjeista (274/69) ja sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamissa henkilökohtaisia suojeluvälineitä koskevista teknillisissä turvallisuusohjeissa. Nämä vaatimukset koskevat myös 48, 49 ja 51 §:ien tarkoittamia töitä.

7. Ennen jännitteen kytkemistä laitokseen on kytkentätoimenpiteestä vastaavan henkilön varmistauduttava siitä, että työt kaikilla työpaikoilla on lopetettu ja ettei kytkemisestä aiheudu vaaraa.

Työtä varten jännitteettömäksi erotettuun laitteiston osaan ei saa kytkeä jännitettä ennen kuin kytkemisestä vastaava henkilö on saanut luotettavan ilmoituksen tai on itse varmistautunut siitä, että työ kaikilla työpaikoilla on päättynyt ja että työmaadoitukset on purettu. Luotettavana ilmoitustapana pidetään henkilökohtaista tai kirjallista ilmoitusta sekä puhelimitse tai radioteitse lähetettyä ilmoitusta. Puhelin- tai radioilmoituksen vastaanottajan on toistettava ilmoitus lähettäjälle. Lisäksi on suositeltavaa, että sekä lähettäjä että vastaanottaja kirjoittavat ilmoituksen muistiin.

Jännitteen kytkeminen ei saa perustua pelkästään ennakolta sovitun ajan kohtaan.

51 § Työt jännitteisenä olevassa laitoksessa (jännitetyöt)

Tämän pykälän määräykset koskevat sellaista sähkötyötä, joka kohdistuu *paljaaseen jännitteisenä olevaan osaan* tai jota tehdessään työntekijä voi itse työssä tarvittavien aineiden tai välineiden välityksellä ulottua tällaisen *osan välittömään läheisyyteen* (ks. 49 §).

1. Sähkötyön kohteena oleva sähkölaitoksen osa on yleensä tehtävä jännitteettömäksi työn ajaksi. Jos laitoksen jännitteettömäksi tekemiseen liittyy suurta haittaa, saa määrätyt työt tehdä laitoksen ollessa jännitteisenä edellyttäen, että käytetään riittävän ammattitaitoisia, sähköalan koulutuksen saaneita henkilöitä sekä sopivia työmenetelmiä ja että on ryhdytty olosuhteiden vaatimiin turvallisuustoimenpiteisiin. Räjähdyksenvaarallisessa tilassa sähkötyötä tehtäessä työkohteen on oltava jännitteettömänä.

A. Jännitetyön yleiset edellytykset

Sähkötyön kohteena oleva sähkölaitteiston osa on yleensä tehtävä jännitteettömäksi ja eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta myös työmaadoitettava 50 § mukaisesti. Jos laitteiston jännitteettömäksi tekemiseen liittyy kuitenkin suurta haittaa, saa määrätyt työt tehdä laitteiston ollessa jännitteisenä seuraavin edellytyksin:

- a. Jännitetyön tekijällä on kyseiseen työhön riittävä ammattitaito ja erikoiskoulutus.
- b. Jännitetyössä käytetään työmenetelmän edellyttämiä turvallisuustoimenpiteitä sekä työ- ja suojeluvälineitä.

B. Turvallisuustoimenpiteet sekä työ- ja suojeluvälineet

Turvallisuustoimenpiteiden tarkoituksena on suojata työn tekijää sekä suoralta sähköiskulta että oiko- ja maasulun vaikutuksilta. Tähän tarkoitukseen on käytettävä tarpeellisia, ko. jännitteelle tarkoitettuja suojuksia sekä välineitä kuten eristävää alustaa, tilapäistä ja luotettavasti kiinnitettyä eristävää suojusta läheisen jännitteisenä

olevan osan edessä tai ympärillä sekä erikoistyökaluja ja eristyssauvoja. Paljaat jännitteisenä olevat osat on tarvittaessa suojattava työn ajaksi putoavan työkalun tai muun esineen aiheuttaman vaaran estämiseksi.

Henkilökohtaisia suojeluvälineitä kuten tarkoituksenmukaisia suojavaatteita, -jalkineita, -käsineitä, kasvojen suojainta ja suojakypärää on käytettävä työn ja työolosuhteiden vaatimassa määrin. Suojuksien, työkalujen ja välineiden ennakkotarkastus, ks. liite XII. Työskentelyolosuhteissa, joissa valokaari voi aiheuttaa välittömän tapaturmanvaaran, asetetaan suojavaatteiden paloturvallisuudelle erityisvaatimukset (ks. tiedonanto T 73). Lisäksi suositellaan, että ihoa koskettavat alusvaatteet ovat valmistetut materiaalista, joka ei sisällä helposti sulavia synteettisiä kuituja.

C. Sallitut jännitetyöt

Seuraavia töitä saa räjähdysvaarallista tilaa lukuun ottamatta tehdä mainituin edellytyksin laitteiston ollessa jännitteisenä:

- a. Työt enintään 50 V vaihtojännitteellä tai enintään 110 V tasajännitteellä.
- b. KytKentätyöt, yksittäisen kojeen vaihto ja vaativuustasoltaan näitä vastaavat työt enintään 1000 V laitteistossa ilmajohtoja lukuun ottamatta.
- c. Työt, joiden työmenetelmän ja työvälineet Sähkötarkastuskeskus on erikseen kyseiseen tarkoitukseen hyväksynyt.

Tämän ryhmittelyn mukaisesti on jännitetöitä käsitelty Sähkötarkastuskeskuksen tiedonannossa T 67, joka sisältää myös b-ryhmään kuuluvia töitä koskevia yksityiskohtaisia vaatimuksia.

IX luku. Sähkölaitoksen ja -laitteiston tarkastukset

52 § Viranomaisten suorittamat tarkastukset

1. Sähkölaitoksen tarkastaminen on kauppa- ja teollisuusministeriön erikseen antaman päätöksen mukaan Sähkötarkastuslaitoksen tehtävänä.

2. Paloviranomaiselle kuuluvasta sähkölaitoksen tarkastuksesta on säädetty erikseen.

Palotarkastuksissa suoritettavista sähkölaitteiden ja -asennusten tarkastuksista on määrätty asetuksessa palo- ja pelastustoimesta (1089/75).

3. Työsuojeluviranomaiselle kuuluvasta työturvallisuusmääräysten valvonnasta ja muille viranomaisille annetuista tarkastustehtävistä on säädetty erikseen.

Työsuojelun valvonnan piiriin kuuluu myös työpaikan sähköturvallisuu-teen liittyviä kysymyksiä. Työsuojeluviranomaisten tehtävänä on valvoa mm. työturvallisuuslain (299/58) noudattamista. Sanotun lain 27 § mukaan työpaikan sähköjohdot ja -laitteet on määrätty siten rakennettavaksi, asennettavaksi, käytettäväksi ja hoidettavaksi, etteivät ne aiheuta palon tai tapaturman vaaraa. Lisäksi on sähkötyössä määrätty noudatettavaksi erityistä varovaisuutta ja kulloinkin voimassa olevia sähköturvallisuu-temääräyksiä.

Valmistuneet uudet väestösuojat tarkastetaan rakennustarkastusviranomaisten suorittaman loppukatselmuksen yhteydessä joko rakennustarkastajan tai väestönsuojelulautakunnan toimesta. Valmiit väestönsuojat tarkastetaan väestönsuojelulautakunnan toimesta väestönsuojelulain (438/58), väestönsuojeluasetuksen (237/59) ja sisäasiainministeriön päätösten (295/85 ja 972/75) mukaisesti enintään 5 vuoden määräajoin. (SM:n väestönsuojien tarkastamista koskevat kirjeet 332/770/73 ja 575/733/84.)

53 § Haltijan toimesta suoritettavat tarkastukset

1. Tarkastusviranomaisen suorittamien tarkastusten lisäksi on sähkölaitoksen haltijan toimesta suoritettava laitoksen tarkastuksia riittävän usein. Kiinteistön sähköasennusten tarkastus on suoritettava silloin, kun 52 §:n 2 momentissa tarkoitettussa paloviranomaisen suorittamassa tarkastuksessa tämä katsotaan tarpeelliseksi.

Tarkastuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota sähkölaitteiston sellaisiin osiin, joissa esiintyvät puutteet tai viat voivat välittömästi aiheuttaa hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa. Tarkastuksen antaessa siihen aihetta on laitteiston haltijan ryhdyttävä 3 § 3 mukaisiin toimenpiteisiin.

Tarkastuksen suorittajan on tunnettava tarkastettavat laitteet ja niitä koskevat määräykset niin hyvin, että hän vikojen ja puutteiden lisäksi pystyy arvostelemaan näiden vaikutuksen turvallisuuteen. Jos laitteiston haltijalla ei itsellään ole riittävää pätevyyttä, hänen on käytettävä tehtävään pätevää henkilöä.

Rakennuksen sähköasennusten tarkastus voidaan antaa paikallisen sähköä jakavan laitoksen, rekisteröidyn sähköurakoitsijan tai -suunnittelijan taikka sellaisen henkilön tehtäväksi, jolla on tarkastettavan sähkölaitteiston käytön johtajalta tai sähkötöiden johtajalta vaadittu pätevyys (liitteet IX ja X).

Tarkastuksista on pidettävä kirjaa lomakkeita, kortteja tms. käyttäen. Muistiin on merkittävä mm. tarkastajan nimi, tarkastusaika, mahdolliset mittaustulokset ja havaitut viat. Tarkastuspöytäkirjat on vaadittaessa esitettävä tarkastusviranomaiselle.

Tarkastus voidaan tehdä myös osatarkastuksina edellyttäen, että näistä pidetään kirjaa edellä esitetyllä tavalla.

A. Käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteisto tarkastetaan ennen sen käyttöönottoa. Tällöin on varmistauduttava, että laitteisto on rakennettu voimassa olevien määräysten mukaisesti ja että sen käyttöä ja hoitoa varten tarvittavat välineet sekä piirustuk-

set ja ohjeet ovat käytettävissä (ks. 3 § 3, 3 § 6, 23 § 5 ja 23 § 8 kohta G).

Käyttöönottotarkastuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota ylivirta- ja maasulkusuojiin sekä niiden apusähköjärjestelmien toiminnan luotettavuuteen. Myös apusähköjärjestelmän ylivirtasuojauksen selektiivisyydestä ja laukaisu-, alijännite- ja maasulkuhälytysten toiminnan luotettavuudesta on varmistauduttava.

Talvella tehtyjen maadoitusten mittaamisen saa siirtää ja laitteiston ottaa käyttöön edellyttäen, että mittaaminen tehdään mahdollisimman pian roudan sulamisen jälkeen.

B. Määräaikaistarkastus

Sähkölaitteiston käyttöönoton jälkeen on suoritettava määräaikaistarkastuksia, joiden perusteellisuus ja tiheys riippuvat mm. laitteiston tai sen osan iästä, mahdollisen vian syntymiseen ja sen aiheuttaman vaaran suuruuteen vaikuttavista olosuhteista sekä vaara-alueen laajuudesta. Esimerkiksi toisen johdon, rakennuksen, varaston tai liikenneväylän läheisyydessä sijaitseva ilmajohto vaatii perusteellisemmän ja tiheimmin välein suoritettua tarkastusta kuin asumattomassa maastossa sijaitseva ilmajohto. Avojohto on tarkastettava useammin kuin muu ilmajohto.

Kosteassa, märässä tai syövyttäviä aineita sisältävässä tilassa taikka palo- tai räjähdysvaarallisessa tilassa sijaitseva laitteisto vaatii perusteellisemmän ja tiheimmin välein suoritettua tarkastusta kuin vaarattomissa käyttöolosuhteissa oleva kulutuskoje. Samoin laajan verkon tai verkoston suojalaitteisiin on kiinnitettävä enemmän huomiota kuin yksittäisen kojeen suojaukseen.

Seuraavia, edellä esitetyistä seikoista riippuvia määräaikaistarkastusten enimmäisvälejä pidetään riittävinä, ellei niistä ole erityistä syytä poiketa:

- a. Yli 1000 V avojohto ja ulkokytkinlaitos maadoitusjohtimien kunnon tarkastukseksi: 1 ... 3 vuotta
- b. Muu ilmajohto sekä yli 1000 V sisäkytkinlaitos maadoitusjohtimien kunnon tarkastukseksi: 3 ... 6 vuotta

- c. Yli 1000 V laitteiston ylivirta- ja maasulkusuoji-
asettelun ja toiminnan tarkistus
sekä kunnan tarkastus: 1 ... 3 vuotta
- d. Enintään 1000 V jakeluverkon jakokeskus-
ten sekä ylivirta- ja maasulkusuoji-
mitoituksen tarkistus ja kunnan tarkastus: 6 vuotta
- e. Maadoitusimpedanssin (-resistanssin) mit-
taus kaikissa niissä tapauksissa, joissa sille
on määräyksissä asetettu yläraja,
— kun maadoitus on yhden maadoitus-
johtimen varassa: 6 vuotta
— kun maadoitus on useamman kuin yh-
den maadoitusjohtimen varassa: 12 vuotta
- f. Rakennuksen enintään 1000 V asennukset
tilassa, jossa viallisista laitteista voi aiheu-
tua erityistä vaaraa kuten koulussa, lasten-
tarhassa, sairaalassa (terveyskeskuksessa),
kirkossa, teatterissa, ravintolassa ja muussa
kokoontumishuoneistossa, hotellissa, teol-
isuuslaitoksessa ja tavaratalossa, joissa sa-
manaikaisesti voi olla paljon ihmisiä
(yleensä yli 50 henkilöä): 3 ... 6 vuotta
- g. Räjähdyksivaarallisen tilan laitteet: 0 ... 3 vuotta
- h. Enintään 1000 V asennukset rakennukses-
sa, jossa säilytetään arvokasta irtaimistoa,
kuten arkistossa ja museossa: 6 ... 12 vuotta
- i. Muunlaisen rakennuksen enintään 1000 V
asennukset haltijan harkinnan mukaan,
enimmäistarkastusväliksi suositellaan: 15 vuotta

Rakennuksen sähköasennusten tarkastus on lisäksi suoritettava aina, kun palotarkastaja määrää tarkastuksen tehtäväksi, ks. 52 § 2.

Kohtien *a* ja *b* mukaisissa tarkastuksissa on varmistauduttava silmä-
määräisesti suoritettujen katselmuksien lisäksi siitä, että kytkinlaitok-
siin ja johtoihin kuuluvat laitteet on huollettu ennalta laaditun huol-
to-ohjelman mukaisesti. Johdin- ja kiskoliitosten kunto on tarvitta-
essa tutkittava pistokokein. Liittymien ilmajohtojen tarkastus on
tarkoituksenmukaista tehdä jakeluverkon tarkastuksen yhteydessä.

Yli 1000 V laitteiston suojien koestus (kohta c) voidaan tehdä ensiö- tai toisiokoestuksena. Ylivirtasuojan ensiökoestuksessa koestusvirta syötetään virtamuuntajan ensiöpiiriin tai ensioreleen liittimiin. Suojajärjestelmän toiminta on tarkistettava katkaisijan toimimiseen saakka. Toisiokoestuksessa koestussuureet syötetään suojareleen tulopiireihin, ja releen toimintaa tarkkaillaan eri koestussuureiden arvoilla. Laukaisupiirin toiminta tarkistetaan laukaisemalla katkaisija, tai jos tämä aiheuttaa huomattavia käytöteknillisiä haittoja, mittaamalla laukaisupiirin kunto. Hälyttävän suojan toiminta on tarkistettava hälytykseen saakka. Lisäksi on todettava mittauksin, että releistys saa mittausviestit mittamuuntajilta. Apusähköjärjestelmien laukaisu-, alijännite- ja maasulkuhälytysten toiminta sekä ylivirtasuojien asettelut ja sulakekoot on myös tarkistettava.

Enintään 1000 V jakeluverkon ylivirtasuojien tarkastuksessa (kohta d) on varmistauduttava siitä, että verkosto ja sen ylivirtasuojaus ovat jatkuvasti Sähköturvallisuusmääräysten (4 §, 8 §, 9 § ja 25 §) sekä Vahvavirtailmajohtomääräysten (julkaisun A 4, kohta 5.2.3) mukaiset. Jakeluverkon ylivirtasuojien tarkastuksen yhteydessä on tarkastettava myös liittymien päävarokkeet (9 § 5 kohta C). Liittymien muita asennuksia ei katsota jakeluverkkoon kuuluviksi.

Maadoituselektrodien yhdistelmälle riittää resultoivan maadoitusresistanssin mittaaminen (kohta e). Jos samaa elektrodia on käytetty useiden laitteiden maadoittamiseen erillisten maadoitusjohtinten välityksellä, riittää yhdestä maadoitusjohtimesta tehty maadoitusresistanssin mittaus edellyttäen, että tämän ja muiden maadoitusjohtimien välinen ehjyys tarkistetaan mittaamalla tai, mikäli koko väli on nähtävissä, silmämääräisesti tarkastamalla. Kun laajaan maadoituselektrodiin on maadoitettu useita laitteita erillisillä maadoitusjohtimilla mutta siten, että yksittäisen laitteen maadoitus on yhden maadoitusjohtimen varassa, riittää 12 vuoden välein tehty maadoitusresistanssin mittaus, mikäli maadoitusjohtimien välinen ehjyys tarkistetaan edellä selostetulla tavalla enintään 6 vuoden välein.

Johdon varrella olevan erottimen, jonka maadoitus on yhdistetty ukkosjohtimiin, resultoivan maadoitusimpedanssin (ukkosjohtimiin yhdistettynä) mittaamisen asemesta voidaan mitata asiaan vaikuttavien pylväiden maadoitusresistanssit ja laskea resultoiva maadoitusimpedanssi ukkosjohtimien impedanssin avulla. Erottimen paikal-

liselektrodin kunnan määrääkaistarkastus voidaan tehdä mittamalla sen maadoitusresistanssi ukkosjohtimista erotettuna tai mittaamalla paikalliselektrodin ja ukkosjohtimien välinen sarjaresistanssi edellyttäen, että esim. käyttöönottotarkastuksen yhteydessä ko. resistanssille on mitattu vertailuarvo. Vaihtoehtoisesti voidaan mitata paikalliselektrodin ehjyys, mikäli se on niin rakennettu, että tällainen mittaus on mahdollinen.

Maadoitusresistanssimittauksista ja maadoitusjohdinten kunnan tarkastuksista on Sähkötarkastuskeskus antanut erilliset ohjeet julkaisussa D 15.

Rakennusten enintään 1000 V asennusten tarkastuksissa (kohdat *f*, *g*, *h* ja *i*) on kiinnitettävä erityistä huomiota johtojen kuntoon ja suojaukseen, keskusten kosketussuojaukseen ja virtapiirimerkintöihin sekä verkkoon liitettyjen kulutuslaitteiden ja niiden suojamaadoituspiirien kuntoon. Mikäli on epäiltävissä asennuksen jännitelujuuden oleellisesti alentuneen, on eristystila mitattava (5 § 1 kohta *B*). Lämpöreleiden, vikavirtasuojakytkimien yms. säännöllistä huoltoa vaativien laitteiden hoitoa varten on laadittava huolto-ohjelmat. Määrääkaistarkastuksissa varmistaudutaan siitä, että laitteita on huollettu ennalta laaditun ohjelman mukaisesti.

X luku. Erinäisiä määräyksiä

54 § Sähkön aiheuttamat tapaturmat ja omaisuusvahingot

1. Milloin sähkö on aiheuttanut tai sen epäillään aiheuttaneen tapaturman tai omaisuusvahingon, on sähkölaitoksen haltijan, jos laitoksen rakentamiseen on hankittava lupa kauppa- ja teollisuusministeriöltä tai sille on tehtävä laitoksesta ilmoitus, tarvittaessa avustettava viranomaisia tapaturman tai omaisuusvahingon syyn selvittämisessä sekä viipymättä ilmoitettava tapaturmasta Sähkötarkastuslaitokselle.

Sähkölaitoksen haltijalle asetettu avustamis- ja ilmoitusvelvollisuus koskee myös laitoksen jakelualueella muiden kuin haltijan omien sähkölaitteiden aiheuttamia tapaturmia. Sähkölaitoksen on sopivalta tavalla tiedotustoimintaa käyttäen huolehdittava siitä, että sen jakelualueella sattuneet tapaturmat ja tapaturmanvaaran uhkakin saatetaan Sähkötarkastuskeskuksen tietoon.

Sähkötapaturmalla tarkoitetaan tässä sellaista sähkövirran, jännitteen tai valokaaren aiheuttamaa tapaturmaa, josta on ollut seurauksena ihmishengen menetys, pysyvä invaliditeetti tai tilapäinen terveyden tai työkyvyn menetys, ja omaisuusvahingolla 1 § 1 tarkoittamasta omaisuudenvaarasta syntynyttä vahinkoa.

Ilmoitus sähkötapaturmasta ja sen syistä on tehtävä kirjallisesti Sähkötarkastuskeskukselle, jolta on saatavissa tarkoitusta varten laadittuja ilmoituslomakkeita.

Kun tapaturman tai omaisuusvahingon syynä on ollut tai epäillään olevan viallinen sähkölaitte, joka kuuluu Sähkötarkastuskeskuksen ennakkotarkastuksen alaisiin sähkölaitteisiin (ks. liite XI), on suositeltavaa, että laite irrotetaan käyttöpaikaltaan ja lähetetään sellaiseen Sähkötarkastuskeskukselle tutkittavaksi. Lähetykseen on liitettävä selvitys laitteen käyttöpaikasta ja haltijasta sekä aiheutuneen vahingon laadusta ja ajankohdasta.

55 § Määräyksistä poikkeaminen

1. Jos tämän päätöksen määräysten noudattaminen jossakin tapauksessa aiheuttaa kohtuuttomia kustannuksia tai huomattavaa hankaluutta ja jos tarkoitettu turvallisuus voidaan saavuttaa muulla tavoin, voi Sähkötarkastuslaitos myöntää tarpeelliseksi katsomillaan ehdoilla niistä poikkeuksia.

56 § Muutoksenhaku

1. Muutosta Sähkötarkastuslaitoksen tämän päätöksen nojalla antamaan sähkölaitoksen rakentamista, käyttöä tai hoitoa koskevaan määräykseen haetaan kauppa- ja teollisuusministeriöltä, jollei toisin ole säädetty, 30 päivän kuluessa määräyksen antamisesta noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Määräys on kuitenkin voimassa, kunnes asia on lopullisesti ratkaistu, jollei kauppa- ja teollisuusministeriö toisin määrää.

57 § Tarkempien määräysten antaminen

1. Sähkötarkastuslaitos antaa tarkempia määräyksiä tämän päätöksen soveltamisesta sekä sitä täydentäviä ohjeita ja selityksiä.

Sähkötarkastuskeskuksen antamat soveltamismääräykset sekä ohjeet ja selitykset on tässä julkaisussa esitetty ministeriön päätökseen sisältyvän kunkin määräyksen yhteydessä. Kun sähkötekniikan kehitys ja sähkölaitteista aiheutuvan vaaran tai häiriön torjumisesta saatu kokemus tuo mukanaan uusia rakenteita ja asennusmenetelmiä, tässä julkaisussa esitettyjä soveltamismääräyksiä ja ohjeita joudutaan aika-ajoin tarkistamaan. Täydennykset ja muutokset julkaitaan Sähkötarkastuskeskuksen tiedonannoissa ja tämän julkaisun A1 seuraavassa korjatussa painoksessa.

Jos soveltamismääräykset ovat jossakin tapauksessa riittämättömät tai niiden noudattaminen johtaa vaaran välttämisen kannalta ilmei-

seen kohtuuttomuuteen, Sähkötarkastuskeskus voi antaa kirjallisesta pyynnöstä täydentäviä tai poikkeavia kirjallisia lisämääräyksiä.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on tällä määräyksellä valtuuttanut ainoastaan Sähkötarkastuskeskuksen antamaan tarkempia määräyksiä tämän päätöksen soveltamisesta sekä täydentäviä ohjeita ja selityksiä. Esim. sähkölaitos, tapaturman- tai palontorjuntajärjestö, vaakuutuslaitos tms. yhteisö ei ole oikeutettu sähkölakiin tai tämän päätöksen määräyksiin nojautumalla vaatimaan, että toisen haltijan sähkölaitteisto rakennetaan hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaran välttämiseksi suurempaa turvallisuutta silmällä pitäen kuin mitä sisältyy Sähkötarkastuskeskuksen tarkempiin määräyksiin kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen soveltamisesta. Muut viranomaiset voivat kuitenkin antaa toisten lakien tai asetusten nojalla sähkölaitteistoa koskevia muita määräyksiä.

58 § Voimaantulosäännös

1. Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1974. Sillä kumotaan kauppa- ja teollisuusministeriön 26 päivänä helmikuuta 1957 sähkölaitosten varmuusmääräyksistä antama päätös (112/57) siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen. Viimeksi mainittua päätöstä saadaan kuitenkin soveltaa tämän päätöksen voimaantulopäivän ja 1 päivän heinäkuuta 1975 välisenä aikana rakenteilla tai korjauksen alaisena olevien laitosten osalta.

2. Ennen tämän päätöksen voimaantuloa hyväksyttyjä tai aikaisemmin voimassa olleiden määräysten nojalla rakennettuja sähkölaitoksia saa aikaisemmin hyväksytyssä muodossa ja laajuudessa käyttää tarkoitukseensa edellyttäen, että ne eivät aiheuta ilmeistä hengen-, terveyden- eikä omaisuudenvaaraa eivätkä kohtuuttomasti häiritse ympäristöään.

Aikaisemmilla määräyksillä tarkoitetaan 58 § 1:ssä mainittuja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiä sekä 1930—03—01 annettua päätöstä (129/30) varmuusmääräyksistä sähkölaitoksia varten ja niiden rakentamisessa ja hoitamisessa noudatettavista säännöistä.

Käsitteiden määritelmiä ja selityksiä

Seuraavassa on esitetty määritelmä tai selitys lähinnä sellaisille käsitteille, jotka esiintyvät sähköturvallisuusmääräyksissä useissa kohdin ja joiden määrittelemineen on tarpeen niiden yksikäsitteisyyden kannalta. Sulkeissa on esitetty IEC:n International Electrotechnical Vocabulary:n (JEV) vastaava englanninkielinen termi, jos tällainen on olemassa. Sellaiset käsitteet, jotka sähköturvallisuusmääräyksissä esiintyvät vain yhdessä paikassa, on tarpeen mukaan määriteltä ao. yhteydessä. Lisäksi viitataan vahvistettuihin SFS-sanastostandardeihin (2227, 3746, 4741, 5029 ja 5360), jotka perustuvat JEV:n vastaaviin osiin.

askeljännite

Kahden jaloilla samanaikaisesti kosketeltavan kohdan välinen kosketusjännite.

avojohto

Ilmajohto, jossa jokainen johdin on erikseen kiinnitetty eristimiin tai muihin kiinnikkeisiin.

Avojohdon johtimet voivat olla paljaita tai eristepäällysteisiä.

erikoissuurjännitelaitteisto [-laite]

Pienjännitteellä syötetty erillinen suurjännitelaitteisto [-laite].

*eristysresistanssi
(insulation resistance)*

Sähkölaitteen kahden toisistaan eristetyn osan välinen tai maasta eristetyn osan ja maan välinen resistanssi.

*eristysvika
(insulation fault)*

Eristyksen vioittumisesta tai muusta syystä aiheutunut johtava yhteys kahden toisistaan eristetyn osan tai eristetyn osan ja maan välillä.

*erotin
(disconnector)*

Mekaaninen kytkinlaite, jossa on auki-asennossa erityisvaatimusten mukainen erotusväli.

	Erotin kykenee avaamaan ja sulkemaan virtapiirin, kun joko vähäinen virta kytetään tai katkaistaan tai kun erottimen kunkin navan yli ei esiinny merkittävää jännite-eroa. Erotin kykenee myös johtamaan normaalin kuormitusvirran sekä johtamaan tietyn ajan epänormaalien olosuhteiden kuten oikosulun aiheuttaman virran.
<i>erotustyö</i>	Sähkötyö, joka kohdistuu laitteiston luotettavasti jännitteettömäksi erotettuun ja tarvittaessa viereisten jännitteisten osien koskettamiselta suojattuun, työmaadoitettuun osaan. Erotustyöstä annetaan tarkemmat määräykset 50 §:ssä.
<i>generaattori</i> <i>(generator)</i>	Mekaanista energiaa sähköenergiaksi muuttava sähkökone.
<i>heikkovirtalaitteisto</i> <i>[-laite]</i>	Sähkölaitteisto [-laite], jossa esiintyvä virta tai jännite ei voi aiheuttaa hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa.
<i>ilmajohto</i> <i>(overhead line)</i>	Sähkölaitteisto, joka sisältää ulos ilmaan asennetun johdon eristimineen ja kannatusrakenteineen. Ilmajohdon kannatusrakenteita ovat mm. pylvää, pylväasperustukset, tuet, harukset ja orret.
<i>jakokeskus</i>	Enintään 1000 V kytkinlaitos.
<i>johdin</i> <i>(conductor)</i>	Rakenneos, jonka nimenomaisena tarkoituksena on johtaa sähköä. Johdin on useimmiten lankaa tai kiskoa taikka kerrattua johdinta. Paljasta kerrattua johdinta nimitetään tavallisesti köydeksi.

Liite I

<i>johdonsuojakatkaisija</i>	Itselaukaiseva, johdon ylivirtasuojana toimiva katkaisija.
<i>johto</i> <i>(electric line)</i>	Samaan virtapiiriin kuuluvien johtimien, tarvittaessa myös suojajohtimen, muodostama kokonaisuus.
<i>jännitelujuus</i>	Standardien mukaisella koestusmenetelmällä todettu sähkölaitteen tai eristysrakenteen kestojännite. Tavallisimmat jännitelujuudet ovat syöksyjännitelujuus, kytkentäjännitelujuus ja vaihtojännitelujuus.
<i>jännitteelle altis osa</i>	Virtapiiriin kuulumaton johtava osa, johon jännitteen pääsy on todennäköistä peruseristyksen tai muun rakenteen pettäessä vikaantumisen tai ylijännitteen vuoksi. Myös virtapiiri voi olla alttiina toisen virtapiirin jännitteelle.
<i>jännitteelle altis kosketeltava osa</i> <i>(exposed conductive part)</i>	Sähkölaitteen kosketeltava osa, johon voi tulla jännite eristysvian sattuessa. Myös muut kuin sähkölaitteen osat voivat olla jännitteelle alttiita.
<i>jännitteinen osa</i> <i>(live part)</i>	Normaalikäytössä virtapiiriin kuuluva osa, PEN-johdinta lukuun ottamatta. Maadoituselektrodia ja suojajohdinta ei pidetä normaalikäytössä virtapiiriin kuuluvina osina.
<i>kaapeli</i> <i>(insulated cable)</i>	Teollisesti valmistettu sähkötarvike, jossa yhtä tai useampaa eristepäällysteistä johdinta ympäröi vaippa. Kaapelissa voi lisäksi olla eristämättömiä johtimia. IEC:n sanastoon perustuvasta SFS-standardista (5360) poiketen on kaapelilla tämän määritelmän mukaan vaippa.

*kaikkinapainen
toiminta*

Kytkinlaitteen toiminta, jossa virtapiirin kaikki maadoittamattomat virtajohtimet kytketään auki tai kiinni.

*kaksoiseristys
(double insulation)*

Eristyskokonaisuus, jonka muodostavat peruseristys ja lisäeristys.

*kaksoismaasulku
(double faults)*

Kaksivaiheinen maasulku, jossa eristysviat sattuvat järjestelmän eri kohdissa.

*katkaisija
(circuit-breaker)*

Mekaaninen kytkinlaite, joka kykenee kytkemään, johtamaan ja katkaisemaan piirin normaaleissa olosuhteissa esiintyvän virran sekä myös kytkemään, johtamaan tietyn ajan ja katkaisemaan piirin epänormaalien olosuhteiden kuten oikosulun aiheuttaman virran.

keskipiste

Sähkölaitteen käämityksen tms. tai akuston piste, jonka potentiaali on normaalitilassa sama kuin järjestelmän nollapisteen potentiaali.

Vrt. myös nollapiste ja tähtipiste.

*kosketin
(contact)*

Johtavat osat, joiden tarkoituksena on varmistaa piirin jatkuvuus niiden koskettaessa toisiinsa ja jotka toimintaliikkeensä ansiosta avaavat tai sulkevat piirin tai liukukoskettimen yhteydessä säilyttävät piirin jatkuvuuden.

kosketusetäisyys

Etäisyys, johon ihminen ulottuu ilman apuvälineitä seisonta-alustalta kuten lattialta tai (lumettomasta) maasta.

Kosketusetäisyyden katsotaan ulottuvan alustalta 2,3 m ylöspäin, 1,25 m sivulle ja alaspäin sekä olevan kahden jaloilla kosketeltavan kohdan välillä 1 m. Lumi-vara on määräyksissä otettu erikseen huomioon.

kosketusjännite

Jännite, joka esiintyy kahden samanaikaisesti kosketeltavan, kosketusetäisyydellä olevan osan tai kohdan välillä.

kosketussuoja

Suojaverkon, suojalevyn, kannen, putken, tarvikkeen tms. muodostama rakenne, joka estää jännitteisen tai eräissä tapauksissa jännitteelle alttiin osan koskettamisen.

Kosketussuojan suojauskyvystä riippuen saavutetaan erilaisia suojausasteita. Tavallinen kosketussuoja (IP 2X -suojaus) tarkoittaa suojausta, jossa jännitteiset ja yleensä myös ainoastaan peruseristetyt osat on suojattu niin, ettei niitä voi koskettaa standardin mukaisella koestussormella. IP 3X -suojaus tarkoittaa, ettei osia voi koskettaa halkaisijaltaan 2,5 mm puikolla.

kostea tila

Huone, sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa ilma on niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteelle tiivistyy kosteutta, mutta jossa vesipisaroita muodostuu vain poikkeuksellisesti.

kotelointiluokka

Sähkölaitteen ulkokuoren tai vaipan (koteloinnin) kyky suojata ympäristöä laitteen sisäosissa olevien jännitteisten tai liikkuvien osien aiheuttamalta hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaralta sekä ulkokuoren tai vaipan kyky suojata laitteen arkoja sisäosia ympäristöstä tunkeutuvalta vedeltä, kiinteiltä aineilta tai pölyltä.

Kotelointiluokkia on selostettu 40 § 1 taulukossa 40.1—3 sekä liitteessä VI.

kuiva tila

Huone tai sen osa, jossa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteille normaalikäytössä tiivisty kosteutta.

kuljetettava laitteisto

Kulkuneuvon tai alukseen taikka pyörillä, jalaksilla tai muulla tavoin purkamattomana toiseen paikkaan aika ajoin siirrettävään rakennelmaan pysyvästi asennettu sähkölaitteisto.

*kulutuskoje
(current-using
equipment)*

Sähkölaite, jossa sähköenergiaa muutetaan ja käytetään hyväksi toisena energiamuotona.

Kulutuskojeita ovat mm. sähkömekaaninen koje, sähkölämpökoje, valaisin ja teleteknillinen koje.

kuormanerotin

Kytkinlaite, joka täyttää sekä kytkimelle että erottimelle asetetut vaatimukset.

kytkin

Kytkinlaite, joka kykenee kytkemään, johtamaan ja katkaisemaan piirin normaaleissa olosuhteissa esiintyvän virran määrätty ylikuormitustilanteet mukaan lukien sekä myös johtamaan piirin epänormaalien olosuhteiden kuten oikosulun aiheuttaman virran tietyn ajan.

Kytkin voi kyetä kytkemään mutta ei katkaisemaan oikosulkuvirtoja.

Kytkin on itsetoimiva (automaattinen), jos se toimii ilman käyttöhenkilökunnan myötävaikutusta jännitteen, virran tai jonkin muun suureen saavuttaessa tietyn arvon.

*kytkinlaite
(switching device)*

Laite, joka on tarkoitettu kytkemään tai katkaisemaan virta yhdessä tai useammasa virtapiirissä.

Kytkinlaitteita ovat esimerkiksi katkaisija, kytkin, erotin ja varoke.

kytkinlaitos

Rakennekokonaisuus, jossa on sähköön tuottamisessa, siirrosta, muuntamisessa tai muuttamisessa tarvittavia kytkin-, suoja-, ohjaus- tai valvontalaitteita.

	Kytkinlaitokseksi katsotaan myös sellainen ilmajohdon pylväs, johon on asennettu kytkinlaite, esim. erotin.
	Eräistä kytkinlaitoksista ja kytkinlaitosten yhtenäisistä osista käytetään nimitystä "kojeisto".
<i>käyttöjännite</i> (<i>operating voltage</i>)	Sähkölaitteistossa [-laitteessa] normaalitilassa esiintyvän jännitteen tehollisarvo.
<i>käyttömaadoitus</i>	Virtapiiriin maadoittamiseen käytetty maadoitus.
<i>käyttöolosuhteet</i>	Käyttöpaikan luokittelu enintään 1000 V sähkölaitteiden kosketusjännitesuojauksen kannalta.
	Käyttöolosuhteet ovat vaarattomia, vaarallisia tai erittäin vaarallisia, ks. 9 § 1.
<i>liikenneväylä</i>	Tie, katu, rautatie, kanava, laivaväylä, urheilukenttä yleisötiloiineen tms.
	Liikenneväylään luetaan kuuluvaksi myös kuormaus-, purkaus- tai pysäköintipaikka sille johtavine kulkuteineen.
<i>liitin</i> (<i>terminal</i>)	Yhden tai useamman johtimen liittämistä varten tarkoitettu tarvike.
<i>liittymisjohto</i> (<i>supply service, line connection</i>)	Sähkönjakeluverkon ja liittymän pääkeskuksen välinen johto.
<i>lisäeristys</i> (<i>supplementary insulation</i>)	Peruseristysten lisänä oleva, siitä riippumaton eristys, joka antaa suojauksen sähköiskua vastaan, jos peruseristykseen tulee vika.
<i>maadoittaminen</i>	Virtapiiriin tai laitteen johtavan osan yhdistäminen maadoituselektrodiin.
<i>maadoitus</i> (<i>earthing system</i>)	Maadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin muodostama kokonaisuus.

<i>maadoituselektrodi</i> (<i>earth electrode</i>)	Maassa sijaitseva paljas metallilanka, -köysi, -kisko, -putki, -sauva tms. tai näistä muodostettu yhdistelmä, joka on välitörmässä kosketuksessa maahan.
<i>maadoituselektrodien yhdistelmä</i>	Johtimella toisiinsa yhdistetyt maadoituselektrodit.
<i>maadoituserotin</i>	Maadoituspiirin avaamiseen ja sulkemiseen käytetty erotin.
<i>maadoitusimpedanssi</i> [<i>-resistanssi</i>]	Maadoitusjohtimesta mitattu maadoituselektrodin tai -elektrodien yhdistelmän ja kaukana sijaitsevan maan välinen impedanssi [<i>-resistanssi</i>]. Laajalla maadoituselektrodilla tai -elektrodien yhdistelmällä saattaa mittauskohdasta riippuen olla useita erisuuruisia maadoitusimpedansseja.
<i>maadoitusjohdin</i> (<i>earthing conductor</i>)	Maadoitettavan osan tai maadoituskiskon ja maadoituselektrodin välinen johdin. Maadoitusjohtimena tai sen osana voi olla muukin kuin varsinainen johdin, esim. metalliputki tai -telineistö.
<i>maadoitusjännite</i>	Maadoitusimpedanssin ja sen kautta kulkevan virran tulo.
<i>maadoituskytkin</i>	Maadoituspiirin avaamiseen ja sulkemiseen käytetty kytkin, joka kykenee kytkeään oikosulkuvirran.
<i>maasulku</i>	Jännitteisen osan ja maan tai maahan johdettavassa yhteydessä olevan osan välinen eristysvika. Maasulku voi olla yksi- tai useampina-painen riippuen siitä, kuinka monessa järjestelmän virtajohtimista tällainen eristysvika esiintyy samanaikaisesti.

<i>maasulkuvirta</i>	Maasulussa maahan tai maahan yhteydessä olevaan osaan vikapaikan kautta kulkeva virta.
<i>merkkivalaistus</i>	Valaistus, joka osoittaa poistumistiet. Merkkivalaistus toimii tavallisen valaistuksen kanssa yhtäaikaan ja siitä riippumatta.
<i>moottorinsuoja-katkaisija</i>	Sähkömoottorin ylikuormitus- ja oikosulkusuojana toimiva katkaisija.
<i>moottorinsuojakytkin</i>	Sähkömoottorin ylikuormitussuojana toimiva kytkin.
<i>muu johtava osa (extraneous conductive part)</i>	Sähköasennukseen kuulumaton johtava osa, jossa tietty potentiaali, normaalitilassa yleensä maan potentiaali, voi esiintyä. Tällaisia johtavia osia ovat esimerkiksi — rakennuksen metalliset runkorakenteet — metalliset kaasu-, vesi- ja lämpöjohdot sekä näihin johtavasti liittyvät laitteet, jotka eivät ole sähkölaitteita (esim. lämpöpatterit, kaasu- ja puuliedet, kaatoaltaat jne.) — johtavat lattiat ja seinät.
<i>muuntaja (transformer)</i>	Sähkölaite, joka magneettivuon avulla ilman pyöriä osia muuntaa jännitteen ja virran toiseksi samantaajuiseksi jännitteeksi ja virraksi.
<i>muuntoasema, muuntamo</i>	Kytkinlaitos, jossa on kahta tai useampia erijännitteisiä verkkoja yhdistävä muuntaja. Muuntoasema, joka syöttää pienjännitejakeluverkkoa, on jakelumuuntoasema eli jakelumuuntamo.
<i>muuttaja (convertor)</i>	Sähkökone, -laite tai -laitteisto, joka muuttaa vaihtosähköä tasasähköksi tai toisenlaiseksi vaihtosähköksi tai tasasähköä

	vaihtosähköksi tai toisenlaiseksi tasasähköksi.
<i>märkä tila</i>	Tila, jossa ilma on niin kosteaa, että seinään, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite muutoin on vastaavasti alttiina vedelle.
	Märkiä tiloja ovat esim. kaikki kattamattomat ulkotilat ja eräät peseytymistilojen osat.
<i>nimellisjännite [-virta, -teho]</i>	Jännite [virta, teho], jolle laitteisto tai laite on rakennettu ja joka yleensä on merkitty laitteeseen.
	Kun puhutaan järjestelmän jännitteestä ilman tarkempaa määrettä, tarkoitetaan sillä äärijohtimien välistä nimellisjännitettä.
<i>nollajohdin (neutral conductor)</i>	Muuntajan, generaattorin tms. käämityksen tai akuston keskipisteeseen yhdistetty johdin, joka kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon.
	Nollajohtimen tunnus on N.
<i>nollapiste</i>	Järjestelmän piste, johon nähden äärijohtimien jännitteiden hetkellisarvojen summa on nolla.
	Vrt. myös keskipiste ja tähtipiste.
<i>nollaus</i>	Suojamaadoittaminen PEN-johtimen välityksellä.
<i>oikosulku (short circuit)</i>	Kahden tai useamman piirissä olevan, tavallisesti erijännitteisen pisteen välinen suora tai pieni-impedanssinen yhteys.
	Oikosulku on yksivaiheinen (-napainen), kun eristysvika syntyy yhden äärijohtimen ja nollajohtimen tai nollajohtimeen yhdistetyn suojajohtimen tai metalliosan

- välillä, sekä kaksi- tai kolmivaiheinen (-napainen), kun eristysvika sattuu kahden tai kolmen äärijohtimen välillä (mahdollisesti nolla- tai suojajohtimen välityksellä).
- oikosulkusuoja* Suojalaite tai -laitteiden yhdistelmä, joka kytkee oikosulkuvirran itsetoimivasti pois.
- oikosulkuvirta* Oikosulun aiheuttama ylivirta.
- osittainen kosketus-suojaus* Suojaus, jolla laitteen käyttötoimenpiteenä käsiteltävän osan lähiympäristössä ja myös muualla samassa tilassa (kotelossa, kaapissa tms.) olevat paljaat jännitteiset osat suojataan niin, ettei niitä voi tahattomasti (huomaamatta) koskettaa käsin tai muilla kehon osilla tahi työssä tarvittavien välineiden taikka aineiden välityksellä käyttötoimenpiteiden ja niihin verrattavien huoltotöiden yhteydessä.
- palamaton rakennustarvike* Tarvike, joka ei syty eikä käytännöllisesti katsoen kehittä savua tai palavaa kaasua. Tämä todetaan hyväksytyn menetelmän mukaisen kokeen avulla.
- palava rakennustarvike* Tarvike, joka ei täytä edellä palamattomalle rakennustarvikkeelle asetettuja vaatimuksia.
- A-luokan rakennusosa ja suojaverhous on tehty palamattomista rakennustarvikkeista tai voi sisältää palavia rakennustarvikkeita niin vähäisessä määrin ja siten sijoitettuna, ettei niistä aiheudu haittaa.
- B-luokan rakennusosa ja suojaverhous saa sisältää palavia rakennustarvikkeita.

*palonkestoaja-
luokittelu*

Kantavien ja osastoivien rakennusosien sekä suojaverhousten jakaminen niiden palonkestoajan perusteella luokkiin siten, että mainitun ajan tulee olla vähintään yhtä pitkä kuin luokkamerkinnän luvun tarkoittama aika minuutteina.

*palonkestävä sähkö-
laitteen sijoitus*

Sijoitus, jossa asennusalausta ja muu väli-
tön ympäristö on palamattomasta raken-
nustarvikkeesta niin, että laitteen kuume-
tessa tai syttyessä palamaan ympäristön
syttymisvaaraa ei ole.

palovaarallinen tila

Huone tai sen osa tai muu rajoitettu tila,
jossa on palavaa ainetta sellaisessa muo-
dossa, että sähkölaitteen pintalämpötila tai
kipinöinti voi helposti sytyttää aineen pa-
lamaan.

*PEN-johdin
(PEN conductor)*

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

Kirjainyhdistelmä PEN on muodostettu
suoja- ja nollajohtimien tunnuksista PE
ja N.

*peruseristys
(basic insulation)*

Jännitteisten osien eristys, joka antaa ensi-
sijaisen suojauksen sähköiskua vastaan.

Peruseristys ei välttämättä sisällä yksin-
omaan käyttöeristystä, jolla tarkoitetaan
laitteen normaalin toiminnan kannalta
tarpeellista eristystä.

*pienjännitelaitteisto
[-laite]*

Vahvavirtalaitteisto [-laite], jossa virtapii-
rin kaikkien osien ja maan välinen käyttö-
jännite on enintään 250 V tai järjestelmän
ollessa maasta erotettu virtapiiriin kahden
osan välinen käyttöjännite on enintään
440 V.

pistokytkin

Kytkinlaite, jonka muodostaa kaksi pää-
osaa: pistorasia ja pistotulppa, jotka eivät

ole mekaanisesti yhteydessä toisiinsa kytkimen ollessa auki.

Pistorasialla ja tulpalla saattaa olla käyttötarkoituksen mukaisia nimityksiä, esimerkiksi valaisinliitinpistorasia ja valaisinpistotulppa sekä kojevastake ja koje-pistoke.

Lukittuvaa pistokytintä ei voida avata eikä sulkea kytkimen ollessa jännitteisenä. Mekaanisesti lukittava pistokytin ei voi tarkoituksettomasti avautua pienen mekaanisen voiman vaikutuksesta.

Pistokytin on kaksiasentoinen, jos sen koskettimet voidaan kytkeä kahdessa eri asennossa siten, että virtapiirin johtimien (ääri- ja nollajohtimen) keskinäisen järjestys voi muuttua kytkentäasennosta riippuen.

potentiaalintasaus
(equipotential bonding)

Toimenpide, jolla eri sähkölaitteiden jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja muut johtavat osat pyritään saattamaan samaan potentiaaliin.

Kosketusjännitesuojauksessa käytetyssä potentiaalintasauksessa erotetaan pääpotentiaalintasaus (main equipotential bonding) ja lisäpotentiaalintasaus (supplementary equipotential bonding).

Lisäpotentiaalintasausta käytetään kosketusjännitesuojauksessa silloin, kun kyseisessä tilassa sallitun kosketusjännitteen (esim. 25 V tai 10 mV) ylittäviä kosketusjännitteitä ei saada poistetuksi riittävän nopeasti tavanomaisilla suojausmenetelmillä.

Räjähdysvaarallisessa tilassa potentiaalintasaus tehdään yleensä kipinöintivaa-

	ran poistamiseksi eikä pelkästään kosketusjännitesuojaukseen liittyvistä syistä.
<i>potentiaalintasausjohdin (equipotential bonding conductor)</i>	Suojajohdin, jonka avulla potentiaalintasaus tehdään. Potentiaalintasausjohtimia ovat esim. potentiaalintasauskiskon ja muiden johtavien osien väliset johtimet, potentiaalintasauskiskon ja suojakiskon väliset johtimet sekä samaa tilaa syöttävien jakokeskusten suojakiskojen väliset johtimet.
<i>potentiaalintasausjohdin (equipotential bonding conductor)</i>	Kisko, johon yhdistetään potentiaalintasausjohtimet ja vastaava(t) jakelujärjestelmän suojakisko(t).
<i>puolikiinteä asennustapa</i>	Asennustapa, jossa sähkökoje liitetään kiinteästi verkkoon taipuisalla johdolla siten, että se on rajoitetusti siirrettävissä.
<i>pylväs</i>	Ilmajohdon johtimia, eristimiä ja niiden varusteita kannattava rakenne. Myös mahdolliset harukset, tuet, orret, perustukset yms. ovat pylvään osia.
<i>pääjohto</i>	Nousukeskusta syöttävä johto. SFS-standardin 5029 mukaan pääjohto on jakokeskusta syöttävä johto.
<i>pääjännite</i>	Järjestelmän (virtapiirin) vaihejohtimien välillä esiintyvä jännite.
<i>pääkeskus</i>	Jakokeskus, jonka kautta rakennuksen tai vastaavan liittymän sähkölaitteisto liitetään sähkölaitoksen jakeluverkkoon tai rakennusta syöttävään muuntamoon.
<i>päällystetty avojohto</i>	Avojohto, jonka vaihejohtimet on päällystetty sellaisella eristekerroksella, joka estää johtimien yhteenlyönnistä ja vieraan esineen lyhytaikaisesta kosketuksesta aiheutuvat häiriöt.

<i>päämaadoitusjohdin</i>	Verkon syöttöpisteessä (muuntajan tähtipisteessä tai sen läheisyydessä) oleva maadoitusjohdin.
<i>päämaadoituskisko</i> [-liitin] (main earthing bar [main earthing terminal])	Suojajohtimien, ml. potentiaalintasausjohtimet, maadoitusjohtimet ja mahdolliset toiminnalliset maadoitusjohtimet, liittämiseen tarkoitettu kisko [-liitin]. Päämaadoituskiskosta käytetään eräissä yhteyksissä myös nimitystä pääpotentiaalintasauskisko (main equipotential bar).
<i>riippujohto</i>	Riippukaapelijohdon ja riippukierrejohtoon yhteisnimitys.
<i>riippukaapelijohto</i>	Ilmajohto, jonka johtimet kuuluvat samaan, kannatusköydestä riippuvaan kaapeliin ja jonka kannatusköysi on ripustettu pylväiden varaan.
<i>riippukierrejohto</i>	Ilmajohto, jonka eristepäällysteiset johtimet on tehdasmaisesti kierretty kannatusköyden ympärille ja jonka kannatusköysi on ripustettu pylväiden varaan. Kannatusköysi voi olla paljas tai eristepäällysteinen, ja se voi toimia myös virtajohtimena.
<i>ryhmäjohto</i>	Yhden tai useamman kojeen syöttämiseen tarkoitettu johto.
<i>ryhmäkeskus</i>	Yleensä ryhmäjohtoja syöttävä jakokeskus.
<i>räjähdysvaarallinen tila</i>	Huone, sen osa tai muu rajoitettu tila, jossa räjähdysvaaran aiheuttaa palava kaasu, palavan nesteen höyry tai sumu tahi palava pöly ilmaan sekoittuneena taikka varsinainen räjähdysaine.

*samanaikaisesti
kosketeltavat osat
(simultaneously
accessible parts)*

Johtimet tai johtavat osat, joita henkilö (tai eläin) voi samanaikaisesti koskettaa.

Samanaikaisesti kosketeltavat osat voivat olla

- jännitteisiä osia
- jännitteelle alttiita kosketeltavia osia
- muita johtavia osia
- suojaajohtimia
- maadoituselektrodeja.

*siirrettävä laite
(portable equipment)*

Sähkölaite, jota siirrellään käytön aikana tai joka voidaan helposti siirtää paikasta toiseen sen ollessa kytkettynä verkkoon.

*siirtymispistokytkin
(adapter)*

Laite, jonka avulla pistokytkinjärjestelmä (pistorasia tai -tulppa) voidaan liittää sähköisesti toiseen pistokytkinjärjestelmään (pistotulppaan tai -rasiaan).

*sulake
(fuse-link)*

Sulakelangan (sulakelangat) sisältävä varokkeen osa, joka on tarkoitettu vaihdettavaksi uuteen sen jälkeen, kun varoke on toiminut.

Tavallisimmat sulakerakenteet ovat tulppasulake ja kahvasulake.

suojaeristys

Laitteen kaksoiseristys tai vahvistettu eristys, joka on tehty hyväksytyjen rakennuskoestusmääräysten mukaisesti.

Suojaeristyksen tarkoituksena on estää jännitteen pääsy laitteen kosketeltavaan osaan. Suojaeristettyä laitetta nimitetään luokan II laitteeksi.

suojaerottaminen

Virtapiirien välinen erotus, jolla saavutetaan suojaeristystä vastaava suojaustaso.

suojaerotusmuuntaja

Suojamuuntaja, jonka toisiojännite on suojajännitettä suurempi.

*suoja johdin
(protective conductor)*

Suojamaadoittamiseen tai potentiaalin tasaukseen käytetty johdin.

Suojajohdinta käytetään eräissä kosketusjännitesuojausmenetelmissä seuraavien osien välisiin kytkentöihin:

- jännitteelle alttiit osat
- jännitteelle alttiit kosketeltavat osat
- muut johtavat osat
- päämaadoituskisko [-liitin]
- maadoituselektrodi
- järjestelmän maadoitettu keskipiste tai keinotekoinen nollapiste.

Suojajohtimen tunnus on PE.

suojajännitemuuntaja

Suojamuuntaja, jonka toisiopiirin tyhjäkäynti- ja nimellisjännite ovat enintään 50 V.

suojajännitteinen virtapiiri

Virtapiiri, jonka jännite vaihtosähköllä on enintään 50 V ja tasasähköllä enintään 120 V ja jonka eristys muista virtapiireistä – suojajännitepiirejä lukuun ottamatta – täyttää suojaeristykselle asetetut vaatimukset.

*suojakisko
(protective conductor bar)*

Kytkinlaitoksessa (jakokeskuksessa) tms. kytkentätilassa oleva kisko, johon suoja-johtimet liitetään.

suojamaadoittaminen

Virtapiiriin kuulumattoman, tavallisesti jännitteelle alttiin kosketeltavan osan maadoittaminen.

suojamaadoitusliitin

Liitin, johon suojajohdin (maadoitusjohdin) on tarkoitettu liitettäväksi.

suojamuuntaja

Muuntaja, jonka ensiö- ja toisiopiirien välillä on kaksois- tai vahvistettu eristys ja jonka ensiöpiirin nimellisjännite sekä toisiopiirin tyhjäkäynti- ja nimellisjännite ovat enintään 1000 V.

suojausluokitus

Sähkölaitteiden kosketusjännitesuojausta koskeva luokitus.

	Luokan 0 laitteessa on peruseristys jännitteisten osien ja kosketeltavan pinnan välillä, eikä siinä ole mahdollisuutta ulkoisen suojajohtimen liittämiseen. Luokan I laitteessa on peruseristys jännitteisten osien ja ulkoiseen suojajohtimeen yhdistettyjen jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien välillä. Luokan II laitteessa kosketusjännitesuojaus ei riipu pelkästään peruseristyksestä, vaan se on varustettu joko kaksois- tai vahvistetulla eristyksellä. Luokan III laite on tarkoitettu liitettäväksi vain suojajännitteeseen virtapiiriin eikä siinä saa kehittyä suojajännitettä suurempaa jännitettä.
<i>suurjännitelaitteisto [-laite]</i>	Vahvavirtalaitteisto [-laite], jossa virtapiirin jonkin osan ja maan välinen käyttöjännite on suurempi kuin 250 V tai järjestelmän ollessa maasta erotettu virtapiiriin kahden osan välinen käyttöjännite on suurempi kuin 440 V.
<i>syövyttäviä aineita sisältävä tila</i>	Tila, jossa syövyttävät aineet voivat vaikuttaa haitallisesti sähkölaitteeseen. Esimerkkinä syövyttäviä aineita sisältävistä tiloista ovat useimmat eläinsuojat.
<i>sähköalue</i>	Ulkona sijaitseva sähkötila.
<i>sähkökone (electric machine)</i>	Sähkölaite, joka muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi tai päinvastoin. Sähkökoneita ovat mm. generaattori, sähkömoottori ja (pyörivä) muuttaja.
<i>sähkölaite (electrical equipment)</i>	Sähkötarvikkeista ja muista osista tiettyä tarkoitusta varten koottu itsenäinen tuote.

	Tämä määritelmä on tarkoitettu selventämään näiden määräysten soveltamista. Sähkölaissa esitetty sähkölaitteen määritelmä on seuraava: "Sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettu koje, kone, laite ja tarvike."
<i>sähkölaitos</i>	Yritys tai laitos, joka tuottaa tai siirtää sähköä taikka toimittaa sitä muuhun kuin omaan käyttöönsä.
	Sähkölakia (319/79) vanhemmissa ministeriön päätöksissä ja vastaavissa määräyksissä on sähkölaitosta käytetty myös sähkölaitteen ja sähkölaitteiston merkityksessä.
<i>sähkölaitteisto</i>	Sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuva toiminnallinen kokonaisuus.
<i>sähkölaitteistojen käytön johtaja</i>	Sähkölaitteistojen haltijan nimeämä henkilö, jolla on asianmukainen pätevyys ja jonka Sähkötarkastuskeskus on rekisteröinyt käytön johtajan tehtävään.
<i>sähkömoottori (moottori)</i>	Sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi muuttava sähkökone.
<i>sähkötarvike</i>	Tuotteen valmistamiseen, muuttamiseen tai korjaamiseen tarvittava osa tai tarvike, jolle asetetaan sähköteknillisiä vaatimuksia.
<i>sähkötila</i>	Huone tai luotettavasti aidattu alue, jossa on vain sähkölaitteita ja näiden apulaitteita ja johon normaalisti pääsee vain tilan sähkölaitteista aiheutuvan vaaran tunteva käyttöhenkilökunta.
<i>sähkötöiden johtaja</i>	Sähkösuunnittelijan tai -urakoitsijan nimeämä henkilö, jolla on asianmukainen pätevyys ja jonka Sähkötarkastuskeskus on rekisteröinyt sähkötöiden johtajan tehtävään.

<i>taipuisa liitäntäjohto</i>	Siirrettävän tai puolikiinteästi asennetun laitteen liittämiseen verkkoon tarkoitettu johto.
<i>tehollisesti maadoitettu järjestelmä</i>	Keskipisteestään maadoitettu suurjännitejärjestelmä, jossa terveiden vaiheiden jännite maahan nähden maasulun aikana on enintään 1,4 kertaa terveen tilan vaihejännite.
<i>telemerkkilaitteisto</i>	Merkinantojen, ohjausvirran tai -pulslien siirtoon tarkoitettu laitteisto. Telemerkkilaitteisto voi olla joko vahvavirta- tai heikkovirtalaitteisto.
<i>tilapäislaitteisto</i>	Sähkölaitteisto, joka ei ole tarkoitettu pysyväksi ko. käyttöpaikalla, vaan joka tietyn, jo ennakolta rajoitetuksi ajaksi tarkoitettun työn tai toiminnan päätyttyä puretaan.
<i>turvakytkin</i>	Vahinkokäynnistuksen estämiseen tarkoitettu kytkinlaite, joka pystyy katkaisemaan ja sulkemaan tietyn vähimmäisvirran, jonka asennonosoitus on luotettava ja joka voidaan tarvittaessa lukita aukiasentoon. Turvakytkin on varustettava merkinnällä ”Turvakytkin”.
<i>turvavalaistus</i>	Valaistus, joka tavallisen valaistuksen häiriötilanteessa valaisee huoneistoa tai sen osaa ja poistumistietä riittävän henkilöturvallisuuden saavuttamiseksi. Turvavalaistus mahdollistaa turvallisen ulospääsyn, pelastustoimenpiteet ja tiettyissä tapauksissa töiden turvallisen lopettamisen. Turvavalaistusta käytetään merkivalaistuksen lisäksi tarvittaessa.
<i>työmaadoittaminen</i>	Virtapiirin (normaaliloissa) jännitteisten johtimien maadoittaminen ja oikosulkeminen sähkötyön ajaksi.

Liite I

<i>tähtipiste</i>	Kolmi- tai useampivaiheisen sähkölaitteen keskipiste.
	Vrt. myös keskipiste ja nollapiste.
<i>vahvavirtalaitteisto [-laite]</i>	Sähköä tuottava, siirtävä tai kuluttava sähkölaite ja niiden yhdistelmä, jossa jännite tai virta voi aiheuttaa hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa.
<i>vahvistettu eristys</i>	Jännitteisten osien yhtenäinen eristys, joka antaa sähköiskua vastaan samanasteisen suojan kuin kaksoiseristys.
	Määritelmä ei tarkoita sitä, että eristyksen on oltava homogeeninen. Se saattaa käsittää useita kerroksia, joita ei voida koestaa erikseen kuten lisä- tai peruseristysten.
<i>vaihejohdin</i>	Vaihtosähköjärjestelmän äärijohdin.
<i>vaihejännite (phase to neutral voltage)</i>	Vaihejohtimen ja nollapisteen välinen jännite.
<i>vajaanapainen toiminta</i>	Kytkinlaitteen toiminta, joka kytkee vain osan virtapiiriin maadoittamattomista virtajohtimista auki tai kiinni.
<i>varavalaistus</i>	Käyttötarkoituksesta riippumaton yleisnimitys valaistukselle, joka tavallisen valaistuksen tarkoituksettomasti sammuessaa jää palamaan, syttyy itsetoimivasti tai voidaan sytyttää käsin.
<i>varoke</i>	Laite, jossa yhden tai useamman tähän tarkoitukseen valmistetun ja mitoitetun osan sulaminen avaa tietyssä ajassa piirin, johon se on kytketty, katkaisemalla virran tämän ylittäessä tietyn arvon.
	Varoke koostuu kaikista niistä osista, jotka muodostavat kokonaisen laitteen.

<i>vikaimpedanssi</i>	Vikavirran vikapaikassa kohtaama impedanssi. Vikaimpedanssi muodostuu tavallisimmin valokaaren resistanssista, maadoitusimpedanssista tai vuotoresistanssista taikka näiden yhdistelmästä.
<i>vikajännitesuojakytkin</i>	Itselaukaiseva kytkin, joka toimii, kun sen valvoman, jännitteelle alttiin kosketeltavan osan jännite nousee sallittua arvoa suuremmaksi.
<i>vikavirta</i> <i>(fault current)</i>	Verkon tietyssä kohdassa kulkeva virta, joka aiheutuu tämän verkon toisessa kohdassa syntyvästä viasta.
<i>vikavirtasuojakytkin</i>	Itsetoimiva kytkin, jonka toiminta perustuu muuhun vikavirtaan kuin äärijohtimen ylivirtaan. Vikavirtasuojakytkin voi toimia esim. äärijohtimien ja nollajohtimen summavirran vaikutuksesta tai suojajohtimen virran vaikutuksesta.
<i>vikavirtavalvontajärjestelmä</i>	Hälyttävä järjestelmä, jolla valvotaan nolla- ja suojajohtimen erillään pysymistä sekä äärijohtimien ja suojajohtimen (maan) välistä eristystilaa TN-S-järjestelmässä. Vikavirtavalvontajärjestelmän osia ovat (summa)virtamuuntaja, valvontayksikkö ja tarvittava jännitelähde.
<i>virtajohdin</i>	Äärijohtimen, nollajohtimen ja PEN-johdinten yhteisnimitys.
<i>ylijännitesuoja</i>	Eristysrakenteen rinnalle kytketty, ylijännitteitä rajoittava laite. Tavallisimmat ylijännitesuojat ovat venttiilisuoja ja suojakipinäväli.

Liite I

<i>ylikuormitussuoja</i>	Itsetoimiva suojalaite tai -laitteiden yhdistelmä, joka suojaa sähkölaitetta vahinkoa tai vaaraa aiheuttavalta ylikuormitukselta.
<i>ylivirtasuoja</i>	Laite, joka toimii oikosulkusuojana ja ylikuormitussuojana.
<i>äärijohdin</i>	Virtajohdin, joka on yhdistetty muuntajan, generaattorin tms. käämityksen tai akuston muuhun pisteeseen kuin keskipisteeseen.

Kosketeltavien pintojen eristävyiden sekä kosketusjännitteen mittaaminen

A. Kosketeltavien pintojen eristävyiden mittaaminen

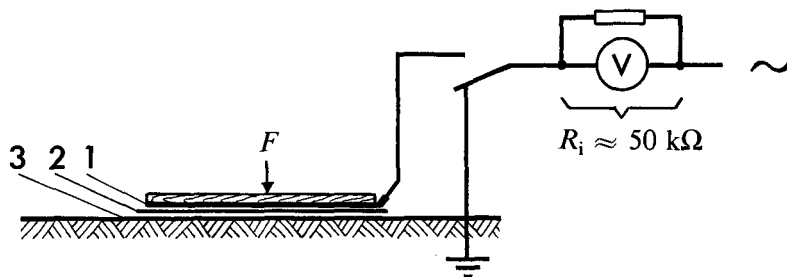
Kosketeltavien pintojen eristysresistanssin voi määrittää seuraavalla mittaamenetelmällä, jos alustan päällystykseen (esim. erilaisten massa- tai mosaiikkipäällysteiden) johtavuudesta käytännön olosuhteissa ollaan epävarmoja.

Tutkittavan alustan mittauskohta peitetään vedellä kostutetulla kankaalla, jonka pinta-ala on noin 270 mm x 270 mm. Jos kysymyksessä on tasopinta, kostutetun kankaan päälle asetetaan mittaus-elektrodiksi jäykkä, kosketuspinnaltaan metallilla päällystetty eristelevy, jonka pinta-ala on 250 mm x 250 mm. Lattiaa mitattaessa elektrodia puristetaan noin 750 N (75 kp) voimalla esim. siten, että levyn päällä seisoo noin 75 kg painava henkilö. Muihin pintoihin, esim. seiniin elektrodia painetaan noin 50 N (5 kp) voimalla. Muunlaisten kosketeltavien pintojen, esim. kaiteiden eristävyiden mittauksessa käytetään jäykän levyn asemesta saman suuruista metallifoliota, jonka välityksellä kostutettu kangas saatetaan hyvään kosketukseen tutkittavan pinnan kanssa. Jos tutkittavana on huokoinen pinta, esim. kokolattiamatto, on mittauskohtaan lisättävä niin paljon vettä, että pinta on kostea koko huokoisen osan paksuudelta.

Verkossa, jonka vaihejännite maata vastaan on enintään 250 V, mittaus voidaan suorittaa kuvan II—1 mukaisella kytkennällä. Jännitemittarin ja sen kanssa rinnan kytketyn vastuksen yhteisen resistanssin R_i tulee olla n. 50 k Ω . Mittarin toinen napa yhdistetään sähköverkon vaihejohtimeen. Toinen napa yhdistetään ensin johonkin maadoitettuun metalliosaan, jolloin mittari osoittaa vaihejännitettä U_i . Sitten se yhdistetään mittauselektrodiin, jolloin mittarin

Liite II

osoitus on U_2 . Mittaus edellyttää, että nollajohdin on maadoitettu ja yhdistetty maahan johtavassa yhteydessä oleviin rakennuksen paikallisiin metalliputkistoihin 9 § 5 kohdan *B* mukaisesti.



Kuva II—1. Eristysresissanssin mittauskytkentä. 1 päältä eristetty mittauselektrodi, 2 kostutettu kangas, 3 tutkittava pinta.

Mitattava resistanssi R_s lasketaan yhtälöstä

$$R_s = R_i \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \quad (\text{II} - 1)$$

Mittaus suoritetaan vähintään kolmessa tarkasteltavan alustan mielivaltaisesti valitussa kohdassa. Jos yhdessäkin kohdassa resistanssin R_s arvoksi saadaan vähemmän kuin $50 \text{ k}\Omega$, kun käyttöjännite on alle 500 V , tai vähemmän kuin $100 \text{ k}\Omega$, kun käyttöjännite on $500 \dots 1000 \text{ V}$, katsotaan käyttöolosuhteet sähköturvallisuusmääräysten kannalta vaarallisiksi.

Mittaus voidaan vaihtoehtoisesti suorittaa jollain muulla menetelmällä tai laitteella, jossa mittausjännitteenä käytetään noin 50 Hz taajuisia vaihtojännitettä.

B. Kosketusjännitteen mittaaminen

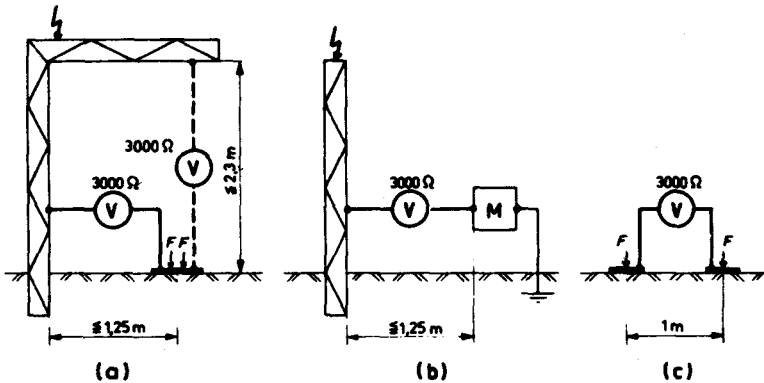
Henkilön kehoa edustavan vastuksen (jännitteen mittauspiirin) resistanssin on kosketusjännitteitä mitattaessa tai laskettaessa oltava $3000 \text{ }\Omega$. Maassa, lattialla tai vastaavalla alustalla seisovan henkilön jalkoja edustavina mittauselektrodeina käytetään 200 cm^2 metallile-

vyjä, joita kumpaakin painetaan kastellun alustan pintaan vähintään 250 N (25 kp) voimalla.

Kosketusjännitettä mitattaessa sijoitetaan *alustalla seisovaa*, metalliosaa koskettavaa henkilöä edustavat mittauselektrodit vierekkäin kosketusetäisyyden puitteissa sellaiselle etäisyydelle kohteesta, jossa kosketusjännite on suurin. Kehoa edustava vastus kytketään rinnankytkettyjen mittauselektrodien ja kohteen väliin (kuva II–2a).

Samanaikaisesti kosketeltavien osien välinen kosketusjännite mitataan suoraan näiden välillä 3000 Ω mittauspiiriä käyttäen (kuva II–2b).

Askeljännitemittauksessa mittauselektrodien keskipisteiden välinen etäisyys on oltava 1 m. Kehoa edustava vastus kytketään mittauselektrodien väliin (kuva II–2c).



Kuva II–2. Kosketusjännitteen mittaaminen. $F \geq 250$ N. Kuvassa b kirjain M tarkoittaa ko. kohdassa tai kauempana maadoitettua tai maahan muuten johtavassa yhteydessä olevaa metalliosaa, esim. suojamaadoitettua jakokeskusta.

Liite III

Eristepääallysteiset johtimet ja kaapelit

Taulukko III — 1. Tavallisimpien eristepääallysteisten johtimien ja kaapelien rakennetietoja.

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkintä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
<i>Eristepääallysteiset johtimet ja asennuskaapelit, kiinteä asennus</i>							
PVC-eristeinen johdin vahvavirta-asennukseen, yksilankainen johdin	ML		PVC	—	—	450/750 V	70
PVC-eristeinen johdin vahvavirta-asennukseen, muutamalankainen johdin	MK		PVC	—	—	450/750 V	70
PVC-eristeinen johdin vahvavirta-asennukseen, taipuisa hienolankainen johdin	MKEM		PVC	—	—	450/750 V	70
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen asennuskaapeli ¹⁾	MMJ	—	PVC	PVC	—	450/750 V	70
PVC-eristeinen alumiinivahulla suojattu PVC-vaippainen asennuskaapeli (muovivaippainen putkilanka) ²⁾	MPLM	A05VASV-U	PVC	PVC	—	300/500 V	70
PVC-eristeinen ja lyijyvaippainen armeerattu PVC-vaippainen asennuskaapeli ¹⁾	MLJRM	—	PVC	Lyijy	a	450/750 V	70
PVC-eristeinen ja alumiinivahulla suojattu armeerattu PVC-vaippainen asennuskaapeli ¹⁾	MARM	—	PVC	PVC	a	450/750 V	70
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen liiteä sisältävä asennuskaapeli ³⁾	MEK	—	PVC	PVC	—	300/500 V	70
Palonkestävä asennuskaapeli ^{1) 4)}	FR ...	—			—	450/750 V	70

(jatkuu)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkintä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
Silikonikumieristeinen ja silikonikumi-vaippainen lämmönkestävä (180 °C) asennuskaapeli ¹⁾	SSJ	A07SS-R	Q	Q	—	450/750 V	180
PVC-eristeinen johdin laitteiden sisäiseen johdotukseen, taipuisa hienolankainen johdin	MKJ	H05V-K	PVC	—	—	300/500 V	70
PVC-eristeinen johdin laitteiden sisäiseen johdotukseen, yksilankainen johdin	MKJE	H05V-U	PVC	—	—	300/500 V	70
Lämmönkestävä (105 °C) PVC-eristeinen johdin laitteiden sisäiseen johdotukseen, taipuisa hienolankainen johdin	MKJ 105	—	PVC	—	—	300/500 V	105
Lämmönkestävä (105 °C) PVC-eristeinen johdin laitteiden sisäiseen johdotukseen, yksilankainen johdin	MKJE 105	—	PVC	—	—	300/500 V	105
PVC-eristeinen johdin neonvalojen kytkentään, taipuisa hienolankainen johdin	MVJ	—	PVC	—	—	8 kV	70
Lämmönkestävä (180 °C) lasilankapäämikolla päällystetty silikonikumieristeinen taipuisa hienolankainen johdin	VSS	H05SJ-K	Q	—	—	300/500 V	180
Lämmönkestävä (180 °C) silikonikumieristeinen johdin, taipuisa hienolankainen johdin	SJ	—	Q	—	—	300/500 V	180

(jatkuu)

Taulukko III — 1. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkinä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
Lämmönkestävä (180 °C) silikonikumieristeinen johdin sytytyskaapeleiksi, taipuisa hienolankainen johdin	EVS	—	Q	—	—	8 kV	180
<i>Ohjauskaapelit, kiinteä asennus</i>							
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen ohjauskaapeli ¹⁾	MMO	—	PVC	PVC	—	450/750 V	70
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen ohjauskaapeli konsentrisella kuparijohtimella ¹⁾	MCMO	—	PVC	PVC	b	450/750 V	70
PVC-eristeinen ja lyijyvaippainen armeerattu PVC-vaippainen ohjauskaapeli ¹⁾	MLORM	—	PVC	Lyijy	a	450/750 V	70
<i>Ohjauskaapelit, taipuisat</i>							
Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen pyöreä ohjauskaapeli, myös kiinteään asennukseen ¹⁾	MSMO	—	PVC	PVC	—	450/750 V	70
Taipuisa PVC-eristeinen kuparilankapalmikolla suojattu PVC-vaippainen pyöreä ohjauskaapeli, myös kiinteään asennukseen ¹⁾	MSMSO	—	PVC	PVC	—	450/750 V	70
Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen litteä ohjauskaapeli	MOL	H03VVH6-F	PVC	PVC	—	300/500 V	70

(jatkuu)

Taulukko III – 1. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkinä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U ₀ /U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen liiteä ohjauskaapeli kannatinköysillä Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä liiteä ohjauskaapeli Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä pyöreä hissi-kaapeli Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä pyöreä nosturi-kaapeli <i>Taipuisat liitäntäkaapelit</i> Eritiäin taipuisa PVC-eristeinen vaipaton liiteä liitäntäkaapeli Taipuisa PVC-eristeinen vaipaton liiteä liitäntäkaapeli Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen ohut liiteä liitäntäkaapeli Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen ohut pyöreä liitäntäkaapeli	MOLK	H03VVD3H6-F	PVC	PVC	—	300/500 V	70
	VSL	—	EPDM	EPDM	—	450/750 V	60
	VH	A07BBD5-F	EPDM	EPDM	—	450/750 V	60
	VHB	—	EPDM	EPDM	—	450/750 V	60
	MSTE	H03VH-Y	PVC	—	—	300/300 V	70
	MST	H03VH-H	PVC	—	—	300/300 V	70
	MSO	H03VVH2-F	PVC	PVC	—	300/300 V	70
	MSOY	H03VV-F	PVC	PVC	—	300/300 V	70

(jatkuu)

Taulukko III — 1. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkinä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkö- mekaaninen (b) suojakerros	Nimellis- jännite (U_0/U)	Johtimen suurin salittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC- pohjainen					
Taipuisa PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen kevyt pyöreä liitäntäkaapeli	MSK	H05VV-F	PVC	PVC	—	300/500 V	70
Taipuisa kumieristeinen tekstiilipalmikolla päällystetty ohut liitäntäkaapeli	VST	H03RT-F	NR	—	—	300/300 V	60
Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä kevyt liitäntäkaapeli	VSKB	A05BB-F	EPDM	EPDM	—	300/500 V	60
Taipuisa kumieristeinen ja CR-vaippainen öilynkestävä kevyt liitäntäkaapeli	VSKN	H05RN-F	NR	CR tai vastaava	—	300/500 V	60
Taipuisa kumieristeinen ja kumi-vaippainen ei-ulkokäytön kevyt liitäntäkaapeli	VSK	H05RR-F	NR	NR	—	300/500 V	60
Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä vahva liitäntäkaapeli	VSBB	A07BB-F	EPDM	EPDM	—	450/750 V	60
Taipuisa kumieristeinen ja CR-vaippainen öilynkestävä vahva liitäntäkaapeli	VSN	H07RN-F	NR	CR tai vastaava	—	450/750 V	60
Taipuisa EPDM-eristeinen ja EPDM-vaippainen pakkasen kestävä keskijännite liitäntäkaapeli	VSVBB, VSCB	—	EPDM	EPDM	—	3,6/6 ja 12/20 kV	90
Taipuisa EPDM-vaippainen pakkasen kestävä hitsauskaapeli	VUKB	—	—	EPDM	—	200/200 V	85

(jatkuu)

Taulukko III — 1. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkintä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
Taipuisa erikoiskumi-vaippainen pakkasen kestävä öljynkestävä hitsauskaapeli	VUKH	—	EPDM	CM tai CSM	—	200/200 V	85
Taipuisa CR-vaippainen öljynkestävä hitsauskaapeli	VUKN	—	—	CR tai vastaava	—	200/200 V	85
1 kV kaapelit, kiinteä asennus							
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtiminen 1 kV voimakaapeli ¹⁾	AMMK	—	PVC	PVC	—	0,6/1 kV	70
PEX-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtiminen 1 kV voimakaapeli ¹⁾	AXMK	—	PEX	PVC	—	0,6/1 kV	65/90 ²⁾
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen kuparijohtiminen 1 kV voimakaapeli konsentrisella kuparijohtimella ¹⁾	MCMK	—	PVC	PVC	b	0,6/1 kV	70
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtiminen 1 kV voimakaapeli konsentrisella kuparijohtimella ¹⁾	AMCMK	—	PVC	PVC	b	0,6/1 kV	70
PEX-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtiminen 1 kV voimakaapeli konsentrisella kuparijohtimella ¹⁾	AXCMK	—	PEX	PVC	b	0,6/1 kV	65/90 ²⁾
Paperieristeinen ja alumiini-vaippainen PE-vaippainen alumiinijohtiminen 1 kV voimakaapeli ¹⁾	APAKM	—	paperi	alumiini	b	0,6/1 kV	80

(jatkuu)

Taulukko III – I. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkintä		Johtimen eristys	Vaippa	Metalinen mekaaninen (a) tai sähkö- mekaaninen (b) suojakerros	Nimellis- jännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC- pohjainen					
PE-eristeinen alumiinijohtaminen 1 kV riippukierajohto <i>Keski- ja suurjännitekaapeli, kiinteä asennus</i>	AMKA	—	PE	—	—	0,6/1 kV	70
PVC-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtaminen 3-johdinkeskijännite- kaapeli yhteisellä konsentrisella kupari- kosketussuojalla ¹⁾	AMCMK	—	PVC	PVC	b	3,6/6 kV	65
Paperieristeinen ja alumiinivaippainen PE-vaippainen alumiinijohtaminen 3-johdinkeskijännitekaapeli ¹⁾	APAKM	—	paperi	alumiini	a	6/10 kV	65
Paperieristeinen ja PE-vaippainen alumiinijohtaminen 3-johdinkeskijännite- kaapeli johdinkohtaisin alumiini- ja muovivaipoin ¹⁾	APYAKMM	—	paperi	alumiini	a	6/10 ja 12/20 kV	65
PEX-eristeinen alumiinijohtaminen 3-johdinkeskijännitekaapeli johdin- kohtaisin alumiinikosketussuojin ja PE-muovivaipoin ¹⁾	AHXAMK-W	—	PEX	PE	b	6/10 ja 12/20 kV	65/90 ²⁾
PEX-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtaminen 3-johdinkeskijännite- kaapeli johdinkohtaisin konsentrisin kuparikosketussuojin ja muovivaipoin ¹⁾	AHXCMMK	—	PEX	PVC	b	6/10 ja 12/20 kV	65/90 ²⁾

(jatkuu)

Taulukko III — 1. (jatkoa)

Tuotteen kuvaus	Tyyppimerkintä		Johtimen eristys	Vaippa	Metallinen mekaaninen (a) tai sähkömekaaninen (b) suojakerros	Nimellisjännite (U_0/U)	Johtimen suurin sallittu jatkuva lämpötila °C
	kansallinen	CENELEC-pohjainen					
PEX-eristeinen ja PVC-vaippainen alumiinijohtiminen 1-johdinkeskijännitekaapeli konsentrisella kuparikosketussuojalla ¹⁾	AHXCMK	—	PEX	PVC	b	6/10 ja 12/20 kV	65/90 ²⁾
PEX-eristeinen ja PVC-vaippainen kuparijohtiminen 1-johdinkeskijännitekaapeli konsentrisella kuparikosketussuojalla ¹⁾	HXCMK	—	PEX	PVC	b	12/20 kV	65/90 ²⁾
PEX-eristeinen ja PE-muovilla vaipattu alumiinijohtiminen 3-johdinkeskijännite-riippukierrekaapeli	SAXKA	—	PEX	säännöstoimen muovi	b	12/20 kV	90
PEX-eristeinen ja lyijyvaippainen muovivaippainen alumiinijohtiminen 1-johdinsuojajännitekaapeli ¹⁾	AHXLMK	—	PEX	lyijy	b	18/30 ja 64/110 kV	65/90 ²⁾

1) 30 §:n mukainen vaipallinen kaapeli.

2) Asennuspaikat ja -ohjeet, ks. 29 §.

3) Käyttö lista-asennuksissa, ks. 28 §.

4) Täyttää IEC 331 polttokokeen.

5) 65 °C asennettuna maahan ja 90 °C asennettuna ilmaan

PEX $\triangleq$ silloitettu (vulkanoitu) polyeteenimuovi

NR $\triangleq$ luonnonkumi

EPDM $\triangleq$ eteenipropreenikumi

Q $\triangleq$ siikonikumi

CR $\triangleq$ kloropreenikumi

CM $\triangleq$ kloorattu polyeteenikumi

CSM $\triangleq$ kloorisulfonoitu polyeteenikumi

paperi $\triangleq$ valumattomalla sitkomassalla kyllästetty paperieriste

Taulukossa esiintyvät eristys- ja vaippa-aineet:

PVC $\triangleq$ polyvinyylikloridimuovi

PE $\triangleq$ polyeteenimuovi

Liite IV

Sovellusesimerkkejä johdon poikkipinnan ja tiettyä poikkipintaa vastaavan sulakkeen määrittämisestä.

Taulukkoa 25.2—19 käytetään *johdon poikkipintaa* määritettäessä seuraavalla tavalla:

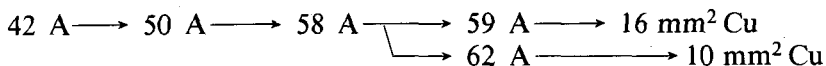
- a. Valitaan sulakkeen nimellisvirta, joka on yhtä suuri tai suurempi kuin oletettu kuormitusvirta.
- b. Etsitään taulukon 25.2—19 sarakkeesta 1 valittua sulaketta vastaava kuormitusvirta, joka johdon on vähintään kestettävä.
- c. Määritetään ko. asennusolosuhteissa vastaavat korjauskertoimet ja jaetaan edellisessä kohdassa *b* saatu kuormitusvirta korjauskertoimien tulolla.
- d. Etsitään ko. johdon kuormitustaulukosta kohdassa *c* laskettua virtaa vastaava poikkipinta.

Määritettäessä tiettyä poikkipintaa vastaava *sulake* menetellään seuraavasti:

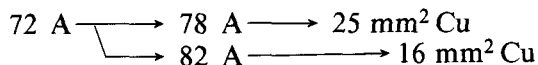
- e. Määritetään asennusolosuhteita vastaavat korjauskertoimet.
- f. Etsitään ko. johdon kuormitustaulukosta johdon normaali kuormitusvirta ja kerrotaan tämä korjauskertoimilla.
- g. Etsitään taulukon 25.2—19 sarakkeesta 1 virta, joka on lähinnä pienempi viimeksi laskettua virtaa.
- h. Johdon saa suojata sarakkeessa 2 ilmoitetulla, tätä virtaa vastaavalla sulakkeella.
- i. Sulakkeen nimellisvirta on samalla myös ko. johdon sallittu kuormitusvirta.

Esimerkkejä taulukoiden 25.2–2 ja 25.2–19 käytöstä:

Oletettu kuormi- tusvirta	Sulakkeen nimellis- virta	Johdon sallittu kuormitus- virta vähintään (taulukko 25.2—19)	Lähinnä suurempi virta ko. johdon kuormitus- taulukossa 25.2—2	Vastaava poikki- pinta taulukon 25.2—2 sarak- keesta 2 3
---------------------------------	---------------------------------	---	--	---



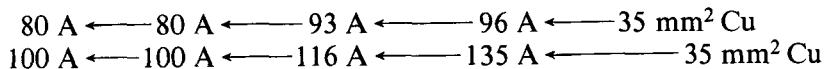
Jos johto on asennettu siten, että sitä saa kuormittaa vain 80 % kuormitustaulukon mukaisesta virrasta, on johdon poikkipinta va-
littava vähintään virran $58 \text{ A}/0,8 = 72 \text{ A}$ perusteella:



Samaan poikkipintaan päädytään kaikilla virroilla 41 ... 50 A.

Jos määritetään tiettyä poikkipintaa, esim. 35 mm^2 Cu vastaava kuormitusvirta, saadaan oikealta vasemmalle siirryttäessä:

Suurin sallittu virta on:



Johdon asennustavan ollessa sellainen, että johtoa saa kuormittaa vain 80 % peruskuormitustaulukon mukaisesta virrasta, saadaan:

$$63 \text{ A} \leftarrow 63 \text{ A} \leftarrow 73 \text{ A} \leftarrow 0,8 \cdot 96 \text{ A} = 77 \text{ A} \leftarrow 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

$$80 \text{ A} \leftarrow 80 \text{ A} \leftarrow 93 \text{ A} \leftarrow 0,8 \cdot 135 \text{ A} = 108 \text{ A} \leftarrow \text{-----} 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

Samalla tavalla taulukkoa 25.2–19 voi käyttää myös kaikkien muiden kuormitustaulukoiden kanssa ottaen samalla huomioon myös johdon asennusolosuhteet (taulukot 25.2–9...18).

Seuraavassa on esitetty eräillä korjauskertoimen arvoilla laskettu taulukko IV–1, jota voi käyttää sulaketta ja johdinpoikkipintaa määrittäessä.

Liite IV

Taulukko IV – 1. Enintään 1 kV johtojen vähimmäispoikkipinnan riippuvuus sulakkeen nimellisvirrasta. Suurin sallittu kuormitusvirta enintään sulakkeen nimellisvirran suuruinen.

Korjauskerroin:		1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Asennustapa	Sulakkeen nimellis- virta I_N	Vähimmäispoikkipinta					
	A	mm ² Cu					
A ¹⁾	6	—	—	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4
	16	2,5	2,5	4	4	6	6
	20	4	4	6	6	10	10
	25	6	6	10	10	10	16
	32	10	10	10	16	16	25
	35	10	10	16	16	16	25
	40	10	16	16	16	25	25
	50	16	16	25	25	35	35
	63	25	25	35	35	50	70
	80	35	35	50	50	70	95
	100	50	70	70	70	95	120
	125	70	95	95	120	150	185
	160	95	120	150	185	185	240
	200	150	185	185	240	300	400
	250	185	240	300	400	400	—
B ²⁾	25	6	6	10	10	10	10
	32	10	10	10	10	10	16
	35	10	10	10	10	10	16
	40	10	10	10	10	16	16
	50	10	10	16	16	25	25
	63	16	16	16	25	25	35
	80	25	25	25	35	35	50
	100	25	35	35	50	70	70
	125	35	50	70	70	95	95
	160	70	70	95	95	120	150
	200	95	95	120	150	185	240
	250	120	150	185	185	240	300
	315	185	240	240	300	400	—

¹⁾ Johto on asennettu siten, että sen pinnan ja sitä peittävän seinän tai aineen ulkopinnan välinen lämmönsiirtymiskerroin $K = 11 \dots 50 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

²⁾ Johto on asennettu pinnalle tai siten, että sen pinnan ja sitä peittävän seinän tai aineen ulkopinnan välinen lämmönsiirtymiskerroin $K > 50 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

Liite V

Eräiden palavien kaasujen, nesteiden ja pölyjen ominaisuuksia

A. Palavat kaasut ja nesteet

Palavat nesteet ja nesteytetyt palavat kaasut jaetaan asetuksessa 921/79 niiden leimahduspisteen mukaan kolmeen luokkaan:

- I luokka: leimahduspiste enintään 21°C,
- II luokka: leimahduspiste yli 21°C, enintään 55°C,
- III luokka: leimahduspiste yli 55°C, enintään 100°C.

Tavallisessa huone- tai ulkoilman lämpötilassa, joka harvinaisia poikkeuksia lukuun ottamatta ei ole yli 30°C, voi I luokan ja enintään 30°C leimahduspisteen omaava II luokan palavaa nestettä haihtua ympäristön ilmaan sellainen määrä, että höyry-ilma-seos syttyessään palaa räjähdyksenomaisesti. Jos yli 30°C leimahduspisteen omaava palava neste sen tehdasmaisen valmistuksen tai teknillisen käytön yhteydessä kuumenee tai sitä kuumennetaan leimahduspisteeseensä saakka tai sen yli, voi kuumaa nestettä tietyissä olosuhteissa haihtua ympäristön ilmaan sellainen määrä, että höyry-ilma-seos syttyessään palaa räjähdyksenomaisesti.

Räjähdyskelpoista sumua voi ilmaan muodostua nesteen pirskoutumisen, haihtumista seuranneen tiivistymisen tai nesteestä ilmaan nousevien kaasukuplien (esim. elektrolyysialtaasta vedyn) mukana. Nestemäisten sumuhiukkasten koko on 1...25 µm (1 µm = 10⁻⁶ m).

Seuraavassa tarkoittaa *nimitys palava neste myös palavaa kaasua ja höyryä*, ellei toisin nimenomaan ole mainittu.

Palavan nesteen höyryn tai sumun ja ilman seoksen räjähdysvaara ja räjähdyksen tuhovaikutus on riippuvainen seuraavista päätekijöistä:

- Palavan nesteen höyryn tai sumun pitoisuus (konsentraatio) ilmassa. Seos palaa räjähdysenomaisesti vain silloin, kun ilmaan haihtuneen nesteen pitoisuus ylittää ko. nesteelle ominaisen alarajan, mutta ei sille ominaista ylärajaa.
- Palavan nesteen haihtuvuus, haihtuvan pinnan suuruus ja lämpötila sekä kyseessä olevan huoneen tai muun tilan ilmanvaihto. Mahdollisuus räjähdyskelpoisen höyry-ilma-seoksen syntymiseen ja syttymiseen on sitä suurempi, mitä alhaisempi on nesteen leimahduspiste ja syttymislämpötila sekä mitä kauempana toisistaan ovat räjähdyskelpoisen pitoisuuden ala- ja yläraja, ts. mitä laajempi on räjähdyskelpoisen pitoisuuden alue.
- Räjähdyskelpoisen höyry-ilma-seoksen määrä verrattuna huoneen tai muun tilan koko tilavuuteen.
- Esiintyykö räjähdyskelpoista höyry-ilma-seosta huoneessa tai muussa tilassa pysyvästi tai pitkäaikaisesti vai lyhytaikaisesti tai harvoin.

Kun höyry-ilma-seos palaa räjähtämällä, syntyvä räjähdyspaine on nesteestä riippuen tavallisesti $200 \dots 1000 \text{ kN/m}^2$ ($\approx 2 \dots 10 \text{ at}$).

Taulukossa V—1 on selostettu tavallisten palavien kaasujen ja nesteiden edellä kosketeltuja teknillisiä ominaisuuksia. Taulukossa on lisäksi ilmoitettu kunkin nesteen räjähdysryhmä (A, B, C) ja syttymisryhmä (T1 ... T6) ja saksalaisen julkaisun VDE 0165 mukaan.

Taulukko V—1. Palavien kaasujen ja nesteiden ominaisuuksia (VDE 0165).

Kaasun tai nesteen nimi	Leimahdus- piste °C	Syttymis- lämpötila °C	Syttymis- ryhmä	Räjähdyk- sryhmä
Asetaldehydi	< -20	140	T 4	II A
Asetoni	< -20	540	T 1	II A
Asetyleeni	(Kaasu)	305	T 2	II C
Etaani	(Kaasu)	515	T 1	II A
Etyyliasettaatti	-4	460	T 1	II A
Etyylieetteri	< -20	180	T 4	II B
Etyylialkoholi	12	425	T 2	II B/II A
Etyylikloridi	(Kaasu)	510	T 1	II A
Eteeni	(Kaasu)	425	T 2	II B
Etyleenioksidi	(Kaasu)	440	T 2	II B
Etyylyglykoli	40	235	T 3	
Ammoniakki	(Kaasu)	630	T 1	II A
Amyyliasettaatti	25	380	T 2	II A
Moottoribensiini	< 21	220 ... 300	T 3	II A
Erikoisbensiini	> 21	220 ... 300	T 3	II A
Bentseeni (puhdas)	-11	555	T 1	II A
n-Butaani	(Kaasu)	365	T 2	II A
n-Butyylialkoholi	35	340	T 2	II A
Syklaheksanoni	43	430	T 2	II A
1,2 Dikloorietaani	13	440	T 2	II A
Dieselöljy	> 55	220 ... 300	T 3	II A
Etikkahappo	40	485	T 1	II A
Etikkahappoan- hydriidi	49	330	T 2	II A
Polttoöljy	> 55	220 ... 300	T 3	II A
n-Heksaani	< -20	240	T 3	II A
Hiilimonoksidi	(Kaasu)	605	T 1	II A
Metaani	(Kaasu)	595 (650)	T 1	II A
Metanoli	11	455	T 1	II A
Metyleenikloridi	(Kaasu)	625	T 1	II A
Naftaleeni	80	520	T 1	II A
Fenoli	82	595	T 1	II A
Propaani	(Kaasu)	470	T 1	II A
n-Propyylialkoholi	15	405	T 2	
Rikkihiiili	< -20	95	T 6	II C
Rikkivety	(Kaasu)	270	T 3	II B
Valokaasu	(Kaasu)	560	T 1	II B
Tetraliini	77	425	T 2	
Tolueeni	6	535	T 1	II A
Vety	(Kaasu)	560	T 1	II C

Liite V

Taulukko V—2. Pölyjen palo- ja räjähdysominaisuuksia (Brenn- and Explosionskenngrossen von Stäuben. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.v., Bonn 1980).

Pölyn laatu	Keski- määräinen hiukkas- koko	Alin räjähdys- kykyinen pöly- pitoisuus	Maksimi räjähdys- paine	Maksimi paineen- nousu nopeus bar/s ja K_{st} -arvo bar m/s	Syttymis- lämpötila	Hehku- mis- lämpötila
	μm	g/m^3	bar		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
Selluloosa	33	60	9,7	229	540	350
Puu	27	100	9,5	211	500	320
Korkki	42	30	9,6	202	470	300
Paperi	54	30	8,6	52	540	300
Turve, 15 % H_2O	58	60	10,9	157	480	320
Vilja	37	125	9,2	131	510	300
Maitojauhe	99	125	8,6	130	540	340
Soijajauhe	20	200	9,2	110	620	280
Tärkkelys, peruna-	28	—	8,2	116	500	450
Tärkkelys, maissi-	22	60	10,6	143	440	420
Sokeri	30	(200) ¹⁾	8,5	138	480	sulaa
Aktiivihili, 8 %, H_2O	43	125	8,4	70	630	400
Ruskohili	53	100	9,7	176	440	230
Kivihili	24	60	9,2	129	590	245
kaasu- Koksi	13	—	ei sytt.	—	795	485
Harts						
epoksi	31	30	7,8	220	510	sulaa
Harts,						
melamiini-	36	125	9,5	190	470	500
Harts, fenoli	11	15	9,6	198	530	450
Harts,						
polyesteri	162	30	8,4	76	550	sulaa
Kautsu	80	15	8,6	145	450	240
Polyeteeni, LD	<10	15	8,0	156	420	
Polyesteri	5	100	8,6	195	ei ilmoitettu	
Polyvinyyli- asetatti	52	30	8,8	148	570	sulaa
Polypropeeni	35	15	8,4	123	440	sulaa
Polyvinyyli- alkoholi	64	60	8,5	152	400	sulaa
Polyvinyyli- kloridi	<10	30	8,4	168	—	—
Karboksi- metyyli- selluloosa	24	125	9,2	136	350	310
Metyyli- selluloosa	75	60	9,5	134	420	320
Alumiini	36	60	12,0	750	590	450
Rauta	<10	125	6,1	111	310	300
Magnesium	28	30	17,5	508	760	450
Sinkki	10	125	7,3	176	570	440
Rikki	15	30	7,0	174	270	280

¹⁾ Tuotannossa esiintyvillä sokeripölyillä yleensä huomattavasti alhaisempi.

B. Palavat pölyt

Taulukossa V—2 on selostettu eräiden palavien pölyjen teknillisiä ominaisuuksia. Taulukossa on ilmoitettu pöly-ilma-seoksen syttymislämpötilan lisäksi kuumalla pinnalla 5 mm kerroksena olevan pölyn hehkumislämpötila, jolla tarkoitetaan sitä lämpötilaa, jossa palava pöly syttyy hehkumalla. Koska hehkumislämpötila yleensä on syttymislämpötilaa pienempi, sähkölaitteen sallitun pintalämpötilan on oltava riittävästi pienempi kuin hehkumislämpötila. Hehkumislämpötilaa ei voida määrittää sellaisille pölyille, jotka sulavat (esim. sokeri, rikki, saippuapöly) tai hiiltyvät (esim. kalajauho, vehnäjauho) ennenkuin hehkuvat.

Taulukon räjähdyspaineen mittaukset on tehty 1 m³ kokoisessa astiassa, joten maksimipaineennostonopeudet ja K_{St} -arvot ovat lukuarvoltaan samoja. K_{St} -arvo on pölykohtainen ja osittain mittausmenetelmäkohtainen arvo, joka saadaan kuutiojuurilaista:

$$\left(\frac{dp}{dt}\right)_{\max} \cdot V^{1/3} = \text{vakio} = K_{St}$$

Pölyjen ominaisresistansseista ei ole vielä esittää taulukkotietoja, koska tämä työ on IEC:ssä kesken. Standardin BS 5958 mukaan rajan 10³Ωm alle jäävät vain metallipölyt. Kaikki muut pölyt ovat yleensä ominaisresistanssiltaan yli 10³ Ωm eli näiden määräysten kannalta eristäviä.

Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävien sähkölaitteiden rakenteita

Sähkölaitteen rakenteen on 1 § 3 mukaisesti oltava Sähkötarkastuskeskuksen hyväksymien rakenne- ja koestusmääräysten mukainen. Räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden rakenne- ja koestusmääräyksiksi on hyväksytty standardissa SFS 4094 luetellut eurooppalaiset standardit sekä sähkölaitteen kuoren (kotelon) tiiviysastetta eli kotelointiluokkaa koskeva standardi SFS 2972, joka pohjautuu IEC-julkaisuun 529. 41 §:stä selviää tarkemmin, missä laajuudessa edellä mainittujen rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia sähkölaitteita saa käyttää erilaisissa räjähdysvaarallisissa tiloissa. Sähkötarkastuskeskus voi kuitenkin hyväksyä myös jonkin muun kuin edellä mainittujen standardien mukaisen rakenteen tiettyyn tarkoitukseen, jos laitteen valmistaja (maahantuoja) esittää selvityksen ko. rakenteessa käytetystä standardista ja sen käyttöalasta räjähdysvaarallisessa tilassa alkuperämaan määräysten mukaan.

Riippumatta siitä, minkä standardin mukaan laite on valmistettu, laitteen valmistajan on toimitettava laitteen käyttäjälle koti- tai ulkomaisen asiantuntevan koestuslaitoksen lausunto siitä, että laite on ko. standardien mukainen. Suomessa tällaiseksi koestuslaitokseksi on hyväksytty VTT. Itse laitteessa on oltava asianomaisen standardin edellyttämä arvokilpi, josta ilmenee mm. minkälaiseen räjähdysvaaralliseen tilaan laite on hyväksytty.

Taulukossa VI—1 on lueteltu räjähdyssuojattujen laitteiden tavallimmat rakenteet, niiden tunnuksat ja nimitykset.

Taulukko VI—1. Räjähdyssuojattujen laitteiden tunnukset ja nimitykset.

Suomalainen		Saksalainen		IEC:n mukainen englanninkielinen nimitys
nimitys	tunnus	nimitys	tunnus	
Räjähdyssuorituskykyinen rakennus	Exd	Druckfeste Kapselung	Exd	Flameproof enclosure ¹⁾
Suorituskykyinen rakennus	Exp ²⁾	Fremdbelüftung	Exp ²⁾	Pressurized enclosure
Öljytäytteen rakennus	Exo	Ölkapselung	Exo	Oil-immersed apparatus
Varmennettu rakennus	Exe	Mit erhöhter Sicherheit	Exe	Increased safety apparatus
Luonnostaan vaaraton rakennus	Exi	Eigensicher	Exi	Intrinsically safe apparatus
Massa- ja suojakapselointi	Exm	Vergusskapselung	Exm	Encapsulation
Erikoisrakennus	Exs	Sonderschutzart	Exs	—

¹⁾ USA:ssa ”explosionproof”.

²⁾ Aikaisemmin Exf.

Edelliset, standardissa SFS 4094 luetellut ns. Ex-rakenteet ovat tarkoitettut tiloihin, joissa räjähdysvaaran aiheuttaa palava neste (kaasu). Taloudellisista syistä kussakin Ex-rakenteessa erotetaan eri nesteille sopivia alalajeja. Alalajit määräytyvät nesteen tai kaasun syttymisryhmän (T1...T6) ja rakenteissa Exd ja Exi lisäksi nesteen räjähdysryhmän (A, B, C) mukaan. Lisäksi on olemassa pääjaottelu kaivoskäyttöön (I) ja muuhun käyttöön (II) tarkoitettujen laitteiden kesken.

Kaikissa Ex-rakenteissa vaaditaan, ettei sähkölaitteen ulkopinnan lämpötila saa nousta nesteen syttymisryhmästä riippuvaa lämpötilaa suuremmaksi. Exe-, Exo- ja Exi-rakenteissa tämä vaatimus koskee myös sähkölaitteen sellaisia sisäpintoja, joihin palavan nesteen höyry-ilma-seos tai sumu voi tunkeutua. Eri Ex-rakenteiden pääominaisuudet ovat seuraavat:

- *Räjähdyspaineen kestävässä* Exd-rakenteessa kotelo on tehty niin lujaksi, että sen sisäpuolelle mahdollisesti tunkeutuvan kaasun tai palavan nesteen höyryn tai sumun siellä räjähtäessä kotelo vahingoittumatta tai muuttamatta muotoaan hyvin kestää räjähdyspaineen. Kotelossa olevat *raot* kuten moottorin akselin ja kuoren välinen rako ja kuoren eri osien väliset saumat on koneistettava niin ahtaiksi ja ”pitkiksi”, että räjähdyksessä syntyvä kuuma kaasuseos tunkeutuessaan raosta kotelon ulkopuolelle *sammuu* ja lisäksi *jäähtyy* siksi paljon, että se ei enää kykene sytyttämään ulkopuolella olevaa palavaa nestettä (kaasua). Rakojen suurin sallittu koko riippuu nesteen räjähdysluokasta. Räjähdyksryhmässä C vaaditaan pienin ja ryhmässä A sallitaan suurin rako.
- *Suojatuuletetussa* Exp-rakenteessa sähkölaitteen kotelon sisäpuolelle johdetaan koneellisesti ilmaa tai muuta palamatonta neutraalia kaasua (esim. typpeä) ja sen avulla ylläpidetään sisäpuolella pientä ylipainetta sähkölaitetta ympäröivään ilmaan nähden. Ylipaineen vaikutuksesta neutraalia kaasua virtaa jatkuvasti kotelosta rakojen kautta ulos estäen palavan nesteen höyryn (kaasun) tunkeutumisen ulkopuolelta koteloon. Suojatuuletuksen ilmanvaihtolaitos (jossa tavallisesti on useille suojatuuletetuille sähkölaitteille yhteinen kompressor) on rakennettava pakko-ohjatuksi siten, että sähkölaitteeseen ei voi kytkeä jännitettä ennen kuin tuuletuskaasu on huuhdellut laitteen kotelon puhtaaksi räjähdysvaarallisesta höyrystä. Jos ylipaine laskee jossain kotelossa alle tietyn rajan, automatiikka erottaa vastaavan sähkölaitteen ajoissa verkosta. Tuuletusilman (tai muun neutraalin kaasun) on oltava riittävän kuivaa ja puhdasta, niin että sen mukana koteloon ei tunkeudu sinne tiivistyvää vettä tai syttyviä aineita (pölyä). Sähkötarkastuskeskus voi käyttöpaikalla hyväksyä tietyin edellytyksin esim. kokonaisen ohjauskaapin tms. suojatuuletettuna rakenteena.
- *Öljytäytteisessä* Exo-rakenteessa sähkölaitteen kotelo on täytetty — kokonaan tai osaksi — eristävällä öljyllä niin, että kotelossa olevat kipinöivät osat ovat riittävän syvällä öljyn pinnan alapuolella. Öljy sammuttaa kipinät tai valokaaren; öljymäärän on oltava niin suuri, että sammutuksessa öljyn kuumetessa syntynyt öljykaasu ehtii riittävästi jäähtyä ennen kuin se tunkeutuu öljyn

pinnan yläpuolelle tai kotelon ulkopuolelle. Exo-rakenne ei sovellu valaisimille eikä sähkökoneille. Sitä käytetään esim. muuntajissa, sähkölämmittimissä ja kondensaattoreissa (joissa ei synny kipinointiä tai valokaarta muutoin kuin vian johdosta) sekä katkaisijoissa.

- *Varmennetussa* Exe-rakenteessa sopivalla mitoituksella on huolehdittu siitä, että sähkölaitteen kotelon sisäpuolisissa osissa ei esiinny lämpötilaa, joka voisi sytyttää sinne tunkeutuvan palavan nesteen höyryn (kaasun). Tämä rakenne soveltuu vain sellaisille sähkölaitteille, joissa normaalikäytössä ei synny kipinointiä tai valokaarta. Lisäksi tavallisten kipinointiä aiheuttavien vikojen syntymistä on rakenteessa vaikeutettu erikoistoimenpiteillä. Rakennetta voi käyttää mm. jako- ja liitosrasioissa, valaisimissa, mittalaitteissa, muuntajissa sekä kommutaattorittomissa ja harjattomissa sähkökoneissa (oikosulkumoottoreissa).
- *Luonnostaan vaarattomassa* Exi-rakenteessa saa esiintyä vain niin pieniä virtoja ja jännitteitä, että virran katkaisussa ja mahdollisessa oiko- tai maasulussa syntyvä kipinä ei kykene sytyttämään palavan nesteen höyryä (kaasua). Normaalikäytössä tai tavallisen vian johdosta laitteen missään osassa ei myöskään saa esiintyä lämpötilaa, joka voisi sytyttää palavan nesteen höyryn (kaasun). Exi-rakenne soveltuu sähkölaitteille, joissa virta tai jännite ovat pieniä, kuten monissa mittaus-, säätö-, valvonta- tai ohjauslaitteissa.
- *Massavalurakenteessa* Exm sähkölaitteen sellaiset osat, jotka kipinöidessään tai kuumentuessaan voisivat sytyttää räjähdyskelpoisen seoksen on valettu massaansa siten, että syttymistä ei voi tapahtua. Valumassan laadun ja paksuuden on täytettävä standardin vaatimukset. Rakennetta voi käyttää esim. pienehköissä elektronisia komponentteja sisältävissä laitteissa.
- *Erikoisrakenteella* Exs tarkoitetaan räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävää rakennetta, joka poikkeaa rakenteista Exd, Exe, Exp, Exi, Exo ja Exm ja jonka hyväksyminen on laitekohtainen tiettyä tarkoitusta varten.

Exd- ja Exp-rakenteet soveltuvat kaikenlaisille sähkölaitteille ja nimenomaan sellaisille, jossa normaalissakin käytössä syntyy kipi-

Liite VI

nöintiä. Tällaisia ovat esim. kommutaattorilla tai liukurenkailla ja harjoilla varustetut moottorit, kytkinlaitteet, releet ja sulakeet.

Taulukossa VI—2 on esimerkkejä siitä, miten Ex-rakenteen täydellisen tunnus muodostetaan palavan nesteen syttymisryhmän ja räjähdysryhmän avulla.

Taulukko VI—2. Ex-rakenteen täydellisen tunnuksen muodostaminen.

Tunnus	Syttymis-ryhmä	Räjähdys-ryhmä	Exd-rakenteen tunnus	Exe-rakenteen tunnus
Asetyleeni	T2	C	ExdIICT2	ExeIIT2
Valokaasu	T1	B	" BT1	" T1
Autobensiini	T3	A	" AT3	" T3
Benseeni	T1	A	" AT1	" T1
Asetoni	T1	A	" AT1	" T1
Etyylialkoholi	T2	A	" AT2	" T2
Ammoniakki	T1	A	" AT1	" T1
n-Butaani	T2	A	" AT2	" T2
Tolueeni	T1	A	" AT1	" T1
Metaani	T1	A	" AT1	" T1

Liite VII

SÄHKÖLAKI (319/79)

1 luku

Yleisiä säännöksiä

- 1 §. Tätä lakia sovelletaan sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun ja käyttöön sekä sähkölaitteisiin ja sähkölaitteistoihin.

Sähkön siirtämisestä maan rajojen ulkopuolelle tai ulkomailta Suomeen säädetään erikseen sähköenergian siirtämisestä maan rajojen yli annetussa laissa (410/57).

- 2 §. Tässä laissa tarkoitetaan:

- 1) *sähkölaitteella* sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettua kojetta, konetta, laitetta ja tarvikkeita;
- 2) *sähkölaitteistolla* sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta;
- 3) *voimalaitoksella* sähkön tuottamista varten rakennettua tai asennettua voimakoneiston, sähkölaitteiston ja niihin liittyvien rakenteiden muodostamaa kokonaisuutta;
- 4) *sähkölaitoksella* yritystä tai laitosta, joka tuottaa tai siirtää sähköä taikka toimittaa sitä muuhun kuin omaan käyttöönsä;
- 5) *sähköhuollolla* sähkön tuottamista, siirtoa ja jakelua sekä niihin liittyvää toimintaa; sekä
- 6) *sähkövahingolla* sähkövirran, sähkökentän tai magneettikentän välityksellä syntynyttä vahinkoa.

Sähkölaitoksena ei kuitenkaan pidetä yritystä tai laitosta, joka harjoittaa vain sellaista asetuksella tarkemmin säädettyä toimintaa, jonka merkitys yleiselle sähköhuollolle on vähäinen.

- 3 §. Sähköhuoltoa koskevan yhteistoiminnan ja suunnittelun tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää koko valtakunnan ja maan eri osien sekä ympäristön tarpeet huomioon ottavaa, taloudellisesti ja teknisesti tarkoituksenmukaista sähkön tuotanto-, siirto- ja jakelujärjestelmää.
- 4 §. Sähkölaitteet ja -laitteistot on niin suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on siten huollettava ja käytettävä, ettei niistä aiheudu henkeen, terveyteen tai omaisuuteen kohdistuvaa vaaraa eivätkä ne sähköisesti tai muulla tavoin kohtuuttomasti häiritse ympäristöä.
- 5 §. Tätä lakia sovelletaan myös puhelin-, lennätin-, radio- ja muihin tiedonsiirtolaitteisiin ja -laitteistoihin sekä tietojenkäsittelylaitteisiin, lääketieteellisiin kojeisiin sekä muihin vastaaviin laitteisiin ja laitteistoihin niiltä osin kuin niistä voi aiheutua 4 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.

Tätä lakia ei sovelleta ulkomaille toimitettaviin sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin.

- 6 §. Tämän lain soveltamista valvoo kauppa- ja teollisuusministeriö, jäljempänä ministeriö.
- 7 §. Ministeriö määrää sähkölaitteistojen suunnittelu-, rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötoita sekä sähkölaitteiden korjaustoita suorittavilta vaadittavista kelpoisuusehdoista.
- 8 §. Sähkölaitteistoja saadaan elinkeinona suunnitella, rakentaa, korjata ja huoltaa sekä sähkölaitteita korjata ainoastaan ministeriön tai 30 §:ssä mainitun Sähkötarkastuskeskuksen luvalla, jos kysymys on toiminnasta, jota varten ministeriö on 7 §:n nojalla määrännyt kelpoisuusehdot.

Lupa myönnetään, jos hakija tai hänen palveluksessaan oleva on kelpoinen johtamaan luvan tarkoittamaa toimintaa ja hakijalla on käytettävissään tarpeelliseksi katsottavat tilat ja työvälineet.

Lupa voidaan liittää ehtoja ja ohjeita, jotka ovat tarpeen 4 §:ssä tarkoitettun vaaran ja häiriön välttämiseksi.

Ministeriö voi peruuttaa luvan, jos luvansaaja jatkuvasti rikkoo luvan ehtoja tai jokin 2 momentin mukaisista luvan

myöntämisen edellytyksistä lakkaa eikä luvansaaaja kehotuksesta huolimatta kohtuullisessa ajassa korjaa puutetta.

2 luku

Sähkölaitokset

- 9 §. Sähkölaitos saa toimia vain ministeriön vähintään 15 ja enintään 40 vuodeksi kerrallaan antamalla luvalla (*sähkölaitoslu-pa*).

Lupa voidaan myöntää Suomen kansalaiselle taikka kotimaiselle yhteisölle tai laitokselle.

- 10 §. Lupa myönnetään, jos sähkölaitos on valtioneuvoston hyväksymien yleisten sähköhuollollisten tavoitteiden mukainen ja hakijalla on edellytykset huolehtia sähkölaitoksesta tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaisesti.

Lupapäätökseen liitetään 3 §:ssä tarkoitettua yhteistoimintaa ja suunnittelua varten sekä 4 §:ssä tarkoitetun vaaran ja häiriön välttämiseksi tarpeelliset ehdot.

- 11 §. Sähkölaitos on velvollinen osallistumaan ministeriön antamien yleisohjeiden mukaisesti 3 §:ssä tarkoitettuun yhteistoimintaan ja suunnitteluun sekä antamaan ministeriölle pyydetessä yhteistoiminnan ja suunnittelun toteuttamiseen tarvittavat tiedot toiminnastaan ja suunnitelmistaan.

- 12 §. Sähkölaitoksen on huolehdittava siitä, että sähköön tarvitsijoilla on mahdollisuus, poikkeuksellisia tai vaikeita olosuhteita lukuun ottamatta, saada sähköä tavanomaisiksi katsottavia käyttötarpeitaan varten.

Sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittavan sähkölaitoksen tulee noudattaa ministeriön hyväksymiä sähkötoimitusehtoja, joissa määritellään sähköntoimitukseen liittyvät sähkölaitoksen ja asiakkaan oikeudet ja velvollisuudet. Sähkölaitoksen tulee ministeriön niin määrätessä antaa ministeriölle tiedot tariffeistaan.

- 13 §. Jollei sähkölaitos noudata tätä lakia taikka sen perusteella annettuja säännöksiä tai määräyksiä, voi ministeriö, milloin

sähkölaitos ei ole kehotuksesta huolimatta määräajassa poistanut puutteita, peruuttaa sähkölaitosluvan.

Jos sähkölaitos kieltäytyy toimittamasta sähköä ilman 12 §:n 1 momentin mukaisia perusteita, ministeriö voi määrätä sähkölaitoksen sakon uhalla täyttämään velvollisuutensa.

3 luku

Valtakunnallinen sähköhuolto

- 14 §. Sähköhuollon turvaamiseksi ja kehittämiseksi laaditaan koko maan alueelle yhtenäinen suunnitelma valtakunnallisesti merkittävästä sähkön tuotannosta ja siirrosta sekä muusta valtakunnallisesti merkittävästä sähköhuollosta (*sähköhuollon runkosuunnitelma*, jäljempänä runkosuunnitelma).

Runkosuunnitelman tulee sopeutua valtakunnalliseen energiahuoltoon ja luoda riittävät edellytykset alueelliselle sähköhuollolle.

- 15 §. Valtakunnalliseen sähköhuoltoon liittyvien asioiden käsitteilyä varten toimii ministeriön yhteydessä valtioneuvoston kolmeksi vuodeksi kerrallaan asettama *sähköhuollon neuvottelukunta*, jäljempänä neuvottelukunta. Neuvottelukuntaan kuuluu puheenjohtajana ministeriön energiaosaston virkamies sekä 11 muuta jäsentä.

Neuvottelukunnan jäsenistä kuuden tulee edustaa sähkölaitoksia sekä kuuden valtiohallintoa ja valtakunnalliseen sähköhuoltoon liittyvää asiantuntemusta sekä sähkön käyttäjiä.

- 16 §. Neuvottelukunta tekee vuosittain ehdotuksen riittävän pitkän aikavälin runkosuunnitelmaksi, tekee sähköhuoltoon liittyviä aloitteita ja esityksiä, antaa lausuntoja 18 §:ssä tarkoitetuista aluesuunnitelmista ja muistakin toimialansa asioista sekä toimii muutoinkin ministeriön apuna toimialaansa liittyvissä asioissa.

Neuvottelukunnan tulee noudattaa toiminnassaan ministeriön antamia yleisohjeita.

- 17 §. Runkosuunnitelman hyväksymisen edellytyksenä on, että suunnitelma soveltuu valtakunnalliseen energiahuoltoon sekä on laadittu tämän lain tavoitteiden mukaisesti.

4 luku

Alueellinen sähköhuolto

- 18 §. Alueellisen sähköhuollon turvaamiseksi ja kehittämiseksi ministeriö jakaa maan yhteistoiminta-alueisiin ja hyväksyy jokaiselle yhteistoiminta-alueelle yhtenäisen suunnitelman sähkön hankinnasta, siirrosta ja jakelualueista (*sähköhuollon aluesuunnitelma*, jäljempänä aluesuunnitelma).

Aluesuunnitelman tulee sopeutua runkosuunnitelmaan ja muiden yhteistoiminta-alueiden aluesuunnitelmiin sekä ottaa huomioon yhteistoiminta-alueen ja sen eri osien tarpeet.

- 19 §. Asetuksella säädettävien yhteistoiminta-alueella sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittavien sähkölaitosten, sähkön tukkumyyjien ja sähkön tuottajien tulee perustaa *sähköhuollon aluetoimikunta*, jäljempänä aluetoimikunta.

Aluetoimikunnan jäsenet on valittava siten, että jäsenet edustavat 1 momentissa mainittuja osapuolia tasapuolisesti ja että osapuolien sisäisen paikkojen jakautumisen perusteena on kunkin yrityksen tai laitoksen toiminnan laajuus.

Jos aluetoimikunnan perustamisesta ei voida sopia, ministeriö määrää aluetoimikunnan jäsenet 1 momentissa mainittujen sähkölaitosten, sähkön tukkumyyjien ja sähkön tuottajien edustajista.

Ministeriö voi hakemuksesta vapauttaa 1 momentissa mainitun sähkölaitoksen, sähkön tukkumyyjän tai sähkön tuottajan osallistumasta aluetoimikunnan perustamiseen.

- 20 §. Yhteistoiminta-alueen huomattavilla sähkön käyttäjillä on oikeus nimetä edustaja aluetoimikuntaan.

Jos sähkön käyttäjien edustajasta ei voida sopia, ministeriö määrää tämän.

- 21 §. Aluetoimikunnan tehtävänä on ministeriön antamien yleisohjeiden mukaisesti:

- 1) laatia vuosittain ehdotus vähintään 5 vuoden aluesuunnitelmaksi sekä tarvittaessa tehdä esityksiä suunnitelman tarkistamiseksi;
- 2) laatia alueelle suosituksia sähkön jakelusta sekä sähkönsiirtolaitteistojen ja voimalaitosten yhteiskäytöstä;
- 3) tehdä alueen sähköhuoltoon liittyviä aloitteita ja esityksiä;
- 4) antaa sähköhuollon neuvottelukunnalle oman alueensa osalta lausunto runkosuunnitelmaehdotuksesta ja antaa alueen sähköhuollosta muitakin lausuntoja; sekä
- 5) olla yhteydessä muihin aluetoimikuntiin.

Aluesuunnitelmaehdotusta laatiessaan aluetoimikunnan tulee kuulla asianomaisia kuntia sekä tarvittaessa muitakin viranomaisia ja yhteisöjä.

- 22 §. Ministeriön tulee hyväksyä aluetoimikunnan laatima aluesuunnitelmaehdotus, jos

- 1) se on laadittu asianmukaisessa järjestyksessä;
- 2) se on 18 §:ssä säädettyjen vaatimusten mukainen;
- 3) se on ministeriön antamien yleisohjeiden mukainen; eikä
- 4) ole painavia perusteita ehdotuksen hylkäämiseen.

Ministeriö voi hyväksyä aluesuunnitelman myös osittain tai, painavien perusteiden vallitessa ja aluetoimikuntaa kuultuaan, muutettuna.

- 23 §. Aluetoimikunnan perustamiseen velvollisten sähkölaitosten, sähkön tukkumyyjien ja sähkön tuottajien tulee osallistua aluetoimikunnan kustannuksiin kohtuuden ja toimintansa laajuuden mukaan.

Jos kustannusten jaosta ei voida sopia, määrää siitä ministeriö.

5 luku

Rakentamisluvat

- 24 §. Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen on saatava valtioneuvoston lupa. Luvan myöntämisen edellytyksenä on, että voimalaitoksen rakentaminen harkitaan tarkoituksenmukaiseksi.

Lupa on liitettävä valtioneuvoston tarpeelliseksi katsomat ehdot.

Ennen rakentamisen aloittamista hakijan on lisäksi saatava atomienergalaisa (356/57) säädetty lupa.

- 25 §. Muun voimalaitoksen kuin ydinvoimalaitoksen samoin kuin sähkönsiirtolaitteiston ja sähkölaitoksen yli 1000 voltin jakelulaitteiston rakentamiseen on, jollei 2 tai 3 momentissa toisin säädetä, saatava ministeriön tai 26 §:n 2 momentissa mainitussa tapauksessa valtioneuvoston lupa.

Edellä 1 momentissa tarkoitettu lupa ei ole tarpeen:

- 1) sellaisen voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston rakentamiseen, joka sisältyy vain voimassa olevaan aluesuunnitelmaan;
- 2) pääasiassa yrityksen teolliseen prosessiin liittyvän vastapainevoimalaitoksen tai pääasiassa teollisuuden jäte-energiaa hyväksikäyttävän voimalaitoksen rakentamiseen, jos voimalaitoksen generaattoreiden nimellisteho on yhteensä enintään 65 megawattia;
- 3) muun voimalaitoksen rakentamiseen, jos voimalaitoksen generaattoreiden nimellisteho on yhteensä enintään 500 kilowattia, taikka nimellisjännitteeltään enintään 20 kilovoltin sähkönsiirto- ja jakelulaitteiston rakentamiseen, mikäli kyseisen laitteiston rakentaa hyväksytyn aluesuunnitelman piiriin kuuluva sähkölaitos sähkönjakelualueellaan.

Kosken vesivoimaa hyväksi käyttävän voimalaitoksen rakentamiseen tarvittavasta luvasta on säädetty erikseen.

Voimalaitoksen rakentamisesta, mihin 2 momentin 1 tai 2 kohdan ja 3 momentin mukaan ei tarvita tässä laissa säädettyä lupaa, on riittävän ajoissa ennen rakennustöiden aloittamista ilmoitettava ministeriölle asetuksella tarkemmin säädetty tavalla.

- 26 §. Ministeriö myöntää luvan rakentaa 25 §:n 1 momentissa tarkoitettun voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston siinä järjestyksessä kuin kulloinkin voimassa olevan runkosuunnitelman toteuttaminen edellyttää.

- 1) jos voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston rakentaminen on kyseisessä suunnitelmassa merkitty aloitettavaksi kahden ensimmäisen vuoden aikana;
- 2) jos voimalaitos tai sähkönsiirtolaitteisto rakennetaan kyseisen suunnitelman mukaisesti; eikä
- 3) ole painavia syitä hylätä hakemusta.

Luvan rakentaa 25 §:n 1 momentissa tarkoitettu voimalaitos tai sähkönsiirto- tai jakelulaitteisto, jota ei rakenneta voimassa olevan runko- tai aluesuunnitelman mukaisesti, voi myöntää painavasta syystä valtioneuvosto, jos voimalaitos tai sähkönsiirtolaitteisto olisi otettava runkosuunnitelmaan, ja muussa tapauksessa ministeriö.

Lupaan liitetään 4 §:ssä tarkoitetun vaaran ja häiriön välttämiseksi ja sähköhuollon turvaamiseksi tarpeelliset ehdot.

- 27 §. Jos sähkönsiirto- ja -jakelulaitteisto aiotaan rakentaa sellaiselle kaupungin alueelle, jolle on vahvistettu asema- tai rakennuskaava tai jolle on päätetty laatia asemakaava, on rakentamiselle saatava asianomaisen kunnanvaltuuston suostumus, jollei rakentamishanke ole kokonaan omalla maalla. Ilman pätevää syytä ei suostumusta kuitenkaan saa evätä eikä sen myöntämiselle asettaa ehtoja, jos epäämistä tai ehdoista aiheutuu hakijalle kohtuutonta haittaa.

Milloin syntyy erimielisyyttä siitä, onko valtuustolla pätevä syy 1 momentissa mainitun suostumuksen epäämiseen tai aiheutuuko epäämistä tai suostumuksen ehdoista hakijalle kohtuutonta haittaa, ratkaisee asian hakemuksesta ministeriö.

- 28 §. Tässä laissa säädettyistä rakentamisluvista peritään asetuksella säädettävä, rakennuskohteen suuruuden mukaan määräytyvä maksu.

6 luku

Valvonta ja tarkastukset

- 29 §. Edellä 4 §:ssä tarkoitetun vaaran ja häiriön välttämiseksi sähkölaitteita ja -laitteistoja tarkastetaan sekä tämän lain ja sen

nojalla annettujen säännösten ja määräysten noudattamista valvotaan siten kuin jäljempänä säädetään.

- 30 §. Valvonnasta ja tarkastuksesta huolehtii ministeriön alaisuudessa Sähkötarkastuskeskus -niminen julkisoikeudellinen yhdistys, ruotsinkieliseltä nimeltään Elinspektionscentralen, jonka hallinnosta ja toiminnasta säädetään asetuksella.

Sähkötarkastuskeskuksen tehtävänä on myös avustaa ministeriötä runko- ja aluesuunnitelmien toteuttamisen valvonnassa.

- 31 §. Sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittavan sähkölaitoksen on huolehdittava sen jakeluverkostoon liitettävien sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastuksista sen mukaan kuin asetuksella tarkemmin säädetään.

- 32 §. Ministeriö määrää tämän lain mukaista tarkastustoimintaa johtavien ja tarkastuksia suorittavien kelpoisuusehdot.

Tarkastustoimintaa johtava tai tarkastuksia suorittava ei saa olla sähkölaitoksessa tai muussa yrityksessä sellaisessa asemassa, että hänen puolueettomuutensa tarkastajana vaarantuu.

- 33 §. Sähkölaitteiston haltijan on tehtävä uuden tai muutetun sähkölaitteiston käyttöönottamisesta tarkastusta ja valvontaa varten asetuksella tarkemmin säädetty ilmoitukset.

- 34 §. Ministeriö voi määrätä, ettei määrätynlaisia sähkölaitteistoja saa ottaa käyttöön ennen kuin ne on tarkastettu ja hyväksytty.

- 35 §. Jos tarkastuksessa havaitaan, ettei sähkölaitteisto taikka siihen liitetty tai liitettäväksi aiottu sähkölaite ole tämän lain tai sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukainen tai ettei sen käyttöä tai huoltoa ole järjestetty tämän lain tai sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaisesti, tarkastuksen suorittajan on kehotettava laitteiston haltijaa korjaamaan puutteellisuudet tai laiminlyönnit ja tarvittaessa asetettava määräaika tarpeellisten toimenpiteiden suorittamiselle.

Jos sähkölaitteiston haltija ei noudata tarkastuksen suorittajan

korjaamiskehotusta ja kysymyksessä on muu sähkölaitteisto kuin sähköä yleiseen käyttöön toimittavaan sähkölaitokseen kuuluva sähkölaitteisto, Sähkötarkastuskeskus voi, varattuaan laitteiston haltijalle tilaisuuden tulla kuulluksi, kieltää laitteiston tai laitteen käytön, jollei laitteiston haltija ole Sähkötarkastuskeskuksen asettamassa määräajassa suorittanut tarpeellisia korjaamistoimenpiteitä.

Milloin kysymys on sähköä yleiseen käyttöön toimittavaan sähkölaitokseen kuuluvasta sähkölaitteistosta, Sähkötarkastuskeskuksen tulee ilmoittaa asiasta ministeriölle, joka voi, varattuaan laitteiston haltijalle tilaisuuden tulla kuulluksi, velvoittaa tämän suorittamaan tarpeelliset korjaamistoimenpiteet sakon uhalla tai uhalla, että ministeriö teettää tarvittavat työt laitteiston haltijan kustannuksella. Tästä aiheutuvat kustannukset maksetaan valtion varoista ja peritään sähkölaitteiston haltijalta.

- 36 §. Sähkölaitteita ei saa Suomessa pitää kaupan, toiselle luovuttaa tai ottaa käyttöön ennen kuin laitteet on asianmukaisesti tarkastettu ja Sähkötarkastuskeskus on ne hyväksynyt.

Ministeriö määrää tarkemmin, missä laajuudessa ja millä tavoin 1 momentissa mainittua tarkastus- ja hyväksymismenettelyä on sovellettava.

- 37 §. Jos sähkölaitteen tai sähkölaitteiston käyttämisestä aiheutuu välitön henkeen, terveyteen tai omaisuuteen kohdistuva vaara, tarkastuksen suorittajan on, varattuaan mikäli mahdollista laitteiston haltijalle tilaisuuden tulla kuulluksi, heti kiellättävä laitteen tai laitteiston käyttö taikka määrättävä se sähköverkosta erotettavaksi. Kieltoa tai määräystä on heti noudatettava ja tarkastuksen suorittajan on, jos toimenpide ei koske merkitykseltään vähäistä sähkölaitetta tai -laitteistoa, viipymättä saatettava asia Sähkötarkastuskeskuksen ratkaistavaksi. Sähkötarkastuskeskuksen on käsiteltävä asia kiireellisesti.

- 38 §. Sähkötarkastuskeskuksen tai sähkölaitoksen tämän lain nojalla suorittamasta valvonta- ja tarkastustoiminnasta sekä muista suoritteista aiheutuvien kustannusten korvaamiseksi peritään maksuja, joiden perusteet säädetään asetuksella ja joita

määrättäessä on soveltuvin osin noudatettava, mitä valtion maksuperustelaissa (980/73) on säädetty.

- 39 §. Sähkölaitteiden turvallisuuden valvomiseksi ministeriö voi vahvistaa erityisen merkin osoittamaan, että 36 §:ssä tarkoitettu sähkölaite on tarkastettu ja hyväksytty voimassa olevien säännösten ja määräysten mukaisesti.

7 luku

Vahinko ja haitta

- 40 §. Sähkövahingon on velvollinen korvaamaan tuottamuksesta riippumatta vahinkoa aiheuttaneen sähkölaitteen tai -laitteiston haltija, jollei jäljempänä tässä luvussa toisin säädetä.

- 41 §. Sähkölaitteen tai -laitteiston haltijan vastuu sähkövahingosta määräytyy vahingonkorvauslaissa (412/74) säädettyjen perusteiden mukaan, jos

- 1) sähkövahinko on aiheutunut toiselle sähkölaitteelle tai -laitteistolle, jonka nimellisjännite on yli 400 voltia, taikka
- 2) sähkövahingon on aiheuttanut sellainen kiinteistön sisäiseen sähköhuoltoon kuuluva sähkölaite tai -laitteisto taikka siihen liitetty sähkölaite tai -laitteisto, jonka nimellisjännite on enintään 400 voltia.

- 42 §. Jos vahingon kärsineen puolelta on myötävaikutettu vahinkoon tai jos muu sähkölaitteeseen tai -laitteistoon taikka sen käyttämiseen kuulumaton seikka on myös ollut vahingon syytä, voidaan vahingonkorvausta kohtuuden mukaan sovitella.

Korvausta henkilövahingosta, josta sähkölaitteen tai -laitteiston haltija on vastuussa tuottamuksesta riippumatta, saadaan vahingon kärsineen myötävaikutuksen johdosta alentaa vain, jos vahingon kärsinyt itse tai, jos kysymyksessä on surmansa saaneen jälkeen maksettava elatuskorvaus, surmansa saanut on myötävaikuttanut vahinkoon muuten kuin lievällä tuottamuksella.

- 43 §. Vahingonkorvausta määrättäessä on noudatettava, mitä vahingonkorvauslain 5 luvussa, 6 luvun 2 ja 3 §:ssä sekä 7 luvun 3 §:ssä on säädetty.
- 44 §. Sähkölaitteen tai -laitteiston haltijan palveluksessa työntekijän asemassa olevan henkilön vahingonkorvausvastuun osalta noudatetaan vahingonkorvauslain ja työsopimuslain (320/70) säännöksiä.
- 45 §. Jos sähkövahinko on aiheutunut sähkölaitteesta tai -laitteistosta, josta aiheutuvasta vahingosta korvausvelvollisuus syntyy ilman tuottamusta, vastaa sähkölaitteen tai -laitteiston omistaja, joka on luovuttanut laitteen tai laitteiston toisen käytettäväksi, vahingosta niin kuin laitteen tai laitteiston haltija, ei kuitenkaan muulla omaisuudellaan kuin laitteen tai laitteiston arvolla. Laitteen tai laitteiston haltija on kuitenkin velvollinen korvaamaan omistajalle, mitä tämä on siten suorittanut, jollei tuomioistuimien harkitse, että vahinko jää omistajan vastattavaksi.
- 46 §. Korvausta sähkövahingosta, jota sähkölaitteen tai -laitteiston haltija eikä kukaan hänen puolestaan toiminut ole aiheuttanut tahallisesti tai tuottamuksellisesti, on vaadittava kahden vuoden kuluessa vahingon tapahtumisesta.
- Muuhun sähkövahingon vanhentumiseen sovelletaan, mitä vahingonkorvauslain 7 luvun 2 §:ssä säädetään vahingonkorvauksen vanhentumisesta.
- 47 §. Sähkölaitteen tai -laitteiston omistaja tai haltija, joka on suorittanut tämän lain mukaista korvausta, on oikeutettu vaatimaan suorittamansa määrän vahingon aiheuttajalta tämän korvausvastuuta koskevien perusteiden mukaan.
- 48 §. Jos sähkölaitteisto aiheuttaa häiriötä tai vaaraa toiselle sähkölaitteistolle taikka lennätin-, puhelin-, radio- tai muulle vastaavalle laitteistolle tai niiden käytölle taikka aiheuttaa niiden välityksellä häiriötä tai vaaraa ulkopuolisille, tulee myöhemmin rakennetun laitteiston omistajan suorittaa laitteistossaan häiriön tai vaaran poistamiseksi tarvittavat toimenpiteet.
- Milloin häiriö tai vaara on poistettavissa 1 momentissa tarkoitetuista toimenpiteistä aiheutuvia kustannuksia huomatta-

vasti pienemmin kustannuksin muuttamalla tai täydentämällä aikaisemmin rakennetun laitteiston teknistä rakennetta, ja tämä voidaan tehdä aiheuttamatta laitteiston toiminnalle kohtuutonta haittaa, tulee kuitenkin aikaisemmin rakennetun laitteiston omistajan suorittaa tarvittavat muutokset tai tädenykset laitteistossaan.

- 49 §. Myöhemmin rakennetun laitteiston omistaja on velvollinen korvaamaan 48 §:n 2 momentissa tarkoitettujen toimenpiteiden kustannukset. Kustannuksia määrättäessä on otettava huomioon toimenpiteestä aikaisemmin rakennetun laitteiston omistajalle laitteiston suorituskyvyn tai käyttökustannusten muuttumisen johdosta mahdollisesti aiheutunut hyöty tai haitta. Jos häiriö tai vaara kokonaan tai osaksi johtuu siitä, että aikaisemmin rakennettu laitteisto ei ole sitä koskevien säännösten ja määräysten tai hyvän teknisen tavan mukainen, on tämän laitteiston omistaja velvollinen omalla kustannuksellaan saattamaan laitteiston asianmukaiseen kuntoon.

Jos aikaisemmin rakennettu laitteisto aiheuttaa poikkeuksellisen suurta häiriötä tai vaaraa tahi jos sanottu laitteisto on poikkeuksellisen altis häiriölle tai vaaralle, on häiriön tai vaaran poistamisesta aiheutuvat kustannukset kohtuuden mukaan jaettava laitteistojen omistajien kesken tai määrättävä kokonaan aikaisemmin rakennetun laitteiston omistajan maksettaviksi.

- 50 §. Myöhemmin rakennetuksi kahdesta laitteistosta tai sen osasta katsotaan se, jonka rakentaminen on aloitettu myöhemmin. Jos laitteiston tai sen osan käyttötapaa tai teknistä rakennetta muutetaan siten, että laitteisto tai sen käyttö aiheuttaa 48 §:n 1 momentissa tarkoitettua häiriötä tai vaaraa taikka että laitteisto tulee häiriölle tai vaaralle oleellisesti alttiimmaksi, katsotaan laitteisto kuitenkin tältä osin muutoksen ajankohtana rakennetuksi.
- 51 §. Jos osapuolet eivät pääse yksimielisyyteen 48 . . . 50 §:ssä tarkoitettun häiriön tai vaaran poistamiseksi tarpeellisista toimenpiteistä taikka niistä aiheutuneiden kustannusten suuruudesta tai jakautumisesta osapuolten kesken, ratkaisee asian ministeriö.

- 52 §. Mitä 48 . . . 51 §:ssä on säädetty sähkölaitteistosta, koskee soveltuvien osin myös yksittäistä sähkölaitetta.
- 53 §. Jos sähkölaitteiston tai sen osan rakennustöiden aloittamisen jälkeen sen läheisyyteen tulee rakennettavaksi tai asennettavaksi tai on rakennettu maantie, kulkuväylä, rautatie, lentokenttä, kaasu-, vesi- tai muu vastaava johto, rakennus tai muu rakennelma siten, että sähkölaitteistoa on yleisen turvallisuuden vuoksi tai laitteiston suojaamiseksi muutettava, on sähkölaitteiston omistaja velvollinen suorittamaan tarpeelliset muutokset. Siitä aiheutuvat kustannukset on kuitenkin tien, väylän, lentokentän, johdon, rakennuksen tai rakennelman omistajan korvattava.

8 luku

Muutoksenhaku

- 54 §. Joka on tyytymätön tarkastuksen johtajan tai sen suorittajan toimenpiteeseen tai määräykseen, saa vaatia asiaa käsiteltäväksi Sähkötarkastuskeskuksessa. Vaatimus on tehtävä kirjallisesti Sähkötarkastuskeskukselle 30 päivän kuluessa toimenpiteestä tai määräyksen tiedoksisaamisesta.
- 55 §. Sähkötarkastuskeskuksen tämän lain tai sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten perusteella antamaan päätökseen haetaan muutosta ministeriöltä valittamalla noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Sähkötarkastuskeskuksen antamaa päätöstä on muutoksenhausta huolimatta noudatettava, jollei ministeriö toisin määrää.
- 56 §. Ministeriön valitusviranomaisena antamaan päätökseen ei saa hakea muutosta, jollei kysymys ole 8 §:n 1 momentissa tarkoitetun lupahakemuksen hylkäämisestä. Muutosta ei myöskään saa hakea ministeriön tämän lain nojalla antamaan uhkasakon asettamista koskevaan päätökseen.

Ministeriön tämän lain nojalla antamaan muuhun kuin 1 momentissa mainittuun päätökseen saadaan hakea muutosta korkeimmalta hallinto-oikeudelta valittamalla.

9 luku

Erinäisiä säännöksiä

- 57 §. Sähkölaitoksen ja sähkölaitteiston haltijan samoin kuin sähkölaitteiden ja sähkölaitteistojen valmistajan, rakentajan, maahantuojan ja myyjän on annettava ministeriölle ja Sähkötarkastuskeskukselle näiden tarpeelliseksi katsomia sähkön tuotantoa, siirtoa ja jakelua sekä sähkölaitteistoja, sähkölaitteita ja niiden valmistamista, rakentamista ja myyntiä koskevia tilasto- ja muita vastaavia tietoja.
- 58 §. Tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaisia tarkastuksia suorittavalla henkilöllä on oikeus säännösten ja määräysten noudattamisen valvomista varten päästä tarkastamaan sähkölaitteiston kaikkia osia sekä sähkölaitteiston tai -laitteen varasto-, myynti- ja käyttöpaikkoja sekä saada valvontaa ja tarkastusta varten tarpeelliset tiedot niistä.
- 59 §. Joka tässä laissa tai sen nojalla annetuissa säännöksissä tai määräyksissä tarkoitettuja tehtäviä suorittaessaan on saanut tietoonsa liike- tai ammattisalaisuuden, ei saa sitä ilmaista sivulliselle eikä käyttää hyödykseen.
- 60 §. Joka rikkoo tätä lakia tai sen nojalla annettuja säännöksiä tai määräyksiä, on tuomittava, jollei siitä ole muualla laissa ankarampaa rangaistusta säädetty, *sähkölaitteita ja -laitteistoja sekä sähköhuoltoa koskevien säännösten tai määräysten rikkomisesta* sakkoon tai vankeuteen enintään kuudeksi kuukaudeksi.

Edellä 1 momentissa tarkoitetun rikkomuksen johdosta on sen tekijälle tai sille, jonka puolesta tai hyväksi hän on toiminut, tuottama taloudellinen hyöty tuomittava valtiolle menetetyksi. Jollei hyötyä voida tarkoin laskea, se on toiminnan laatu ja laajuus huomioon ottaen arvioitava. Omaisuus tai sen arvo, jonka osalta 1 momentissa tarkoitettuja säännöksiä on rikottu, on tuomittava kokonaan tai osaksi valtiolle menetetyksi, jollei menetetyksi tuomitseminen ole rikkomuksen vähäisyyden huomioon ottaen kohtuutonta.

Ministeriöllä on oikeus määrätä keskeytettäväksi ilman tämän lain mukaista lupaa aloitettu rakentamistyö tai kieltää ilman

lupaa rakennetun sähkölaitteiston tai voimalaitoksen käyttö.

- 61 §. Poliisipiirin päälliköllä on oikeus Sähkötarkastuskeskuksen pyynnöstä määrätä pantavaksi takavarikkoon myytävänä oleva tai kaupan pidetty 36 §:ssä tarkoitettu sähkölaite, jota ei ole asianmukaisesti tarkastettu ja hyväksytty.

Takavarikko, joka on suoritettava todistajien läsnä ollessa ja josta on laadittava pöytäkirja, on voimassa siihen saakka, kun sähkölaitteen menettämistä koskeva asia on lainvoimaisella tuomiolla ratkaistu tai poliisipiirin päällikkö Sähkötarkastuskeskuksen esityksestä toisin määrää.

- 62 §. Poliisi- ja tulliviranomaisen tulee tarvittaessa antaa virka-apua tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten noudattamisen valvontaa koskevissa asioissa. Poliisiviranomaisen tulee tarvittaessa antaa virka-apua myös 35, 37 ja 60 §:ssä tarkoitettujen pakkokeinojen täytäntöönpanossa.

- 63 §. Mitä rikoslain 34 luvun 10 §:ssä ja 35 luvun 1 §:ssä säädetään niissä mainitun omaisuuden vahingoittamisesta tai sellaisen teon yrityksestä, on sovellettava myös, kun teko kohdistuu sähkölaitteistoihin rakennuksineen tai voimalaitoksiin.

Joka estää tai häiritsee voimalaitoksen tahi sähkönsiirtolaitteiston käyttämistä, on tuomittava rangaistukseen niin kuin rikoslain 34 luvun 12 §:ssä on säädetty.

- 64 §. Joka luvattomasti käyttää tai yrittää käyttää hyväkseen sähköä, anastaakseen sitä itselleen tai toiselle, on tuomittava rangaistukseen varastamisesta tai sen yrityksestä niin kuin rikoslain 28 luvussa on säädetty.

- 65 §. Tätä lakia on soveltuvin osin noudatettava myös sellaisiin sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, jotka ovat valmiina tai niiden valmistaminen tai rakentaminen on aloitettu tämän lain tullessa voimaan.

- 66 §. Edellä 9 §:ssä tarkoitettua lupaa koskeva hakemus tulee tämän lain voimaan tullessa toimivien sähkölaitosten toimittaa ministeriölle yhden vuoden kuluessa lain voimaantulosta.

Jos 1 momentissa tarkoitettu sähkölaitos ei täytä luvan myöntämiselle asetettavia edellytyksiä, ministeriö voi myön-

tää sähkölaitokselle enintään viiden vuoden määräajan sähkölaitosluvan saamiselle asetettavien edellytyksien täyttämistä varten. Määräaikaa voidaan erittäin painavien syiden sitä vaatiessa jatkaa enintään yhdellä vuodella kerrallaan.

Jollei 2 momentissa tarkoitettu sähkölaitos asetetun määräajan kuluessa saata laitosta luvan myöntämiselle asetettujen edellytysten ja voimassa olevien määräysten mukaiseksi, ministeriön tulee evätä haettu sähkölaitoslupa ja ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin sähköhuollon järjestämiseksi määräysten edellyttämällä tavalla sähkölaitoksen toimialueella.

- 67 §. Edellä 8 §:ssä tarkoitettua lupaa ei tarvitse hakea sen, joka on ennen tämän lain voimaantuloa tehnyt sähkölaitoksen rakentamisesta, korjaamisesta ja suunnittelemisesta sekä näitä töitä johtavan henkilön pätevyysvaatimuksista 3 päivänä heinäkuuta 1975 annetun kauppaja teollisuusministeriön päätöksen (555/75) 13 §:n mukaisen ilmoituksen.

Ministeriö voi kuitenkin määrätä, että 1 momentissa tarkoitettua elinkeinonharjoittajan on ministeriön määräämässä kohtuullisessa ajassa täytettävä 8 §:n 2 momentissa säädetyn luvan myöntämiselle tilojen ja työvälineiden osalta asetetut edellytykset.

- 68 §. Sähköhuollon neuvottelukunnan tulee toimittaa tässä laissa tarkoitettu ensimmäinen runkosuunnitelma ministeriölle yhden vuoden kuluessa neuvottelukunnan asettamisesta.

Sähköhuollon aluetoimikuntien tulee toimittaa laatimansa aluesuunnitelma ministeriölle kuuden kuukauden kuluessa siitä, kun edellä tarkoitettu hyväksytty valtakunnallinen suunnitelma on saatettu aluetoimikuntien tiedoksi.

- 69 §. Jos 24 tai 25 §:ssä tarkoitettua voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston rakentaminen on tämän lain voimaan tullessa aloitettu tai rakentaminen aloitetaan neljän kuukauden kuluessa lain voimaan tulosta, ei rakentamiseen tarvita tämän lain mukaista lupaa. Rakentamisesta on kuitenkin tehtävä 25 §:n 4 momentin mukainen ilmoitus edellä mainitun ajan kuluessa.

Edellä 25 §:n 2 momentin 3 kohdassa tarkoitetun sähkönsiirto- ja jakelulaitteiston rakentamiseen ei tarvita lupaa myöskään ennen kuin ministeriö on hyväksynyt kyseiselle yhteistoiminta-alueelle ensimmäisen aluesuunnitelman.

70 §. Tarkemmat säännökset tämän lain täytäntöönpanosta ja soveltamisesta annetaan asetuksella.

71 §. Tämä laki tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1980.

Tällä lailla kumotaan sähkölaitoksista 11 päivänä toukokuuta 1928 annettu laki (167/28) siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen. Sen nojalla annetut asetukset ja ministeriön päätökset jäävät kuitenkin edelleen voimaan, jollei niistä asetuksella tai ministeriön päätöksellä toisin säädetä tai määrätä.

Edellä 30 §:ssä tarkoitettu Sähkötarkastuskeskus voidaan perustaa jo ennen tämän lain voimaantuloa.

Ennen tämän lain voimaantuloa syntyneen vahingon korvaamiseen sovelletaan aikaisempaa lakia.

Laki sähkölain muuttamisesta (991/87)

Eduskunnan päätöksen mukaisesti *kumotaan* 16 päivänä maaliskuuta 1979 annetun sähkölain (319/79) 24 § sekä *muutetaan* 25 §:n 1 momentti ja 26 §:n 1 momentti näin kuuluviksi:

25 §. Voimalaitoksen samoin kuin sähkönsiirtolaitteiston ja sähkölaitoksen yli 1000 voltin jakelulaitteiston rakentamiseen on, jollei 2 tai 3 momentissa toisin säädetä, saatava ministeriön tai 26 §:n 2 momentissa mainitussa tapauksessa valtioneuvoston lupa.

26 §. Ministeriö myöntää luvan rakentaa 25 §:n 1 momentissa tarkoitettua voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston siinä jär-

jestyksessä kuin kulloinkin voimassa olevan runkosuunnitelman toteuttaminen edellyttää:

- 1) jos voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston rakentaminen on kyseisessä suunnitelmassa merkitty aloitettavaksi kahden ensimmäisen vuoden aikana;
- 2) jos voimalaitos tai sähkönsiirtolaitteisto rakennetaan kyseisen suunnitelman mukaisesti;
- 3) jos ydinenergialain (990/87) 18 tai 19:ssä tarkoitettu lupa on myönnetty, milloin se ydinenergialain mukaan on tarpeen; eikä
- 4) ole painavia syitä hylätä hakemus.

Tämä laki tulee voimaan 1 päivänä maaliskuuta 1988.

Ennen tämän lain voimaantuloa voidaan ryhtyä sen täytäntöönpanemiseksi tarpeellisiin toimenpiteisiin.

Tämän lain 25 §:ssä tarkoitettua kauppa- ja teollisuusministeriön lupaa ei tarvita, jos ydinvoimalaitoksen rakentamiseen on saatu kumotussa 24 §:n 1 momentissa tarkoitettu lupa.

Laki sähkölain muuttamisesta (59/1989)

Eduskunnan päätöksen mukaisesti

kumotaan 16 päivänä maaliskuuta 1979 annetun sähkölain (319/79)

11 ja 15—17 § sekä 25 §:n 2 ja 4 momentti,

muutetaan 1 §:n 2 momentti, 14 ja 18 §, 19 §:n 2 momentti, 21 §:n 1 momentin johdantolause, 1 ja 4 kohta sekä 2 momentti, 22 §, 5 luvun otsikko, 25 §:n 1 momentti, 26 §, 30 §:n 2 momentti ja 60 §:n 3 momentti,

sellaisina kuin niistä ovat 25 §:n 1 momentti 11 päivänä joulukuuta 1987 annetussa laissa (991/87) ja 26 § osittain muutettuna viimeksi mainitulla lailla, sekä

lisätään lakiin mainitulla 11 päivänä joulukuuta 1987 annetulla lailla kumotun 24 §:n tilalle uusi 24 § seuraavasti:

- 1 §. Ydinvoimalaitosten rakentamisluvista ja sähkön siirtämisestä maan rajojen ulkopuolelle tai ulkomailta Suomeen säädetään erikseen.
- 14 §. Valtakunnallisen sähköhuollon tarkoituksena on, että maan sähkönhankintakyky vastaa sähkön tarvetta ja että sähkön hankinta- ja siirtomenetelmät ovat energiahuollon kokonaisuuden kannalta tarkoituksenmukaisia ja ottavat huomioon 3 §:ssä tarkoitettut tavoitteet.
- 18 §. Alueellisen sähköhuollon turvaamiseksi ja kehittämiseksi ministeriö jakaa maan yhteistoiminta-alueisiin. Jokaiselle yhteistoiminta-alueelle laaditaan yhtenäinen suunnitelma sähkön hankinnasta, siirrosta ja jakelualueista (*sähköhuollon aluesuunnitelma*, jäljempänä *aluesuunnitelma*).
Aluesuunnitelman tulee sopeutua valtakunnalliseen sähköhuoltoon ja muiden yhteistoiminta-alueiden aluesuunnitelmiin sekä ottaa huomioon yhteistoiminta-alueen ja sen eri osien tarpeet.
- 19 §. Aluetoimikunnan jäsenet on valittava siten, että jäsenet edustavat 1 momentissa mainittuja osapuolia tasapuolisesti.
- 21 §. Aluetoimikunnan tehtävänä on ministeriön antamien määräysten mukaisesti:
 - 1) laatia määräajoin riittävän pitkän aikavälin aluesuunnitelma sekä tarvittaessa tarkistaa ja täydentää sitä;
 - — — — —
 - 4) antaa lausuntoja alueen sähköhuollosta; sekä
 - — — — —Aluesuunnitelmaa laatiessaan aluetoimikunnan on kuultava asianomaisia kuntia sekä tarvittaessa myös muita viranomaisia ja yhteisöjä.
- 22 §. Aluesuunnitelmaan sisältyvä voimalaitos ja sähkölaitteisto voidaan rakentaa sekä jakelualueen muutos toteuttaa suunnitelman mukaisesti. Jos ministeriö kuitenkin painavasta syystä

katsoo, ettei voimalaitosta tai sähkölaitteistoa tule rakentaa taikka jakelualueen muutosta toteuttaa suunnitelman mukaisesti, on tästä ilmoitettava aluetoimikunnalle ja asianomaiselle sähkölaitokselle kohtuullisessa ajassa. Ministeriön on tällöin viipymättä käynnistettävä neuvottelut aluetoimikunnan ja asianomaisten sähkölaitosten sekä edustavimpien sähkölaitosten järjestöjen kanssa. Jos neuvotteluissa ei saavuteta yksimielisyyttä ministeriön ja aluetoimikunnan välillä, on voimalaitoksen ja sähkölaitteiston rakentamiselle sekä jakelualueen muutokselle pyydettyä 24 §:ssä tarkoitettu valtioneuvoston lupa.

Mitä 1 momentissa on sanottu, koskee myös aluesuunnitelman muuttamista ja täydentämistä.

Jos aluetoimikunta ei ole sisällyttänyt sille ilmoitettua voimalaitosta tai sähkölaitteistoa taikka jakelualueen muutosta aluesuunnitelmaan, ministeriö voi rakennuttajan tai sähkölaitoksen pyynnöstä painavasta syystä ja aluetoimikuntaa kuultuaan lisätä sen suunnitelmaan.

5. luku

Rakentamisluvat ja -ilmoitukset

- 24 §. Asetuksella säädettävien valtakunnallisesti merkittävien sähköteholtaan suurten voimalaitosten rakentamiseen on pyydettyä valtioneuvoston lupa.

Luvan myöntämisen edellytyksenä on, että voimalaitoksen rakentaminen on tarpeen valtakunnallisen sähköhuollon turvaamiseksi ja tarkoituksenmukaista maan energiatalouden kehittämisen kannalta.

Lupa voidaan liittää 4 §:ssä tarkoitetun vaaran ja häiriön välttämiseksi sekä sähköhuollon turvaamiseksi tarpeelliset ehdot.

- 25 §. Asetuksella tarkemmin säädettävien sähkölaitteistojen ja muiden kuin 24 §:ssä tarkoitettujen voimalaitosten rakentamisesta on tehtävä ilmoitus ministeriölle tai ne on sisällytettävä aluesuunnitelmaan.

— — — — —

- 26 §. Voimalaitos ja sähkölaitteisto, jonka rakentamisesta on tehty ilmoitus ministeriölle, voidaan toteuttaa ilmoituksen mukaisesti. Jos ministeriö kuitenkin painavasta syystä katsoo, ettei voimalaitosta tai sähkölaitteistoa tule rakentaa ilmoituksen mukaisesti, on tästä ilmoitettava ilmoituksen tekijälle kohtuullisessa ajassa. Ministeriön on tällöin viipymättä käynnistettävä neuvottelut rakennuttajan ja sähkölaitosten edustajien järjestöjen kanssa. Jos neuvotteluissa ei saavuteta yksimielisyyttä ministeriön ja rakennuttajan välillä, voimalaitoksen ja sähkölaitteiston rakentamiseen on pyydettävä 24 §:ssä tarkoitettu valtioneuvoston lupa.
- 30 §. Sähkötarkastuskeskuksen tehtävänä on myös avustaa ministeriötä rakentamislupien ja -ilmoitusten sekä aluesuunnitelmien toteutumisen valvonnassa.
- 60 §. Ministeriöllä on oikeus määrätä keskeytettäväksi rakentamistyö, joka on aloitettu ilman tämän lain mukaista lupaa tai ilmoitusta ja joka ei sisälly aluesuunnitelmaan, taikka kieltää sellaisen voimalaitoksen ja sähkölaitteiston käyttö, joka on rakennettu ilman tämän lain mukaista lupaa tai ilmoitusta ja joka ei sisälly aluesuunnitelmaan.

Tämä laki tulee voimaan 1 päivänä huhtikuuta 1989.

Tällä lailla kumotaan sähköhuollon neuvottelukunnasta 18 päivänä huhtikuuta 1980 annettu asetus (274/80).

Ennen tämän lain voimaantuloa valittu aluetoimikunta jatkaa tehtävässään toimikautensa loppuun. Tämän lain voimaan tullessa ministeriössä käsiteltävinä olevat ehdotukset aluesuunnitelmiksi hyväksytään aikaisempaa lakia soveltaen. Tämän lain voimaan tullessa vireillä olevat rakentamislupahakemukset ja viimeksi hyväksyttyyn runkosuunnitelmaan sisältyviä hankkeita koskevat rakentamislupahakemukset, jotka toimitetaan ministeriölle vuoden kuluessa tämän lain voimaantulosta, ratkaistaan aikaisempaa lakia soveltaen.

Ennen tämän lain voimaantuloa voidaan ryhtyä lain täytäntöönpanon edellyttämiin toimenpiteisiin.

Liite VIII

Sähköasetus (925/79)

1 luku

Yleisiä säännöksiä.

- 1 §. Sähkölain (319/79) 2 §:ssä tarkoitettuna sähkölaitoksena ei pidetä:
 - 1) sähkön tuottajaa, jonka voimalaitosten generaattoreiden nimellisteho on yhteensä enintään 500 kilowattia ja joka toimittaa tuottamaansa sähköä, paitsi omaan kulutukseensa, enintään yhdelle sähkölaitokselle; eikä
 - 2) yhden kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sähkön tarpeesta huolehtivaa yritystä tai laitosta, joka ei tuota sähköä eikä toimita sitä kiinteistön tai kiinteistöryhmän ulkopuolelle; eikä
 - 3) sähkön tuottajaa, joka tuottaa ainoastaan varavoimaa omaa tarvettaan varten.
- 2 §. Sähkönsiirtolaitteistolla tarkoitetaan nimellisjännitteeltään yli 20 kilovoltin sähkölaitteistoa ja sellaista nimellisjännitteeltään 20 kilovoltin sähkölaitteistoa, joka on otettava sähköhuollon aluesuunnitelmaan.
- 3 §. Nimellisjännitteeltään 20 kilovoltin sähkönsiirto- tai jakelulaitteistolla tarkoitetaan laitteistoa, jossa suurin sallittu käyttöjännite on 24 kilovoltia.
Nimellisjännitteeltään 110 kilovoltin sähkönsiirtolaitteistolla tarkoitetaan laitteistoa, jossa suurin sallittu käyttöjännite on 123 kilovoltia.
- 4 §. Sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittavalla sähkölaitoksella tarkoitetaan sähkölaitosta, joka toimittaa sähköä kotitalouksille, maatalouksille ja muille pienille ja keskisuurille sähkön käyttäjille.

- 5 §. Sähkölain 8 §:ssä tarkoitettua lupaa saada elinkeinona suunnitella, rakentaa, korjata ja huoltaa sähkölaitteistoja sekä sähkölaitteita on haettava kirjallisesti Sähkötarkastuskeskukselta. Elinkeinon harjoittamisella tarkoitetaan tällöin korvausta vastaan suoritettavaa toimintaa. Kauppa- ja teollisuusministeriö, jäljempänä ministeriö, voi kuitenkin määrätä, ettei lupaa tarvitse hakea sellaiselle toiminnalle, jota voidaan pitää kertaluonteisena.

Hakemuksessa on ilmoitettava:

- 1) hakijan nimi, ammatti ja kotipaikka;
- 2) liikkeenharjoittamisessa käytettävä toiminimi;
- 3) missä hakija aikoo harjoittaa toimintaa ja minkälaista sekä milloin toiminta on tarkoitus aloittaa; sekä
- 4) kuka toimii 1 momentissa mainittujen töiden johtajana.

Hakemukseen on liitettävä:

- 1) selvitys hakijan kansalaisuudesta;
- 2) jos hakijana on yhtiö, osuuskunta tai muu yhteisö, jäljennös yhtiöjärjestyksestä tai säännöistä sekä rekisteriote;
- 3) selvitys sen henkilön kelpoisuudesta, joka tulee johtamaan 1 momentissa mainittuja töitä;
- 4) selvitys käytettävissä olevista tiloista ja työvälineistä; sekä
- 5) muut toiminnan laadun ja laajuuden selvittämiseksi tarpeelliset tiedot.

Jos hakemus havaitaan puutteelliseksi, hakijalle on annettava tilaisuus määräajassa täydentää hakemus.

- 6 §. Edellä 5 §:ssä tarkoitettusta toiminnasta, johon ei tarvita lupaa, on tehtävä ilmoitus Sähkötarkastuskeskukselle. Ilmoitus on tehtävä ministeriön määräämällä tavalla.

2. luku

Sähkölaitokset.

- 7 §. Sähkölain 9 §:ssä tarkoitettua sähkölaitoslupaa on haettava kirjallisesti ministeriöltä.

Hakemuksessa on ilmoitettava:

- 1) hakijan nimi ja kotipaikka;
- 2) sähkölaitostoiminnassa käytettävä toiminimi; sekä
- 3) missä hakija aikoo harjoittaa sähkölaitostoimintaa ja minkälaista sekä milloin toiminta on tarkoitus aloittaa.

Hakemukseen on liitettävä:

- 1) selvitys siitä, että hakija on Suomen kansalainen tai kotimainen yhteisö tai laitos;
- 2) jos hakijana on yhtiö, osuuskunta tai muu yhteisö, jäljennös yhtiöjärjestyksestä tai säännöistä sekä rekisteriote;
- 3) selvitys niistä henkilöistä ja heidän kelpoisuudestaan, jotka tulevat johtamaan laitoksen sähkölaitteistojen suunnittelu-, rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä;
- 4) tarvittavat selvitykset sen toteamiseksi, että sähkölaitos on sähkölain 10 §:n 1 momentissa tarkoitettujen yleisten sähköhuollollisten tavoitteiden mukainen; sekä
- 5) jäljempänä 8 §:n 1 momentin 2 kohdassa tarkoitettujen edellytysten toteamiseksi tarvittavat selvitykset.

Jos hakemus havaitaan puutteelliseksi, hakijalle on annettava tilaisuus määrääjassa täydentää hakemus.

- 8 §. Sähkölain 10 §:n 1 momentissa tarkoitettuina edellytyksinä huolehtia sähkölaitoksesta vaaditaan sähkölaitoslupan myöntämiseksi:

- 1) että hakijan palveluksessa on päätoimisesti yksi henkilö, joka on kelpoinen johtamaan sähkölaitteistojen huolto- ja käyttötöitä, sekä, milloin sähkölaitos suorittaa sähkölaitteistojen suunnittelu-, rakennus- ja korjaustöitä, yksi henkilö, joka on kelpoinen johtamaan näitä töitä; sekä

- 2) että hakemuksessa tarkoitettu yritys tai laitos on organisatorisesti, teknisesti ja taloudellisesti kykenevä hoitamaan hakemuksen kohteena olevaa sähköhuoltotehtävää.

Ministeriö voi myöntää luvan suppealla alueella toimivalle yritykselle tai laitokselle, joka ei toimita sähköä välittömästi yleiseen käyttöön, vaikka hakijan sähkölaitteistojen huolto- ja käyttötöiden sekä suunnittelu-, rakennus- ja korjaustöiden johtajana toimii sama henkilö, jos hänellä on riittävä pätevyys kyseisiin tehtäviin.

Ministeriö voi myöntää luvan, vaikka hakija ei täytä 1 momentissa mainittuja edellytyksiä, jos hakemuksen kohteena olevasta sähkölaitostoinnista ei voida muulla tavoin huolehtia tai luvan myöntämättä jättäminen kohtuuttomasti vaikeuttaisi hakemuksessa tarkoitetun sähköhuollon järjestämistä.

- 9 §. Sähkölaitoslupahakemusten käsittelyä varten ministeriö asettaa lautakunnan, jonka toimikausi on seitsemän vuotta sähkölain voimaantulosta lukien. Lautakunnan tehtävänä on antaa lausuntoja hakemuksista. Ministeriö ei voi hylätä hakemusta pyytämättä siitä ensin lautakunnan lausuntoa. Lautakuntaan kuuluu ministeriön energiaosaston virkamies puheenjohtajana sekä viisi muuta jäsentä. Jäsenille nimitetään myös henkilökohtaiset varamiehet.

Jäsenistä tulee yhden edustaa Sähkötarkastuskeskusta, yhden elinkeinohallitusta ja kolmen sähkölaitoksia.

Lautakunta kokoontuu puheenjohtajan kutsusta. Päätökset lautakunnan kokouksessa tehdään yksinkertaisella äänten enemmistöllä. Äänten mennessä tasan ratkaisee puheenjohtajan ääni.

- 10 §. Sähkölaitos voi hakea uutta sähkölaitoslupaa aikaisintaan kolme vuotta ennen lupa-ajan päättymistä. Ministeriön tulee antaa päätös hakemuksesta vuoden kuluessa hakemuksen saapumisesta ministeriölle.
- 11 §. Ministeriön tulee pitää luetteloa sähkölaitosluvan saaneista laitoksista.

- 12 §. Sähkölaitos ei ole velvollinen huolehtimaan sellaisen sähkön tarvitsijan sähkön saannista, jonka ei katsota olevan samassa asemassa kuin kyseiseen laitokseen rinnastettavien sähkölaitosten tavanomaiseen asiakaspiiriin kuuluvien sähkön käyttäjien. Sähkölain 12 §:n 1 momentissa mainituilla poikkeuksellisilla ja vaikeilla olosuhteilla tarkoitetaan tapauksia, joissa sähkön toimittaminen tulee kohtuuttoman kalliiksi tai se on teknisesti hyvin vaikeaa, sekä muita vastaavia tapauksia.

3 luku

Valtakunnallinen sähköhuolto.

- 13 §. Sähköhuollon runkosuunnitelma laaditaan vuosittain vähintään kymmeneksi vuodeksi. Suunnitelman tulee sisältää arviot sähkön kulutuksen kehittymisestä sekä sähkön hankinnasta.

Runkosuunnitelmassa on esitettävä riittävästi yksilöitynä selvitys niistä hankkeista, joiden rakentaminen ehdotetaan aloitettavaksi kolmena ensimmäisenä vuotena. Voimalaitosten osalta on esitettävä niiden suunnitellut rakentamisaikataulut, sijoituspaikat ja alustavat kustannusarviot sekä selvitys siitä, kuka laitoksen rakennuttaa. Niin ikään siinä on esitettävä suunnitelmat sähkönsiirtojärjestelmän kehittämisestä.

- 14 §. Runkosuunnitelmaan on sisällytettävä:

- 1) voimalaitos, jonka rakennettavien generaattoreiden nimellisteho on yhteensä vähintään 10 megawattia;
- 2) sähkönsiirtolaitteisto, jonka nimellisjännite on yli 110 kilovoltia; sekä
- 3) muu voimalaitos ja sähkönsiirtolaitteisto, jos sillä on valtakunnallista merkitystä.

- 15 §. Runkosuunnitelman laatimista varten on sähkölaitoksen, jonka tarkoituksena on aloittaa seuraavien kolmen vuoden aikana valtakunnallisesti merkittävien kohteiden rakentaminen, lähetettävä laitosta koskeva suunnitelma sähköhuollon neuvottelukunnalle. Sähkölaitokset voivat esittää neuvottelukunnalle myös pitemmälle ajanjaksolle ulottuvia suunnitelmia.

Neuvottelukunnan tulee hankkia asian käsittelyä varten tarpeelliseksi katsomansa muut hanketta koskevat tiedot ja lisäselvitykset.

- 16 §. Ministeriön tulee lähettää valtioneuvoston hyväksymä runko-suunnitelma välittömästi sähköhuollon neuvottelukunnalle ja aluetoimikunnille, Sähkötarkastuskeskukselle sekä niille sähkölaitoksille, joita suunnitelma koskee.

4 luku

Alueellinen sähköhuolto.

- 17 §. Ministeriön tulee vahvistaa sähköhuollon yhteistoiminta-alueiden rajat siten, että kukin alue muodostaa sähköhuollon kannalta yhtenäisen kokonaisuuden.
- 18 §. Sähköhuollon aluetoimikunnan toimintaan ovat velvollisia osallistumaan:
- 1) yhteistoiminta-alueella sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittava sähkölaitos, jolla on vähintään 500 sähkökäyttäjää;
 - 2) sähkön tukkumyyjä, joka merkittävässä määrin toimittaa sähköä yhteistoiminta-alueen teollisuuslaitoksille tai sähkölaitoksille; sekä
 - 3) sähkön tuottaja, joka omistaa yhteistoiminta-alueella voimalaitoksen, jonka generaattoreiden nimellisteho on yli 500 kilowattia tai joka aikoo rakennuttaa hyväksytyyn runko- tai aluesuunnitelmaan sisältyvän voimalaitoksen.
- 19 §. Yhteistoiminta-alueella olevat sähkön käyttäjät, jotka ostavat sähköä yli 20 kilovoltin nimellisjännitteellä, voivat nimetä edustajansa aluetoimikuntaan ilmoittamalla sille haluavansa osallistua aluetoimikunnan toimintaan. Tarvittaessa aluetoimikunta kutsuu koolle sähkön käyttäjien kokouksen, jossa näiden edustaja aluetoimikuntaan nimetään.
- 20 §. Aluetoimikunnassa on yhteensä enintään 12 edellä 18 §:ssä tarkoitettuja sähkölaitoksia, sähkön tukkumyyjiä ja sähkön tuottajia edustavaa jäsentä. Lisäksi sähkön käyttäjillä on oikeus nimetä aluetoimikuntaan yksi näitä edustava jäsen. Jäsenille valitaan henkilökohtaiset varamiehet.

Jos ministeriö toteaa jonkin aluetoimikunnan kokoonpanon sähkölain 19 §:n vastaiseksi, tulee ministeriön vahvistaa aluetoimikuntaan valittavien eri ryhmiä edustavien jäsenten lukumäärä aluetoimikunnan uudelleen valintaa varten.

- 21 §. Aluetoimikunta valitaan kolmeksi kalenterivuodeksi kerrallaan. Jos aluetoimikunnan jäsen kuolee tai vapautetaan tehtävistään, on hänen tilalleen valittava uusi jäsen toimikauden jäljellä olevaksi ajaksi. Aluetoimikunnan kokoonpanosta sekä siinä kesken toimikauden tapahtuvista muutoksista on tehtävä viipymättä ilmoitus ministeriölle.

Aluetoimikunta valitsee keskuudestaan puheenjohtajan 18 §:n 1 kohdassa tarkoitettujen sähkölaitosten edustajista sekä varapuheenjohtajan.

Aluetoimikunnassa on jokaisella jäsenellä yksi ääni.

- 22 §. Ministeriö määrää yhden 18 §:n 1 kohdassa tarkoitetun sähkölaitoksen huolehtimaan aluetoimikunnan perustamisesta. Aluetoimikunta valitaan 18 §:ssä tarkoitettujen sähkölaitosten kokouksessa, johon jokainen sähkölaitos, joka on velvollinen osallistumaan aluetoimikunnan toimintaan, saa lähettää edustajansa. Kokouksen kutsuu koolle se sähkölaitos, jonka ministeriö on määrännyt huolehtimaan aluetoimikunnan perustamisesta.
- 23 §. Sähköhuollon aluesuunnitelman tulee pohjautua yhteistointa-alueen sähkölaitosten omia alueitaan varten laatimiin suunnitelmiin, jotka sovitetaan yhteen.

Aluesuunnitelma on esitettävä riittävästi yksilöitynä selvitys niistä hankkeista, joiden rakentaminen ehdotetaan aloitettavaksi kahtena ensimmäisenä vuotena. Voimalaitosten osalta on esitettävä niiden suunnitellut rakentamisaikataulut ja sijoituspaikat, alustavat kustannusarvioit sekä selvitys siitä, kuka laitoksen rakennuttaa. Niin ikään siinä on esitettävä suunnitelmat sähkönsiirtojärjestelmän kehittämisestä ja kunkin sähkölaitoksen jakelualueesta sekä suunnitelma sähköhankinnasta.

- 24 §. Aluesuunnitelmaan on sisällytettävä, jollei voimalaitos tai sähkönsiirtolaitteisto kuulu runkosuunnitelmaan:

Liite VIII

- 1) voimalaitos, jonka generaattoreiden nimellisteho on yhteensä yli 500 kilowattia;
 - 2) nimellisjännitteeltään yli 20 kilovoltin sähkönsiirtolaitteisto; sekä
 - 3) muu sähkönsiirtolaitteisto, jos sen välityksellä siirretään energiaa laajaan sähkönjakelujärjestelmään.
- 25 §. Ministeriön tulee lähettää hyväksytty aluesuunnitelma välittömästi aluetoimikunnalle ja sähköhuollon neuvottelukunnalle sekä Sähkötarkastuskeskukselle.

5 luku

Rakentamisluvat.

- 26 §. Sähkölain 24 ja 25 §:ssä tarkoitettuun lupahakemukseen on liitettävä selvitys, josta käyvät ilmi rakennettavan voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston tyyppi, sijainti, päämitoitusarvot, voimalaitoksella käytettävät polttoaineet, hankkeen suunnittelu rakentamisaikataulu, kustannusarvio ja alustava rahoitussuunnitelma sekä tarvittaessa kannattavuuslaskelmat ja muut lupahakemuksen käsittelyssä tarvittavat tiedot.
- 27 §. Sähkölain 25 §:n 4 momentissa tarkoitetun voimalaitoksen rakentamisesta, mihin ei tarvita sähkölaissa säädettyä lupaa, on kaksi kuukautta ennen rakennustöiden aloittamista ilmoitettava ministeriölle. Ilmoituksesta on käytävä ilmi rakennettavan voimalaitoksen tyyppi, sijainti, päämitoitusarvot, voimalaitoksella käytettävät polttoaineet, hankkeen suunniteltu rakentamisaikataulu, kustannusarvio ja selvitys siitä, että voimalaitos on edellä mainitun lainkohdan mukainen sekä muut ministeriön tarpeelliseksi katsomat tiedot.

6. luku

Valvonta ja tarkastukset.

- 28 §. Sähkötarkastuskeskuksen tulee suorittaessaan sähkölain mukaisia tarkastuksia samalla varmistua, että tarvittava lupa tarkastettavan voimalaitoksen tai sähkönsiirtolaitteiston rakentamiseen on saatu tai että 27 §:ssä tarkoitettu ilmoitus on teh-

ty ja että rakentamisessa on toimittu lupapäätöksen tai ilmoituksen mukaisesti. Jos rakentaminen on perustunut vahvistettuun runko- tai aluesuunnitelmaan, on tarkastuksessa varmistauduttava, että suunnitelmaa on noudatettu.

Jos tarkastuksessa havaitaan, että 1 momentissa tarkoitettua lupaa ei ole saatu tai ilmoitusta tehty tai että lupapäätöksestä tai ilmoituksesta taikka vahvistetusta suunnitelmasta on poikettu, eikä kysymyksessä ole vähäinen, perusteltu poikkeaminen, Sähkötarkastuskeskuksen tulee ilmoittaa asiasta ministeriölle.

- 29 §. Sähkötarkastuskeskus huolehtii sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastuksista siinä laajuudessa kuin ministeriö määrää, jollei 30 §:ssä toisin säädetä.
- 30 §. Sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittava sähkölaitos huolehtii Sähkötarkastuskeskuksen valvonnassa jakeluverkoonsa liitettävän kiinteistön sisäistä sähköhuoltoa palvelevan tai muun laadultaan ja laajuudeltaan siihen verrattavan enintään 1000 voltin nimellisjännitteisen sähkölaitteiston ja yhden siihen mahdollisesti kuuluvan enintään 20 kilovoltin nimellisjännitteisen muuntamon käyttöönottotarkastuksesta, jollei ministeriö ole erikseen määrännyt sähkölaitteistoa Sähkötarkastuskeskuksen tarkastettavaksi.

Tarkastuksessa on ministeriön määräämällä tavalla ja Sähkötarkastuskeskuksen antamien ohjeiden mukaisesti todettava, että sähkölaitteisto on määräysten mukainen ja että asennustyöt on suorittanut henkilö tai asennusliike, jolla on asianmukainen oikeus työn suorittamiseen. Sähkölaitoksen on huolehdittava siitä, että tarkastustoiminta aloitetaan viimeistään 1 päivänä tammikuuta 1982, jollei ministeriö ole myöntänyt laitokselle oikeutta aloittaa tarkastuksia myöhemmin. Tarkastustoiminnan aloittamisesta on etukäteen ilmoitettava Sähkötarkastuskeskukselle.

- 31 §. Sähkölaitteistosta on, jollei jäljempänä tässä pykälässä toisin säädetä, ennen sen käyttöönottoa tehtävä ilmoitus sille, joka huolehtii laitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Ilmoitukset on tehtävä ministeriön määräämänä ajankohtana ja ministeriön tai Sähkötarkastuskeskuksen määräämällä tavalla.

Sähkölaitos voi ilmoittaa yhden kalenterivuoden aikana valmistuneet enintään 20 kilovoltin nimellisjännitteiset sähkölaitteistonsa Sähkötarkastuskeskukselle yhdellä kertaa viimeistään seuraavan kalenterivuoden maaliskuun 31 päivänä.

Sähkölaitoksen tulee toimittaa Sähkötarkastuskeskukselle luettelo saamistaan yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä laitteistoja koskevista ilmoituksista.

- 32 §. Sähkötarkastuskeskus tarkastaa ministeriön määräämässä laajuudessa ja vahvistamin määräajoin käytössä olevat sähkölaitteistot (*määräaikaistarkastukset*).
- 33 §. Tarkastukset on suoritettava niin, etteivät ne tarpeettomasti aiheuta vahinkoa tarkastettavassa sähkölaitteistossa eivätkä tarpeettomasti häiritse laitteiston käyttöä.
- 34 §. Tarkastuksen suorittajan tulee sähkölaitteen tai -laitteiston haltijan sitä vaatiessa osoittaa oikeutensa tarkastuksen suorittamiseen.
- 35 §. Tarkastuksesta on laadittava pöytäkirja, jonka kaksoiskappale on toimitettava tarkastajan allekirjoittamana tarkastuskohteen haltijalle tai hänen edustajalleen.
- 36 §. Ministeriö antaa tarkemmat määräykset sähkölaitteistojen ja -laitteiden suunnittelusta, rakentamisesta, korjaamisesta, huoltamisesta, käytöstä ja tarkastuksista.
- 37 §. Ministeriö antaa tarkemmat määräykset tämän asetuksen täytäntöönpanosta ja soveltamisesta.
- 38 §. Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1980.

Tällä asetuksella kumotaan sähkölaitoksista 11 päivänä toukokuuta 1928 annetun lain soveltamisesta 4 päivänä tammikuuta 1929 annettu asetus (5/29) siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen. Sen nojalla annetut ministeriön päätökset jäävät kuitenkin edelleen voimaan, jollei niistä ministeriön päätöksellä toisin määrätä.

Asetus sähköasetuksen muuttamisesta (281/89)

Annettu Helsingissä 17 päivänä maaliskuuta 1989

Kauppa- ja teollisuusministerin esittelystä *kumotaan* 14 päivänä joulukuuta 1979 annetun sähköasetuksen (925/79) 3 § ja 3 luku, *muutetaan* 2 ja 18 §, 20 §:n 2 momentti, 21 §:n 1 momentti, 22 §, 23 §:n 2 momentti, 24 ja 25 §, 5 luku ja 28 § sekä *lisätään* 23 §:ään uusi 3 momentti sekä asetuksen uusi 24 a § ja 25 a § seuraavasti:

- 2 §. Sähkönsiirtolaitteilla tarkoitetaan nimellisjännitteeltään yli 20 kilovoltin sähkölaitteistoa. Sähkönsiirtolaitteistolla ei kuitenkaan tarkoiteta sähkön tuottamiseen tai käyttöön tarkoitettua sähkölaitteistoa.
- 18 §. Sähköhuollon aluetoimikunnan toimintaan ovat velvollisia osallistumaan:
 - 1) yhteistoiminta-alueella sähköä välittömästi yleiseen käyttöön toimittava sähkölaitos, jolla on vähintään 500 sähkönkäyttäjää;
 - 2) sähkön tukkumyyjä, joka merkittävässä määrin toimittaa sähköä yhteistoiminta-alueen teollisuuslaitoksille tai sähkölaitoksille; sekä
 - 3) sähkön tuottaja, jolla on hallinnassaan yhteistoiminta-alueella voimalaitos, jonka generaattoreiden nimellisteho on yhteensä vähintään 2 megawattia, tai joka aikoo rakentaa yhteistoiminta-alueelle sellaisen voimalaitoksen.

20 §.

— — — — —
 Jos ministeriö toteaa aluetoimikunnan kokoonpanon sähkölain 19 §:n tai tämän asetuksen vastaiseksi, ministeriö määrää aluetoimikunnan valittavaksi uudelleen.

- 21 §. Aluetoimikunta valitaan kolmeksi kalenterivuodeksi kerrallaan. Jos aluetoimikunnan jäsen kuolee tai vapautetaan tehtävästään, on hänen tilalleen valittava uusi jäsen toimikauden jäljellä olevaksi ajaksi siten kuin aluetoimikuntaa valittaessa

on sovittu meneteltävän. Aluetoimikunnan kokoonpanosta sekä siinä kesken toimikauden tapahtuvista muutoksista on tehtävä viipymättä ilmoitus ministeriölle.

- 22 §. Aluetoimikunta kutsuu koolle 18 §:ssä tarkoitettujen sähkölaitosten kokouksen uuden aluetoimikunnan valitsemiseksi. Kokoukseen saa lähettää edustajansa jokainen sähkölaitos, joka on velvollinen osallistumaan aluetoimikunnan toimintaan.

- 23 §.
-

Aluesuunnitelma on laadittava kolmen vuoden välein vähintään viideksi vuodeksi. Aluesuunnitelmassa on esitettävä riittävästi yksilöitynä selvitys niistä voimalaitos- ja sähkölaitteistohankkeista, joiden rakentaminen suunnitellaan aloitettavaksi kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Aluesuunnitelmassa on esitettävä myös kunkin sähkölaitoksen jakelualue.

Aluetoimikunnan on pyydettävä aluesuunnitelmasta sekä sen tarkistamisesta ja täydentämisestä alueen lääninhallitusten ja seutukaavaliittojen lausunnot ministeriön määräämässä laajuudessa.

- 24 §. Aluesuunnitelmaan on sisällytettävä:

- 1) voimalaitos, jonka samalla kertaa rakennettavien generaattoreiden nimellisteho on yhteensä vähintään 2 megawattia ja alle 250 megawattia;
- 2) sähkönsiirtolaitteisto, jonka nimellisjännite on vähintään 45 kilovoltia;
- 3) sähkönsiirto- ja jakelulaitteisto, jonka nimellisjännite on yli 1 000 voltia ja alle 45 kilovoltia, jos sähkölaitos rakentaa sen toisen sähkölaitoksen jakelualueelle, jolleivät laitokset ole yksimielisiä laitteiston rakentamisesta; sekä
- 4) sähkölaitosten jakelualueet ja niiden muutokset.

Aluesuunnitelmaan ei kuitenkaan sisällytetä henkkeita, jotka 27 §:n mukaan ilmoitetaan suoraan ministeriölle.

Aluesuunnitelmaan sekä sen tarkittamisesta ja täydentämisestä annettaviin ilmoituksiin sisältyvistä voimalaitoksista ja soveltuvien osin sähkölaitteistoista on esitettävä hankkeen tyyppi, sijainti, päämitoitusravot, polttoaineet ja niiden hankinta, rakentamisaika, kustannusarvio sekä selvitys hankkeen tarpeellisuudesta, ympäristövaikutuksista, työllisyysvaikutuksista ja soveltuvuudesta alueen maankäyttöön sekä muut tarvittavat tiedot. Jakelualueiden muutoksista on esitettävä muutoksen perustelut, muutosajankohta, muutosalueella olevien kuluttajien lukumäärä ja muut tarvittavat tiedot.

- 24 a §. Ministeriön on ilmoitettava sähkölain 22 §:n nojalla tekemästään päätöksestä kolmen kuukauden kuluessa siitä päivästä, jolloin aluesuunnitelma tulee viimeistään toimittaa ministeriöön, tai, jos aluesuunnitelma toimitetaan ministeriöön määrääjän jälkeen, kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun aluesuunnitelma on toimitettu ministeriöön.

Aluesuunnitelman tarkistamista ja täydentämistä koskevan ilmoituksen osalta kolmen kuukauden määräaika lasketaan siitä, kun se on toimitettu ministeriöön.

Jos aluesuunnitelmassa tai sen tarkistamisesta tai täydentämisestä annetussa ilmoituksessa on sellaisia puutteellisuuksia, että ministeriön on pyydettyä lisäselvityksiä aluetoimikunnalta, lasketaan kolmen kuukauden määräaika siitä, kun lisäselvitykset on toimitettu ministeriöön.

- 25 §. Ministeriön tulee lähettää aluesuunnitelma välittömästi Sähkötarkastuskeskukselle.

- 25 a §. Ministeriö antaa tarkemmat määräykset aluetoimikunnan valitsemisesta ja toiminnasta sekä aluesuunnitelman laatimisesta ja toimittamisesta ministeriölle.

5 luku

Rakentamisluvat ja -ilmoitukset

- 26 §. Sähkölain 24 §:ssä tarkoitettu lupa on pyydettyä voimalaitokselle, jonka samalla kertaa rakennettavien generaattoreiden nimellisteho on yhteensä vähintään 250 megawattia.

Lupahakemukseen on liitettävä ministeriön määräämä selvitys, josta käyvät ilmi voimalaitoksen tyyppi, sijainti, päätoimitusarvot, polttoaineet ja niiden hankinta, rakentamisaikataulu, kustannusarvio, alustava rahoitussuunnitelma, kannattavuuslaskelmat sekä selvitys hankkeen tarpeellisuudesta, ympäristövaikutuksista, työllisyysvaikutuksista ja soveltuvuudesta alueen maankäyttöön sekä muut lupahakemuksen käsittelyssä tarvittavat tiedot.

Ministeriön on pyydettävä lupahakemuksesta lausunto sähkölaitosten edustavimmilta järjestöiltä sekä muut tarvittavat lausunnot.

27 §. Valtakunnallinen sähkölaitos voi ilmoittaa seuraavat rakennettavaksi suunnittelemansa voimalaitos- ja sähkölaitteistohankkeensa suoraan ministeriölle:

- 1) voimalaitos, jossa tuotettavan kaukolämpönä, teollisuuden prosessissa tai muussa vastaavassa käytössä hyödynnettävän lämpöenergian määrä on sähköntuotannon kannalta vähäinen;
- 2) sähkölaitteisto, jonka nimellisjännite on vähintään 220 kilovolttia; sekä
- 3) muu sähkölaitteisto, joka siirtokyvyltään tai muutoin vastaa 2 kohdassa tarkoitettua sähkölaitteistoa.

Ilmoitukseen on liitettävä voimalaitoksesta ja soveltuvien osien sähkönsiirtolaitteistosta 26 §:n 2 momentissa mainitut selvitykset, kannattavuuslaskelma kuitenkin vain tarvittaessa. Rakennuttajan on tehtävä hankkeesta ilmoitus myös asianomaiselle aluetoimikunnalle riittävän ajoissa, jotta hanke voidaan ottaa huomioon aluesuunnitelmaa laadittaessa. Ministeriön on pyydettävä aluetoimikunnalta lausunto hankkeen soveltuvuudesta alueen sähköhuoltoon.

Ministeriön on ilmoitettava sähkölain 26 §:n nojalla tekemästään päätöksestä ilmoituksen tekijälle kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun ilmoitus on toimitettu ministeriöön. Jos ilmoituksessa on sellaisia puutteellisuuksia, että ministeriön on pyydettävä lisäselvityksiä ilmoituksen tekijältä, lasketaan kolmen kuukauden määräaika siitä, kun lisäselvitykset on toimitettu ministeriöön.

Ministeriö hyväksyy hakemuksesta sähkölaitoksen valtakunnalliseksi sähkölaitokseksi.

6 luku

Valvonta ja tarkastukset

- 28 §. Sähkötarkastuskeskuksen tulee suorittaessaan sähkölain mukaisia tarkastuksia samalla varmistua, että tarvittava lupa tarkastettavan voimalaitoksen tai sähkölaitteiston rakentamiseen on saatu tai että rakentamisilmoitus on tehty tai että hanke sisältyy aluesuunnitelmaan ja että rakentamisessa on toimitettu lupapäätöksen, ilmoituksen tai aluesuunnitelman mukaisesti.

Jos tarkastuksessa havaitaan, että 1 momentissa tarkoitettua lupaa voimalaitokselle tai sähkölaitteistolle ei ole saatu tai ilmoitusta tehty tai se ei sisälly aluesuunnitelmaan, Sähkötarkastuskeskuksen on ilmoitettava asiasta ministeriölle. Samoin Sähkötarkastuskeskuksen on ilmoitettava ministeriölle, jos lupapäätöksestä, ilmoituksesta tai aluesuunnitelmasta on poikettu, eikä kysymyksessä ole vähäinen, perusteltu poikkeaminen.

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä huhtikuuta 1989.

Ensimmäinen tämän asetuksen mukainen aluesuunnitelma tehdään vuosille 1991—1995. Ne voimalaitokset ja sähkölaitteistot, jotka on hyväksytyssä sähköhuollon aluesuunnitelmassa vuosille 1989—1993 ilmoitettu aloitettaviksi vuonna 1989 tai 1990, voidaan toteuttaa suunnitelman mukaisesti. Aluesuunnitelmaa vuosille 1989—1993 voidaan täydentää sähkölain muuttamisesta 13 päivänä tammikuuta 1989 annetun lain (59/89) mukaisesti ja siten kuin tässä asetuksessa säädetään.

Ministeriö voi päättää, ettei sellaisesta voimalaitoksesta tai sähkölaitteistosta, jonka rakentaminen on suunniteltu aloitettavaksi vuonna 1989, tarvitse tehdä 24 §:n 3 momentissa tarkoitettuja selvityksiä eikä pyytää 23 §:n 3 momentissa tarkoitettuja lausuntoja.

Liite IX

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkötöiden johtamisesta. (1098/88)

- 1 §. Sähkölaitteistojen suunnittelua, rakentamista, korjaamista, huoltoa tai sähkölaitteiden korjaustöitä johtavalla henkilöllä (*sähkötöiden johtaja*) tulee olla Sähkötarkastuskeskuksen antama todistus siitä, että hänellä on tämän päätöksen mukainen kelpoisuus näiden töiden johtamiseen.

Tässä päätöksessä käytetään seuraavia kirjaintunnuksia:

- 1 A, B, C ja D kuvaamaan pätevyystodistusluokkia ja sähköurakointiryhmiä,
 - 2 SA, SB ja SC kuvaamaan sähkösuunnitteluryhmiä ja
 - 3 OA, OB, OC ja OD kuvaamaan sähköurakointiryhmiä.
- 2 §. Sen, joka suorittaa 1 §:ssä mainittuja töitä, on pidettävä palveluksessaan päätoiminen sähkötöiden johtaja, tai hänen on itse päätoimisesti johdettava näitä töitä. Sähkölaitteiston rakentajan, korjaajan ja huoltajan (sähköurakoitsijan) sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että
- 1 sähkölaitteistot ja -laitteet ovat määräysten mukaisessa kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista,
 - 2 tämän päätöksen 1 §:ssä määriteltäviä töitä suorittavat henkilöt on sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti riittävästi opastettu tehtäviinsä,
 - 3 sähköurakoitsijan käytettävissä on tarpeelliseksi katsottavat tilat ja työvälineet,
 - 4 säädetyt ilmoitukset tehdään ajallaan.

Sähkölaitteistojen suunnittelijan (sähkösuunnittelijan) sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteistojen suunnitelmat on tehty määräysten mukaisesti.

Yksityinen luonnollinen henkilö, jolla on edellä tarkoitettu todistus, saa, jollei muualla ole toisin säädetty, tehdä näitä töitä päätoimensa ohella. Sähkötarkastuskeskuksen antamien lupien ja sille tehtävien ilmoitusten osalta on tällöinkin voimassa, mitä niistä on sähkölaissa (319/79) ja sähköasetuksessa (925/79) säädetty.

Sähköasetuksen 5 §:ssä tarkoitettuun kertaluonteiseen toimintaan ei tarvitse hakea sähkölain 8 §:ssä tarkoitettua lupaa.

Pätevyystodistukset

3 §. A-luokan pätevyystodistus annetaan henkilölle, jolla on

- 1) — sähkövoimatekniikan alalla suoritettu diplomi-insinöörin tai samalla alalla suoritettu insinöörin tutkinto,
 - tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kahden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus, josta vähintään vuosi yli 1000 voltin nimellisjännitteisiin sähkölaitteistoihin kohdistuvien töiden johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä, sekä

— sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus
tai

- 2) sähkövoimatekniikan alalla suoritettu teknikon tutkinto,
 - tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kuuden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus, josta vähintään kaksi vuotta on yli 1000 voltin nimellisjännitteisiin sähkölaitteistoihin kohdistuvien töiden johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä sekä
 - sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.

4 §. B-luokan pätevyystodistus annetaan henkilölle, jolla on

- sähkövoimatekniikan alalla suoritettu teknikon tutkinto,

- tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kahden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus sekä
 - sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus tai
- 2) — suoritettu alaan soveltuva sähköasentajan ylempi ammattitutkinto,
- tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kuuden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus, josta vähintään kaksi vuotta on saatu C-ryhmän urakoitsijan tai SC-ryhmän suunnittelijan sähkötöiden johtajan tehtävissä, sekä
 - sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.
- 5 §. C-luokan pätevyystodistus annetaan henkilölle, jolla on
- suoritettu alaan soveltuva sähköasentajan ylempi ammattitutkinto,
 - tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kahden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus sekä
 - sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.
- 6 §. D-luokan pätevyystodistus annetaan henkilölle, jolla on
- suoritettu alaan soveltuva sähköasentajan ammattitutkinto,
 - tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kahden vuoden pituinen riittävän laaja-alainen 1 §:ssä tarkoitettujen töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus sekä
 - sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.
- Rajoitettu D-luokan todistus annetaan henkilölle,
- jonka suorittamaa tutkintoa tai työkokemusta voi-

daan pitää riittävänä töiden johtamiseen haetulla rajoitetulla työalueella ja

- jolla on sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.

7 §. Poikkeuksellisen turvallisuus- tai häiriöriskin perusteella voidaan rajattu sähköurakointiala luokittaa erikoisalaksi. Riski katsotaan poikkeukselliseksi silloin, kun

- laitteiston asentamisesta tai laitteiden rakennetta koskevat määräykset ovat huomattavasti yleistä tasoa vaativampia tai
- asentamiseen tai korjaamiseen liittyy merkittävästi muita viranomaisen valvomia urakointia koskevia vaatimuksia.

Sähkötarkastuskeskus määrittää tarkemmin erikoisalaksi luokiteltavat urakointialat.

Erikoisalalla suoritettavien töiden kelpoisuusehdoissa noudatetaan sähkötöiden osalta soveltuvin osin samoja pätevyysvaatimuksia kuin yleisurakointiluokissa A-D. Muiden kuin sähkötöiden osalta noudatetaan asianomaisen alan säännöksiä.

Erikoisurakointia johtamaan oikeuttava pätevyystodistus annetaan henkilölle, jolla on sellainen Sähkötarkastuskeskuksen tarkemmin määrittelemä koulutus, työkokemus ja osoitettu ammattitaito, jonka perusteella hänen perehtyneisyyttään voidaan pitää riittävänä kulloinkin kysymykseen tulevien töiden johtamiseen, ja jolla on töissä tarvittava sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.

Poikkeusperustein myönnettävät pätevyystodistukset

8 §. Sähkötarkastuskeskus voi sähköturvallisuustavoitteet huomioon ottaen antaa pätevyystodistuksia edellä määrätyistä kelpoisuusvaatimuksista poiketen seuraavissa tapauksissa:

1 *Suppea työkokemus*

Jos 3–6 §:n kelpoisuusehdot on muuten täytetty, mutta työ-

kokemus on liian suppealta tehtäväalueelta, voidaan pätevyystodistus antaa rajatulle tehtäväalueelle.

2 *Ulkomaiset tutkinnot*

Edellä 1 §:ssä tarkoitettu pätevyystodistus voidaan antaa tässä päätöksessä mainittuja tutkintoja vastaavien ulkomailla suoritettujen tutkintojen perusteella, jos hakija täyttää muilta osin tämän päätöksen määräykset.

3 *Erikoislaitteet*

Milloin 1 §:ssä tarkoitetut työt kohdistuvat sähkölaitteistoon, jonka rakentaminen ja hoito vaativat kulloinkin kysymyksessä olevan laitteiston erityistekniikan tuntemusta, voidaan tämän laitteiston haltijan palveluksessa olevalle henkilölle antaa pätevyystodistus silloin, kun hän on suorittanut muulla sähkötekniikan kuin sähkövoimatekniikan alalla diplomi-insinöörin, insinöörin tai teknikon tutkinnon ja kun hänellä on tutkinnon suorittamisen jälkeen saatu vähintään kahden vuoden pituinen kokemus kysymykseen tulevien töiden johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä sekä sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus.

4 *Muut tutkinnot*

Edellisessä kohdassa mainitun tutkinnon suorittaneelle henkilölle, joka on lisäksi suorittanut hyväksytysti sopivia sähkövoimatekniikan alaan kuuluvia oppiaineita ja jolla on sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus, voidaan antaa 1 §:ssä tarkoitettu todistus. Tutkinnon ja lisäopintojen jälkeen saatua kokemusta todistuksen saajalla tulee olla vähintään sama määrä kuin sähkövoimatekniikan alalla vastaavan tutkinnon suorittaneelta henkilöltä vaaditaan. Tällaisen tutkinnon tai muun kuin 5 §:n ja 6 §:n 1 momentissa tarkoitetun sähkövoimatekniikan alalla ammattitutkinnon suorittaneelle henkilölle voidaan antaa pätevyystodistus myös pitkäaikaisen kysymyksessä olevien töiden johtamiseen perehdyttävän kokemuksen perusteella.

5 *Erikseen hyväksytyt tapaukset*

Muissa kauppa- ja teollisuusministeriön hyväksymissä tapauksissa.

Työalueet

- 9 §. A-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan kaikkia sähkötöitä, lukuun ottamatta Sähkötarkastuskeskuksen 7 §:n perusteella määrittelemiä erityistöitä (A-ryhmän urakoitsija, SA-ryhmän suunnittelija, OA-ryhmän omatarveurakoitsija).
- 10 §. B-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä toimiviin sähkölaitteistoihin kohdistuvia töitä työalueella, jota suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta ei ylitä 400 ampeeria, lukuun ottamatta
 - 1 7 §:ssä tarkoitettuja erityistöitä,
 - 2 majoitusliikehuoneistoja,
 - 3 päivähoitohuoneistoja,
 - 4 yli 150 henkilölle tarkoitettuja kokoontumishuoneistoja ja
 - 5 kohteita, jotka kauppa- ja teollisuusministeriö on määrännyt tarkastettavaksi ennen käyttöön ottamista(B-ryhmän urakoitsija, SB-ryhmän suunnittelija).

Milloin työn suorittaa sähkölaitteiston haltija käyttöönsä jäävässä sähkölaitteistossa ja töiden johtajalla on riittävän laaja-alainen yli 1000 voltin nimellisjännitteisiin sähkölaitteistoihin kohdistuvien töiden johtamiseen perehdyttävä kokemus ja sähköturvallisuusmääräysten osoitettu tuntemus, B-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan enintään 20 kilovoltin nimellisjännitteellä toimiviin sähkölaitteistoihin kohdistuvia töitä, lukuun ottamatta 7 §:ssä tarkoitettuja erikoisaloja (OB-ryhmän omatarveurakoitsija).
- 11 §. C-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä toimiviin sähkölaitteistoihin kohdistuvia töitä työalueella, jota suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta ei ylitä 160 ampeeria, edellyttäen, ettei kohde ole
 - 1 10 §:ssä kohdassa 1—5 mainittu kohde,
 - 2 muu tila, joka on tarkoitettu yli 20 henkilön työtilaksi tai kokoontumishuoneistoksi, tai niihin verrattava yhtenäinen kokoustila.

(C-ryhmän urakoitsija, SC-ryhmän suunnittelija).

Milloin työn suorittaa sähkölaitteiston haltija käyttöönsä jäävässä sähkölaitteistossa, C-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä toimiviin sähkölaitteistoihin kohdistuvia töitä, lukuun ottamatta 7 §:ssä tarkoitettuja erityisaloja (OC-ryhmän omatarveurakoitsija).

- 12 §. D-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan enintään 1000 voltin nimellisjännitteeseen verkkoon liitettäväksi tarkoitettujen sähkölaitteiden ja niihin toiminnallisesti verrattavien laitteistojen kokoonpano- ja korjaustöitä, lukuun ottamatta 7 §:ssä tarkoitettuja erikoisaloja (D-ryhmän urakoitsija).

Milloin työn suorittaa sähkölaitteiston haltija käyttöönsä jäävässä sähkölaitteistossa, rajoittamaton D-luokan todistus oikeuttaa johtamaan 11 §:n 1 momentissa määriteltyjä töitä (OD-ryhmän omatarveurakoitsija).

Rajoitettu D-luokan pätevyystodistus oikeuttaa johtamaan siihen erikseen merkittyyn työalueeseen kuuluvia töitä (D-ryhmän urakoitsija, OD-ryhmän omatarveurakoitsija).

Poikkeukset työalueista

- 13 §. Sähkötarkastuskeskuksen on rajattava työaluetta, kun töiden johtajaksi nimetään henkilö, jonka pätevyystodistus on annettu 8 §:n 1 tai 3 kohdan perusteella.
- 14 §. Sähkötarkastuskeskus voi sähköturvallisuustavoitteet huomioon ottaen antaa rajoitetut oikeudet seuraavissa tapauksissa, vaikka luvan hakijan sähkötöiden johtajalla ei ole pätevyystodistusta:

1 Alan palvelujen puute

Itsenäiseen työskentelyyn kykenevälle sähköasennusalan ammattihenkilölle, jolla on vähintään kymmenen vuoden työkokemus, tai asianomaisen tutkinnon suorittaneelle henkilölle, jonka työkokemus ei riitä pätevyystodistuksen saamiseen, voidaan antaa hänen asuinpaikkakunnalleen pai-

kallisesti rajoitettu määräaikainen poikkeuslupa vähäisten asennus-, korjaus- ja huoltotöiden suorittamiseen, jos se on perusteltua alan palvelujen aikaansaamiseksi kyseisellä alueella.

2 *Ulkomaiset erikoistoimitukset*

Ulkomaiselle yritykselle voidaan antaa oikeus 1 §:ssä tarkoitettujen töiden suorittamiseen sellaisessa tapauksessa, jossa sähkötyö tai sähkötekniinen suunnittelutyö sisältyy osana yrityksen toimialaan kuuluvan erikoislaitoksen toimitukseen, työ on katsottava koeasennukseksi tai korjaus erikoislaitosten vähäisen määrän, takuukorjausten tms. syyn vuoksi on tilattava valmistajalta. Tällaisia poikkeuksia myöntäessään Sähkötarkastuskeskuksen tulee asettaa sellaiset lupaehdot tai muuten varmistus siitä, että Suomessa voimassa olevien sähköturvallisuusmääräysten vaatimukset tulevat täytetyiksi. Ulkomaisen yrityksen ei tarvitse hankkia edellä tarkoitettua poikkeuslupaa kyseisen työn tekemiseen, jos työn tilaaja on henkilö tai yhteisö, jolla on oikeus tehdä tilatun työn kaltaisia töitä ja työ suoritetaan tilaajan valvonnassa ja vastuulla.

3 *Tilapäislupa*

Sähkötarkastuskeskus voi antaa yksityiselle henkilölle, jolla todistettavasti on riittävä ammattitaito itsenäiseen sähkötyöhön, luvan omaan tai puolison käyttöön tulevan kiinteistön tai sen osan sähköasennusten suorittamiseen. Lupa voidaan antaa myös, jos kiinteistö tai sen osa tulee edellä mainittuihin henkilöihin suoraan etenevässä tai takenevassa sukulaissuhteessa olevan henkilön käyttöön.

Lupaa ei saa kuitenkaan antaa, jos Sähkötarkastuskeskuksella on luvan hakijan olosuhteet huomioon ottaen perusteltua syytä olettaa, että kysymyksessä oleva kiinteistö tai sen osa ei ole tarkoitettu vakituisesti edellä mainittujen henkilöiden käyttöön.

4 Erikseen hyväksytyt tapaukset

Muissa kauppa- ja teollisuusministeriön hyväksymissä tapauksissa.

Ilmoitukset

15 §. Töiden tekijän on tehtävä ilmoitus Sähkötarkastuskeskukselle seuraavissa tapauksissa:

- 1 Omatarveurakointioikeudet omaava sähkölaitteiston haltija suorittaa 1 §:ssä mainittuja töitä käyttöönsä jäävissä sähkölaitteistoissa tai -laitteissa.
- 2 Tehdään sähköasetuksen 5 §:ssä tarkoitettuja kertaluonteisia töitä.

Ilmoituksessa on annettava seuraavat tiedot:

- 1 ilmoittajan nimi, ammatti ja kotipaikka,
- 2 liikkeen harjoittamisessa käytetty toiminimi,
- 3 toimintapaikka,
- 4 toiminnan laatu,
- 5 toiminnan aloitusaika sekä
- 6 sähkötöiden johtajan nimi.

Ilmoitukseen on liitettävä

- 1 selvitys ilmoittajan kansallisuudesta,
- 2 jos ilmoittajana on yhtiö, osuuskunta tai muu yhteisö, jäljennös yhtiöjärjestyksestä tai -säännöstä sekä rekisteriote,
- 3 selvitys sähkötöiden johtajan kelpoisuudesta sekä
- 4 luettelo toimipaikoista ja niiden osoitteista tai satunnaisista työkohteista ja niiden osoitteista toiminnan laadun ja laajuuden selvittämiseksi.

Soveltamisalueen raja

16 §. Tämä päätös ei koske seuraavia sähkölaitteistoihin tai sähkölaitteisiin kohdistuvia töitä:

- 1 Kauppa- ja teollisuusministeriön sähköturvallisuusmääräyksistä antaman päätöksen (205/74) 48 §:ssä tarkoitettuja käyttötoimenpiteitä ja niihin verrattavia huoltotöitä ja sähköasennuksen (925/79) 8 §:n 1 momentin 1 kohdan tarkoittamia käytön johtajan johtamia käyttö- ja huoltotöitä sekä niihin rinnastettavia töitä.
- 2 Kuljetettavien sähkölaitteistojen suunnittelua ja rakentamista.
- 3 Heikkovirtalaitteistoihin kohdistuvia töitä, joissa virheellisestä työstä aiheutuva toisen laitteiston häiriintymisvaara on merkityksellinen.
- 4 Asennusrasioiden peitekansien irrotusta ja kiinnitystä, siustusvalaisinten liittämistä tarkoitusta varten varattuihin liittimiin, pistotulppien, liitosjohtojen ja jatkojohtojen uusintaa sekä näihin verrattavia töitä Sähkötarkastuskeskuksen antamien yleisohjeiden mukaisesti.
- 5 Harrastustoiminnaksi katsottavaa sähkölaitteiden rakentamista ja korjaamista, jos niiden tekijä on riittävästi perehtynyt tehtäviin tai työ perustuu yksityiskohtaisiin ohjeisiin. Harrastustyönä saa valmistaa tai korjata vain omaan käyttöön tarkoitettuja laitteita.

Valvonta

- 17 §. Sähkötarkastuskeskus antaa eri toimialoja koskevat ohjeet lupaehtoihin kuuluvista työtiloista, työvälineistä ja mittalaitteista. Luvan ehtona on, että luvan saaja pitää toimipaikoissaan henkilöstönsä käytettävissä sähkölain sekä Sähkötarkastuskeskuksen tarkemmin määrittelemät sähköalan säännökset ja niistä annetut soveltamisohjeet.

Luvan haltijan toiminnan laadun ja laajuuden selvittämiseksi hakijan on ilmoitettava Sähkötarkastuskeskukselle toimipaikkansa ja niiden osoitteet. Valvonnan ja yhteydenpidon vuoksi hakijalla on oltava ainakin yksi katuosoite tai vastaava, josta hän on tarvittaessa tavoitettavissa.

Luvan haltijan on tarvittaessa esitettävä Sähkötarkastuskes-

kukselle selvitys, josta käy ilmi, ovatko lupaan liittyvät ehdot täytetyt.

- 18 §. Sähkötarkastuskeskukselle on ilmoitettava luvassa tai ilmoituksessa mainituissa seikoissa tapahtuvista muutoksista. Myös paikalliselle sähkölaitokselle on tehtävä ilmoitus kulloinkin ennen töihin ryhtymistä sen alueella tehtävistä huomattavista rakennus- ja korjaustöistä. Ilmoituksiin on liitettävä valvonnan ja käyttöönottotarkastuksien kannalta tarpeelliset tiedot.

- 19 §. Sähkötarkastuskeskus tarkastaa sähkölaitteistoja ja laitteita sekä valvoo ja tarkastaa sähkölaitteistojen rakentajille sähkölaissa tai sen nojalla annetuissa säädöksissä tai määräyksissä asetettujen velvoitteiden noudattamista tarvittavilla menettelytavoilla ja tarvittavassa laajuudessa.

Sähkötarkastuskeskus pitää luetteloa kaikista tämän päätöksen perusteella antamistaan todistuksista sekä töiden suorittamista koskevista luvista ja ilmoituksista.

- 20 §. Kun sähkötöiden johtaja on estyneenä hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin vuosiloman tai siihen verrattavan lyhytaikaisen poissaolon vuoksi, tulee hänen sijaansa viipymättä nimetä säädetyn pätevyyden omaava henkilö. Jos tällaista henkilöä ei pystytä nimeämään viipymättä, Sähkötarkastuskeskus voi myöntää erivapauden keskeneräisten töiden loppuun suorittamiseen.

- 21 §. Jos Sähkötarkastuskeskus toteaa, että sähkötöiden johtaja ei ole antanut tyydyttävää selvitystä tai on antanut harhaanjohtavia tietoja tämän päätöksen 2 §:n 2 ja 3 momentissa asetettujen velvoitteiden noudattamisesta, tai että tässä päätöksessä tarkoitettuja töitä on muutoin johdettu puutteellisesti taikka virheellisesti, voi Sähkötarkastuskeskus peruuttaa määräajaksi tai toistaiseksi oikeudet toimia sähkötöiden johtajana (toimintakielto). Toimintakiellosta on välittömästi ilmoitettava sille, jonka palveluksessa sähkötöiden johtaja on.

Sähkötarkastuskeskus voi rajoittaa toimintaoikeuksia, jos se toteaa, että sähkösuunnittelija tai -urakoitsija ei ole antanut tyydyttävää selvitystä tai on antanut harhaanjohtavia tietoja

sähköurakoitsijoille ja -suunnittelijoille asetettujen velvotteiden noudattamisesta.

Sähkötarkastuskeskus julkaisee kustannuksellaan sähkötöiden johtajan oikeuksien rajoitukset tai peruutukset sekä sähkösuunnittelijoiden ja -urakoitsijoiden toimintaoikeuksien rajoitukset ja lupien peruutukset virallisessa lehdessä.

Sähkötarkastuskeskus esittää sähkölain 8 §:n edellytyksin kauppa- ja teollisuusministeriölle luvan peruutettavaksi, jos Sähkötarkastuskeskus joutuu antamaan sähkötöiden johtajalle toimintakiellon tai rajoittamaan hänen oikeuttaan toimia sähkötöiden johtajana. Samoin voidaan menetellä silloin, kun valvonnassa todetaan, etteivät tämän päätöksen 2 §:n ja 18 §:n edellyttämät lupaan liittyvät ehdot täyty, tai kun selvitystä lupaan liittyvien ehtojen täyttymisestä ei ole saatu. Jos edellytyksiä töiden johtamiseen ei ole, voi Sähkötarkastuskeskus kieltää töiden tekemisen.

Muita säännöksiä

Muutosta Sähkötarkastuskeskuksen päätökseen tämän päätöksen soveltamista koskevassa asiassa haetaan kauppa- ja teollisuusministeriöltä, jollei toisin ole säädetty, 30 päivän kuluessa päätöksen antamisesta noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Päätöstä on kuitenkin noudatettava, kunnes asia on lopullisesti ratkaistu, jollei kauppa- ja teollisuusministeriö toisin määrää.

- 23 §. Se, joka tämän päätöksen tullessa voimaan toimii sähkötöiden johtajana, voi edelleen toimia näiden töiden johtajana tämän päätöksen urakointiryhmien sallimassa laajuudessa. Kuitenkin C-ryhmässä aikaisemman toiminnan perusteella myönnetty erivapaudet ovat voimassa vain siinä laajuudessa kuin aiemmin on määrätty. Mahdolliset aiemmin asetetut rajoitukset säilyvät ennallaan.
- 24 §. Sähkötarkastuskeskus antaa täydentävät ohjeet tämän päätöksen soveltamisesta.

- 25 §. Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1989. Sillä kumotaan kauppa- ja teollisuusministeriön 20 päivänä joulukuuta 1979 sähkötöiden johtamisesta antama päätös (990/79). Sähkötarkastuskeskuksen sen nojalla antamat pätevyystodistukset, erivapaudet ja poikkeusluvut jäävät kuitenkin voimaan. Aiemmin myönnettyjen pätevyystodistusten vanheneminen 10 vuodessa kumotaan niissä tapauksissa, kun ne ovat voimassa tämän päätöksen tullessa voimaan.

Liite X

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käytön johtajasta. (991/79 muutettuna lisäyksillä 944/81 ja 820/84)

- 1 §. Yli 1000 voltin nimellisjännitteellä toimivien sähkölaitteistojen haltijoiden sekä kaikkien sähkölaitosten on pidettävä palveluksessaan sähkölaitteistojen käyttö- ja huoltotöitä johtava henkilö (*käytön johtaja*). Käytön johtajalla on oltava kauppa- ja teollisuusministeriön sähkötöiden johtamisesta antamassa päätöksessä (990/79) tarkoitettu todistus siitä, että hän on kelpoinen johtamaan niihin sähkölaitteistoihin, joiden käytön johtajana hän toimii, kohdistuvia sähkötöitä.

Käytön johtajan on oltava päätoimisesti sähkölaitteiston haltijan palveluksessa lukuun ottamatta sähköasetuksen 30 §:ssä tarkoitetun sähkölaitteiston käytön johtajaa, joka saa olla myös sivutoiminen. Sivutoimisen käytön johtajan tehtävät voidaan antaa myös sähkötöitä suorittamaan oikeutetulle yrittäjälle.

- 2 §. Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteisto on säännösten ja määräysten mukaisessa kunnossa ja että laitteiston käyttö- ja huoltotoimenpiteitä suorittavat henkilöt on sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti riittävästi perehdytetty tehtäviinsä sekä että säädetyt ilmoitukset tehdään ajallaan.
- 3 §. Se, joka ennen tämän päätöksen voimaan tuloa on toiminut kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitoksen hoitamisesta ja sähkölaitoksen hoitajan pätevyysvaatimuksista antamassa päätöksessä (207/74) tarkoitettuna sähkölaitoksen hoitajana, voi toimia sähkölaitteistojen käytön johtajana Sähkötarkastuskeskuksen harkitsemassa laajuudessa, vaikka hänellä ei olekaan tämän päätöksen mukaista pätevyyttä.
- 4 §. Sähkölaitteiston haltijan on ilmoitettava sille, joka huolehtii laitteiston käyttöönottotarkastuksesta, kuka toimii laitteiston käytön johtajana. Sähkötarkastuskeskuksen tarkastuskohte-

den osalta ilmoitus on tehtävä myös sähkölaitokselle, jonka jakeluverkkoon laitteisto liittyy.

- 5 §. Käytön johtajan ollessa estyneenä hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin vuosiloman tai siihen verrattavan lyhytaikaisen poissaolon vuoksi tulee hänen sijaansa viipymättä nimetä säädetyn pätevyyden omaava henkilö.
- 6 §. Milloin tässä päätöksessä tarkoitettuja töitä todetaan johdettavan puutteellisesti tai muutoin virheellisesti, Sähkötarkastuskeskus voi kieltää kysymyksessä olevaa käytön johtajaa toimimasta sähkölaitteistojen käytön johtajana tai rajoittaa hänen oikeuttaan toimia käytön johtajana. Sähkötarkastuskeskuksen on välittömästi ilmoitettava kiellosta tai rajoituksesta sille, jonka palveluksessa käytön johtaja on.
- 7 §. Sähkötarkastuskeskuksen tulee pitää luetteloa tämän päätöksen nojalla antamistaan todistuksista ja luvista sekä saamiinsa ilmoituksista.
- 8 §. Muutosta Sähkötarkastuskeskuksen päätökseen tämän päätöksen soveltamista koskevassa asiassa haetaan kauppa- ja teollisuusministeriöltä, jollei toisin ole säädetty, 30 päivän kuluessa päätöksen antamisesta noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Päätöstä on kuitenkin noudatettava, kunnes asia on lopullisesti ratkaistu, jollei kauppa- ja teollisuusministeriö toisin määrää.
- 9 §. Sähkötarkastuskeskus antaa täydentävät ohjeet tämän päätöksen soveltamisesta.
- 10 §. Kauppa- ja teollisuusministeriö voi yksittäistapauksissa erityisestä syystä myöntää poikkeuksia tämän päätöksen määräyksistä.

Sähkötarkastuskeskus voi myöntää poikkeuksia tämän päätöksen määräyksistä seuraavissa tapauksissa.

 - 1) Sähköasetuksen (925/79) 30 §:ssä tarkoitettun sähkölaitteiston käytön johtajaksi voidaan hyväksyä henkilö, joka on päätoimisesti sähkölaitteiston haltijan palveluksessa ja jolla on kauppa- ja teollisuusministeriön sähkötöiden johtamisesta antaman päätöksen (990/79) 5 §:ssä tarkoitettu

C-luokan pätevyystodistus ja riittävä kokemus yli 1000 voltin nimellijännitteisiin sähkölaitteistoihin kohdistuvissa töissä.

- 2) Kiinteistön sisäistä sähköhuoltoa palvelevan sähkölaitteiston, joka käsittää enintään kolme nimellijännitteeltään enintään 20 kilovoltin muuntamoaa, tai muun laadultaan ja laajuudeltaan siihen verrattavan sähkölaitteiston käytön johtajaksi voidaan hyväksyä sivutoiminen henkilö tai käytön johtajan tehtävä antaa sähkötöitä suorittamaan oikeutetulle yritykselle, jos laitteiston haltija ja laitteistoon sähköä toimittava sähkölaitos ovat sopineet, että kyseisen laitteiston enintään 1000 voltin nimellijännitteisten osien laajennusten tarkastukset suoritetaan sähköasetuksen 30 §:ssä tarkoitetulla tavalla.

- 11 §. Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1980.

Tällä päätöksellä kumotaan kauppa- ja teollisuusministeriön 28 päivänä helmikuuta 1974 sähkölaitoksen hoitamisesta ja sähkölaitoksen hoitajan pätevyysvaatimuksista antama päätös (207/74).

Sähkölaitteiston haltijan, jonka ei ole tarvinnut nimetä 2 momentissa mainitun päätöksen mukaista sähkölaitoksen hoitajaa, on nimettävä sähkölaitteistolleen tässä päätöksessä tarkoitettu käytön johtaja 1 päivään tammikuuta 1982 mennessä.

Liite XI

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen tarkastamisesta ((592/84)

- 1 §. Sähkölaitteistoille suoritetaan käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksia siten kuin tässä päätöksessä määrätään.

Tämä päätös ei koske hissien, yhteisantennilaitosten eikä kuljetettavien laitosten sähkölaitteistojen tarkastuksia.

- 2 §. Sähkölaitteistolle suoritetaan käyttöönottotarkastus kolmen kuukauden kuluessa laitteiston käyttöönotosta, ellei jäljempänä toisin määrätä.

Edellisen momentin määräyksestä poiketen:

- 1) sähköasetuksen 31 §:n 2 momentissa tarkoitetut sähkölaitteistot tarkastetaan vuoden kuluessa siitä maaliskuun 31 päivästä, jona niistä on viimeistään tehtävä ilmoitus Sähkötarkastuskeskukselle;
- 2) sähkölaitosten kohtaan 1 kuulumattomat enintään 110 kilovoltin nimellisjännitteiset suurjännitejohdot ja niihin kuuluvat kytkentälaitteet sekä pienjänniteverkkoa syöttävät jakelumuuntamot tarkastetaan vuoden kuluessa käyttöönotosta;
- 3) kiinteistön sisäistä sähköhuoltoa palvelevat tai muut laadultaan ja laajuudeltaan niihin verrattavat laitteistot, jotka eivät liity mihinkään sähkölaitoksen verkkoon, tarkastetaan vuoden kuluessa käyttöönotosta;
- 4) sähkölaitteiston haltijan itse kalenterivuoden aikana tekevät enintään 1000 voltin nimellisjännitteiset laitteistojen laajennus- ja muutostyöt, joiden tarkastamisesta huolehtii sähkölaitos, tarkastetaan vuosittain, ellei niitä ole jäljempänä määrätty tarkastettavaksi ennen käyttöönottoa. Tällaisistakin töistä tehdään käyttöönottoilmoitus jäljempänä 4 §:ssä määrättyllä tavalla.

3 §. Sähkölaitteistolle suoritetaan käyttöönottotarkastus ennen laitteiston käyttöönottoa, jos laitteisto on sijoitettu:

- 1) sairaalaan tai terveyskeskukseen, jossa on leikkaussali;
- 2) teknillisen tarkastuskeskuksen valmistusluvan tarvitsevaan räjähdystarvikkeen valmistuslaitokseen;
- 3) sellaiseen I- ja II-luokan palavien nesteiden taikka niihin rinnastettavien nesteytettyjen tai paineenalaisena liuotettujen kaasujen valmistus- tai käyttölaitokseen taikka sellaiselle näiden aineiden varastoalueelle, jonka perustamiseen tarvitaan teknillisen tarkastuskeskuksen lupa;
- 4) tavarataloon, jonka myymälän lattiapinta-ala on yli 1000 neliometriä;
- 5) ammatillisen oppilaitoksen sähköalan koulutukseen liittyvään työ- ja laboratoriotilaan; tai
- 6) edellä 1 . . . 5 kohdissa tarkoitettuihin tiloihin verrattavaan tilaan.

Edellä 1 momentin 1, 2 ja 3 kohdissa tarkoitettujen laitteistojen käyttöönottotarkastuksista huolehtii Sähkötarkastuskeskus.

4 §. Sähkölaitteistosta on, mikäli sähköasetuksen 31 §:stä ei muuta johdu eikä jäljempänä 2 momentissa toisin määrätä, viimeistään 14 päivää ennen sen käyttöönottoa tehtävä käyttöönottoilmoitus sille, joka huolehtii laitteiston käyttöönottotarkastuksesta.

Sähkölaitteistosta, jolle suoritetaan käyttöönottotarkastus ennen laitteiston käyttöönottoa, ilmoitus on tehtävä viimeistään 30 päivää ennen kuin laitteisto on tarkoitus ottaa käyttöön.

Tarkastuksesta huolehtivan yhteisön suostumuksella ilmoitus voidaan tehdä edellä määrättyä ilmoituksen tekoaikaa myöhemminkin, jos laitteiston käyttöönottotarkastus on tästä huolimatta ilmoituksen perusteella suoritettavissa ennen laitteiston käyttöönottoa.

5 §. Käyttöönottoilmoitus käsittää selvityksen laitteiston teknillisestä rakenteesta siihen liittyvine laitoksen laajuuden tai eri-

tyisluonteen edellyttämine piirustuksineen. Sähkötarkastuskeskus antaa tarkemmat ohjeet ilmoituksen sisällöstä.

- 6 §. Sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksen yhteydessä tarkastaja voi tarkastaa myös kyseisen laitteiston haltijan muita sähkölaitteistoja.
- 7 §. Käyttöönottotarkastusta ei suoriteta sellaisille sähkölaitteistoille eikä sähkölaitteistojen laajennus- ja muutostöille, joiden tarkastamatta jättäminen ei merkittävästi vaaranna turvallisuutta. Tällaisista sähkölaitteistoista tai laajennus- ja muutostöistä ei tarvitse tehdä käyttöönottoilmoitusta.

Sähkölaitoksen on kuitenkin tarkastettava edellä 1 momentissa tarkoitetut jakeluverkostoonsa liitettävät sähkölaitteistot ja laajennus- ja muutostyöt, jos laitteiston haltija sitä pyytää.
- 8 §. Sähkötarkastuskeskus huolehtii, että sähkölaitteistot tarkastetaan määräajoin seuraavasti:
 - 1) sähkölaitosten sähkölaitteistot joka kolmas vuosi;
 - 2) 3 §:n 1 momentissa tarkoitetut sähkölaitteistot 3...6 vuoden välein Sähkötarkastuskeskuksen harkinnan mukaan; ja
 - 3) muut sähkölaitteistot, joiden käyttöönottotarkastuksista huolehtii Sähkötarkastuskeskus, 2 §:n 2 momentin 3 kohdassa tarkoitettuja laitteistoja lukuun ottamatta, 3...6 vuoden välein Sähkötarkastuskeskuksen harkinnan mukaan.
- 9 §. Sähkötarkastuskeskus tarkastaa sähkölaitteistoja myös muulloin kuin edellä 2, 3 ja 8 §:ssä mainituissa tapauksissa, milloin se sähkölain 4 §:ssä tarkoitetun vaaran ja häiriön välttämiseksi on tarpeen.
- 10 §. Mikäli tarkastuksissa havaitut puutteet sähkölaitteistossa ovat huomattavia tai laiminlyönnit sen hoidossa ovat toistuvia, Sähkötarkastuskeskus voi määrätä suoritettavaksi ylimääräisen tarkastuksen, jossa voidaan todeta onko havaitut puutteet ja laiminlyönnit poistettu.

- 11 §. Sähkötarkastuskeskuksen suorittamia tarkastuksia johtavalla henkilöllä on oltava korkeakoulussa tai yliopistossa sähkövoimatekniikan alalla suoritettu diplomi-insinöörin tutkinto ja lisäksi hänellä on oltava kauppa- ja teollisuusministeriön sähkötöiden johtamisesta antaman päätöksen (990/79) 3 §:ssä tarkoitettu A-luokan pätevyystodistus.
Tarkastuspiiriin päälliköllä on oltava 1 momentissa vaadittu pätevyys.
- 12 §. Sähkölaitoksen huolehtimia tarkastuksia johtavalla henkilöllä on oltava edellisessä pykälässä mainitussa päätöksessä tarkoitettu A-luokan pätevyystodistus.
- 13 §. Tarkastajan on oltava perehtynyt tarkastuksen kohdetta vastaaviin sähkölaitteistoihin ja tunnettava niitä koskevat määräykset niin hyvin, että hän pystyy havaitsemaan mahdolliset viat ja puutteet sekä arvioimaan niiden vaikutuksen turvallisuuteen.
- 14 §. Sähkölaitoksen on ilmoitettava Sähkötarkastuskeskukselle kuka toimii tarkastuksia johtavana henkilönä sen alueella suoritettavissa käyttöönottotarkastuksissa.
Sähkötarkastuskeskus pitää luetteloa saamistaan ilmoituksista.
- 15 §. Tarkastuksia johtavan henkilön ollessa estyneenä hoitamasta tehtäväänsä muuten kuin vuosiloman tai siihen verrattavan lyhytaikaisen poissaolon vuoksi on hänen sijaansa viipymättä nimitettävä edellä määrätyn pätevyyden omaava henkilö.
- 16 §. Sähkötarkastuskeskus antaa täydentävät ohjeet tämän päätöksen soveltamisesta ja määrittelee yksityiskohtaisesti edellä 7 §:ssä tarkoitettut sähkölaitteistot ja laajennus- ja muutostyöt, joille ei käyttöönottotarkastusta suoriteta, ellei laitteiston haltija sitä pyydä.
- 17 §. Muutosta Sähkötarkastuskeskuksen tämän päätöksen perusteella antamaan päätökseen haetaan kauppa- ja teollisuusministeriöltä valittamalla noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Sähkötarkastuskeskuksen antamaa päätöstä on muutoksenhausta

huolimatta noudatettava, jollei kauppa- ja teollisuusministeriö toisin määrää.

- 18 §. Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 1985.

Tällä päätöksellä kumotaan kauppa- ja teollisuusministeriön 20 päivänä joulukuuta 1979 sähkölaitteistojen tarkastamisesta antama päätös (992/79). Sen 10 §:n kelpoisuusvaatimuksen täyttävä henkilö, joka tämän päätöksen voimaantullessa toimii sähkölaitoksen huolehtimia tarkastuksia johtavana henkilönä, saa edelleen toimia kyseisessä tehtävässä, vaikka hän ei täyttäisikään tämän päätöksen 12 §:ssä määrättyä kelpoisuusvaatimusta.

Liite XII

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ennakkotarkastuksesta ja valvonnasta (234/84)

1 §. Tämä päätös koskee sähkölaitteita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi:

- 1) rakennuksen tai rakennustyömaan enintään 1000 voltin nimellisjännitteeseen vahvavirta-asennukseen kuuluvina osina, mikäli laitteet sisältävät virtaa johtavia osia tai toimivat tällaisten osien mekaanisena, teknisenä tai sähköisenä suojana;
- 2) asunnossa tai siihen liittyvissä muissa tiloissa, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon joko kiinteästi, puolikiinteästi tai pistokytkimellä;
- 3) toimistossa tai koulussa, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon pistokytkimellä;
- 4) myymälässä taikka majoitus- tai ravitsemisliikkeessä sellaisessa tilassa, jossa ne ovat asiakkaiden kosketeltavissa, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon pistokytkimellä;
- 5) toimistoon, kouluun, myymälään taikka majoitus- tai ravitsemisliikkeeseen rinnastettavassa tilassa, johon yleisöllä on esteetön pääsy, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon pistokytkimellä;
- 6) vahvavirtaverkkoon liitettävänä valaisimina, muina valoa säteilevinä laitteina tai niihin kuuluvina tarvikkeina;
- 7) sähkötyökaluina, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon pistokytkimellä;
- 8) tämän momentin 1, 2, 3, 4 tai 5 kohdissa tarkoitetuissa tiloissa tai maatilataloudessa, mikäli laitteissa esiintyy laitteen syöttöjännitettä suurempi vähintään 50 voltin vaihtojännite tai 75 voltin tasajännite;

- 9) alle 110 kilovoltin vahvavirtailmajohdon johdinliittiminä, eristiminä tai tarvikkeina;
- 10) alle 110 kilovoltin vahvavirtariippujohtoina, päällystettyinä vahvavirta-avojohtoina tai niiden tarvikkeina;
- 11) jännitteenkoettimina tai -toteajina, työmaadoitusvälineinä, varoituskilpinä tai suojavälineinä alle 110 kilovoltin vahvavirta-asennukseen kohdistuvassa sähkötyössä;
- 12) enintään 1000 voltin vahvavirtajohdon liittiminä tai tarvikkeina;
- 13) lääketieteellisinä kojeina;
- 14) siirrettävinä polttomoottorigeneraattoreina;
- 15) kaapelijakokaappeina;
- 16) karjasuojissa tai niihin liittyvissä tiloissa, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon joko puolikiinteästi tai pistokytkimellä;
- 17) siirrettävinä lämmityslaitteina, mikäli laitteet on tarkoitettu liitettäväksi vahvavirtaverkkoon pistokytkimellä; tai
- 18) suojamuuntajina.

Tämä päätös koskee myös 1 momentissa tarkoitettuihin laitteisiin rinnastettavia sähkölaitteita, joista voi aiheutua hengen, terveyteen tai omaisuuteen kohdistuvaa vaaraa tai kohutuutonta häiriötä ympäristölle.

2 §. Edellä 1 §:ssä tarkoitettuja laitteita ei saa Suomessa pitää kaupan, toiselle luovuttaa tai ottaa käyttöön ennen kuin ne on asianmukaisesti tarkastettu ja Sähkötarkastuskeskus on ne hyväksynyt.

3 §. Sähkötarkastuskeskus hyväksyy laitteet ennakkotarkastuksen perusteella.

Sähkötarkastuskeskus voi hyväksyä laitteet myös ulkomaisten tarkastuslaitosten suorittamien tarkastusten perusteella.

4 §. Ennakkotarkastusten lisäksi Sähkötarkastuskeskus tarkastaa tässä päätöksessä tarkoitettuja laitteita valmistus- ja myyntivaiheessa tarpeelliseksi katsomassaan laajuudessa.

5 §. Sähkötarkastuskeskus voi käyttää edellä tarkoitetuissa tarkastustehtävissä apuna muiden koestuslaboratorioiden suorittamia mittauksia ja kokeita.

6 §. Sen, joka Suomessa valmistaa tai tuo maahan 1 §:ssä tarkoitettuja laitteita, on huolehdittava niitä koskevan tarkastuspyynnön tekemisestä Sähkötarkastuskeskukselle ja tarkastusta varten tarpeellisten koekappaleiden jättämisestä tarkastukseen.

Valmistajan tai maahantuojan laiminlyötyä huolehtia ennakotarkastuksesta Sähkötarkastuskeskus voi velvoittaa sen, jolle laite valmistajalta tai maahantuojalta on siirtynyt tai jonka hallussa laite on, tarkastuttamaan laitteen. Tällöin noudatetaan soveltuvin osin, mitä tässä päätöksessä muutoin on määrätty. Sähkötarkastuskeskuksella on oikeus tämän momentin mukaiseen velvoittamiseen vain, jos maahantuojaa tai valmistajaa ei kyetä osoittamaan, taikka jos valmistajan tai maahantuojan toiminta kuoleman, konkurssin, yhtiön purkautumisen tai muun niihin rinnastettavan syyn vuoksi on lakanut.

7 §. Sähkötarkastuskeskus antaa todistuksen laitteen hyväksymisestä ennakotarkastuksessa.

Hyväksymisestä annetun todistuksen perusteella se, jolle hyväksyminen on annettu tai jolle Sähkötarkastuskeskus hyväksymisen saaneen suostumuksella on hyväksymisen siirtänyt, saa pitää kaupan, toiselle luovuttaa ja ottaa käyttöön tarkastetun ja hyväksytyn laitteen kanssa rakenteeltaan ja merkinnöiltään samanlaisia laitteita, ellei hyväksyntää ole hyväksymisestä annetussa todistuksessa rajoitettu.

Jos Sähkötarkastuskeskus ei ole voinut hyväksyä laitetta, sen on kirjallisesti ilmoitettava tarkastuspyynnön tekijälle hylkäämisen syy.

8 §. Hyväksymisestä annettu todistus on voimassa Sähkötarkastuskeskuksen määräämän ajan, ellei Sähkötarkastuskeskus erityisistä syistä johtuen ole peruuttanut hyväksymistä.

9 §. Tämän päätöksen mukaisesti tarkastetut ja hyväksytyt laitteet on varustettava kauppa- ja teollisuusministeriön vahvistamalla sähkölain 39 §:ssä tarkoitettulla merkillä.

- 10 §. Milloin tämän päätöksen määräysten noudattaminen jossakin tapauksessa aiheuttaisi suhteettoman suuria kustannuksia tai huomattavaa hankaluutta, Sähkötarkastuskeskuksella on oikeus sallia poikkeuksia tämän päätöksen määräyksistä, jos määräyksistä poikkeaminen ei merkittävästi vaaranna turvallisuutta.
- 11 §. Sähkötarkastuskeskus pitää tämän päätöksen nojalla hyväksytyistä laitteista rekisteriä, josta jokaisella on oikeus saada tietoja ja joka voidaan julkaista joko kokonaan tai osittain Sähkötarkastuskeskuksen harkinnasta riippuen.
- 12 §. Sähkötarkastuskeskus voi sähkölaitteen haltijan pyynnöstä tarkastaa myös muita kuin 1 §:ssä tarkoitettuja sähkölaitteita.
- 13 §. Sähkötarkastuskeskus antaa tarkemmat määräykset ja ohjeet tarkastus- ja hyväksymismenettelystä sekä siitä, mihin sähkölaitteisiin tämän päätöksen määräyksiä sovelletaan.
- 14 §. Tämän päätöksen nojalla suoritettavasta tarkastustoiminnasta perittävistä maksuista on säädetty asetuksella.
- 15 §. Muutosta Sähkötarkastuskeskuksen tämän päätöksen perusteella antamaan päätökseen haetaan kauppa- ja teollisuusministeriöltä valittamalla noudattaen, mitä muutoksenhausta hallintoasioissa annetussa laissa (154/50) on säädetty. Sähkötarkastuskeskuksen antamaa päätöstä on muutoksenhausta huolimatta noudatettava, jollei kauppa- ja teollisuusministeriö toisin määrää.
- 16 §. Tämä päätös tulee voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1984. Päätöstä sovelletaan kuitenkin 1 §:n 1 momentin 13 kohdassa tarkoitettujen laitteiden osalta vasta 1 päivänä tammikuuta 1985 tai sen jälkeen valmistettuihin tai maahan tuotuihin laitteisiin.

Tällä päätöksellä kumotaan kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteiden ja sähkökäyttöisten laitteiden ennakkotarkastuksesta ja valvonnasta 28 päivänä helmikuuta 1974 antama päätös (202/74), jonka nojalla annetut hyväksymiset jäävät voimaan sen mukaisesti kuin hyväksymispäätöksissä on mainittu.

LIITE XIII

Työmaadoitusvälineen oikosulkukestoisuus oiko- ja maasulkuvirran suuruudesta ja kestoajasta riippuen.

----- normaaliväline $I_{dyn} = 2,5 \times I_{th} \text{ (1 s)}$

----- erikoisväline $I_{dyn} = 4 \times I_{th} \text{ (1 s)}$

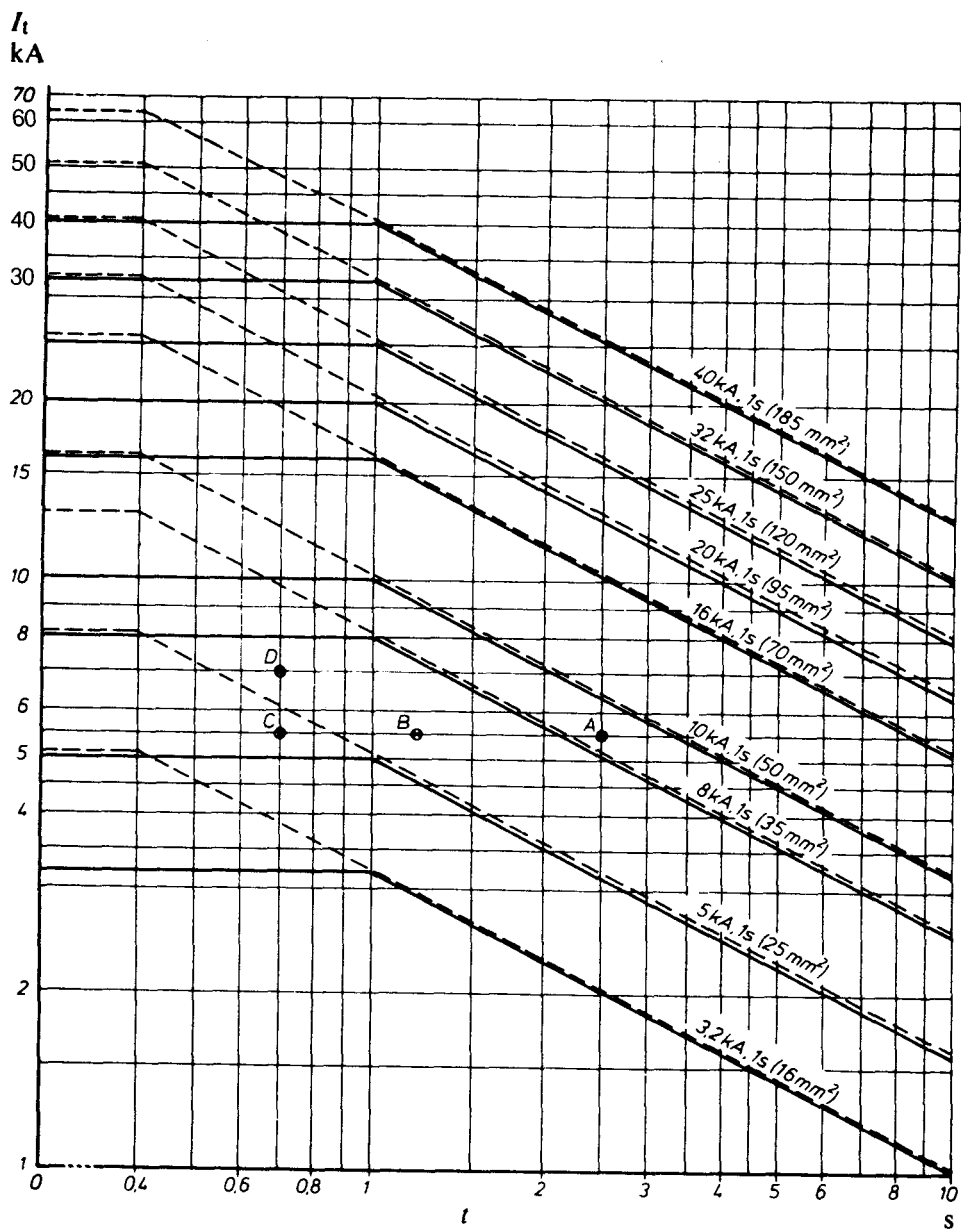
Työmaadoitusvälineen valintaesimerkkejä:

A (5,5 kA, 2,5 s) → 10 kA (50 mm²) normaali- tai erikoisväline

B (5,5 kA, 1,2 s) → 8 kA (35 mm²) normaali- tai erikoisväline

C (5,5 kA, 0,7 s) → 5 kA (25 mm²) erikoisväline tai
8 kA (35 mm²) normaaliväline

D (7,0 kA, 0,7 s) → 8 kA (35 mm²) erikois- tai normaaliväline



Liite XIV

Enintään 1000 V järjestelmät ja maadoitustavat

Tässä liitteessä on esitetty enintään 1000 V jakelujärjestelmät ja niiden maadoitustavat IEC:n julkaisusarjan 364 pohjalta.

IEC-julkaisun 364—3 (1977) osan 312 mukaan jakelujärjestelmät merkitään kirjainkoodilla, jolla on seuraava merkitys:

Ensimmäinen kirjain: jakelujärjestelmän maadoitustapa

T $\triangleq$ yksi piste yhdistetty suoraan maahan

I $\triangleq$ kaikki jännitteiset osat erotettu maasta tai yksi piste yhdistetty maahan impedanssin kautta.

Toinen kirjain: sähkölaitteiston jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien maadoittaminen

T $\triangleq$ jännitteelle alttiit kosketeltavat osat yhdistetty galvanisesti suoraan maahan riippumatta jakelujärjestelmän maadoitustavasta

N $\triangleq$ jännitteelle alttiit kosketeltavat osat yhdistetty jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen (vaihtosähköverkoissa yleensä tähtipisteeseen).

Mahdolliset lisäkirjaimet: nolla- ja suojajohtimen keskinäinen järjestely

S $\triangleq$ erilliset nolla- ja suojajohtimet

C $\triangleq$ nolla- ja suojajohdintoiminnot yhdistetty yhteen johtimeen (PEN-johtimeen).

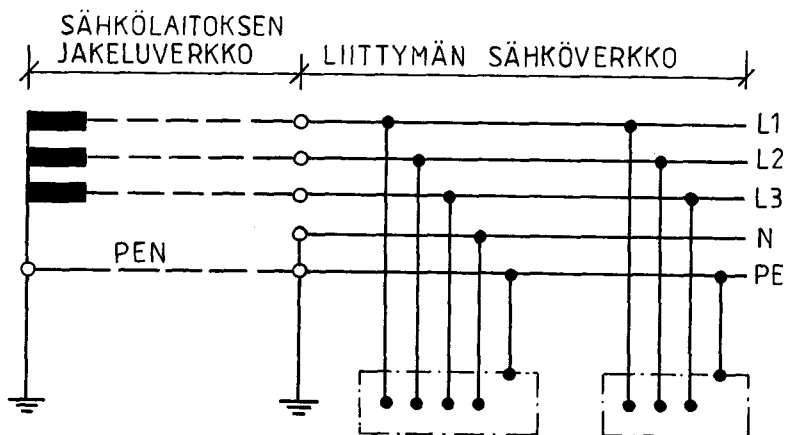
1. TN-järjestelmät

TN-järjestelmässä kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat yhdistetään suoja- tai PEN-johtimella jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen.

Verkon suoraan maadoitettu piste on tavallisesti järjestelmän keskipiste. Ellei keskipistettä ole käytettävissä, maadoitetaan äärijohdin verkon syöttöpisteessä. Tässä tapauksessa äärijohtimen ja suojajohtimen toimintoja ei voida yhdistää samaan johtimeen, ks. kohta 1.2.

1.1 TN-S-järjestelmä

TN-S-järjestelmässä yhdistetään suoja- tai potentiaalintasausjohtimella kaikki sähkölaitteiden jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja muut johtavat osat toisiinsa, muuntajan tähtipisteeseen ja maadoituselektrodiin. Nollajohdin on täysin maasta erotettu liittymän syöttöpisteessä tapahtuvaa yhdistystä lukuun ottamatta.



Kuva XIV — 1. TN-S-järjestelmä. Erillinen nolla- ja suojajohdin liittymän koko verkossa.

Nollajohtimen ja suojajohtimen yhdistys tehdään muuntajan tähtipisteessä tai pääkeskuksessa.

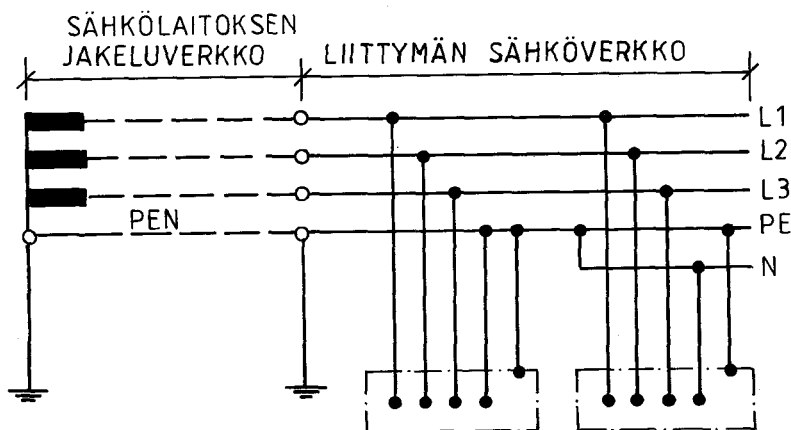
Liittymisjohdon ollessa kaksi- tai nelijohtiminen (ts. ilman erillistä suojajohdinta) liittymisjohdon PEN-johdin yhdistetään PE-kiskoon.

TN-S-järjestelmän suojajohtimet (pää-, nousu- ja ryhmäjohtojen

suojajohtimet, mukaan lukien potentiaalintasausjohtimet) asennetaan säteettäisesti ("puumaisesti") ts. virtatiesilmukoita välttäten. Näin vähennetään silmukoissa kulkevan (indusoituneen) virran aiheuttamaa magneettikenttää ja siitä johtuvia häiriöitä. Kuitenkin suositellaan jakokeskuksen suojakiskon yhdistämistä maadoituksiin (maahan johtavassa yhteydessä oleviin rakenteisiin), kun keskusta syöttävän nousujohdon pituus on yli 200 m.

1.2 TN-C-S-järjestelmä

TN-C-S-järjestelmässä yhdistetään kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja muut johtavat osat osittain suoja- ja osittain PEN-johtimella toisiinsa, muuntajan tähtipisteeseen ja maadoituselektrodiin.



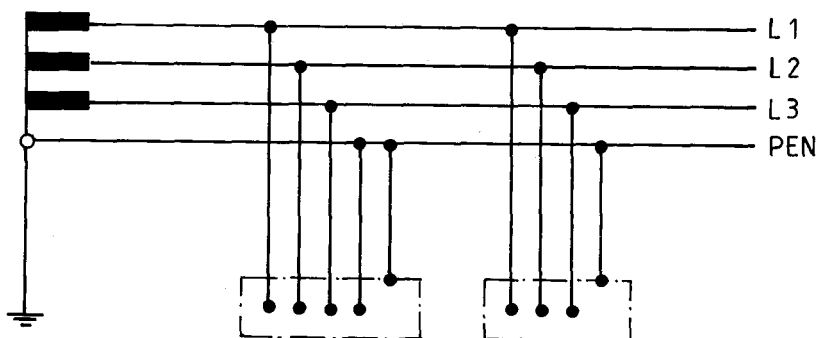
Kuva XIV – 2. TN-C-S-järjestelmä. Nolla- ja suojajohtoiminnat on yhdistetty PEN-johtimeen osassa liittymän sähköverkkoa.

Sähkölaitteen tai -laitteiston suojajohdin yhdistetään PEN-johtimeen jakokeskuksessa tai vastaavassa kytkentätilassa.

TN-S-järjestelmän jakokeskuksen tms. syöttöjohdon (nousujohdon) ollessa kaksi- tai nelijohtiminen sen PEN-johdin yhdistetään PE-kiskoon.

1.3 TN-C-järjestelmä

TN-C-järjestelmässä yhdistetään kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat ja muut johtavat osat suojajohtimella PEN-johtimeen ja sen välityksellä toisiinsa, muuntajan tähtipisteeseen ja jakelujärjestelmän maadoituselektrodiin.



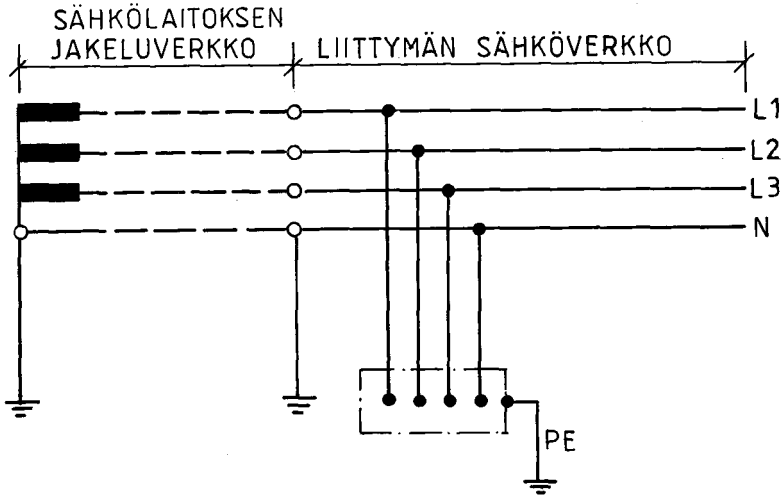
Kuva XIV – 3. TN-C-järjestelmä. Nolla- ja suojajohdintoiminnat on yhdistetty PEN-johtimeen koko järjestelmässä.

TN-C-järjestelmän käyttö tulee uudisrakennuksissa kyseeseen vain harvoissa tapauksissa.

2. TT-järjestelmä

TT-järjestelmässä on yksi piste suoraan maadoitettu.

Sähkölaitteiston jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on yhdistetty jakeluverkon maadoituselektrodista riippumattomiin erillisiin elektrodieihin (kuva XIV – 4) tai yhteiseen elektrodiin (elektrodien yhdistelmään).



Kuva XIV – 4. TT-järjestelmä.

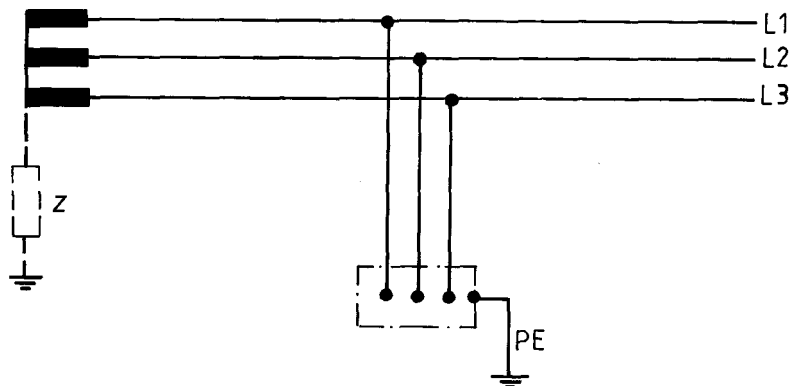
Muuntajan tai generaattorin tähtipiste, tai jos sellaista ei ole, yksi äärijohdin maadoitetaan.

Suomessa ei sähkönjakelussa yleensä käytetä tätä järjestelmää.

3. IT-järjestelmä

IT-järjestelmä on maasta erotettu tai suuren impedanssin kautta maahan yhdistetty järjestelmä. Tällaisessa järjestelmässä ensimmäinen vika ei yleensä aiheuta kosketusjännitevaaraa; ensimmäisestä viasta annetaan hälytys (StM 9 § 6, kohta A). Kahdesta samanaikaisesta viasta (kaksoismaasulusta) aiheutuvan vaaran välttämiseksi tällainen vika kytketään itsetoimivasti ja nopeasti pois, (StM 9 § 6, kohta A).

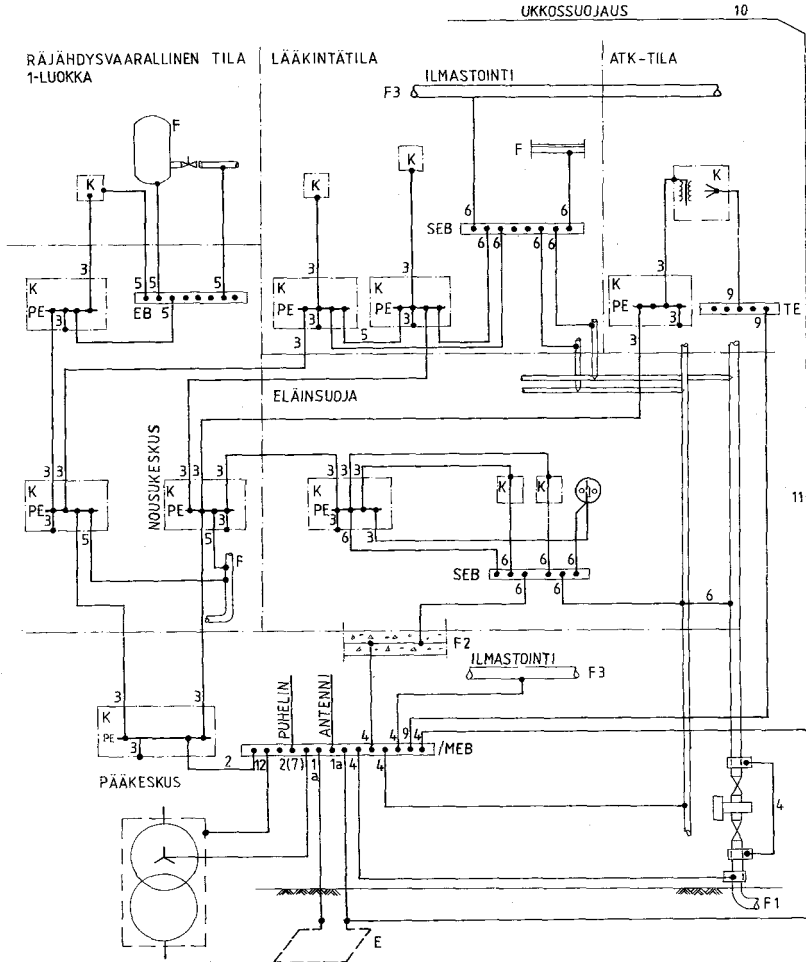
Liite XIV



Kuva XIV—5. IT-järjestelmä.

4. Esimerkkejä

Kuvissa XIV—6 . . . 13 on esitetty esimerkkejä eri järjestelmien käytöstä.



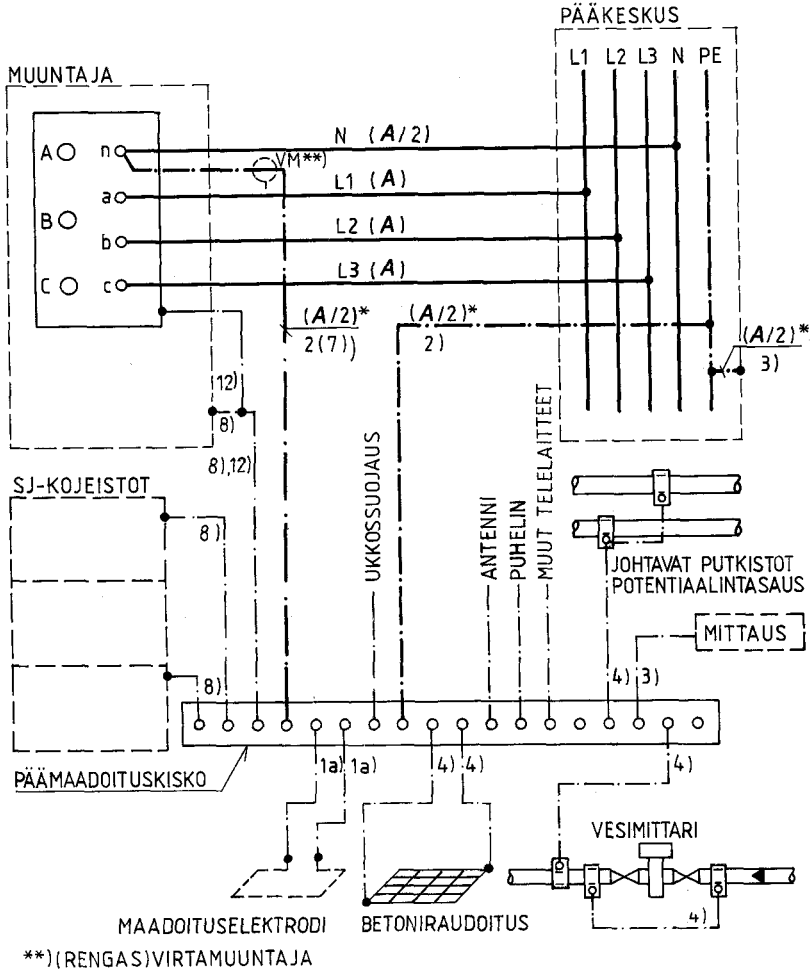
KUVA XIV—6. Kuvissa XIV—7... 13 käytetyt nimitykset.

- | | | | |
|----|--------------------|----|--------------------------------------|
| E | maadoituselektrodi | 1a | järjestelmän päämaa-
doitusjohdin |
| PE | suojakisko | 1b | maadoitusjohdin muualla
verkossa |

Liite XIV

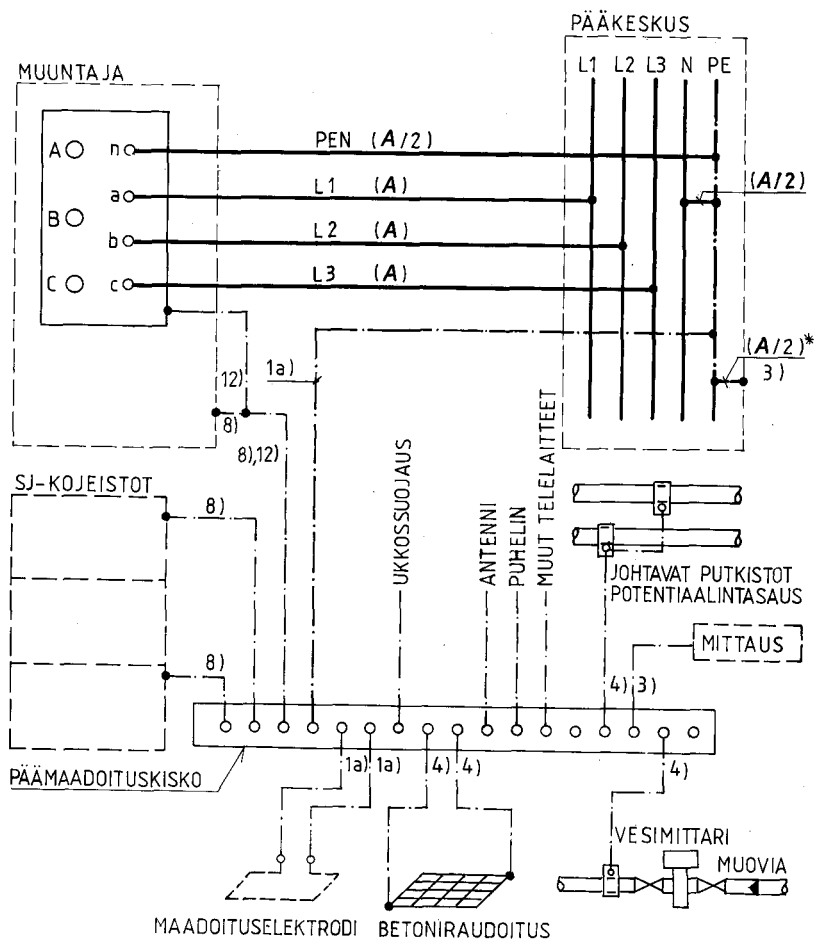
MEB	päämaadoituskisko (pääpotentiaalintasauskisko)	2	pääjohdon suojajohdin
EB	potentiaalintasauskisko	3	suojajohdin
SEB	lisäpotentiaalintasauskisko	4	pääpotentiaalintasausjohdin
TE	häiriöttömän maan maadoituskisko	5	potentiaalintasausjohdin
		6	lisäpotentiaalintasausjohdin
K	jännitteelle altis kosketeltava osa	(7)	pääjohdon suojajohdin 2, joka toimii samalla pää- maadoitusjohtimena
F	muu johtava osa	8	suurjännitelaitteiston suojajohdin
F1	muu johtava osa, päävesijohto	9	häiriöttömän maan maadoitusjohdin
F2	muu johtava osa, betoniradoitus	10	ukkossuojaus, kattojohdin
		11	ukkossuojaus, alastulo- johdin
F3	muu johtava osa, muut metalliset putkistot	12	muuntajan rungon suojajohdin
* vaihtoehtona StM 11 § 2 kohdan 4.II mukainen mitoitus			

ESIMERKKI 1 TN S JÄRJESTelmäSTÄ:
SUURJÄNNITEKULUTTAJA



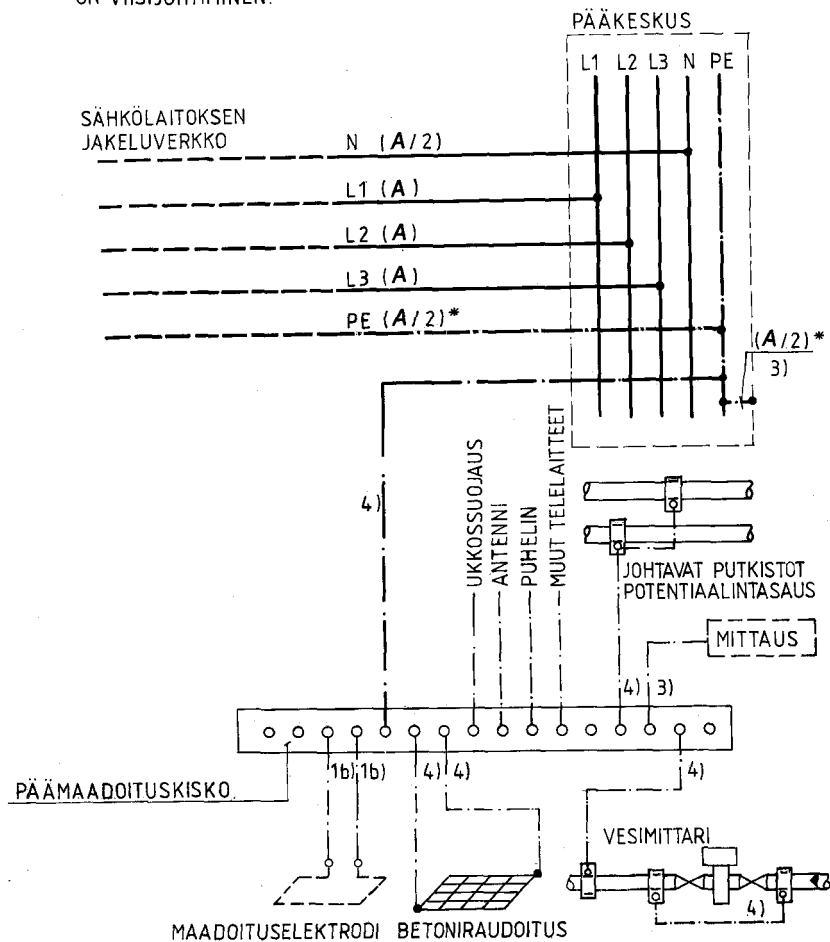
Kuva XIV—7. Esimerkki TN-S-järjestelmästä. Suurjänniteliittymä, muuntajan tähtipisteen ja pääkeskuksen välillä erikseen asennettu suojajohdin.

ESIMERKKI 2 TN-S-JÄRJESTelmäSTÄ:
SUURJÄNNITEKULUTTAJA.



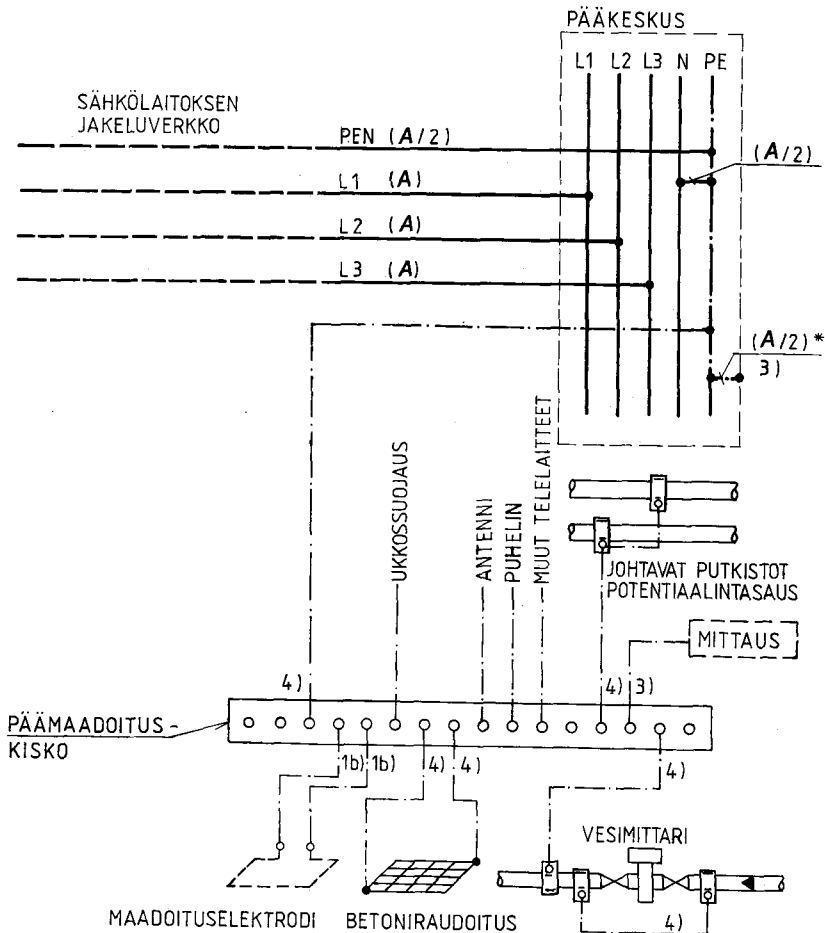
Kuva XIV—8. Esimerkki TN-S-järjestelmästä. Suurjänniteliittymä, muuntajan tähtipiste maadoitettu vasta pääkeskuksessa.

ESIMERKKI 3 TN-S-JÄRJESTELMÄSTÄ:
PIENJÄNNITEKULUTTAJA, JONKA LIITTYMISJOHTO
ON VIISIJOHTIMINEN.

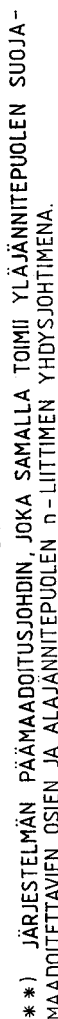


Kuva XIV – 9. Esimerkki TN-S-järjestelmästä. Pienjänniteliittymä, liittymisjohto viisijohtiminen.

ESIMERKKI 4 TN-S-JÄRJESTelmäSTÄ
PIENJÄNNITEKULUTTAJA, JONKA LIITTYMISJOHTO
ON NELIJOHTIMINEN.

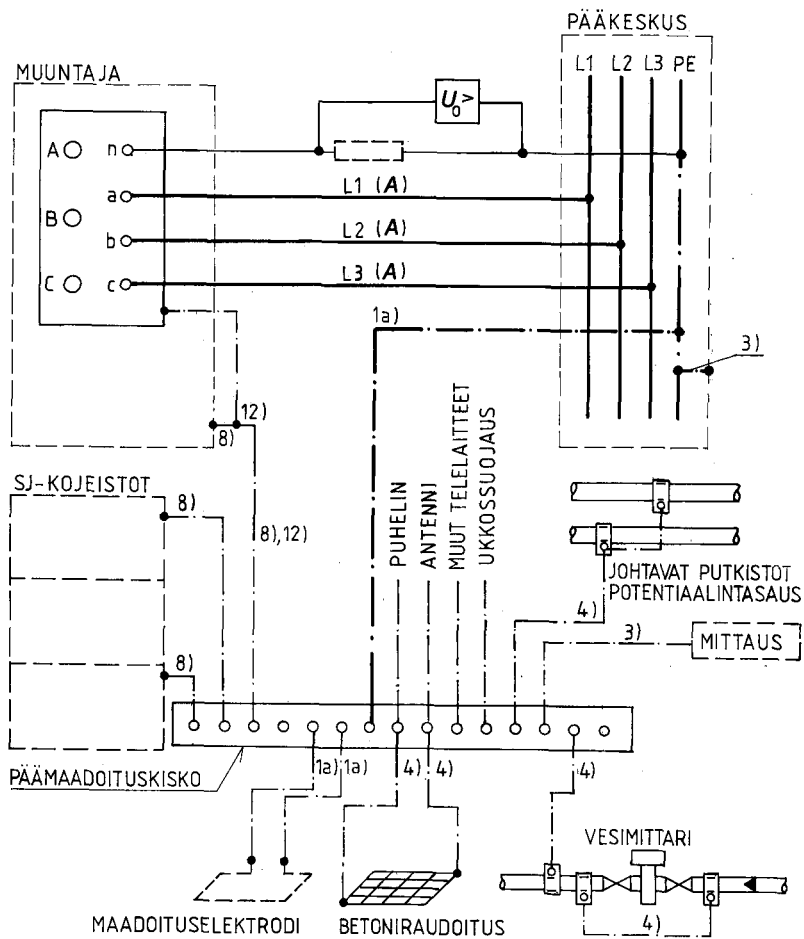


Kuva XIV — 10. Esimerkki TN-S-järjestelmästä. Pienjänniteliittymä, liittymisjohto nelijohtiminen.



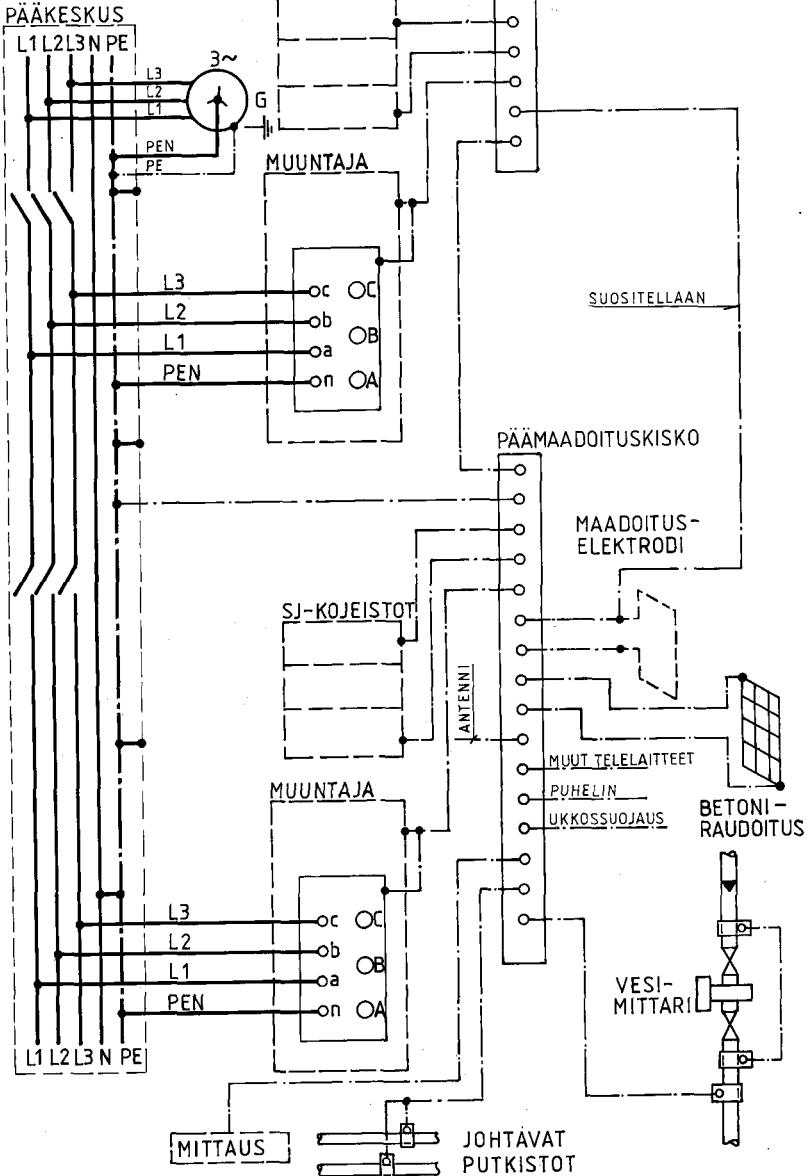
477

ESIMERKKI IT-JÄRJESTelmäSTÄ



Kuva XIV – 12. Esimerkki IT-järjestelmästä.

ESIMERKKI KAHDEN MUUNTAJAN JA GENERAATTORIN KYTKENNÄSTÄ
TN-S-JÄRJESTELMÄSSÄ. SJ-KOJEISTO



Kuva XIV—13. Esimerkki kahden muuntajan ja (varavoima)generaattorin liitännästä TN-S-järjestelmässä. Suurjännitekojeisto.

Liite XV

Suojajohtimen poikkipinnan määrittämisessä käytettävän kertoimen k arvot

Laskettaessa suojajohtimen poikkipinta 11 § 2 kaavan (11.2—1) avulla käytetään kertoimelle k seuraavista taulukoista saatavia arvoja.

Mitoitettaessa jakokeskuksen rungon suojajohtimen poikkipintaa käytetään taulukon XV—4 sarakkeen ”Näkyvissä oleva asennus sähkötilassa” kerrointa.

Kertoimen k arvo riippuu suojajohtimen materiaalista, eristyksestä ja muusta rakenteesta sekä johtimelle sallituista alku- ja loppulämpötiloista.

Taulukko XV—1. Kertoimen k arvot eristetyille erillisille suojajohtimille ja eristämättömille suojajohtimille, jotka koskettavat kaapelivaipaa.

Suojajohtimen eristysaine tai kaapelivaipan materiaali	PVC	EPR XLPE	Butyylikumi
Alkulämpötila	30 °C	30 °C	30 °C
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Kerroin k :			
— kuparijohtimilla	143 ¹⁾	176	166
— alumiinijohtimilla	95 ¹⁾	116	110
— teräsjohtimilla	52 ¹⁾	64	60

¹⁾ Tavallisille PVC-eristeisille johtimille poikkipintaan 300 mm² saakka.

Taulukko XV – 2. Kertoimen k arvot kaapelissa olevalle suojajohtimelle.

Suojajohtimen eristysaine	PVC	EPR XLPE	Butyylikumi
Alkulämpötila	70 °C	90 °C	85 °C
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Kerroin k : – kuparijohtimilla – alumiinijohtimilla	115 76	143 94	134 89

Taulukko XV – 3. Kertoimen k arvot, kun kaapelin vaippa toimii suoja-johtimena.

Eristysaine	PVC	EPR XLPE	Butyylikumi
Alkulämpötila	60 °C	80 °C	75 °C
Loppulämpötila	160 °C	250 °C	220 °C
Kerroin k : – teräksellä – alumiinilla – lyijyllä	44 81 22	54 98 27	51 93 26

Taulukko XV—4. Kertoimen k arvo eristämättömille johtimille, kun johtimen kuumeneminen ei aiheuta vahingon vaaraa lähiympäristön materiaaleille. Johtimen alkulämpötilaksi oletettu 30 °C.

Kerroin k eri maksimilämpötiloilla ja johdinaineilla	Asennusolosuhteet		
	näkyvissä tai sähkötilassa oleva asennus ¹⁾	normaalit käyttöolosuhteet	palovaaralliset käyttöolosuhteet
Kuparilla: — maksimilämpötila — kerroin k	500 °C 228	200 °C 159	150 °C 138
Alumiinilla: — maksimilämpötila — kerroin k	300 °C 125	200 °C 105	150 °C 91
Teräksellä: — maksimilämpötila — kerroin k	500 °C 82	200 °C 58	150 °C 50

¹⁾ Annetut lämpötilat ovat voimassa vain, kun liitosten lämpeneminen ei vaikuta liitoksen laatuun (johtokykyyn).

Taulukkojen XV—1 . . . 4 kertoimen k -arvot on saatu julkaisusta IEC 364—5—54 "Earthing arrangements and protective conductors", ja joitakin arvoja on täydennetty julkaisusta DIN 571000 Teil 540.

Hakemisto

Hakemistossa on esitetty julkaisun keskeisimpiä käsitteitä sekä kohdat, joista nämä käsitteet lähinnä löytyvät. Kun hakemistossa viitattua asiaa käsitellään tietyssä kohdassa useammalla sivulla, koskee viittaus ensimmäistä sivua.

A

A-alue
 peseytymistilat 266
 uima-allastilat 268
Ahdas tila 106
Aidan korkeus sähköalueella 146
Aikaraja
 käyttöönottoilmoitus 455
 määräaikaistarkastus 456
 käyttöönottotarkastus 454
Akusto 129
 ilmanvaihto 130
 kennojen eristys 130
 sijoitus nimellisjännitteestä riipuen 129
Alustan johtavuuden mittaaminen 377
Ammattikoulun suorittanut 320
Ammattikurssikeskuksen suorittanut 320
Ammattitaitovaatimukset 319
Antennilaitteiston maadoitusjohdin 50
Arkistotilat 239
Asennuskaapeliin kuormitusvirta 177
Asennuskorkeus
 kytkinlaitoksen laitteet 134
 kosketinkisko 145
 pistorasia 28, 235, 270, 300
Asennuskouru
 kosketusjännitteen estäminen 210
Asennusputki
 johdinmäärät 202
 johdon jatkaminen ja haaroittaminen 200
 johtimien vetäminen 202
 käsittely ja sijoitus 200

 lujuus- ja kotelointiluokka 197
 rasiat 205
 suojamaadoittaminen 205
Asennussyvyydestä aiheutuva korjauskerroin, maa-asennus 185
Asennustapa A 170
Asennustapa B 170
Asennustapa, laitteelle hyväksytty 19
Asetus sähköasetuksen muuttamisesta 433
Askeljännite
 määritelmä 354
Asuinrakennuksen pääkytkin 17
ATK- ja automaatiojärjestelmät 50
Avausväli erottimessa 97
Avojohto
 määritelmä 354
Avustamis- ja ilmoitusvelvollisuus 351

B

Betonirauditus
 käyttö pienjänniteliittymän maadoituselektrodina 81
 liittäminen rakennuksen päämaadoituskiskoon 50
 suojamaadoittaminen yli 1000 V järjestelmässä 61
B-alue
 peseytymistilat 267
 uima-allastilat 269
B-asennustapa 170

C

C-alue
peseytymistilat 267
uima-allastilat 269

E

Eläinsuoja 244
Enintään 1000 V järjestelmät ja maadoitustavat 465
Ennakkotarkastusvelvollisuus laitteille 459
Ennen käyttöönottoa tarkastettavat sähkölaitteistot 455
Ensiapuohjeet 21
Erikoislaitteistot 296
Erikoissuurjännitelaitteisto
määritelmä 354
Erilaiset tilat 234
Eriellinen maadoituselektrodi eri järjestelmille 83
Eriellinen suojamaadoitus 53
Eristepäällysteisen johdon asentaminen 152
Eristepäällysteiset johtimet
lisämerkinnät 160, 162
tunnukset 20
tunnusvärit 160
Eristysaineiset suojukset 148, 332
Eristysrakenteen kannalta sallittu maadoitusjännite 67
Eristysresistanssi
määritelmä 354
Eristystila, enintään 1000 V laitteet 26
Eristysvika
määritelmä 354
Erittäin vaaralliset käyttöolosuhteet 37
Eroin kytkinlaitoksessa 137
Eroin
erottimen tai sen ohjaimen lukitseminen 22, 334
määritelmä 354
Eroittimen avausväli 97

Erotustyö
määritelmä 355
Erotusvaihtoehdot kytkinlaitoksessa 137
Etäisyys
eristimen eristävään osaan 146
ilman ollessa eristyksenä 24
muuntamoon 89
paljaaseen jännitteeseen osaan 144
suoja-aidasta 147

G

Generaattori
määritelmä 355

H

Haaroittaminen
yksijohdinkaapeli 173
Haltijan toimesta suoritettavat tarkastukset 346
Hankaussähkö 9
Heikkovirtalaitteisto (-laite)
määritelmä 355
Heikkovirtalaitteiston syöttäminen
vahvavirtalaitteistosta 14
Henkilökohtaiset suojeluvälineet 343
Hitsausvirtapiiri
sallittu jännite 125
johtimet 126
Hoitaminen
sähkölaitteisto 13
Hoitokäytävä 140
Hoitoväline 138
Hormilämmitin 240
Huoltopistokytkimet 286
Huoltosyvennys 291
Huoneenlämmityskoje 108
Häiriöiden rajoittaminen 14
Häiriö toiselle vahva- tai heikkovirtalaitteistolle 13
Häiriöttömän maan maadoitusjohdin 50

I

- Ilmajohto
 - määritelmä 355
 - tilapäislaitteisto 298
- Ilmakehän sähköpurkaukset 9
- Ilman lämpötilasta aiheutuva korjauskerroin 186
- Ilmanvaihto, akusto 130
- Ilmanvaihtojärjestelmän pääkanavat 50
- Ilmanvaihtokanava 241
- Ilmaväli
 - jännitteisestä osasta jännitteettömään 24
 - suojavaadoittamiseen liittyvä 60
- Ilmoitus käytön johtajasta 451
- Ilmoitus tarkastajasta 457
- IT-järjestelmä 53
 - esimerkki 470
 - räjähdysvaarallinen tila 292

J

- Jakelukiskojärjestelmä 133
- Jakokeskus
 - määritelmä 355
 - oikosulkukestoisuuden merkintä 139
 - tilapäislaitteisto 298
- Jatkoyliylönti yli 1000 V järjestelmässä 59
- Johdin
 - määritelmä 355
 - liittäminen laitteeseen 26
- Johdon liitäntälaitte 229
- Johdon mitoitus ja suojaus
 - asennustapa A ja B 170
 - erityinen ylikuormitusuoja 190
- johdon lämpeneminen 168
 - johtimen pienin sallittu poikkipinta 165
 - johtimen poikkipinnan määrittäminen, esimerkki 389
 - johtoa suojaava sulake 189
 - korjauskertoimet 182
 - kuormitustaulukot 171
 - kuormitusvirtojen laskentaperus-

- teet 174
- nollajohtimen johtokyky ja mekaaninen lujuus 195
- Johdonsuojakatkaisija
 - vaatimus katkaisukyvyllä 91
 - määritelmä 356
- Johto
 - asentaminen alhaisessa lämpötilassa 153
 - asentaminen asennuskouruun 210
 - asentaminen putkeen ja onteloon 197
 - asentaminen sähkölistaan, johtokanavaan 206
 - jatkaminen putkiasennuksessa 205
 - johtimet yhteisen johtovaipan tai saman asennusputken sisällä 154
 - korroosiovahinkojen estäminen 152
 - liitokset 155
 - luonnostaan vaarattomat virtapiirit 282
 - läpivienti 225
 - mekaaninen lujuus 165
 - merkintä 20
 - määritelmä 356
 - ryhmäjohton jatkaminen 157
 - räjähdysvaarallinen tila 278
 - yhteisen teräsvaipan tai -putken käyttäminen 153
 - ylivirtasuoja 166
- Johtokanava- ja sähkölistajärjestelmä 206
 - johdinmerkinnät 209
 - jännitteisten osien eristäminen 207
 - liitokset 208
 - rakenne 206
- Johtimien tunnusvärit 160
- Johtimien veto putkeen 202
- Johtolajit
 - erilaiset tilat 251
 - räjähdysvaarallinen tila 278
 - telemerkkilaitteisto 308
 - tilapäislaitteisto 298
- Jännitelujuus 24
 - määritelmä 356
- Jänniterajat
 - määräystekniset 12
 - vahvavirtalaitteistojen jakami-

nen 12
 Jännitetyö 343
 Jännitteelle altis kosketeltava osa
 määritelmä 356
 Jännittelle altis osa
 määritelmä 356
 suojamaadoittaminen yli 1000 V
 järjestelmässä 59
 Jännitteen kytkemisen estäminen työ-
 kohteeseen 334
 Jännitteenkoetin
 koettimen kunnon tarkistus 334
 Jännitteet yleisessä sähkönjake-
 lussa 16
 Jännitteettömäksi tekeminen
 kytkinlaitos 137
 sähkölaitteisto, yleiset vaatimuk-
 set 16
 asuin-, toimisto- ja pienteollisuus-
 rakenn. 17
 Jännitteettömät laitteistot 333
 Jännitteinen osa
 eristys 26
 määritelmä 356
 välitön läheisyys 327
 Järjestelmän maadoittaminen 30
 Jäähdytys
 johdon reitti 169
 sähkölaite yleensä 19
 Jäätynen nesteen sulatus 121

K

Kaapeli
 asentaminen maahan 215
 asentaminen veteen 215
 haaroittaminen 218
 jatkaminen 218
 jatkuva kuormitusvirta 177
 kiinnittäminen 217
 mekaaninen suojakerros 214
 merkitseminen ja suojaaminen 216
 metallivaipan suojamaadoittaminen
 enint. 1000 V jännitteellä 219
 metallivaipan suojamaadoittaminen
 yli 1000 V jännitteellä 220
 määritelmä 356
 palon leviämisen estäminen 222

 päättäminen 218
 rakenne 213
 sähkömekaaninen suojakerros 214
 tavallisimpien kaapelien rakenne-
 tietoja 380
 vaarallisen kosketusjännitteen syn-
 tymisen estäminen 220
 yleisen liikenneväylän ylitys tai ali-
 tus 221
 Kaarihitaus 125
 Kaaviollinen esitys
 maadoitukset ja potentiaalintasaus-
 järjestelmä 272
 maadoitusjohtimen yhdistämispai-
 kat 18
 lämmityskelmu 113
 muottilämmitys 121
 ryhmäkeskus 18
 sähkökiuas 116
 öljypoltinlaitteisto 317
 Kaikkinapainen kytkin 94
 Kaksinapainen toiminta
 määritelmä 351
 Kaksoiseristys
 määritelmä 357
 Kaksoismaasulku
 määritelmä 357
 Kaksoismaasulkusuojaus 36
 Karjatalouden talousrakennukset 244
 Kartta
 maadoituksista 272
 sähkölaitteistosta 18
 Kasvihuoneen valaisin 246
 Katkaisija
 määritelmä 357
 asetetut vaatimukset 94
 Kehonhoitolaite 106
 Keskipiste
 määritelmä 357
 Kieltokilpi 21
 erotuskohta tai ohjauselin 334
 Kielto käytönjohtajana toimimi-
 selle 452
 Kiinnitysetäisyydet kaapelille 217
 Kilpimerkinnät 20
 Kojeen hoito- ja käsittelyväline 138
 Koju, sähkömekaaninen 106
 Kojeen hoito- ja käsittelyväline 138
 Kondensaattorilaitteisto

- toimenpiteet ennen työskente-
lyä 132
- purkauspiiri 132
- Konsentrinen suoja-, PEN- tai nolla-
johdin 214
- Korjauskerroin 182
 - asennussyvyydestä 185
 - ilman lämpötilasta 186
 - kaapeleista muoviputkessa maa-
asennuksessa 184
 - maan lämpöresistiivisyydestä 185
 - samansuuntaisista ja täyteen kuor-
mitetuista johdoista 183
- Korroosio 69, 79, 152, 238, 244
- Kosketin
 - määritelmä 357
- Kosketinkiskon sijoitus 145
- Kosketusetäisyys
 - määritelmä 357
- Kosketusjännite
 - mittaaminen 378
 - määritelmä 358
 - rajoittaminen yli 1000 V järjestel-
mässä 65
 - tapaturmavaaran estäminen 37
 - vaaralliset käyttöolosuhteet 39
 - vaarallisuus yli 1000 V järjestel-
mässä 64
- Kosketusjännitesuojaus
 - enintään 1000 V järjestelmä 37
 - maa- ja karjatalouden talousraken-
nukset 248
 - telemerkkilaitteisto 307
 - tilapäislaitteisto 297
 - yli 1000 V järjestelmä 59
- Kosketusjännitteen kannalta sallittu
maadoitusjännite 62
- Kosketussuoja
 - määritelmä 358
- Kosketussuojaus
 - maadoitusjohdin 78
 - osittainen kosketussuojaus kytkin-
laitoksessa 147
- Kostea tila 235
 - määritelmä 358
- Kotelointiluokka
 - eri tiloissa 250
 - maa- ja karjatalouden talousraken-
nukset 246
- muualla kuin sähkötilaan sijoitettu
kytkinlaitos 144
- määritelmä 358
- räjähdysvaarallinen tila 284
- sähkötilaan sijoitettu kytkinlai-
tos 145
- Kotelointiluokka ja asennustapa 250
- Kotelointiluokka ja käyttöpaikka 256
- Kotitalouskoje 106
- Kovettuvan betonin lämmittämi-
nen 119
 - lankalämmitys 119
 - muottilämmitys 121
- Kuiva tila 234
 - määritelmä 358
- Kuljetettava laitteisto 301
 - kiinteästä verkosta riippuma-
ton 304
 - kiinteään verkkoon liitettävä 301
 - moottorijoneuvon sähkölämmi-
tin 305
 - määritelmä 359
 - oma energialähde, verkkoon liitet-
tävä 305
- Kuljetukset jännitteisten osien
lähellä 330
- Kulutuskoe
 - määritelmä 359
 - syöttäminen usealla ryhmäjoh-
dolla 231
- Kulutuskoeiden ryhmitys 230
- Kunnossapito-ohjelma 15
- Kuormanerotin
 - määritelmä 359
- Kuormitettavuuden korjauskertoi-
met 169
- Kuormitustaulukot, johto 171
- Kuormitusvirta
 - kaapelille 177
 - rajoittaminen 23
- Kuormitusvirtojen laskentaperus-
teet 174
- Kuumapintainen lämmitin 109
- Kytkenäjohtojen, lankalämmitys 119
- Kytkin
 - asennos osoitus 95
 - kaksinapainen 95
 - lämmitin 109
 - määritelmä 359

nimellisvirta 95
 valinta 93
 turvakytkin 97
 yksinapainen 94
 Kytkinlaite 93
 kaikkinapainen 94
 lukitseminen 22
 määritelmä 359
 nollajohtimessa 58
 ohjauselimen merkinnät 95
 ominaisuudet 93
 sijoitus 98
 Kytkinlaitos 133
 hoitokäytävä 140
 jännitteeltään erilaisten virtapiirien
 erottaminen toisistaan 150
 jännitteisten osien erottaminen ym-
 päristöstä 142
 kojeen hoito- ja käsittelyväline 138
 kotelointiluokka 144
 laitteiden asennusalue 136
 laitteiden sijoitus 134
 merkinnät 139
 määritelmä 359
 määräysten soveltamisalue 133
 osien tekeminen jännitteettö-
 mäksi 137
 osittainen kosketussuojaus enint.
 1000 V jännittellä 147
 osittainen kosketussuojaus yli
 1000 V jännitteellä 149
 siirrettävät työmaadoitusväli-
 neet 150
 tilapäinen eristäminen 149
 ulkokytkinlaitoksen aita 146
 vahinko- ja vaara-alueen rajoitta-
 minen 23
 Käsitteiden määritelmiä ja selityk-
 sia 354
 Käsityökalu 106
 Käsivalaisin 129
 Käyttöjännite
 määritelmä 360
 Käyttömaadoitus 30
 määritelmä 360
 äärijohtimen maadoittaminen 30
 Käyttömaadoitusjohdin
 mittamuuntajan toisio 105
 poikkipinta enintään 1000 V järjes-

telmässä 75
 poikkipinta yli 1000 V järjestel-
 mässä 76
 Käyttömaadoitusimpedanssi enint.
 1000 V järjestelmässä 30
 Käyttöolosuhteet
 erittäin vaaralliset 37
 määritelmä 360
 vaaralliset 39
 Käyttötoimenpiteenä käsiteltävien
 laitteiden asennuskorkeus 134
 Käyttötoimenpiteet 323
 Käyttöönottoilmoitus 455
 Käyttöönottotarkastus, haltijan toi-
 mesta suoritettava 346
 Käyttöönottotarkastus, viranomaisten
 suorittama 454
 Käytönjohtaja 451

L

Laitteet
 ennakkotarkastus ja valvonta 459
 Lampunpidin 127, 300
 Lankalämmitys 119
 Laskentaperusteet kuormitusvir-
 ralle 174
 Lattialämmitys 118
 Laukaisuaika
 liittymän sähköverkko 47
 sähkölaitoksen jakeluverkko 47
 Leikkikalu, käyttöolosuhteiden mää-
 ritteleminen 38
 Liikenneväylä
 määritelmä 360
 Liitin
 määritelmä 360
 Liitos
 maadoitusjohdin 78
 suojajohdin 78
 Liitäntäjohdot pistokytkimille 99
 Liittymisjohto
 määritelmä 360
 suojaaminen ylikuormitukselta 226
 Liittymän sähköverkko 50
 Liitäntäjohto, taipuisa
 määritelmä 273
 Lisäeristys

määritelmä 360
 Lisäpotentiaalintaus 51
 Lisäpotentiaalintausjohdin, enint.
 1000 V järjestelmä
 esimerkki 471
 mitoitus 76
 Lukitseminen
 kytkinlaite 22
 sähkötila 22
 Luonnostaan vaarattomat virtapii-
 rit 293
 johdot 282
 Luotettava asennonsoitin 333
 Läheisyys, jännitteinen osa 327
 Lämmitin 108
 lämmittimen kytkin 109
 lämmittimet, maa- ja karjatalouden
 talousrakennukset 246
 vedenlämmitin 114
 Lämmityskaapeli 117
 asennus räjähdysvaarallisessa
 tilassa 280
 Lämmityskelmu, -verkko ja
 -maali 110
 Lämpeneminen, johto 168
 Lämpöpuhallin, suuritehoinen 114
 Läpivienti, johto 225
 Lääkintätilat 39
 Löylyhuone 257

M

Maadoittaminen
 määritelmä 360
 Maadoitus
 erikoissuurjännitelaitteisto 312
 määritelmä 360
 nollajohdin 49
 suorittaminen 68
 telemerkkilaitteisto 307
 Maadoituselektrodi
 erillinen eri järjestelmille 83
 jatkos ja haaroitus 80
 mitoitus 80
 määritelmä 361
 pienjänniteliittyä 81
 sähköverkkoon liitettävä raken-
 nus 51

yhteinen eri järjestelmille 83
 Maa- ja karjatalouden talousraken-
 nukset 244
 Maa- ja karjataloudessa käytettävät
 laitteet
 kotelointiluokka 246
 kosketusjännitesuojaus 248
 liittäminen verkkoon 248
 sijoitus laitetilaan 247
 sijoitus muualle kuin laiteti-
 laan 247
 tilaluokitus 244
 Maadoituselektrodien yhdistelmä
 määritelmä 361
 Maadoituserotin
 määritelmä 361
 Maadoitusimpedanssi
 määritelmä 361
 Maadoitusjohdin
 asennus 78
 korroosionkestävyys 79
 liitos 51, 78
 mitoittaminen 75
 määritelmä 361
 suojaus tahattomalta koskettami-
 selta 77
 suojaus vahingoittumiselta 78
 Maadoitusjännite
 enimmäisarvot yli 1000 V järjestel-
 mässä 62
 eristysrakenteen kannalta yli
 1000 V järjestelmässä 67
 määritelmä 361
 Maadoituskiinnikkeet 150
 Maadoituskytkin
 määritelmä 361
 Maadoitusresistanssi, yli 1000 V jär-
 jestelmä 61
 Maakaasujohto 50
 Maasulku
 hälytys- ja erotuslaite 33
 määritelmä 361
 Maasulkusulkuvirta
 määritelmä 362
 rajoittaminen 24
 Maasulkusuojaus 33
 Mekaaninen ja terminen lujuus 23
 Merkinnät, kytkinlaitos 139
 Merkinnät, sähkölaite 20

Merkkivalaistus
 määritelmä 362
 Metallivaipan käyttö nolla-, PEN- ja
 suojajohtimena 219
 Mittamuuntajan maadoitus 105
 Moottoriajoneuvon sähkölämmi-
 tys 305
 Moottoriajoneuvosuoja 243
 Moottorinsuojakatkaisija
 määritelmä 362
 Moottorinsuojakytkin
 katkaisukyky 92
 käyttö erityisenä ylikuormitussuo-
 jana 190
 määritelmä 362
 Muottilämmitys 121
 Muuntaja
 betonin lämmitys 119
 kytkentä 104
 rakenne 104
 suojaerotusmuuntaja 104
 suojajännitemuuntaja 104
 Muu johtava osa
 esimerkki 472
 käyttäminen suojajohtimena 73
 määritelmä 362
 Muuntaja
 määritelmä 362
 Muuntoasema (muuntamo)
 etäisyysvaatimukset 88
 kantavat ja osastoivat rakenteet 87
 määritelmä 362
 sijoitus 89
 Muut suojausmenetelmät 56
 Muut viranomaiset 345
 Muutoksenhaku 352
 Muuttaja
 määritelmä 362
 Märkä tila
 määritelmä 363
 Määräaikaistarkastus 347
 Määräyksistä poikkeaminen 352
 Määräystekniset jänniterajat 12
 Määräysten tarkoitus 9

N

Nimellisjännite
 määritelmä 363

Nimellisjännite, akusto 130
 Nimellisvirta, kytkin 95
 Nollajohdin
 johtimessa oleva kytkinlaite 58
 johtokyky, mekaaninen lujuus 195
 määritelmä 363
 Nollapiste
 määritelmä 363
 Nollauksen suorittaminen 46
 Nollaus
 määritelmä 363
 Nollausehdot
 ensimmäinen 47
 toinen 49
 täyttämisen valvominen 52

O

Oikosulku
 määritelmä 363
 Oiko- ja maasulku
 mekaaniset rasitukset ja lämpene-
 minen 21
 Oikosulkusuoja 32
 johdon oikosulkusuoja 166
 määritelmä 364
 Oikosulkuvirta
 määritelmä 364
 rajoittaminen 24
 Omaisuudenvaara 9, 23, 346
 Omatarveurakointi 443
 Opastuksen vaatimukset 324
 Oppisopimuskoulutuksen suoritta-
 nut 320
 Osittainen kosketussuojaus
 eristysaineinen suojus 148
 metallinen suojus 148
 määritelmä 364
 enintään 1000 V kytkinlaitos 147
 yli 1000 V kytkinlaitos 149
 Ovien avautuminen kytkinlaitok-
 sessa 141

P

Palamaton rakennustarvike
 määritelmä 364
 Palava rakennustarvike

määritelmä 364
 Palavat kaasut, nesteet ja höyryt 272
 ominaisuudet 391
 Palavat pölyt 275
 ominaisuudet 394
 Paljaan jännitteisen osan alusta 136
 Paljas johdin
 asentaminen eristimille 196
 merkintä 20
 Palonkestoajakuukittelu
 määritelmä 365
 Palonkestävä sähkölaitteen sijoitus
 määritelmä 365
 Palon leviämisen estäminen kaapelia
 pitkin 222
 Palovaarallinen tila 240
 Paloviranomaiselle kuuluva tarkas-
 tus 345
 PEN-johdin
 johtokyky 195
 maadoittaminen 49
 mekaaninen lujuus 195
 määritelmä 365
 väritunnus 160
 Peittämissuojattu lämmitin 109
 Peruseristys
 määritelmä 365
 Peseytymistilojen tilaluokitukset
 A-alue 266
 B-alue 267
 C-alue 267
 Pienjännittelaitteisto (-laite) 12
 määritelmä 365
 Pienteollisuusrakennuksen pääkyt-
 kin 17
 Piirustukset sähkölaitteistosta 18
 Pintalämpötila
 palovaarallinen tila 240
 räjähdysvaarallinen tila 283
 Pistokytkin
 asennus 98
 erikoispistokytkinjärjestelmä 100
 määritelmä 365
 rakenne 98
 siirrettävän pistokytkimen liitäntä-
 johto 99
 Pistorasia
 asennus kosteaan tilaan 236
 asennus märkään tilaan 238

asennus palovaaralliseen tilaan 241
 asennus rakennustyömaalla 300
 asennus vaarallisissa käyttöolosu-
 hteissa 28
 lukumäärä ja sijoittaminen 42
 moottorijoneuvon lämmityspisto-
 rasia 306
 määritelmä, ks. pistokytkin
 rakenne räjähdysvaarallisessa
 tilassa 284
 Poikkeusluvut käytönjohtajalle 452
 Poikkipinta
 maadoitusjohdin, enintään 1000 V
 järjestelmä 75
 maadoitusjohdin, yli 1000 V järjes-
 telmä 76
 maadoitusliitin 68
 potentiaalintasausjohdin 76
 suojajohdin, enintään 1000 V jär-
 jestelmä 69
 suojajohdin, yli 1000 V järjestel-
 mä 76
 työmaadoitusjohdin, kiinteä 77
 työmaadoitusjohdin, siirret-
 tävä 338
 Poistumistie kytkinlaitoksista 140
 Potentiaalintasaus
 maa- ja karjatalouden talousraken-
 nukset 249
 määritelmä 366
 räjähdysvaarallinen tila 292
 Potentiaalintasausjohdin
 esimerkki 472
 liittimet 51
 mitoittaminen, enint. 1000 V jär-
 jestelmä 75
 määritelmä 367
 räjähdysvaarallinen tila 292
 Potentiaalintasauskisko 50
 esimerkki 472
 määritelmä 367
 Puhelinyhtymät 239
 Puhelinlaitteiston maadoitusjoh-
 din 50
 Pukeutumistila 271
 Puolikiinteä asennustapa
 määritelmä 367
 suojausmenetelmä 38
 Purkauspiiri, kondensaattori 132

Putkeen asennettavat johtolajit 199
 Putkeen jäätyneen nesteen sulattaminen 121
 Putkikoko eri johdinmääriille ja poikkipinnoille 202
 Putkilanka
 asentaminen 211
 jatkaminen ja haaroitus 212
 suojamaadoittaminen 213
 Putkistojen eristäminen
 maa- ja karjatalouden talousrakennukset 250
 Pylväs
 määritelmä 367
 Pylväskytkinlaitos 66
 Pätevyysvaatimukset 439
 Pätevyysvaatimukset tarkastajalle 457
 Pääjohto
 määritelmä 367
 Pääjännite
 määritelmä 367
 Pääkaasujohto 50
 Pääkeskus
 lukitseminen 22
 määritelmä 367
 Pääkytkin
 vaatimukset 17
 merkinnät 17, 139
 Päällystetty avojohhto
 määritelmä 367
 Päämaadoitusjohdin
 esimerkki 471
 mitoitus 75
 määritelmä 368
 Päämaadoituskisko
 esimerkki 472
 määritelmä 368
 Pääpotentialintaus 50
 Päätoimisuusvaatimus, käytönjohtaja 451
 Päävesijohto 50

R

Radio- ja televisiohäiriöiden rajoittaminen 14
 Rajoitus käytönjohtajana toimimiselle 452

Rakenne- ja koestusmääräykset 10
 Rakennuksen maadoituselektrodi 51
 Rakennusrungon metalliosat 50
 Rakennustyömaa
 ilmajohtot 298
 jakokeskukset 298
 kosketusjännitesuojaus 297
 Rakentamisluvat, sähkölaitos 430
 Rekisteri hyväksytyistä laitteista 462
 Riippujohto
 määritelmä 368
 Riippukaapelijohto
 määritelmä 368
 Riippukierrejohto
 määritelmä 368
 Riittävä kosketussuoja 27
 Rinnankytkettyjen johtojen kuormittavuus 190
 Ripustusjohto 127
 Roudansulatuslaite 115
 Runkojohdin, lankalämmitys 119
 Ryhmyksestä aiheutuva korjauskerroin 187
 Ryhmytysäännöt kulutuskojeille 230
 Ryhmäjohto
 jatkaminen 157
 määritelmä 368
 Ryhmäkeskus
 määritelmä 368
 Räjähdyserhmät 285
 Räjähdystarvikkeet
 räjähdystarvikkeita sisältävä tila 276
 sähkölaitteiden rakenteelle asetetut vaatimukset 288
 Räjähdysvaarallinen tila
 käytettävät sähkölaitteiden rakenteet 396
 laitteiden tunnuksot ja nimitykset 296
 lämmityskaapeliasennus 280
 määritelmä 368
 tilaluokitus 273
 vaaditut rakenteet 283

S

Sallitut jännitetyöt 344
 Sallitut liitänjohtot pistokytke-

- mille 99
- Samanaikaisesti kosketeltavat osat
 - määritelmä 369
- Saunan löylyhuone 257
- Sähkö tarkastuskeskuksen tarkastamat kohteet
 - käyttöönottotarkastukset 455
 - määräaikaistarkastukset 456
- Siirrettävä laite
 - määritelmä 369
 - käyttö kosteassa tilassa 236
 - käyttö moottoriajoneuvosuo-
jassa 243
 - käyttö palovaarallisessa tilassa 241
- Siirrettävä roudansulatuslaite 114
- Siirrettävä työmaadoitusväline 338
- Siirtymispistokytkin
 - määritelmä 369
- Sisäinen ylijännite 86
- Sisäjohdot, maa- ja vesistökaape-
lit 152
- Sivullisen pääsy sähkötilaan 22
- Standardi
 - akuston ilmanvaihto 131
 - asennusputki 197
 - eristepäällysteisten johtimien kuva-
tai kirjain-numerotunnukset 20
 - eristyskoordinaatio ja ylijännitesuo-
jaus 87
 - jakokeskusten ja kytkinlaitosten
ovet ja kannet 74
 - johtimien liittimien tunnuksat 164
 - kaapeli 214
 - kaaviollinen esitys 18
 - kertoimen k arvo 482
 - kotelointiluokka 251
 - kuormitusvirtojen laskentaperus-
teet 174
 - käsitteiden määritelmät 354
 - lääkintätilojen sähköasennukset 39
 - maadoituskiinnikkeet 150
 - maadoitusliittimen tunnus 68
 - merkki- ja turvavalaistuslaitteet ja
vaatimukset 318
 - moottorisuojakytkin 190
 - muuntajan koejännite 68
 - osoitetunnuskilven pohjaväri 164
 - painikkeiden ja merkkilamppujen
värit 96
 - palavat kaasut, nesteet ja höy-
ryt 273
 - palavien kaasujen ja nesteiden omi-
naisuuksia 393
 - paljaan suojajohtimen tunnus 209
 - pistokytkin 99
 - riippukierrehoidon johtimen tun-
nistaminen 164
 - räjähdysvaarallisten tilojen lait-
teet 284, 396
 - räjähdysvaarallisten tilojen luoki-
tus 274
 - siirrettävä polttomoottorin käyttä-
mä generaattori 297
 - siirrettävä työmaadoitusväline 339
 - suojausluokan I tunnus 41
 - teollisuuskoneiden sähkölait-
teet 135
 - turvakytkin 97
 - ulosotettavat ja vedettävät yksi-
köt 78
 - vaarallisuudesta varoittava kilpi 15
- Suihkuhuone 264
- Suihkutila 264
- Sulake
 - esimerkki suuruuden määrittämi-
sestä 388
 - määritelmä 369
 - vaihtaminen 326
- Suojaamattoman jännitteisen osan
välitön läheisyys 327
- Suojaeristys
 - kojeen tunnus 45
 - määritelmä 369
- Suojaerottaminen 44
 - määritelmä 369
- Suojaerotusmuuntaja
 - määritelmä 369
 - rakenne 104
- Suojajohdin
 - asentaminen 78
 - eristepäällysteen tunnusväri 160
 - johtokyvyn säilyminen 74
 - liitos 78
 - liittimien tunnuksat 164
 - liittäminen 68
 - mitoitus laskemalla, enintään
1000 V järjestelmä 72
 - mitoitus taulukon mukaan, enin-

tään 1000 V järjestelmä 71
 mitoitus, yli 1000 V järjestelmä 75
 määritelmä 369
 poikkipinnan määrittämisessä käytettävä kerroin *k* 480
 putkilangassa oleva suojojohdin 213
 suojaus koskettamiselta 78
 tyyppi 72
 Suojajännite 44
 Suojajännitemuuntaja
 määritelmä 370
 rakenne 104
 Suojajännitteinen virtapiiri
 määritelmä 370
 Suojakisko
 määritelmä 370
 Suojakourut ja -laatat
 korjauskerron 186
 Suojamaadoittaminen
 erikoissuurjännitelaitteisto 312
 erittäin vaaralliset käyttöolosuhteet 38
 IT-järjestelmä 53
 jakelumuuntajan runko 71
 kaapelin metallivaippa 219
 kuljetettava laitteisto 303
 lämmityskaapeli 119
 maadoitusliitin 68
 määritelmä 370
 räjähdysvaarallinen tila 291
 TT-järjestelmä 55
 vaaralliset käyttöolosuhteet 39
 yli 1000 V järjestelmä 59
 öljylämmityslaitteisto 316
 Suojamaadoitusliitin
 määritelmä 370
 tunnus 68
 Suojamuuntaja
 määritelmä 370
 Suojapuomi 150
 Suojaus
 jännitteisen osan koskettamiselta 27
 palovaaralta 87
 terveydelle vaarallisilta aineilta 90
 ylijännitteeltä 85
 Suojausluokitus
 määritelmä 370

Suojausmenetelmät, enint. 1000 V järjestelmä
 käyttäminen 43
 käyttö rinnakkain 57
 Suojaverkko 145
 Suomen rakentamismääräyskokoelma 87, 140
 Suuritehoinen lämpöpuhallin 113
 Suurjännitteinen vahvavirtalaitteisto (-laite)
 määritelmä 371
 Syttymisryhmät ja pintalämpötilat 286
 Syttyvien rakenteiden etäisyys sähkölaitteistosta (-laitteesta) 88
 Syövyttäviä aineita sisältävä tila
 määritelmä 371
 Sähköalan ammattihenkilöä vaativat käyttötoimenpiteet 325
 Sähköalue
 määritelmä 371
 Sähköalucen aita 146
 Sähköasentajan tutkinto 319
 Sähköasetus 423
 Sähköhitsaus 125
 Sähkökiuas 115
 Sähkökone
 erilaisissa tiloissa 103
 määritelmä 371
 säätö- ja suojalaitteet 101
 ylikuormitusvirtasuojaus 102
 Sähkölaite
 asennustapa 19
 koteloitiluokka ja asennustapa 250
 liittäminen johtoon 229
 merkinnät 20
 määritelmä 371
 oikosulkusuoja 32
 rakenne, sijainti ja jäähdytysjärjestelmä 19
 ryhmitys säännöt 230
 ylikuormitusuoja 32
 ympäristön suojaeristäminen 43
 Sähkölaitoksen ja -laitteiston tarkastukset 345
 Sähkölaitteesta lähtevä terveydelle vaarallinen aine 90
 Sähkölaitteisto

haltijan suorittamat tarkastukset 346
 hoitaminen 15
 häiriö toiselle laitteistolle 13
 kaaviollinen esitys 18
 kaksoismaasulkusuojaus 36
 käytön johtaja 451
 maasulkusuojaus 32
 määritelmä 372
 selväpiirteisyys 13
 tekeminen jännitteettömäksi 16
 viranomaisten suorittamat tarkastukset 345
 ylivirtausuojaus 32
 Sähkölaki 401
 Sähkölämpökoje 107
 Sähkömekaaninen koje 106
 käyttäjännite 106
 suojausmenetelmä 106
 Sähkömekaaninen suojakerros 214
 Sähkömoottori
 määritelmä 372
 Sähkön vaarallisuus 11
 Sähköpurkaukset, ilmakehän aiheuttamat 9
 Sähkötapaturma 351
 Sähkötarvike
 määritelmä 372
 Sähkötila
 määritelmä 372
 sivullisen pääsyn estäminen 22
 Sähkötilaan sijoitettu kytkinlaitos 145
 Sähkötilan lukitseminen 22
 Sähköturvallisuus 319
 Sähkötöiden johtaja
 määritelmä 372
 Säästömuuntaja 104

T

Taipuisa liitäntäjohto
 jatkaminen 224
 käyttäminen tilapäislaitteistossa 299
 määritelmä 373
 vaatimukset kestävyydelle 223
 vaipan korjaaminen 225
 Tapaturmat ja omaisuusvahingot 351

tapaturmasta ja omaisuusvahingosta ilmoittaminen 351
 Tarkastajan pätevyysvaatimukset 457
 Tarkempien määräyksien antaminen 352
 Tehollisesti maadoitettu järjestelmä
 määritelmä 373
 Tehtävään opastettu henkilö 324
 Telemerkkilaitteisto
 johdinpoikkipinta 309
 johtimen ylivirtasuojaus 310
 johtimien asentaminen 309
 johtolaji 308
 jännitelähde 308
 kosketusjännitesuojaus 307
 maadoitus, maasulkusuojaus 307
 määritelmä 373
 rakenne 311
 Terminen ja mekaaninen lujuus 23
 Terveydelle vaarallisilta aineilta suojaaminen 90
 Tilaluokitus
 maa- ja karjatalousten talousrakennukset 244
 peseytymistilat 266
 räjähdysvaarallinen tila 284
 uima-allastilat 268
 Tilapäislaitteisto 296
 ilmajohdot 298
 jakokeskukset 298
 kosketusjännitesuojaus 297
 määritelmä 373
 Tilapäiset eristykset tai suojukset 332
 Todistus ennakkotarkastuksesta 461
 Toimistorakennuksen pääkytkin 17
 Toinen nollausehto
 liittymän sähköverkko 50
 sähkölaitoksen jakeluverkko 49
 TN-järjestelmä
 räjähdysvaarallinen tila 291
 TT-järjestelmä
 räjähdysvaarallinen tila 291
 Tunnusvärijärjestelmä 160
 Turvakytkin
 määritelmä 373
 Turvallisustoimenpiteiden varmistus
 ennen työn aloittamista 341
 Turvallisustoimenpiteiden varmistus
 töiden lopettamisen jälkeen 342

Turvapistorasian asentaminen 28,
 270, 306
 Turvavalaistus
 määritelmä 373
 Työalueet
 pätevyydestä riippuen 443
 Työkohteen erottaminen jännitteetö-
 mäksi 333
 Työkoneet ja kuljetukset jännitteisten
 osien lähellä 330
 Työmaadoittaminen
 määritelmä 373
 tarkoitus 335
 Työmaadoituselektrodi 341
 Työmaadoitusjohtimen mitoittami-
 nen 77
 Työmaadoitusjärjestys 340
 Työmaadoituspaikka 336
 Työmaadoitusväline 338
 maadoituskohdat 341
 Työnaikainen sähköturvallisuus 321
 Työskentelyalue 328
 Työsuojeluviranomaisen val-
 vonta 345
 Työt jännitteettömässä laitteis-
 tössä 333
 Työturvallisuuskoulutus 322
 Tähtipiste
 määritelmä 374
 Töiden ja hoidon valvonta 319

U

Uima-allastila 267
 Uima-allastilan sähköasennus 269
 Ukkossuojauksen maadoitusjoh-
 din 50
 Ulkoinen ylijännite 86
 Upotettava valaisin löylyhuo-
 neessa 259
 Uudisrakennuksen maadoitus-
 elektrodi 51
 Uunilämmitin 110

V

Vaaralliset käyttöolosuhteet 39

Vaara toiselle vahvavirtalaitteistolle
 tai heikkovirtalaitteistolle 13
 Vaarattomat käyttöolosuhteet 40
 Vahvavirtalaitteisto (-laite)
 määritelmä 374
 Vahvistettu eristys
 määritelmä 374
 Vaihejohdin
 määritelmä 374
 Vaippahäviöiden välttäminen 175
 Vajaanapainen toiminta
 määritelmä 374
 Valaisin 127
 asennus peseytymis- ja uima-allas-
 tiloissa 269
 ilmanvaihto 128
 kasvihuoneessa 246
 kotelointiluokka erilaisissa ti-
 loissa 254
 kuivauskaapin alapuolella 235
 käsivalaisin 129
 liittäminen ryhmäjohtoon 230
 löylyhuoneessa 257
 maa- ja karjatalouden talousraken-
 nuksissa 246
 pintalämpötila palovaarallisessa ti-
 lassa 240
 rakenne ja sijoitus tilapäislaitteis-
 tössä 300
 rakenne räjähdysvaarallisessa ti-
 lassa 284
 ramppiasennus 128
 sijoitus 128
 valaisinpistorasia 128
 vesihanan läheisyydessä 235
 Valokaarikaasujen purkautumi-
 nen 142
 Valoputkilaite
 sijainti 313
 varakytkin 314
 Varavalaistus
 määritelmä 374
 Varoitustaulut(-kilvet)
 erikoissuurjännitelaitteisto 313
 kondensaattorilaitteisto 132
 ohjauselektrodi 67
 paljaat jännitteiset osat 21
 kuumapintaist lämmittimet 109
 lämmityskelmu 114

putkistolämmitys 281
 suuritehoinen lämpöpuhallin 114
 sähkölista 208
 vaunukatkaisijan ohjauskaapelin
 pistokytkin 105
Varoke
 määritelmä 374
 rakenne 92
 tulppavarokkeen asennuskor-
 keus 135
Vastushitsaus 127
Vastuu sähkölaitteiston hoitami-
 sesta 16
Veden ja muun nesteen lämmitin 114
Verkkokartta tai verkostotiedosto 52
Vikajännitesuojakytkin
 määritelmä 375
 suojausmenetelmät 56
**Vikatapauksessa sallittu jän-
 nite** 40, 56
Vikavirta
 määritelmä 375
Vikavirtasuojakytkin
 erittäin vaaralliset käyttöolosuh-
 teet 38
 IT-järjestelmä 54
 kuljetettava laitteisto 303
 lämmityskelmu 113
 lämmityskaapeli-asennukset 118
 määritelmä 375
 peseytymis- ja uima-allastilat 270
 räjähdysvaarallinen tila 281, 292
 tilapäislaitteisto 297
 TT-järjestelmä 55
Vikavirtavalvontajärjestelmä
 määritelmä 375
 räjähdysvaarallinen tila 291
 TN-S-järjestelmä 46
**Viranomaisen suorittamat tarkastuk-
 set** 345
Virtajohdin
 määritelmä 375
Virtamuuntajan toisiopiiri 105
**Voimaantulosäännös, aikaisemmat
 määräykset** 353
Vuosiloma tms., käytönjohtaja 452
Vuosiloma tms., tarkastaja 457
**Vähimmäisetäisyys ilman ollessa eris-
 teenä** 24
Välitön läheisyys 327

Y

**Yhteinen maadoituselektrodi, eri jär-
 jestelmät** 83
**Yhteinen teräsvaippa tai putki, vaih-
 tovirtapiiriin johtimet** 153
**Yksijohdinkaapeli, haaroittami-
 nen** 173
**Yksijohdinkaapeli, kuormitus-
 virta** 177
Yksinapainen kytkin 94
**Yksivaiheisen kojeen liittäminen kol-
 mivaihejärjestelmään** 232
**Yleinen sähkönjakelu, käyttömaadoi-
 tus** 31
Yleisen sähkönjakelun jännite 16
Yleiset ammattitaitovaatimukset 319
Ylijännite
 sisäinen 86
 suojaus 86
 ulkoinen 86
Ylijännitesuoja
 määritelmä 375
**Ylikuormitukselta suojaamaton liitty-
 misjohto** 226
Ylikuormitussuoja
 johto 189
 määritelmä 375
 sähkökone 102
 räjähdysvaarallisen tilan lait-
 teet 290
Ylivirtasuoja
 määritelmä 376
 rakenne 91
 sijainti 91
 johto 189
Ylivirta- ja maasulkusuojaus 32
**Ympäristön johtoon aiheuttamat rasi-
 tukset** 153

Ä

Äärijohdin
 määritelmä 376
 johtimen käyttömaadoittaminen 30

Ö

Öljylämmityslaitteisto
 pääkytkin 315

