

Antopäivä: [pp.kk.vvvv]	Voimaantulopäivä: [pp.kk.vvvv]	Voimassa: toistaiseksi
Säädösperusta: Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä (1686/2009), 15 §:n 3 momentti ja 23 §:n 1 momentti		
Täytäntöönpantava EU-lainsäädäntö: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/45/EY (32009L0045); EUVL L 163, 25.6.2009, s. 1, sellaisena kuin se on muutettuna komission direktiivillä 2010/36/EU (32010L0036); EUVL L 162, 29.6.2010, s. 1, komission direktiivillä (EU) 2016/844 (32016L0844); EUVL L 141, 28.5.2016, s. 51, ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direk- tiivillä (EU) 2017/2108 (32017L2108); EUVL L 315, 30.11.2017, s. 40		
Muutostiedot: Tällä määräyksellä kumotaan Liikenteen turvallisuusviraston määräys alusten sähköasennuk- sista (TRAFI/10743/03.04.01.00/2014)		

Alusten sähköasennukset

Sisällys

I	luku Yleistä.....	3
1	Määräyksen tarkoitus.....	3
2	Määritelmät	3
3	Määräyksen soveltamisalaan kuuluvat alukset.....	5
4	Muiden säännösten tai määräysten soveltamisalaan kuuluvat alukset.....	6
II	luku Uusien alusten sähköasennukset	7
1	Yleistä 7	
1.1	Sähköasennusten hyväksyminen	7
1.2	Sähköasennusten turvallisuus	9
1.3	Sähkönjakelujärjestelmät	9
1.4	Sähkölaitteiden valinta	10
1.5	Sähköasennuksia koskevia erinäisiä vaatimuksia	10
1.6	Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien mekaaniset rakenteet	10
1.7	Maadoitus	11
1.8	Merkinnät	12
2	Sähköjärjestelmät	12
2.1	Sähköenergian pääsähkölähde sekä sähkön laatu	12
2.2	Sähköenergian hätäsähkölähteet	14
2.3	Sähkönjakelu	17
2.4	Maasyöttö ja sähkönsyöttö aluksesta toiseen	19
2.5	Virtapiirien suojaus	19
2.6	Kaapelointi.....	22
3	Sähkölaitteet	26
3.1	Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien laitteet.....	26

3.2	Akut ja akkutilat	27
3.3	Järjestelmät	29
3.4	Tarkastus ja kunnossapito	33
III	luku Olemassa olevien alusten sähköasennukset	33
1	Yleistä 33	
1.1	Sähköasennuksia koskevat tiedot	33
1.2	Sähköasennusten turvallisuus	34
1.3	Sähköasennuksia koskevia erinäisiä vaatimuksia	34
1.4	Maadoitus	34
1.5	Merkinnät	35
2	Sähköjärjestelmät	35
2.1	Sähköenergian pääsähkölähde	35
2.2	Sähköenergian hätäsähkölähteet kansainvälisen liikenteen lastialuksilla, joiden bruttovetoisuus on alle 500	36
2.3	Sähköenergian hätäsähkölähteet muissa kuin 2.2 kohdassa tarkoitetuissa aluksissa	38
2.4	Sähkönjakelu	40
2.5	Maasyöttö	40
2.6	Virtapiirien suojaus	40
2.7	Kaapelointi	40
3	Sähkölaitteet	42
3.1	Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien laitteet	42
3.2	Akut ja akkutilat	42
3.3	Järjestelmät	44
IV	luku Voimaantulo	44
Liite 1	Sähkölaitteiden koteloointi	45
Liite 2	Sähkölaitteiden ympäristön lämpötila-alueet	48
Liite 3	Ulkoisen maadoitusjohtimen poikkipinta-alan riippuvuus laitteeseen virtaa syöttävästä kaapelista	49
Liite 4	Pelkästään johdon oikosulkusuojana toimivan sulakkeen suurin nimellisvirta suhteessa johtimen poikkipintaan	50
Liite 5	Kaapelissa sallittu jatkuva nimellisvirta kaapelin poikkipinta-alan, lämpötilan ja kaapelimateriaalin mukaan	51
Liite 6	Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien kiskojen ja eristämättömien johtojen mitoitus	52
Liite 7	Kaapelien kiinnityskohtien väli vaakasuorassa asennuksessa	53

I luku Yleistä

1 Määräyksen tarkoitus

Tällä määräyksellä Liikenne- ja viestintävirasto antaa aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä annetun lain (1686/2009) 15 §:n 3 momentin ja 23 §:n 1 momentin nojalla alusten sähköasennuksia koskevat tarkemmat määräykset non-SOLAS-direktiivin (2009/45/EY) täytäntöönpanemiseksi ennen 1 päivää heinäkuuta 1998 rakennetuille C- ja D-luokkaan kuuluville matkustaja-aluksille ja tarkemmat tekniset määräykset muille tämän määräyksen soveltamisalaan kuuluville aluksille mainitun lain 5 §:ssä säädettyjen yleisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi ja alusturvallisuuden kannalta riittävän tason varmistamiseksi.

2 Määritelmät

Tässä määräyksessä tarkoitetaan:

- 1) *uudella aluksella* alusta, joka on rakennettu 1 päivänä tammikuuta 2013 tai sen jälkeen;
- 2) *aluksella, joka on rakennettu* alusta, jonka köli on laskettu tai joka on ollut vastaavassa rakennusvaiheessa;
- 3) *vastaavalla rakennusvaiheella* vaihetta, jolloin:
 - a) määräyksi alukseksi tunnistettava rakentaminen on aloitettu; ja
 - b) kyseisen aluksen kokoaminen on aloitettu, ja se käsittää vähintään 50 tonnia tai yhden prosentin kaikkien rakennusaineiden arvioidusta kokonaismäärästä pienemmän luvun mukaisesti;
- 4) *olemassa olevalla aluksella* alusta, joka ei ole uusi alus;
- 5) *kaikilla aluksilla* uusia ja olemassa olevia aluksia;
- 6) *pääsähkölähteellä* päätaulua syöttävää generaattorikoneistoa, jolla syötetään sähköä aluksen normaaliin toimintaan ja asumiseen tarvittaville laitteille;
- 7) *hätäsähkölähteellä* hätätaulua syöttävää sähkölähdettä, jolla syötetään sähköä aluksen hätätilanteessa tarvittaville laitteille päätaulun syötön häiriintyessä;
- 8) *väliaikaisella hätäsähkölähteellä* hätätilannekäyttöä varten asennettua akustoa, joka toimii pää- ja hätäsähkölähteen syötön katketessa automaattisesti;
- 9) *vaarattomalla jännitteellä* jännitettä, joka ei ole ihmiselle vaarallinen. Jännite on vaaraton, jos muuntajien, muuttajien ja muiden jännitteen alentamiseen tarkoitettujen laitteiden käämit ovat sähköisesti erillisiä ja jos näiden laitteiden tai sähkölähteiden alennettu jännite ei ylitä:
 - a) tasavirralla 50 V napojen välillä; tai
 - b) vaihtovirralla 50 V tehollisena vaiheiden välillä tai vaiheiden ja rungon välillä;
- 10) *erittäin tärkeällä laitteella* laitetta, jonka normaalista toiminnasta riippuvat aluksen turvallinen kulku ja aluksessa olevien ihmisten turvallisuus ja joka on olennainen aluksen toiminnalle. Erittäin tärkeitä laitteita ovat:

- a) peräsinkoneisto;
 - b) säätölapapotkurin pumpput ja säätöjärjestelmä;
 - c) propulsiolle välttämättömien pää- ja apukoneiden polttoainesyöttö-, polttoöljyventtiilien jäähdytys-, voiteluöljy- ja jäähdytyspumput, polttoöljyn viskositeetin säätölaitteet sekä mahdolliset muut apulaitteet;
 - d) höyrykattiloiden syöttövesi-, kondenssivesi-, polttoaine-, voiteluöljy- ja jäähdytysvesipumput sellaisessa aluksessa, jossa on höyryturbiinit ja apuhöyrykattiloiden vastaavat pumpput, jos höyryä käytetään erittäin tärkeissä laitteissa, sekä muut tarpeelliset apulaitteet;
 - e) pää- ja hätäsähkölähteet ja sähkön jakeluun liittyvät laitteet;
 - f) ruoripotkurijärjestelmä, joka on aluksen ainoa propulsio- ja ohjailujärjestelmä, ja siihen liittyvät voiteluöljy-, hydraulikka- ja jäähdytysvesipumput sekä mahdolliset muut apulaitteet;
 - g) kone- ja kattilahuoneiden tuulettimet;
 - h) vesitiiviit ovet;
 - i) palo- ja sammutusjärjestelmät;
 - j) kulkuvalot;
 - k) radiolaitteet;
 - l) navigointilaitteet ja -järjestelmät;
 - m) sisäiset yhteydenpitolaitteet;
 - n) paloilmaisin- ja hälytyslaitteet;
 - o) koneiston hälytys- ja kaukovalvontalaitteet ja hätäpysäytyslaitteet;
 - p) räjähdysvaarallisten tilojen tuulettimet;
 - q) paloturvallisuuteen liittyvät laitteet;
 - r) palopumput;
 - s) tyhjennyspumput;
 - t) hätävalaistus;
 - u) hengenpelastuslaitealueiden valaistus;
- 11) *tärkeällä laitteella* laitetta, jonka ei välttämättä tarvitse olla jatkuvasti toiminnassa aluksen normaalissa toiminnassa, mutta jota ajoittain tarvitaan ylläpitämään alukselle tarpeellisten laitteiden toimintaa. Tärkeitä laitteita ovat:
- a) vinssit ja ankkurit;
 - b) polttoaineensiirtopumput;
 - c) käynnistysilmakompressorit;

- d) pilssi-, painolasti- ja heeling-pumput;
- e) voiteluöljynsiirtopumput;
- f) ohjailupotkurimoottorit;
- g) taavetit;

- 12) *vähemmän tärkeällä laitteella* muita kuin 10 ja 11 kohdissa mainittuja laitteita;
- 13) *lossilla* ohjaukkyöden tai sitä korvaavan Liikenne- ja viestintäviraston hyväksymän muun laitteiston ohjaamaa lauttaa;
- 14) *ammattivenemääräyksellä* määräystä ammattiveneiden turvallisuudesta;
- 15) *Pohjoismaisella venenormistolla* Pohjoismaiden merenkulkuviranomaisten ja Det Norske Veritaksen yhteistyönä kehitettyjä sääntöjä alle 15 metrin pituisten ammattiveneiden turvallisuudesta.

Lisäksi tässä määräyksessä noudatetaan aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisuudesta käytöstä annetun lain 2 §:n määritelmiä.

3 Määräyksen soveltamisalaan kuuluvat alukset

3.1 Tätä määräystä sovelletaan enintään 500 V järjestelmällä varustettaviin aluksiin. Yli 500 V järjestelmällä varustettaviin aluksiin sovelletaan vastaavia hyväksytyt luokituslaitoksen laatimia voimassa olevia sääntöjä.

3.2 Tämän määräyksen II luvun vaatimuksia sovelletaan seuraaviin uusiin aluksiin:

- 1) kansainvälisen liikenteen lastialukseen, jonka bruttovetoisuus on alle 500;
- 2) kotimaanliikenteen alukseen, jonka pituus on vähintään 24 metriä;
- 3) kotimaanliikenteen alukseen, jonka pituus on alle 24 metriä ja johon ei sovelleta ammattivenemääräystä; sekä
- 4) kalastusalukseen, jonka pituus on alle 24 metriä.

3.3 Lisäksi II luvun vaatimuksia sovelletaan alukseen tehtävään uuteen asennukseen, jolla korvataan vanha asennus tai jolla alukseen asennetaan uusi järjestelmä.

3.4 Tämän määräyksen III luvun vaatimuksia sovelletaan seuraaviin olemassa oleviin aluksiin:

- 1) kansainvälisen liikenteen lastialukseen, jonka bruttovetoisuus on alle 500;
- 2) non-SOLAS-direktiivin soveltamisalaan kuuluvaan kotimaan matkoilla liikennöivään C- ja D-luokan matkustaja-alukseen, joka on rakennettu ennen 1 päivää heinäkuuta 1998;
- 3) kotimaanliikenteen alukseen, jonka pituus on vähintään 24 metriä;
- 4) kalastusalukseen, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja joka on rakennettu ennen 1 päivää tammikuuta 1999;
- 5) kotimaanliikenteen alukseen, jonka pituus on vähintään 15 metriä mutta alle 24 metriä ja johon ei sovelleta ammattivenemääräystä;

- 6) kalastusalukseen, jonka pituus on vähintään 15 metriä mutta alle 24 metriä;
- 7) kotimaanliikenteen alukseen, jonka pituus on alle 15 metriä ja johon ei sovelleta ammattivenemääräystä eikä Pohjoismaista venenormistoa; sekä
- 8) kalastusalukseen, jonka pituus on alle 15 metriä ja johon ei sovelleta Pohjoismaista venenormistoa.

3.5 Tätä määräystä ei sovelleta:

- 1) kalastusalukseen, jonka pituus on alle 10 metriä, eikä kotimaanliikenteen liikennealueella I liikennöivään kalastusalukseen, jonka pituus on alle 12 metriä;
- 2) alukseen, jonka sähköasennukset ovat hyväksytyt luokituslaitoksen luokitamat;
- 3) aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä annetun lain 3 §:n 3 ja 4 momentissa mainittuihin aluksiin; eikä
- 4) perinnealukseen. Perinnealukseen sovelletaan sille perinnealusten turvallisuutta koskevassa määräyksessä asetettuja sähköasennuksia koskevia vaatimuksia.

3.6 Kaikkien kansainvälisen liikenteen säiliöalusten, joiden bruttovetoisuus on alle 500, sekä kaikkien kotimaanliikenteen säiliöalusten sähköasennusten on täytettävä rakennusaikaansa vastaavat SOLAS-yleissopimuksessa säiliöaluksille asetetut vaatimukset. Tässä yhteydessä säiliöaluksella tarkoitetaan lastialusta, joka on rakennettu ja joka soveltuu palavien nesteiden kuljettamiseen irtolastina, ja palavilla nesteillä nesteitä, joiden leimahduspiste on enintään +60 °C (suljetun astian menettelmä) määritettynä hyväksytyllä leimahduspistekokeella ja joiden Reid-höyrynpaine on pienempi kuin vastaava ilmanpaine.

3.7 Ammattivenemääräystä vastaavien aiemmin käytössä olleiden säännösten tai Pohjoismaisen venenormiston mukaisesti rakennetun aluksen sähköasennusten on täytettävä rakennusaikaansa vastaavat kyseisissä säännöksissä tai venenormistossa asetetut vaatimukset. Kyseiseen alukseen tehtävään uuteen asennukseen, jolla korvataan vanha asennus tai jolla alukseen asennetaan uusi järjestelmä, sovelletaan kuitenkin tämän määräyksen II luvun tai ammattivenemääräyksen vaatimuksia.

3.8 Liikenne- ja viestintävirasto voi sallia myös muun kuin tässä määräyksessä edellytetyn järjestelyn soveltamisen aluksessa, jos se on todennut, että järjestelyllä saavutetaan ainakin vastaava turvallisuustaso kuin mitä tässä määräyksessä vaaditaan. Laivanisännän tai hänen edustajansa on esitettävä Liikenne- ja viestintävirastolle riittävä kirjallinen selvitys siitä, että järjestely täyttää ainakin tässä määräyksessä vaaditun turvallisuustason.

3.9 Liikenne- ja viestintävirasto voi hyväksyä, että määräyksen soveltamisalaan kuuluviin aluksiin sovelletaan tämän määräyksen sijasta vastaavia hyväksytyt luokituslaitoksen laatimia voimassa olevia sääntöjä.

4 Muiden säännösten tai määräysten soveltamisalaan kuuluvat alukset

4.1 SOLAS-yleissopimuksen (SopS 11/1981) soveltamisalaan kuuluvan aluksen sähköasennusten on täytettävä SOLAS-yleissopimuksessa ja siihen tehdyissä muutoksissa niille asetetut vaatimukset.

4.2 Non-SOLAS-direktiivin (2009/45/EY) soveltamisalaan kuuluvien kotimaan matkoilla liikennöivien kaikkien A- ja B-luokan matkustaja-alusten sekä 1 päivänä heinäkuuta 1998 tai sen jälkeen rakennettujen C- ja D-luokan matkustaja-alusten sähköasennusten ja huollon on oltava hyväksytyin luokituslaitoksen sääntöjen mukaiset.

4.3 Kalastusalusdirektiivin (97/70/EY) soveltamisalaan kuuluvan 1 päivänä tammi-kuuta 1999 tai sen jälkeen rakennetun kalastusaluksen sähköasennusten on täytettävä kalastusalusdirektiivissä ja siihen myöhemmin tehdyissä muutoksissa niille asetetut vaatimukset.

4.4 Erikoisaluksen sähköasennusten on täytettävä erikoisaluslainsäädännössä (IMO:n päätöslauselmat A.534(13) ja MSC.266(84)) niille asetetut vaatimukset erikoisalusten turvallisuutta koskevan määräyksen mukaisesti.

II luku Uusien alusten sähköasennukset

1 Yleistä

1.1 Sähköasennusten hyväksyminen

1.1.1 Hyväksymishakemus

Uuden aluksen, korjattavan aluksen, ulkomailta hankitun aluksen tai kauppa-alukseksi muutettavan aluksen sähköasennuksia koskeva hyväksymishakemus on toimitettava Liikenne- ja viestintävirastolle hyvissä ajoin ennen aluksen suunniteltua käyttöön ottamista. Hakemuksessa on esitettävä aluksen käyttötarkoitus, liikennealue ja muut asennusten kannalta olennaiset tiedot.

1.1.2 Hyväksymishakemukseen liitettävät tiedot

Hyväksymishakemukseen on liitettävä seuraavat asiakirjat ja muut tiedot:

- 1) sähkönjakelun lohkokaavio, josta on ilmentävä sähkönjakelujärjestelmä, jakeluverkosto, oikosulkulaskelmat yli 100 kVA generaattoriliitännöille, energiata-solaskelmat sekä päälaitteiden tiedot (mm. valmistaja, tyyppi, teho ja hyväksynnät);
- 2) päätaulun, hätätaulun ja jakokeskusten käyttölaitteiden sijoitukset, kiskojen rakenteet ja mitoitus sekä nousujohtokaaviot, joihin sisältyvät kuluttajatiedot, liitäntätehot, nimellisvirrat, kaapelityypit ja koot, käytetyt mitoituskertoimet ja pääkomponenttien tiedot (mm. valmistaja, tyyppi, mitoitusarvot, asetusarvot ja hyväksynnät);
- 3) kaaviot, joista on ilmentävä laitteiden sijoitukset, sähkönsyötöt, kaapeleiden tyypit ja koot, päälaitteiden tyypit ja hyväksynnät sekä päälaitteiden tiiviysluokat
 - a) erittäin tärkeiden laitteiden sähkökaaviot;
 - b) polttoöljypumppujen ja tuulettimien hätäpysäytyskaaviot;
 - c) akku- ja UPS-järjestelmien kaaviot ja kapasiteetilaskelmat;
 - d) lataus- ja invertterijärjestelmien kaaviot;
 - e) hätävalaistuskaaviot ja valaisinsijoitukset;

- f) valaistuskaaviot ja valaisinsijoitukset sekä valaistuslaskelmat tai tarkastelu (kansilla, lastitiloissa, miehistö- ja matkustajatiloissa, työtiloissa, koneistotiloissa);
 - g) kulku- ja merkkivalojen kaaviot;
 - h) paristottoman puhelimen ja hätäviestintälaitteiden kaaviot;
 - i) yleishälytysjärjestelmän kaaviot;
 - j) maistasyöttöjärjestelmä; sekä
 - k) kaiutinjärjestelmän kaaviot;
- 4) selvitykset
- a) EX-tilojen (räjähdysvaarallisten tilojen) sähkölaitteiden asennuksesta;
 - b) maadoituksen periaatteesta;
 - c) sähkönlaadusta, esim. sähköisen propulSION aiheuttamana;
 - d) suurimman kuluttajan käynnistyksestä aiheutuvasta jännitteen alenemasta;
 - e) alle 50 V järjestelmän jännitteen suurimmasta mahdollisesta alenemasta;
 - f) testiohjelmasta; sekä
 - g) suunnittelijan ja asentajan pätevyyksistä;
- 5) konevalvontajärjestelmästä seuraavat tiedot
- a) pääkone- ja apukoneautomaatiikan yleiskaavio, josta on ilmettävä kauko-ohjaus, hätäpysäytysjärjestelmät sekä koko järjestelmän päälaitteiden tiedot, hyväksynät, sähkönsyötöt ja kaapelointiperiaate;
 - b) koneiston ja järjestelmien automaatiikan yleiskaavio (block diagram), josta on ilmettävä järjestelmän päälaitteiden tiedot, hyväksynät ja sähkönsyötöt;
 - c) pääkoneen, apukoneen sekä järjestelmien valvonnan hälytyspisteluettelo (asetukset ja raja-arvot); sekä
 - d) komponenttiluettelo.

Piirustukset, kaaviot, suunnitelmat, laskelmat, taulukot ja muut selvitykset on toimitettava paperitse kolmena kappaleena tai sähköisesti. Tiedoksi lähetettävät laitesitteet toimitetaan paperitse yhtenä kappaleena tai sähköisesti. Samassa piirustuksessa voidaan esittää useampiakin asioita, jos se voidaan tehdä selkeästi.

1.2 Sähköasennusten turvallisuus

- 1.2.1 Sähköasennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle eikä omaisuudelle vaaraa. Sähköasennuksissa on noudatettava hyvää sähköteknistä suunnittelu- ja asennustapaa.
- 1.2.2 Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöiden sekä asennusten toteuttamisesta säädetään sähköturvallisuuslaissa (1135/2016).

1.3 Sähköjakelujärjestelmät

- 1.3.1 Aluksessa voidaan käyttää seuraavia sähköjakelujärjestelmiä:

- 1) 3-vaiheinen vaihtovirtajärjestelmä
 - a) 3-johdin eristetty järjestelmä (L1/L2/L3/PE) (verkko IT tai TT);
 - b) 4-johdinjärjestelmä, jossa nollajohdin on maadoitettu runkoon mutta runkoa ei käytetä paluujohdina (L1/L2/L3/N/PE) (verkko TN-S); tai
 - c) 3-johdinjärjestelmä, jossa nollajohdin on maadoitettu runkoon ja runkoa käytetään paluujohdina mutta ei käytetä järjestelmissä (L1/L2/L3/PEN)
- 2) 1-vaiheinen vaihtovirta- tai tasavirtajärjestelmä
 - a) 2-johdin eristetty järjestelmä (L1/L2/PE);
 - b) 2-johdinjärjestelmä, jossa toinen johdin on maadoitettu runkoon (L1/N/PE); tai
 - c) 1-johdinjärjestelmää, jossa on käytetty runkopaluuta, voidaan käyttää paikallisasennuksissa, kuten käynnistysmoottoreissa, katodisuojauslaitteissa ja muissa vastaavissa asennuksissa (L1/PEN).

- 1.3.2 Laitteita ja järjestelmiä saa syöttää enintään taulukon mukaisilla jännitteillä. Korkeampia jännitteitä voidaan käyttää erityistapauksissa, kuten seuraavissa järjestelmissä:

- 1) koneistoissa, joiden teho sitä vaatii;
- 2) erityislaitteissa (mm. radio- ja käynnistyslaitteet) ja erikoistyökaluissa.

Laitteen käyttötarkoitus	tasavirta	1-vaihe	3-vaihe
Voima- ja lämmityslaitteet ja yleiskäyttöön tarkoitetut pistorasiat	250 V	250 V	500 V
Valaistus-, viestintä-, komento- ja ilmoituslaitteet sekä muut käyttölaitteet	250 V	250 V	-

Syöttö kannettavalle sähkölaitteelle

Yleisesti sekä kattiloissa että tankeissa käytetty käsikäyttöinen laite	50 V	50 V	-
Käyttämällä eristävää muuntajaa, joka on tarkoitettu yksittäiselle laitteelle. Tämän järjestelmän molemmat johdot on eristettävä rungosta	-	250 V	-

Käytettävässä laitetta, joka on suojaeristetty	50 V		-
--	------	--	---

- 1.3.3 Kolmivaiheisissa vaihtovirtajärjestelmissä on laitteet kytkettävä siten, että normaalioloissa eri vaihevirtojen keskinäinen ero ei ole yli 15 %.

1.4 Sähkölaitteiden valinta

- 1.4.1 Erittäin tärkeiden sähkölaitteiden, -rasioiden ja niiden asennusmateriaalien on oltava voimassa olevien laivastandardien (standardisarja IEC 60092) mukaisia tai hyväksytyin luokituslaitoksen hyväksymiä. Muut sähkölaitteet ja niiden asennusmateriaalit voivat olla IEC-laivastandardin tai jonkin muun eurooppalaisen laivastandardin mukaisia tai hyväksytyin luokituslaitoksen sääntöjen mukaisia. Sähkölaitteiden on oltava aluskäyttöön sopivia.
- 1.4.2 Laitteiden materiaalit ja asennustavat on valittava siten, että sähkökemiallisia pareja ei synny.

1.5 Sähköasennuksia koskevia erinäisiä vaatimuksia

- 1.5.1 Sähkölaitteet on asennettava ja kaapeloitava siten, että sähkömagneettiset häiriöt eivät haittaa laitteiden toimintaa.
- 1.5.2 Sähkölaitteet on sijoitettava siten, että ohjauslaitteiden sekä kaikkien huoltoa, tarkastusta ja vaihtoa vaativien osien luokse on helppo päästä.
- 1.5.3 Aluksella on oltava erittäin tärkeille sähkölaitteille riittävä määrä varaosia, ottaen huomioon aluksen liikennealue ja miehitys.
- 1.5.4 Aluksen tiloihin asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokan on oltava vähintään tämän määräyksen liitteen 1 mukainen.
- 1.5.5 Sähkölaitteiden kiinnittäminen palaville nesteille tarkoitettujen säiliöiden seiniin tai alle 75 mm etäisyydelle niistä on kielletty.
- 1.5.6 Sähkölaitteet on rakennettava toimimaan tämän määräyksen liitteen 2 mukaisissa lämpötiloissa. Jos laitteiden sijaintipaikan määräämät rajalämpötilat oleellisesti ylitetään tai alitetaan, on laitteisiin mahdollisesti tehtävä muutoksia. Sähkölaitteiden on toimittava 15 asteen kallistumalla. Lisäksi on huomioitava laitevalmistajan antamat käyttö- ja varastointiohjeet.
- 1.5.7 Päätaulujen taakse ja eteen lattialle on asennettava eristematto tai lattiassa on käytettävä eristävää materiaalia käyttöjännitteen ollessa yli 50 V.

1.6 Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien mekaaniset rakenteet

- 1.6.1 Koteloiden ja taulujen on oltava metallista valmistettuja. Asuintiloissa ja konetiiloissa valaistusjärjestelmään kuuluvien ohjauskytkinten, pistorasioiden ja haaroitusten kotelot voivat olla lujasta, paloa hidastavasta aineesta valmistettuja.

Asuintiloissa ja kuivissa tiloissa jakokeskukset voivat olla lujasta, paloa hidastavasta aineesta valmistettuja.

- 1.6.2 Alumiinisten koteloiden on oltava veden ja säänvaihtelut kestäviä ja ne on asennettava siten, että ne eivät muodosta sähköparia.
- 1.6.3 Jakokeskukset, joiden luo ulkopuoliset henkilöt pääsevät, on varustettava lukittavilla ovilla. Keskukset on voitava avata samalla avaimella.
- 1.6.4 Koteloiden ja taulujen ovet, joiden pinta-ala on yli 1 m², on voitava lukita aukioloasentoon.
- 1.6.5 Pää- ja hätätaulut on varustettava eristemateriaalilla päällystetyllä kiinnipitokai-teella.
- 1.6.6 Samassa taulussa tai kotelossa olevat seuraavat järjestelmät on erotettava palamattomalla aineella erillisiksi kennoiksi:
 - 1) päätaulussa asennettujen generaattorien virtapiirit, poikkeuksena generaattoreiden yhteinen ohjauspaneeli;
 - 2) hätätaulussa asennettujen generaattorien, akustojen ja muiden vastaavien sähkölähteiden eri virtapiirit;
 - 3) pää- ja hätätaulussa erijännitteiset jakelukentät; sekä
 - 4) erilliset jakokeskukset.

Kennojen väliset kiskojen ja kaapelien läpiviennit voivat olla valmistettuja paloa hidastavasta aineesta.

1.7 Maadoitus

- 1.7.1 Kaikki jännitteelle alttiit metallirakenteet, jotka eivät ole virtapiirin osia, kuten koneiden, laitteiden ja valaisimien rungot ja kotelot, on maadoitettava erikseen, jos niitä ei ole asennettu siten, että niillä on sähköinen tai galvaaninen kosketus aluksen runkoon.
- 1.7.2 Seuraavia laitteita ei tarvitse maadoittaa edellyttäen, että sähkömagneettisia häiriöitä ei synny:
 - 1) sähkölaitteita, joita syötetään vaarattomalla jännitteellä;
 - 2) sähkölaitteiden osia, jotka on kiinnitetty johtamattomalle alustalle ja eristetty virrallisista ja maadoitetuista osista siten, että ne eivät voi tulla jännitteisiksi;
 - 3) laakeripesiä, jotka on eristetty vuotovirroilta;
 - 4) sähkölaitteita, joiden syöttöjännite on alle 250 V ja jotka saavat syöttönsä oman erotusmuuntajan kautta; eikä
 - 5) suojaeristettyjä sähkölaitteita.
- 1.7.3 Erillismaadoitus toteutetaan käyttäen erillistä ruuvia. Maadoitusjohtimen on oltava merkitty keltavihreäksi (ke-vi). Kiinteä sähkölaite voidaan myös maadoittaa syöttökaapelin maadoitusjohtimella.
- 1.7.4 Käytettäessä maadoitukseen syöttökaapelin erityistä johdinta se on yhdistettävä maadoituslaitteeseen sähkölaitteen rungon sisällä.
- 1.7.5 Ulkoisella maadoitusjohtimella tehtävässä maadoituksessa on käytettävä monisäikeistä kuparijohdinta. Maadoitusjohtimen poikkipinnan on oltava vähintään

tämän määräyksen liitteen 3 mukainen. Navigointi- ja radiolaitteiden maadoituksessa on noudatettava valmistajan ohjeita.

- 1.7.6 Jos maadoitus tehdään syöttökaapelin erikoisjohtimella, on tämän johtimen poikkipinnan oltava syöttökaapelin johtimen nimellispoikkipinnan suuruinen kaapelilla, jonka poikkipinta on enintään 16 mm². Erikoisjohtimen on oltava vähintään 16 mm² niillä kaapeleilla, joiden poikkipinta on yli 16 mm² mutta enintään 35 mm². Erikoisjohtimen on oltava puolet yli 35 mm² kaapelin poikkipinta-alasta.
- 1.7.7 Siirrettävät ja irrotettavat sähkölaitteet on maadoitettava syöttökaapelin maadoitusjohtimella.
- 1.7.8 Koteloiden ja taulujen ovet on maadoitettava, jos niihin on asennettu sähkölaitteita.
- 1.7.9 Alukseen on asennettava ukkosenjohdatin, jos aluksen rungon sähköjohtavuus tai aluksen laitteet niin edellyttävät. Asennuksessa on noudatettava IEC-standardia 60092-401 siihen tehtyine muutoksineen. Alle 24 metrin pituisissa aluksissa asennuksessa voidaan vaihtoehtoisesti noudattaa ISO-standardia 10134.

1.8 Merkinnät

- 1.8.1 Sähkölaitteet on merkittävä pysyvillä kilvillä, joista laitteet voidaan helposti tunnistaa. Kilpien on oltava yhdenmukaisia piirustusten kanssa. Kytkinlaitteiden asennot on merkittävä. Tekstityksessä on käytettävä aluksen työkieltä. Häätäilanteessa käytettävät tai erityistä opastusta edellyttävät laitteet on varustettava riittäväillä varoitus- ja opastuskilvillä. Hätävalaisimet on merkittävä.
- 1.8.2 Ohjauskojeista, käyttölaitteista, tauluista ja jakokeskuksista lähtevät kaapelit on merkittävä.
- 1.8.3 Päätaulujen ja jakokeskusten kilpiin on merkittävä jännitteet ja syöttölähteet.
- 1.8.4 Päätaulujen ja jakokeskusten syöttölaitteet on merkittävä kilvillä, joista ilmenevät käyttökohteet.
- 1.8.5 Järjestelmien johdonsuojakatkaisijoita, kytkinvarokkeita sekä sulakkeita varten on oltava tiedot, joista ilmenevät järjestelmän nimellisvirta, lähtevän kaapelin koko sekä itse suojalaitteen nimellisvirtakoko ja ylivirta-asettelu. Nämä tiedot on oltava ko. järjestelmän taulussa tai keskuksessa.
- 1.8.6 Ohjaus- ja valvontakaapeleissa sekä niiden johdoissa on oltava riittävät merkinnät, jotta ne voidaan tunnistaa piirustuksista.

2 Sähköjärjestelmät

2.1 Sähköenergian pääsähkölähde sekä sähkön laatu

- 2.1.1 Kansainvälisen liikenteen lastialukset, joiden bruttovetoisuus on alle 500 ja joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, sekä kotimaanliikenteen matkustaja-alukset, joiden pituus on vähintään 24 metriä ja joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, on varustettava kahdella tai useammalla pääsähkölähteellä. Pääsähkölähteiden tehon on oltava riittävä ylläpitämään mainittuja toimintoja, vaikka yksi näistä lähteistä on epäkunnossa.

Pääsähkölähteellä (generaattorikoneistolla) on oltava oma itsenäinen voimakone.

- 2.1.2 Kotimaanliikenteen lastialukset, joiden pituus on vähintään 24 metriä ja joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, sekä kotimaanliikenteen matkustaja-alukset, joiden pituus on alle 24 metriä ja joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen yllä-

pitämiseksi, on varustettava kahdella tai useammalla pääsähkölähteellä. Pääsähkölähteiden tehon on oltava riittävä ylläpitämään mainittuja toimintoja, vaikka yksi näistä lähteistä on epäkunnossa.

Yksi pääsähkölähteistä voi olla kuljetuskoneiston käyttämä.

- 2.1.3 Muut kuin 2.1.1 ja 2.1.2 kohdissa mainitut alukset, joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, on varustettava vähintään yhdellä pääsähkölähteellä, jonka tehon on oltava riittävä ylläpitämään mainittuja toimintoja.
- 2.1.4 Aluksen pääsähkölähteen ja muuntajien tehojen on oltava riittävät kuljetuskoneiston ja akseliston käyttönopeudesta ja kierrosluvusta riippumatta:
- 1) syöttämään kaikkia erittäin tärkeitä ja tärkeitä laitteita, joiden oletetaan olevan yhtäaikaaisesti käytössä täydellä potkurikäytöllä, sekä syöttämään suurinta mahdollista vaadittua valaistusta;
 - 2) käynnistämään suurimman sähkömoottorin suurimmalla käynnistysvirralla ja kaikkein vaikeimmissa käynnistysoloissa. Tällöin ei saa esiintyä jännitteen eikä taajuuden alenemista, joka voisi aiheuttaa tahdistusputoamisen, generaattorin käyttömoottorin pysähtymisen tai käytössä olevien koneiden ja kojeiden tahattoman irrottautumisen verkosta; sekä
 - 3) varmistamaan matkustaja-aluksessa asumiseen liittyvien vähimmäistarpeiden, kuten ruoan valmistamisen, jäähdytyslaitteiden toiminnan, tuuletuksen sekä saneiteetti- ja makeavesijakelujärjestelmän toiminnan.
- 2.1.5 Jos pääsähkölähde on generaattori, jonka jännite on yli 50 V, on sen syöttöjännitteen säätimen oltava automaattitoiminen ja sen on pystyttävä:
- 1) tyhjäkäynnillä ja täydellä kuormalla sekä kaikilla mahdollisesti esiintyvillä tehokertoimilla ylläpitämään jännitteen taso 97,5–102,5 % nimellisjännitteestä päätaulun kiskostolla;
 - 2) rajoittamaan jännitevaihtelu päätaulun virtakiskoilla -15 %:sta +20 %:iin nimellisjännitteestä suurimmilla normaalikäytössä esiintyvillä tehon ja virran vaihteluilla ja palautumaan 1) alakohdan mukaiseen tilaan 2 sekunnin kuluessa (ei koske vaurioilanteita); sekä
 - 3) generaattorin voimakoneen kierroslukusäätimen on pystyttävä ylläpitämään taajuus
 - a) 95–105 % nimellistaajuudesta tasaisella kuormalla; ja
 - b) 90–110 % nimellistaajuudesta vaihtelevalla, lyhytaikaisella kuormalla.
- 2.1.6 Jos aluksen sähkölaitteiden toimintaan käytetään ainoastaan akustoa, on sen toimittava ilman uudelleen lataamista 3 tunnin ajan ja ylläpidettävä akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa. Uudelleenlataus saa kestää korkeintaan 10 tuntia, jolloin samanaikaisesti on turvettava aluksella tarvittavien sähkölaitteiden sähkönsaanti.
- 2.1.7 Vaihtovirran jännitteen aallonmuodosta yhteenlaskettu harmoninen (THD) särö ei saa ylittyä 5 % verrattuna perusaaltoon.
- 2.1.8 Kytkenjärjestelmä:
- 1) kotimaanliikenteen matkustaja-aluksella, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja jossa on ajoittain miehittämätön koneistotila, on generaattorikoneisto varustettava automaattisella tahdistusjärjestelmällä siten, että varageneraattori käynnistyy automaattisesti ja kytkeytyy päätauluun ja että aluksen kuljettaminen ja

- ohjaus on edelleen mahdollista sekä olennaiset aputoiminnot käynnistyvät uudelleen automaattisesti;
- 2) jos pääsähkölähteet eivät sovellu rinnakkaiskäyttöön yhteiseen kiskoon kytkettyinä, on käytettävä kytkentäjärjestelmää, jolla ehkäistään rinnakkaiskäyttö. Kuorma on voitava siirtää nopeasti toisesta lähteestä toiseen;
 - 3) jos vaihtovirtageneraattorit toimivat rinnakkain, on päätauluun asennettava tahdistuslaite;
 - 4) jos aluksella on automaattitahdistus, on varalla oltava lisäksi käsitahdistus;
 - 5) vaihtovirtageneraattorien rinnakkaiskäytössä
 - a) tehon ja loistehon jakautumisen on oltava vakaa eri kuormituksilla;
 - b) generaattorin virranylitys ei saa olla yli 20 % nimellisvirrastaan; sekä
 - c) voimakoneiden kierroslukusäätimien ominaisuuksien on oltava sellaiset, että eri generaattoreiden antamat tehot rinnakkaiskäytön aikana jakaantuvat suhteessa kunkin generaattorin nimellistehoon;
 - 6) tasavirtageneraattoreiden voimakoneiden kierroslukusäätimien on jaettava eri generaattoreiden antamat tehot rinnakkaiskäytön aikana suhteessa kunkin generaattorin nimellistehoon.

2.2 Sähköenergian hätäsähkölähteet

- 2.2.1 Hätäsähkölähteen ja siihen liittyvän hätätaulun on sijaittava koneistotilojen ulkopuolella, ylimmän kokonaisen kannen yläpuolella helppopääsyisessä tilassa törmäyslaipion peräpuolella.

Tätä vaatimusta ei tarvitse noudattaa, jos alus on suunniteltu siten, että siinä on kaksi täysin redundanttia koneistotilaa, jotka erottaa toisistaan ainakin yksi vesitiivis ja palonkestävä osasto ja kaksi laipiota, tai saman turvallisuustason taakaava vaihtoehtoinen rakenne ja että kummassakin koneistotilassa on ainakin yksi generaattori ja siihen liittyvät sähkönjakelun keskuskeskukset ja laitteet.

- 2.2.2 Hätäsähkölähteen on oltava riittävä syöttämään:

- 1) hätävalaistusta pelastusveneiden, -lauttojen, valmiusveneiden, pelastamislaitteiden (MOR, means of rescue) ja vesillelaskulaitteiden sijoituspaikoilla kannella sekä niiden vesillelaskualueilla seuraavissa aluksissa:
 - a) kotimaanliikenteen aluksessa, jonka bruttovetoisuus on vähintään 500, vähintään 3 tunnin ajan;
 - b) kotimaanliikenteen liikennealueella III liikennöivässä matkustaja-aluksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja bruttovetoisuus alle 500, vähintään 3 tunnin ajan;
 - c) kotimaanliikenteen liikennealueella II liikennöivässä matkustaja-aluksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja bruttovetoisuus alle 500, vähintään 2 tunnin ajan;
 - d) kotimaanliikenteen liikennealueella I liikennöivässä matkustaja-aluksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja bruttovetoisuus alle 500, vähintään 1 tunnin ajan;

- e) kansainvälisessä liikenteessä tai kotimaanliikenteen liikennealueella III liikennöivässä lastialuksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä ja bruttovetoisuus alle 500, vähintään 3 tunnin ajan;
 - f) kotimaanliikenteen liikennealueella II liikennöivässä lastialuksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä, vähintään 2 tunnin ajan; sekä
 - g) kotimaanliikenteen liikennealueella I liikennöivässä lastialuksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä, vähintään 1 tunnin ajan;
- 2) hätävalaistusta aluksen sisätiloissa:
- a) työskentely- ja asuintilojen kulkuteillä, portaikoissa ja uloskäynneissä sekä henkilöitä kuljettavissa hisseissä;
 - b) koneistotiloissa ja pääsähkölaitetiloissa sekä niiden valvontatiloissa;
 - c) kaikilla valvonta- asemilla, jokaisella pää- ja hätätaululla ja radiolaitteiden käyttöpaikoilla;
 - d) kaikissa palomiehen varusteiden varastointipaikoissa;
 - e) peräsimen ohjailupaikoissa; sekä
 - f) hätätyhjennyspumpuilla, hätäpalopumpuilla, sprinkleripumpuilla sekä niiden käynnistyspaikoilla ja venttiilien ohjauspaikoilla,
- seuraavissa aluksissa:
- kansainvälisen liikenteen lastialuksessa, jonka bruttovetoisuus on alle 500;
 - kotimaanliikenteen liikennealueella III liikennöivässä lastialuksessa, jonka pituus on vähintään 24 metriä;
 - kotimaanliikenteen lastialuksessa, jonka bruttovetoisuus on vähintään 500; sekä
 - kotimaanliikenteen matkustaja-aluksessa;
- 3) seuraavia laitteita ja järjestelmiä, jos näitä laitteita tai järjestelmiä koskevat määräykset edellyttävät ko. laitteen tai järjestelmän syötön hätäsähkölähteestä:
- a) merenkulkuvalot;
 - b) kaikki hätätilanteen vaatimat sisäiset yhteydenpitolaitteet;
 - c) navigointi- ja radiolaitteet;
 - d) palonhavaitsemis- ja hälytyslaitteet;
 - e) päivämerkinantolamppu;
 - f) aluksen äänimerkinantolaitteet;
 - g) kaikki hätätilanteessa vaaditut sisäiset hälytykset;
 - h) sähkötoiminen hätäpalopumppu;

- i) sprinklerijärjestelmä ja sen automaattinen pumppu;
 - j) konevoimalla toimivien vesitiiviiden ovien ohjaukset (puolen tunnin ajan);
 - k) konevoimalla toimivien vesitiiviiden ovien asento-osoitukset ja hälytykset;
 - l) koneistotilojen kiinteät sammutusjärjestelmät ja niiden pumput;
 - m) koneiston hälytysjärjestelmät; sekä
 - n) taavetit.
- 2.2.3 Hätäsähkölähteiden on pystyttävä syöttämään kaikkia 2.2.2 kohdan 2 ja 3 alakohtissa tarkoitettuja laitteita ja hätävalaistusta, ottaen huomioon laitteiden edellyttämän samanaikaisen toiminnan:
- a) Itämerellä kansainvälisen liikenteen lastialuksessa vähintään 12 tunnin ajan ja muussa kansainvälisessä liikenteessä olevassa lastialuksessa vähintään 18 tunnin ajan;
 - b) kotimaanliikenteen aluksessa liikennealueella III vähintään 12 tunnin ajan;
 - c) kotimaanliikenteen aluksessa liikennealueella II vähintään 6 tunnin ajan; sekä
 - d) kotimaanliikenteen aluksessa liikennealueella I vähintään 3 tunnin ajan.
- 2.2.4 Hätäsähkölähteenä voi olla joko generaattori tai akusto.
- 2.2.5 Jos hätäsähkölähde on generaattori:
- 1) sen on oltava sellaisella sopivalla voimakoneella käyvä, jolla on erillinen polttoainevarasto. Polttoaineen leimahduspiste (suljetun astian menetelmä) ei saa tällöin olla pienempi kuin +43 °C;
 - 2) sen on matkustaja-aluksessa käynnistytävä automaattisesti pääsähkölähteen sähköntuoton häiriintyessä ja automaattisesti kytkeydyttävä 45 sekunnin kuluessa hätätauluun, jolloin 2.2.2 kohdassa mainittujen toimintojen on automaattisesti siirryttävä hätäsähkölähteen syöttöön. Yli 250 matkustajan matkustaja-aluksella on oltava 2.2.8 kohdan mukainen väliaikainen hätäsähkölähde. Lastialuksella voi olla käsikäyttöinen käynnistysjärjestelmä täydennettynä 2.2.8 ja 2.2.9 kohdan mukaisella väliaikaisella hätäsähkölähteellä;
 - 3) sen on käynnistytävä 3.3.3 kohdan mukaisesti; sekä
 - 4) sen on oltava toiminnaltaan 2.1.5 kohdassa tarkoitetun pääsähkölähteen mukainen.
- 2.2.6 Hätägeneraattori ja hätätaulu on sijoitettava samaan tilaan.
- 2.2.7 Jos hätäsähkölähde on akusto:
- 1) sen on toimittava ilman uudelleenlatausta purkausajan ja pystyttävä ylläpitämään akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa;
 - 2) sen on automaattisesti kytkeydyttävä hätätauluun pääsähkölähteen syötön katketessa; sekä
 - 3) sen uudelleenlataus saa kestää korkeintaan 10 tuntia.

- 2.2.8 Väliaikaisena hätäsähkölähteenä on oltava hätätilannekäyttöä varten asennettu akusto, jonka on toimittava ilman uudelleenlatausta purkausajan ja kyettävä ylläpitämään akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa. Akuston kapasiteetin on oltava riittävä siten, että pää- tai hätäsähkölähteen syötön katketessa saadaan automaattisesti sähköenergiaa puoleksi tunniksi ainakin seuraaviin toimintoihin:
- 1) 2.2.2 kohdan 1 ja 2 alakohdissa tarkoitettuihin hätävalaistuksiin; sekä
 - 2) 2.2.2 kohdan 3 alakohdassa mainittujen vesitiiviiden ovien toimintaan, ei kuitenkaan yhtä aikaa, jos aluksella ei ole ko. järjestelmissä itsenäisesti toimivaa varajärjestelmää.
- 2.2.9 Väliaikainen hätäsähkölähde on sijoitettava koneistotilojen ulkopuolelle, ylimmän kokonaisen kannen yläpuolelle sekä törmäyslaipion peräpuolelle.
- 2.2.10 Normaalikäytössä hätätaulua syötetään päätaulusta yhdysjohdolla, joka on päätaulussa suojattava ylikuormitusta ja oikosulkua vastaan ja joka hätätaulussa automaattisesti kytkeytyy irti, kun sähköenergian päälähteessä on häiriö. Jos hätätaulusta voi syöttää päätauluun, on yhdysjohto hätätaulussa suojattava oikosulkua vastaan.
- 2.2.11 Järjestelmän edellyttämä hätäsyöttö voidaan toteuttaa ko. järjestelmään kuuluvalla erillisellä syöttöjärjestelyllä, jos se täyttää tämän määräyksen asennusvaatimukset. Hätävalaistuksen yhteydessä sallitaan ko. valaisimen yhteyteen asennettu akku, joka voi saada latauksensa aluksen pääsähkölähteestä.
- 2.2.12 Ro-ro-matkustaja-aluksessa on oltava kiinteä lisähätävalaistus kaikissa matkustajien yleisissä tiloissa ja käytävissä. Lisähätävalaistuksen on toimittava vähintään 3 tuntia kaikkien muiden sähkölähteiden mentyä epäkuuntoon ja kaikissa kallistumistilanteissa. Valaistuksen on oltava sellainen, että poistumisteille pääsy on selvästi nähtävissä. Lisäksi kannettava ja ladattava paristokäyttöinen lamppu on sijoitettava jokaisen henkilöstötilan käytävään, virkistystilaan ja jokaiseen miehitettyyn työtilaan, paitsi jos ko. tiloihin on asennettu kiinteä lisähätävalaistus.

2.3 Sähkönjakelu

- 2.3.1 Sähkönjakelussa erittäin tärkeän ja tärkeän laitteen yksittäisen virtapiirin vika ei saa vaarantaa muiden laitteiden sähkösaantia.
- 2.3.2 Pääsähkölähteet on liitettävä kukin erikseen päätauluun.
- 2.3.3 Erittäin tärkeitä laitteita ja tärkeiden laitteiden moottoreita, joiden liitäntäteho on yli 0,5 kW, sekä yli 10 A laitteita on syötettävä päätaulusta tai jakokeskuksesta erikseen omalla vain tähän tarkoitukseen varatulla syöttökaapelilla.
- 2.3.4 Hätätaulua on normaalioloissa syötettävä päätaulusta.
- 2.3.5 Peräsinkoneiston sähkönjakelu:
- 1) sähköisen tai sähköhydraulisen peräsinkoneiston jokaista erillistä käyttökoneistoa on syötettävä erikseen pää- tai hätätaulusta omalla, vain tähän tarkoitukseen varatulla syöttökaapelilla; sekä
 - 2) järjestelmää voidaan syöttää pää- tai hätätaululta yhdellä syöttökaapelilla, jos aluksessa on sähköverkosta riippumaton varaohjailujärjestelmä.
- 2.3.6 Ohjauspiirien sähkönjakelu (mukaan lukien merkki- ja lamppupiirit):
- 1) ohjauspiirit on haaroitettava pääpiiristä;
 - 2) tärkeiden ja vähemmän tärkeiden laitteiden ohjauspiirejä, joilla on vaaraton jännite, voidaan syöttää erikseen seuraavin edellytyksin

- a) ohjauspiirin syötön on tultava samasta osasta päätaulua kuin itse laitteen pääsyöttö;
- b) kunkin laitteen ohjauspiirillä on oltava erillinen ylivirtasuojaus; sekä
- c) kukin kytkin on varustettava varoituskilvellä, joka velvoittaa katkaisemaan myös ohjauspiirin pääpiirin huoltotöiden ajaksi.

2.3.7 Merenkulkuvalojen kytkintaulua on syötettävä päätaulusta tai jakokeskuksesta erikseen omalla, vain tähän tarkoitukseen varatulla syöttökaapelilla. Merenkulkuvalojen kytkintaulua on voitava syöttää hätätaulusta tai hätäjakokeskuksesta

erikseen omalla, vain tähän tarkoitukseen varatulla syöttökaapelilla. Kytkintäluksella on oltava automaattinen tai käsikäyttöinen vaihtokytkin, jolla valitaan toinen syöttölinjoista (pääverkko tai hätäverkko).

- 2.3.8 Jokaista valaistuskeskusta on syötettävä erikseen päätaulusta.
- 2.3.9 Valaistuskeskuksesta voidaan syöttää vähemmän tärkeää alle 2,0 kW laitetta ja hytissä olevaa erillistä lämmitintä 10 A nimellisvirtaan asti.

2.4 Maasyöttö ja sähkösyöttö aluksesta toiseen

- 2.4.1 Yli 63 A maasyöttö on varustettava omalla kotelolla, jossa on oikosulku- ja ylivirtasuojat.
- 2.4.2 Enintään 63 A maasyöttöön voidaan käyttää yksiasentoista pistorasiaa tai pistotulppaa kotelon sijasta. Virtapiiri on suojattava oikosulku- ja ylivirtasuojilla.
- 2.4.3 Vaihto- ja lukitusjärjestelmä on järjestettävä siten, että maaverkkoon ei voida syöttää sähköä aluksen generaattoreista.
- 2.4.4 Jos maasyötön jännite ylittää 50 V, aluksen runko on maadoitettava maissa olevaan syöttökeskukseen esimerkiksi syöttökaapelin maadoitusjohtimella, ellei muilla järjestelyillä saavuteta vastaavaa turvallisuutta.
- 2.4.5 Aluksessa on oltava maasyötön virrankatkaisija.
- 2.4.6 Aluksessa on oltava mittari tai merkkilamppu, joka osoittaa, milloin maasyöttö on jännitteellinen.
- 2.4.7 Aluksessa on oltava vaihejärjestyksen osoitin, jos väärä kytkentä on mahdollista.
- 2.4.8 Toisesta aluksesta saatu sähkön syöttö on toteutettava kuten maasyöttö.
- 2.4.9 Jos toiseen alukseen syötetään sähköä, on käytettävä erillistä liitäntää, jolla on omat oikosulku- ja ylivirtasuojat. Yli 16 A liitäntä on tehtävä virrattomassa tilassa.
- 2.4.10 Liitännän vieressä on oltava ohjekyltti, josta ilmenevät liitäntäohjeet, nimellisvirta, -jännite ja -taajuus.

2.5 Virtapiirien suojaus

- 2.5.1 Asennukset on suojattava ylivirroilta ja oikosuluilta siten, että syöttöpiiri on toimintakuntoinen oikosulun jälkeen. Suojalaitteen on pystyttävä katkaisemaan oikosulku ja antamaan täysi ja selektiivinen suoja, jolla varmistetaan toiminnan jatkuvuus vikatilanteessa erottamalla viallinen osa.
- 2.5.2 Kukin erillinen virtapiiri on varustettava kytkimellä sekä oikosulku- ja ylivirtasuojalla kussakin eristetyssä vaiheessa, ellei tässä määräyksessä muuta edellytetä. Johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä kytkintä ei edellytetä.
- 2.5.3 Kaikkien suojalaitteiden katkaisukykyyn on vastattava vähintään oikosulkuvirtaa, joka voi katkaisuhetkellä esiintyä virtapiirissä.
- 2.5.4 Kunkin suojalaitteen ja kytkimen sulkeutumiskykyyn on oltava vähintään sama kuin oikosulkuvirta, joka virtapiirissä voi esiintyä. Vaihtovirtaverkossa tämä oikosulkuvirta on suurimman mahdollisen epäsymmetrisen oikosulkuvirran huippuarvo.
- 2.5.5 Ellei tässä määräyksessä muuta edellytetä, ylivirtasuojaa ei saa asettaa toimimaan yli kaapelien nimellisvirran. Sulakkeet on mitoitettava korkeintaan 100 %

kaapelien nimellisvirroista. Laitteen ylivirtasuojaja ei saa olla suurempi kuin laitteen nimellisvirta. Poikkeuksia ovat 2.5.10 kohdan 4 alakohdassa mainitut generaattorit ja 2.5.13 kohdan 2 alakohdassa mainitut moottorit.

- 2.5.6 Ylivirtasuojasta ei tarvita moottoreilla tai muilla laitteilla, joilla ylivirtasuojaus sisältyy ohjauslaitteistoon, jolloin virtapiirien oikosulkusuojana käytetyt sulakkeet voidaan mitoittaa suuremmiksi kuin täysi kuormitusvirta mutta ei suuremmaksi kuin käynnistysvirtojen kannalta on välttämätöntä.

Edellä mainittu koskee myös saman järjestelmän yhteiselle kytkintaululle tulevien moottoreiden ja laitteiden syöttöpiirejä, jos ylivirtasuojaus sisältyy ohjauslaitteistoon. Edellytyksenä on, että ylivirtasuojien laukaisuvirtojen summa ei ylitä 100 % syöttökaapelin nimellisvirrasta.

- 2.5.7 Jos sulake on johdon ainoa ylivirtasuojaja, kuormitusvirta saa olla enintään sulakkeen nimellisvirran suuruinen.

- 2.5.8 Pelkästään johdon oikosulkusuojana toimivan sulakkeen nimellisvirta saa olla enintään tämän määräyksen liitteen 4 mukainen, jos virtapiirissä on erillinen ylivirtasuojaja. Liitteen taulukko on suuntaa antava. Sulakkeen ominaisuudet ja kaapelin oikosulkukestoisuus on aina tarkistettava. Lisäksi on huomioitava kaapeli-asennuksen mekaaninen ja terminen vaikutus.

- 2.5.9 Ei-johtavarunkoisissa aluksissa, joiden pääjännite on enintään 50 VDC, riittää yli- ja oikosulkuvirran suojaamiseen plusnavan katkaisu.

- 2.5.10 Generaattorin suojaus

- 1) Generaattorilla, jota ei ole tarkoitettu rinnakkaiskäyttöön, on oltava ylikuormitus- ja oikosulkusuojat.
- 2) Vaihtovirtageneraattorin hetkellisen ja jatkuvan oikosulkuvirran on oltava riittävän suuri verrattuna järjestelmän johdonsuojakatkaisijoiden ja sulakkeiden laukaisuarvoihin niin, että katkaisijat ja sulakkeet toimivat luotettavasti oikosulun sattuessa missä tahansa verkon osassa. Jatkuva oikosulkuvirta ei saa normaalisti olla alempi kuin kuormitusvirta kolminkertaisena.
- 3) Rinnakkaiskäyttöön tarkoitettulla generaattorilla sekä yli 60 kVA generaattorilla on oltava vähintään seuraavat suojalaitteet:
 - a) ylivirtasuojaja;
 - b) ylikuormitussuojaja;
 - c) oikosulkusuojaja;
 - d) takavirta- tai takatehosuojaja; sekä
 - e) alijännitesuojaja.
- 4) Jokainen rinnakkaiskäytössä oleva nimellisteholtaan yli 60 kVA generaattori on varustettava suojakatkaisijalla. Muulle generaattorille voidaan hyväksyä kytkinvaroke tai kytkin, jos jokaisessa eri vaiheessa on generaattorin puolella sulakkeet. Sulakkeen nimellisvirta saa olla enintään 125 % generaattorin nimellisvirrasta. Suojakatkaisijoita käytettäessä on niiden ylivirta-asettelun oltava 110–125 % generaattorin nimellisvirrasta aikaviiveellä 20–120 sekuntia sekä oikosulkuasettelun pienempi kuin generaattorin jatkuva oikosulkuvirta aikaviiveellä alle 1 sekunti.

- 5) Takavirta- ja takatehosuojan (tasavirta-asennuksissa takavirtasuojan) on toimitava enintään 15 % nimellistehosta mäntämoottorin pyörittämällä generaattorilla, 6 % nimellistehosta turbiinilla ja enintään 30 sekunnin aikaviiveellä. Laukeamisteho ei saa poiketa asetusarvostaan enempää kuin 50 % jännitteen laskiessa 60 %:iin nimellijännitteestä ja vaihtovirta-asennuksissa on huomioitava tehokerroin $\cos \varphi$.
- 6) Oikosulku-, ylivirta- ja takatehosuojan kytkentöjen on oltava sellaiset, että kytkennät voidaan tehdä uudelleen 30 sekunnissa edellyttäen, että jännite on 85–110 % nimellijännitteestä.
- 7) Alijännitesuojan on estettävä generaattorin kytkeytymistä kiskoihin ennen kuin niiden jännite vakiintuu ja saavuttaa vähintään 85–110 % nimellijännitteestä ja irrotettava generaattori verkosta jännitteen laskiessa 70–35 % nimellijännitteestä.

2.5.11 Syöttöpiirien suojaus

- 1) Kaikkia kuluttajia on syötettävä suojakatkaisijalla, joka katkaisee jokaisen vaiheen yhtäaikaaisesti. Poikkeuksina ovat 2.5.13 kohdassa mainitut moottorit ja 2.5.14 kohdassa mainitut tehomuuntajat.
- 2) Suojakatkaisijaa voidaan käyttää moottorin ohjaukseen edellyttäen, että kytkinlaite on tehty vastaamaan kyseisen moottorin käynnistys- ja pysäytystoimintoja ja että 2.5.13 kohdan mukaiset vaatimukset täytetään.

2.5.12 Ohjausvirtapiirien suojaus

- 1) Kaikki ohjausvirtapiirien vaiheet on oikosulkusuojattava seuraavin poikkeuksin:
 - a) suojausta ei tarvita generaattorin automaattisen jännitteensäädön piireissä;
 - b) virtamuuntajien toisiopiirejä ei saa suojata.
- 2) Generaattorikatkaisijoiden alijännitepiirillä (nollajännitekelalla) on oltava oma syöttönsä, josta saa syöttää virtapiirin lisäksi vain saman generaattorin kytkentälaitteita ja suojarelettä. Suojareleen on tällöin oltava katkaisijakentässä.
- 3) Erittäin tärkeiden ja tärkeiden laitteiden merkkilamput on suojattava erillisillä sulakkeilla, jos lamppupiirissä syntynyt oikosulku voi vaarantaa ohjausvirtapiirin toiminnan.

2.5.13 Moottorivirtapiirien suojaus

- 1) Jokaisessa eristetyssä vaiheessa on oltava oma erillinen oikosulku- ja ylivirtasuojaus seuraavin poikkeuksin:
 - a) ylivirtasuojaa kytketään vain hälyttäväksi peräsinlaitteiden moottoreissa;
 - b) ylivirtasuojaa voidaan jättää pois 2.5.6 kohdan mukaisesti; sekä
 - c) vähemmän tärkeiden laitteiden enintään 0,5 kW moottoreilla sekä vähemmän tärkeiden laitteiden enintään 16 A kuluttajilla ei tarvitse olla omia erillisiä suoja.
- 2) Moottorivirtapiirien ylivirtasuojan on oltava:
 - a) aseteltavissa vähintään alueelle 90–110 % moottorin nimellisestä täyden kuorman virrasta ja aseteltavissa käynnistysvirran kannalta riittävällä aikaviiveellä; sekä

b) lukkiutuva siten, että se on palautettava laukaisun jälkeen käsin.

3) Jokaisella moottorilla on oltava vähintään seuraavat erilliset ohjauslaitteistot:

a) kun nimellisteho on yli 0,5 kW

- suojakatkaisija tai kytkinvaroke, ja
- ohjausrele, jonka ylivirta- ja alijännitelaukaisut toimivat 2.5.5 kohdan mukaisesti, mahdollisesti yhdistettyinä käynnistysvirran rajoittimeen, ja
- ohjauksen ja merkinannon vaatimat kojeet;

b) kun nimellisteho on enintään 0,5 kW

- moninapainen kytkin;

c) 3 a alakohdan mukainen alijännitelaukaisu ei saa estää moottorien sähkökatkon jälkeistä automaattista uudelleenkäynnistystä, mutta samalla on varmistettava, että automaattisesti käynnistyvien moottorien yhteinen käynnistysvirta ei aiheuta järjestelmään liiallista jännitteen alenemaa eikä ylivirtaa.

2.5.14 Tehomuuntajien suojaus

- 1) Jos muuntajan ensiöpuoli on ainoastaan oikosulkusuojattu, toisiopuolen on oltava suojattu ylikuormitukselta.
- 2) Ohjaus- ja instrumentointimuuntajien toisiovirtapiiri on suojattava 2.5.12 kohdan mukaisesti.

2.6 Kaapelointi

2.6.1 Yleiset vaatimukset

- 1) Aluksessa on käytettävä palonkestäviä tai ominaisuuksiltaan paloa hidastavia laivakaapeleita, jotka ovat voimassa olevien laivastandardien mukaisia tai hyväksytyjen luokituslaitosten hyväksymiä. Palopumput hätätauluun yhdistävien kaapeleiden on oltava palonkestäviä, jos ne kulkevat sellaisen alueen läpi, jossa on suuri palovaara. Asuintiloissa voidaan käyttää muuntyyppisiä kaapeleita, jos ne on suojattu tehokkaasti ja ne ovat ominaisuuksiltaan paloa hidastavia. Kaapelien mitoituksissa ja asennuksissa on huomioitava valmistajan mitoitusvaatimukset ja asennusohjeet.
- 2) Kaapelin lämpöluokan on oltava vähintään 10 °C yli ympäröivän lämpötilan. Kone- ja kattilahuoneissa käytettävien kaapelien lämpöluokan on oltava vähintään +60 °C.
- 3) PVC-eristeisiä johtoja voidaan ilman lisäsuojausta käyttää putkitetuissa asuintilojen asennuksissa, jos kyseessä olevan järjestelmän jännite on enintään 250 V. PVC-eristeisiä johtoja voidaan käyttää myös kytkintaulujen ja koteloiden sisäisiin johdotuksiin.
- 4) Monijohdinkaapeleiden johtimia ei saa käyttää toisiinsa liittymättömien erittäin tärkeiden eikä tärkeiden laitteiden syöttöön tai ohjaukseen.
- 5) Kaapelin nimellisjännite ei saa olla alempi kuin korkein jännite siinä virtapiirissä, jossa sitä käytetään.
- 6) Kaapelien ja johtimien on oltava monisäikeisiä. Johtimen poikkipinnan on oltava vähintään:

- a) 1,5 mm² potkurikoneistojen ja peräsinlaitteiden syöttö-, ohjaus- ja merkinantovirtapiireissä;
 - b) 1,0 mm² valaistus- ja lämmityspiireissä enintään 250 V järjestelmissä;
 - c) 1,0 mm² jakelulaitteiden, ohjauspulpettien ja muiden jako- ja kytkentälaitteiden sisäasennuksissa; sekä
 - d) 0,5 mm² ohjaus-, suoja- ja eri mittajärjestelmissä sekä merkinanto- ja sisäyhteysjärjestelmissä. Pientehoisten signaalien elektronisissa ja sähköisissä muunto- ja siirtolaitteissa voidaan käyttää alle 0,5 mm² poikkipintaa laitevalmistajien antamien vaatimusten mukaisesti.
- 7) Öljytuotteiden vaikutuksille alttiissa paikoissa on käytettävä kaapeleita, joiden vaippa kestää kyseisen aineen vaikutuksen. Jos kaapelilla ei ole tällaista ominaisuutta, se on asennettava metalliputkeen.
- 8) EX-tiloissa on käytettävä häiriösuojattua kaapelia.

2.6.2 Kaapelien mitoitus

- 1) Kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta on esitetty tämän määräyksen liitteessä 5, joka on laadittu yksijohdinkaapelille. Useampijohtoisten kaapelien kuormitusvirrat ovat liitteessä 5 mainitut arvot kerrottuna korjauskertoimilla k_1 ja k_2 , jotka ovat:
 - a) $k_1 = 0,85$ kaksijohdinkaapeleille;
 - b) $k_1 = 0,83$ kolmi- ja nelijohdinkaapeleille;
 - c) $k_2 = 0,85$, jos kaapeleita on nipussa vähintään 6; sekä
 - d) $k_2 = 1,00$, jos kaapeleita on nipussa alle 6.
- 2) Pienempiä kaapelimitoituksia voidaan käyttää yksittäiselle ajoittaiskäyttöiselle moottorille (esim. nosturille ja vintturille).
- 3) Käynnistysmoottoreiden ja niiden akkujen välisten kaapeleiden on oltava yksijohdinkaapeleita, joiden pienin sallittu poikkipinta-ala on 70 mm². Poikkipinta-alaltaan pienemmän kaapelin käyttö edellyttää moottorin oikosulkuvirran ja kaapelin kestoisuuden laskelmat laitevalmistajan antamien arvojen perusteella. Mitoituksessa on huomioitava valmistajan vaatimukset.

2.6.3 Kaapelin aiheuttama jännitteen alenema

Nimelliskuormituksella jännitteen alenema ei saa olla suurempi kuin:

- 1) 5 % valaistus- ja merkinantolaitteilla, kun jännite on yli 50 V;
- 2) 10 % valaistus- ja merkinantolaitteilla, kun jännite on enintään 50 V;
- 3) 6 % teho-, keittiö- ja lämmityslaitteilla, riippumatta jännitteen suuruudesta;
- 4) 10 % suurta tehoa vaativilla laitteilla, joita käytetään lyhytaikaisesti tai toistuvasti lyhytaikaisesti, jännitteen suuruudesta riippumatta;
- 5) 5 % radioaseman keskuksessa, radio- tai navigointilaitteita syöttävässä kaapelissa taikka akuston varaukseen käytetyssä kaapelissa; sekä
- 6) 15 % vaihtovirtamoottoreiden liittimissä käynnistyshetkellä.

2.6.4 Kaapelien asennus

- 1) Kaapelit on mahdollisuuksien mukaan asennettava suoraan ja siten, että niiden luo on helppo päästä. Kaapelireittien on mahdollisuuksien mukaan kuljettava sellaisten paikkojen kautta, joissa kaapelit eivät joudu tiivistyneen tai tippuvan veden vaikutuksen alaisiksi.
- 2) Kaapeliasennusten on oltava sellaisia, että kaapelit eivät ole alttiita mekaaniselle vaurioitumiselle. Tarvittaessa ne on suojattava peittämällä kaapelirata kansilevyillä, profiileilla tai ritilöillä taikka asentamalla kaapelit putkiin.
- 3) Erittäin tärkeiden ja tärkeiden laitteiden sähkönsyötön, valaistuksen ja sisäisen viestinnän kaapelit on mahdollisuuksien mukaan asennettava mahdollisimman erilleen keittiöistä, pesuloista, konetiloista sekä muista palovaarallisista tiloista, ellei ole kysymys tällaisessa tilassa olevan laitteen syötöstä.
- 4) Kaapelien etäisyyksien lämpölähteistä on oltava vähintään 100 mm.
- 5) Kaapeleita ei saa asentaa alle 50 mm etäisyydelle kaksoispohjasta eikä polttoaine- ja öljysäiliöistä, lukuun ottamatta säiliöiden antureiden kaapelointia.
- 6) Suolan vaikutukselle alttiin paikkoihin asennetut kaapelit on suojattava suojuksilla tai vaipoilla, jotka kestävät sen vaikutuksen.
- 7) Kaapeleita ei suositella asennettaviksi konehuoneissa turkkitason alle. Jos tällainen asentaminen on välttämätöntä, on kaapelit asennettava metallisiin putkiin tai suojattuihin ratoihin.
- 8) Rungon liikuntasaumojen yli asennetussa kaapelissa on oltava kompensatiolenkki, jonka säde on riittävä tällaista liitosta varten. Lenkin sisähalkaisijan on vastattava ainakin 12-kertaista kaapelin ulkohalkaisijaa.
- 9) Jos on välttämätöntä asentaa kaapelit ääni- tai lämpöeristeeseen, on niiden mitoituksessa huomioitava kaapelin nimellisvirran aleneminen.
- 10) Kuivissa asuintiloissa voidaan käyttää teräksestä, seosalumiinista tai paloa hidastavasta muovista valmistettuja kaapeliputkia, joiden yhteydessä asennusrasiat saavat olla paloa hidastavasta muovista.
- 11) Käytettäessä PVC-eristeisiä johtoja, joissa ei ole lisäsuojauksia, on kaapeliputket aina päätettävä koteloihin tai rasioihin. Jos käytetään teräsputkia, on niiden oltava galvanoituja sisältä ja päältä.
- 12) Kaapelien taivutussäteen on oltava vähintään:
 - a) kaapelien halkaisija nelinkertaisena, jos kaapelien halkaisija on alle 25 mm eikä kaapelissa ole metallista armeerausta tai suojauksia; tai
 - b) kaapelien halkaisija kuusinkertaisena, jos kaapelien halkaisija on vähintään 25 mm tai jos kaapelissa on metallinen armeeraus tai suojaus.
- 13) Kaapelit on eroteltava siten, että erijännitteiset kaapelit eivät aiheuta toisilleen häiriötä, esim. samalla radalla olevan alle 60 V kaapelien on oltava vähintään 50 mm etäisyydellä yli 60 V kaapelista.

2.6.5 Kaapelien kiinnitys

- 1) Kaapelit on kiinnitettävä metallisilla tai muusta paloa hidastavasta aineesta valmistetuilla kiinnikkeillä. Kiinnityspinnan on oltava riittävän leveä eikä siinä saa

olla teräviä reunoja. Kiinnikkeet on valittava siten, että kaapelit voidaan kiinnittää lujasti vahingoittamatta niiden suojavaippoja. Kaapeleille, joita ei ole asennettu vaakasuoran kaapeliradan päälle, on lisäksi oltava palamaton kiinnitys noin 1–2 metrin välein.

- 2) Kaapelien kiinnitysetäisyydet vaakasuorassa asennuksessa eivät saa ylittää tämän määräyksen liitteessä 7 esitettyjä arvoja, ellei se ole sallittua 2.6.5 kohdan 3 alakohdan perusteella.
- 3) Vaakasuorilla radoilla, joissa kaapelit on laskettu "hyllyille", saa kiinnitysväli olla kolminkertainen liitteen 7 arvoon nähden edellyttäen, että hylly on tuettu riittävästi. Tämä poikkeus ei koske ratoja avokansilla, jos kansia huuhteleva vesi kuormittaa kaapelien kiinnityksiä.
- 4) Kaapelit on kiinnitettävä siten, etteivät kaapeleissa syntyvät mekaaniset rasitukset kuormita kaapelien sisäänvientejä eivätkä liitoksia.

2.6.6 Kaapelien kansi- ja laipioläpiviennit

- 1) Kaapelin kansi- ja laipioläpiviennit eivät saa heikentää vesitiiviiden, kaasutiiviiden eivätkä tulenkestävien laipioiden ja kansien tiiviyyttä tai palonkestävyyttä. Läpivientien on oltava aluskäyttöön hyväksytyjä.
- 2) Kaapelin veto kansien läpi on tehtävä metalliputkissa, jotka ylettyvät kannen yläpuolella vähintään 100 mm korkeudelle paikoissa, joissa kaapeli saattaa mekaanisesti vaurioitua.

2.6.7 Kaapelien asennus putkissa ja kanavissa

- 1) Metallisen putken, johon kaapeleita asennetaan, on oltava korroosiolta suojattu sisä- ja ulkopuolelta. Putken sisäpinnan on oltava tasainen ja sileä. Putken päät on työstettävä ja suojattava siten, ettei kaapeli vahingoitu.
- 2) Putkeen asennettujen kaapelien ulkohalkaisijoiden mukainen yhteenlaskettu poikkipinta-ala ei saa olla suurempi kuin 40 % putken sisäpoikkipinta-alasta, jos putkessa on useampia kuin yksi kaapeli.

2.6.8 Kaapelien kytkeminen ja liittäminen

- 1) Liittimen puuttuessa on johtimissa käytettävä kaapelikenkää.
- 2) Liittimien ja kaapelikenkien asennuksiin on käytettävä asianmukaista työkalua.
- 3) Kaapeli on tuotava laitteen sisälle alakautta tai sivulta aina kun tämä on mahdollista. Jos kaapeli tuodaan laitteeseen yläkautta, on suojausluokan oltava vähintään IP 56.
- 4) Laitteen sisälle johdettavan kaapelin suojavaippa on työnnettävä laitteen sisään vähintään 10 mm.
- 5) Jos kaapeli joudutaan haaroittamaan, on liitos tehtävä rasiassa ja asianmukaisilla liittimillä.
- 6) Kaapelin jatkaminen on rajoitettava tapauksiin, joissa se on välttämätöntä, esim. aluksen korjaustoiminnassa. Jatkaminen on tehtävä aluskäyttöön hyväksytyllä menetelmällä.
- 7) Kaapelin kuorimisessa, maadoittamisessa, kiinnittämisessä, kaapelikengän asennuksessa ja muissa vastaavissa töissä on noudatettava kaapelivalmistajan antamia ohjeita.

2.6.9 Kaapelien maadoitus

- 1) Kaapelin metallivaippa, -armeeraus tai -palmikko on maadoitettava. Maadoitus on tehtävä 1.7 kohdan mukaisesti seuraavin lisäyksin ja poikkeuksin:
 - a) maadoitus on tehtävä ainakin kaapelin toiseen päähän; ja
 - b) elektronisen viestinnän ja instrumentoinnin kaapelit sekä yksijohtimiset AC- ja DC-erikoiskaapelit, joissa on voimakas yliaaltoisuus (esim. tyristorikäytöt), maadoitetaan kuitenkin vain toisesta päästä.
- 2) Järjestelmässä, jossa on 1.7 kohdan mukainen erillinen maadoitusjohdin, on tämä johdin ja kaapelin metallinen vaippa, armeeraus tai palmikko liitettävä toisiinsa puristimilla, klemmareilla tai muulla vastaavalla liitännällä. Juotosliitosta ei hyväksytä.
- 3) Metalliputket ja -kanavat sekä niihin liittyvät kotelot on maadoitettava, jos ne eivät ole asianmukaisella tavalla kiinnitetty runkoon tähtilaatalla tai hitsattu.

3 Sähkölaitteet

3.1 Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien laitteet

3.1.1 Kiskot ja johdot

- 1) Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien kiskojen ja eristämättömien johtojen on:
 - a) oltava laadultaan, muodoltaan ja poikkipinta-alaltaan riittäviä, jotta nimelliskuormituksella lämpötila ei ylitä laitteille asetettua arvoa;
 - b) kestettävä dynaamisesti ja termisesti oikosulkuvirrat, jotka syntyvät virtapiirin vastaavissa kohdissa. Kiskojen ja eristämättömien johtimien kiinnittämiseen käytettyjen eristimien ja muiden osien on kestettävä oikosulkurasitukset; sekä
 - c) oltava tämän määräyksen liitteessä 6 esitettyjen nimelliskokojen mukaiset.
- 2) Tasa- ja vaihtovirtakiskot sekä eristämättömät johtimet on tehtävä kuparista tai muusta hyväksytyistä materiaalista ja merkittävä selkeästi.
- 3) Samaan keskukseen kuuluvien eri vaiheiden, napojen, kiskojen sekä eristämättömien johtimien keskinäisten sijoitusten on oltava samanlaiset.

3.1.2 Sähkömittaus

- 1) Päätaulussa on oltava:
 - a) kullekin pääsähkölähteelle oma virtamittari sekä vaihtokytkin kunkin vaiheen virran mittausta varten;
 - b) kullekin pääsähkölähteelle jännitemittari sekä vaihtokytkin vaihe- ja pääjännitteiden mittausta varten;
 - c) kullekin pääsähkölähteelle oma tehomittari;
 - d) kullekin pääsähkölähteelle ja pääkiskostolle taajuusmittarit;
 - e) yli 50 kW laitteille virtamittari, joka voi vaihtoehtoisesti olla käynnistimessä; sekä

f) muut välttämättömät mittauskojeet.

Taajuusmittaukseen voidaan vaihtoehtoisesti käyttää kahta erillistä taajuusmittaria, joista toinen voidaan vaihtokytkimellä liittää erikseen kaikkiin generaattoreihin ja toinen on kiinteästi kytkettynä virtakiskoihin. Tarkoitukseen voidaan käyttää kaksoismittaria.

- 2) Jokaisessa toisiojakelupiirissä on oltava erillinen jännitemittari.
- 3) Yli 50 V verkossa ensiö- ja toisiojakelupiirissä on oltava laite, joka jatkuvasti valvoo eristystilaa. Laitteen mittausvirta ei saa ylittää 30 mA kaikkein epäsuotuisimmissa olosuhteissa. Mittausjärjestelmä voidaan jättää pois, jos muulla järjestelyllä saavutetaan vastaava turvallisuustaso tai aluksen sähkönsäätöjärjestelmässä ei voi syntyä vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle eikä omaisuudelle.
- 4) Mittareiden asteikoissa on nimellijännitteet, -virrat ja -tehot merkittävä selvästi näkyvin merkein.

3.1.3 Kojeiden ja mittauslaitteiden sijoitukset

- 1) Pääsähkölähteiden ja erittäin tärkeiden laitteiden kojeet sekä mittaus- ja valvontalaitteet on asennettava kunkin laitteen omaan tauluun tai kenttään.
- 2) Jakokeskusten laitteet, joita normaalisti käytetään, on asennettava joko etuoveen tai keskuksen sisäpuolelle helposti käytettäväksi. Vaarallisen jännitteen laitteissa on jännitteelliset osat suojattava kosketukselta.
- 3) Vaarattoman ja vaarallisen jännitteen laitteiden liittimet on asennettava toisistaan erilleen ja merkittävä asianmukaisesti.

3.2 Akut ja akkutilat

3.2.1 Akkutilat

- 1) Radiolaitteiden, palohälytyksen ja yleishälytyksen akustot sekä hätäsähkölähteenä toimivat akustot on sijoitettava laipiokannen yläpuolelle konehuonekuilujen ulkopuolelle. Jos nämä akustot sijoitetaan erityiseen akkuhuoneeseen, on sieltä oltava uloskäynti avokannelle.
- 2) Akusto, jonka jännite ylittää vaarattoman jännitteen rajan ja joka on teholtaan yli 2 kW (tehon laskenta: suurin latausvirta kertaa latausjännite), on sijoitettava erityiseen akkuhuoneeseen, johon on pääsy kannelta, tai vastaavaan avokannelle asennettuun laatikkoon, jossa on oltava koneellinen pakkoimutuuletus, joka vaihtaa tilan ilman vähintään 30 kertaa tunnissa. Jos akut ovat tyypiltään suljettuja ja venttiiliohjattuja, voidaan vaadittava ilmanvaihto vähentää neljänkseen.
- 3) 0,2–2 kW akusto voidaan asentaa aluksen sisäpuolelle sijoitettuun laatikkoon tai kaappiin, joka on hyvin tuuletettu. Ilma on johdettava ulkoa laatikon tai kaapin alaosaan ja ulos kaapin yläosasta ulkotilaan.
- 4) Alle 0,2 kW akusto voidaan, asuin- ja työskentelytiloja lukuun ottamatta (poikkeuksena 3.2.1 kohdan 6 alakohdassa mainitut akustot), sijoittaa hyvin tuuletettuun tilaan, jossa se on suojattuna veden vaikutukselta, mekaanisilta vaurioilta sekä putoavilta esineiltä ja jossa se ei vaikuta haitallisesti ympäristössä oleviin laitteisiin.
- 5) Happo- ja lipeäakkuja ei saa sijoittaa samaan tilaan tai samaan laatikkoon. Eri elektrolyyttejä sisältäviä akkuja varten tarvittavat astiat ja apulaitteet on sijoitettava toisistaan erilleen.

- 6) Akustot, joista latauksen tai purkauksen aikana ei vapaudu palovaarallisia tai muuten vaarallisia kaasuja, voidaan sijoittaa asuin- ja työskentelytiloihin, jos ne ovat suojattuna palon leviämiseltä, veden vaikutukselta, mekaanisilta vaurioilta sekä putoavilta esineiltä.
- 7) Akkutilan lämpötilan tulisi olla +5 - +20 °C ja hetkellisesti enintään +40 °C. Alhaisemmat lämpötilat on otettava huomioon kapasiteetilaskelmissa ja korkeammat lyhentämällä tarkastus- ja huoltojaksoja. Lisäksi on huomioitava akkujen valmistajan antamat asennus- ja ympäristöohjeet.
- 8) Pakkotuuletuksella varustetussa akkutilassa on oltava laitteet, jotka estävät akkujen kytkemisen varaukseen ennen tuuletuksen kytkemistä. Varauksen on automaattisesti katkettava tuuletuksen pysähtyessä ja annettava siitä selkeä hälytys.
- 9) Akkuhuoneeseen saa asentaa vain tilan kannalta tarpeellisia sähkölaitteita.
- 10) Akut on kiinnitettävä luotettavasti ja akkukoteloiden on kestettävä akkunes-tettä.

3.2.2 Akuston virtapiirien suojaus

- 1) Akuston virtapiirissä on oltava oikosulkusuoja ja ylivirtasuoja seuraavin poikkeuksin:
 - a) ylivirtasuoja voidaan jättää pois moottoreiden käynnistysvirtapiireistä; tai
 - b) oikosulkusuoja voidaan jättää pois moottoreiden käynnistysvirtapiireistä, jos virtapiiri on oikosulun kestoinen ja yhteen vaiheeseen lähelle akustoa on asennettu kytkin tai erotin, jolla virta voidaan katkaista nopeasti.
- 2) Kytkennät ensimmäiseen oikosulkusuojaan asti on oltava oikosulun kestoiset.
- 3) Ohjausvirtapiirien on oltava 2.5.12 kohdan mukaisia.

3.2.3 Akkujen lataus

- 1) Kullakin yli 150 Ah akustolla on oltava erillinen latauslaitteisto, joka tekee mahdolliseksi akuston latauksen suurimmalla vaaditulla virralla ja samanaikaisen varaustilan ylläpidon kaikissa olosuhteissa.
- 2) Akuston latausjärjestelmä on suojattava jännitteen alenemisen ja syötön katkeamisen johdosta tapahtuvalla purkaukselta. Latausjärjestelmän on oltava varustettu automaattisella jännitteen säädöllä sekä suojattu ylilataamiselta.
- 3) Erittäin tärkeää laitetta syöttävän akun täyden lataamisen vaatima latausaika saa olla enintään 10 tuntia.
- 4) Latauslaitteesta tai erillisestä mittarista on käytävä ilmi akuston napajännite ja latausvirta sekä hätäsähkölähteiden osalta myös purkausvirta.
- 5) Latausvirtapiirit on suojattava oikosululta ja ylivirralla.
- 6) Pää- tai hätäsähkölähteenä toimivalla akustolla on oltava osoitus latauksesta ja purkauksesta ohjailupaikalla.
- 7) Aluksella on oltava huoltovälineet akkuja varten. Huolto on tehtävä valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Akkujen huollosta on pidettävä huoltopäiväkirjaa.

3.3 Järjestelmät

3.3.1 Yleistä

- 1) Koneistoissa, joissa on automaatti- ja käsikäyttö, on niiden samanaikaisen käytön oltava estetty.
- 2) Sellaisten koneistojen käynnistyksen, joiden sähkömoottorit ja kojeistot normaalikäytössä vaativat lisätuuletusta, on oltava mahdollista vain tuuletuksen toimiessa.
- 3) Sellaisten koneistojen, joiden toiminta määrätyissä olosuhteissa saattaa vaarantaa laivaväen turvallisuuden, ohjausjärjestelmät on varustettava selvästi merkityllä hätäpainikkeella tai turvalaitteella, joka katkaisee käyttölaitteen sähkönsyötön.
- 4) Laitteita ja järjestelmiä on voitava ohjata helposti ja turvallisesti ohjauskytkimillä ja niiden välittömässä läheisyydessä on oltava riittävät indikoinnit ilmaisemaan laitteiden ja järjestelmien toimintatilaa.
- 5) Hälytysjärjestelmien ja sähkökäyttöisten järjestelmien ääni- ja valoilmaisimien on oltava IEC-standardin 60092-203 (ääni- ja valomerkit) ja ISO-standardin 2412 (merkkivalojen värit) mukaisia.

3.3.2 Pää- ja apukoneiden sähkökäynnistys

- 1) Aluksessa, jossa on sähkökäynnistyslaitteilla varustetut polttomoottorit ilman muunlaista käynnistysmahdollisuutta, on koneiden lukumäärästä riippumatta oltava kiinteästi asennettuina vähintään kaksi käynnistysakustoa kunkin pää- ja apukoneen käynnistystä varten tai vähintään kaksi yhteistä akustoa kaikkien koneiden käynnistykseen. Jos käynnistystä varten on kaksi yhteistä akustoa, on järjestettävä kiinteä vaihtokytkentäjärjestelmä, jossa millä akustolla tahansa voidaan käynnistää mikä tahansa tähän akustoryhmään liittyvä kone. Kiinteän järjestelmän asemesta voidaan hyväksyä myös siirrettävä sähkökäynnistyslaite, jonka kapasiteetti riittää kolmeen käynnistykseen.
- 2) Kunkin käynnistysakuston kapasiteetin on oltava sellainen, että se riittää vähintään seuraaviin käynnistysmääriin jokaisen käynnistysyrityksen kestäessä vähintään 10 sekuntia:
 - a) 12 käynnistystä kullekin vaihdettavasuuntaiselle pääkoneelle;
 - b) 6 käynnistystä kullekin yksisuuntaiselle koneelle, jossa on säätölapapotkuri tai muu järjestelmä, joka ei vaadi koneen käynnistystä eri suuntiin; ja
 - c) 3 käynnistystä kullekin apukoneelle.
- 3) Jos käynnistysakusto palvelee myös muita laitteita, on sen kapasiteettia vastavasti lisättävä.
- 4) Käynnistysakuston latauslaitetta on syötettävä erillisellä syöttökaapelilla päätaulusta tai jakokeskuksesta.

3.3.3 Hätägeneraattorien sähkökäynnistys

- 1) Automaattisesti käynnistyvät hätägeneraattorit on varustettava käynnistysenergian varastolla, josta riittää energiaa vähintään kolmeen perättäiseen käynnistykseen. Automaattisen käynnistymisen epäonnistuttua on 30 minuutin kuluessa oltava käytössä toinen energiavarasto, joka riittää kolmeen uusintakäynnistykseen, ellei voida osoittaa, että käsikäynnistys on toimiva.

- 2) Jos hätägeneraattorissa ei ole automaattista käynnistystä, sallitaan manuaalinen käynnistys, kuten käsikammella tapahtuva tai inertiakäynnistys (vauhtipyörä) tai käynnistys käsipumpulla täytettävällä hydrauliakulla tai ruutipanoksella.
- 3) Hätägeneraattorin käynnistysakuston latauslaitetta on syötettävä erillisellä syötökaapelilla hätätaulusta.

3.3.4 Peräsinkoneiston sähkökäyttö

- 1) Peräsinkoneiston syöttöä järjestettäessä on huomioitava 2.3.5 kohdan määräykset peräsinkoneiston sähkönjakelusta.
- 2) Pää- ja varaohjausjärjestelmän moottoreiden
 - a) on oltava valmiina automaattiseen uudelleenkäynnistykseen, kun sähkönsyöttö katkon jälkeen palautuu;
 - b) käynnistys on voitava suorittaa komentosillalta;
 - c) sähkönsyötön katkeamisesta on tultava ääni- ja valohälytys;
 - d) ylikuormituksesta on tultava ääni- ja valohälytys;
 - e) syöttöpiireissä on oltava vain oikosulkusuoja;
 - f) oikosulkusuojana käytetyt sulakkeet on mitoitettava 200–300 % täyden kuorman virrasta; sekä
 - g) johdonsuojakatkaisijan oikosulkuvirta-asettelun on oltava vähintään 125 % moottorin suurimmasta käynnistysvirrasta.
- 3) Komentosillalta käytettävän pää- ja varaohjausjärjestelmän
 - a) on saatava sähkönsyöttönsä omasta erillisestä virtapiiristä peräsinkonehuoneessa saman peräsinkoneen käynnistimestä tai suoraan päätaulun siitä osasta, josta peräsinkone saa sähkönsyöttönsä;
 - b) on oltava peräsinkonehuoneessa varustettuna laitteella, jolla voidaan erottaa komentosillalta käytettävä ohjausjärjestelmä;
 - c) käynnistyskytkimen on oltava komentosillalla;
 - d) on osoitettava, milloin syöttöpiireissä on jännite; sekä
 - e) sähkönsyötön katkeamisesta on tultava ääni- ja valohälytys.

3.3.5 Pumppujen sähkökäyttö

Yli 50 kW moottorilla on oltava virtamittari.

3.3.6 Tuulettimien sähkökäyttö

- 1) Kaikkien tilojen koneelliset ilmanvaihtolaitteet on voitava pysäyttää kunkin tilan ulkopuolelta turvallisesti. Koneistotilojen tuulettimien pysäytyksen on oltava erillään muista järjestelmistä.
- 2) Tuulettimen välittömään läheisyyteen on asennettava turvakytkin, joka katkaisee kaikki vaiheet.

3.3.7 Taavettien sähkökäyttö

- 1) Taavettien sähkökäytön ohjauskytkimien on oltava varustettuja itsestään nolla-asentoon palautuvalla laitteella.
- 2) Taavetin ohjauspaikan välittömään läheisyyteen on asennettava kytkin sähkömoottorin päävirtapiiriin katkaisua varten.

3.3.8 Muuntajat

- 1) Aluksessa on käytettävä kuivia muuntajia, jotka soveltuvat aluskäyttöön.
- 2) Muuntajien on kestettävä toisiopiirin oikosulku yhden sekunnin ajan nimellisellä ensiöjännitteellä ja -taajuudella.
- 3) Jakelunmuuntajien rinnakkaiskäytössä on ensiö- ja toisiopuolella käytettävä erotuskytkimiä.
- 4) Virtaa mittaavien muuntajien vaihtokytkimet on järjestettävä siten, etteivät toisiokäämit jää auki, kun ko. virtapiiriä ei mitata.

3.3.9 Valaistus

- 1) Päävalaistusta, jonka on valaistava kaikkia aluksen tiloja, joihin normaalisti on pääsy ja joita matkustajat tai laivaväki käyttävät, on syötettävä aluksen pääsähkölähteestä.
- 2) Päävalaistukseen liittyvien laitteiden, kuten pääsähkölähteiden, päätaulun, jakokeskusten ja muiden vastaavien laitteiden vahingoittuminen palon tai vian johdosta ei saa heikentää hätävalaistusta.
- 3) Ulkotilojen hätävalaistusta varten saa komentosillalle tai yläkannella olevaan muuhun kiinteään valvontapaikkaan asentaa laitteet, joista valaisimet voidaan keskitetysti sammuttaa.
- 4) Sisätilojen hätävalaistuksen on kytkeydyttävä automaattisesti.
- 5) Tarkkailuasemien ja koneistotilojen valaistus on jaettava vähintään kahteen eri virtapiiriin, jos tilassa on kaksi tai useampia valaisimia.
- 6) Valaistusvirtapiireissä on käytettävä kaksinapaisia kytkimiä.
- 7) Asuin- ja yleistilojen valaistusryhmäjohtoja saa kuormittaa enintään 10 A virralla.
- 8) Koneistotilojen, ulkotilojen ja lastitilojen valaistusryhmäjohtoja saa kuormittaa enintään 16 A virralla.
- 9) Jos alus on jaettu pääpalovyöhykkeisiin, on kunkin vyöhykkeen valaistusta syötettävä erikseen.
- 10) Valaisimen sisäisen johdotuksen on kestettävä siihen kohdistuva lämpö.
- 11) Valaisimen pintalämpötila ei saa olla yli +50 °C niissä osissa, jotka ovat kosketuksissa palavaan materiaaliin.
- 12) Valaisimen on kestettävä meriolosuhteet.

3.3.10 Pistorasiat

- 1) Eri jännitteillä syötettävien pistorasioiden rakenteiden on oltava sellaiset, että määrätyle jännitteelle tarkoitettua pistotulppaa ei voida kytkeä eri jännitteelle tarkoitettuun pistorasiaan.
- 2) Pistorasioiden on oltava maadoitettuja.
- 3) Yli 16 A pistorasiat on voitava lukita siten, että virrallisena pistorasian kytkentä ja poisto on estetty.

3.3.11 Merenkulkuvalot

- 1) Merenkulkuvalot on kytkettävä erilliseen kytkintauluun, joka on sijoitettava ohjaamoon. Kytkintaulun syöttöpiirien järjestelyjen on oltava 2.3.7 kohdan mukaiset. Kytkintaulua saa käyttää vain merenkulkuvalojen sekä erikoisvalojen, kuten kanavaviranomaisten vaatimien merkkivalojen syöttöön.
- 2) Vähintään 50 metrin pituisessa aluksessa merenkulkuvalojen on oltava kahdennettua tai niissä on oltava kahdet polttimot.
- 3) Jokaista valoa on voitava syöttää erikseen kulkuvalojen kytkintaulusta. Valot on suojattava erikseen ja ne on voitava kytkeä erikseen.
- 4) Vähintään 50 metrin pituisessa aluksessa kulkuvaloja on valvottava merkkilampuilla ja valon vioittumisen on annettava äänihälytys. Merkkilampun vika ei saa vaikuttaa sen valvonnassa olevan valaisimen toimintaan.

3.3.12 Yleishälytys

- 1) Yleishälytysjärjestelmän sähkönsyöttö on järjestettävä ottaen huomioon 2.2 kohdan määräykset.
- 2) Yleishälytyksen syöttöpiireissä on oltava ainoastaan oikosulkusuoja.

3.3.13 Palonhavaitsemisjärjestelmä

- 1) Palonhavaitsemisjärjestelmän sähkönsyöttö on järjestettävä ottaen huomioon 2.2 kohdan määräykset.
- 2) Järjestelmän toiminnan kannalta välttämättömiä sähkölähteitä ja virtapiirejä on valvottava sähkön katkeamisen ja vikojen havaitsemiseksi. Katkeamisesta ja vioista on tultava sekä ääni- että valohälytys.

3.3.14 Keittiö- ja lämmityslaitteet

- 1) Kuumennettävien laitteiden sisäisten johdotusten on kestettävä ko. laitteeseen kohdistuva lämpö.
- 2) Laitteiden osakomponenttien on oltava keskitetysti maadoitetut.
- 3) Jos keittiö- ja lämmityslaitteissa ei ole omia suojalaitteita, on tällaiset asennettava ko. tiloihin. Suojalaitteen on katkaistava sähkönsyöttö kaikissa navoissa ja vaiheissa.
- 4) Laitteiden on oltava alus- tai ajoneuvokäyttöön sopivia.
- 5) Jokainen vedenlämmitin on varustettava termostaatilla, joka pitää veden lämpötilan oikeana sekä ylikuumentuessa katkaisee sähkönsyötön.

- 6) Lämmityskaapeliin pintalämpötila ei saa käytön aikana ylittää +50 °C. Lämmityskaapeleita ei saa asentaa kiinni palavaan materiaaliin eikä sen välittömään läheisyyteen. Järjestelmä on varustettava vikavirtasuojalla.

3.4 Tarkastus ja kunnossapito

- 3.4.1 Sähköasennukset on tarkastettava ja testattava ennen käyttöönottoa ottaen huomioon tämän luvun 1.2 kohdan vaatimukset. Tarkastuksesta ja testauksesta on tehtävä koestuspöytäkirja, jossa lisäksi on huomioitava laitevalmistajien testausohjelmat ja vaatimukset. Tarkastuksen pääkohdat ovat:
- 1) sähkölähteiden asennus ja toiminta;
 - 2) taulujen ja keskuksien asennus ja toiminta;
 - 3) jakeluverkoston oikea toiminta suojalaitteineen;
 - 4) järjestelmien ja laitteiden asennus ja toiminta;
 - 5) jännitteen aleneman tarkastelu;
 - 6) maadoitukset;
 - 7) suojajohtimen jatkuvuuden mittaus;
 - 8) eristysvastusmittaukset;
 - 9) selektiivisyys;
 - 10) kaapelointi;
 - 11) kyltitys ja merkinnät;
 - 12) piirustusten oikeellisuus;
 - 13) koneisto- ja valvontajärjestelmien asennus ja toiminta; sekä
 - 14) sähkön laadun mittaaminen sähköpropulsio- ja invertterikäytössä.
- 3.4.2 Aluksen sähkölaitteista on laadittava sähköturvallisuuden ja toiminnan ylläpitävä kunnossapito-ohjelma.
- 3.4.3 Aluksen sähkölaitteet on huollettava sekä tarvittaessa mitattava ja koestettava laitevalmistajien vaatimusten mukaisesti.
- 3.4.4 Varokkeiden huoltoa ja vaihtoa varten on oltava riittävät apuvälineet ja henkilösuojaimet.
- 3.4.5 Sähkötöissä ja huolloissa on noudatettava sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 turvallisuusohjeita.

III luku Olemassa olevien alusten sähköasennukset

1 Yleistä

1.1 Sähköasennuksia koskevat tiedot

- 1.1.1 Aluksella on oltava seuraavat tiedot sähköasennuksista:
- 1) sähkönjakelun periaatekaaviot, joista ilmenevät sähkönjakelujärjestelmä ja jakeluverkosto;

2) selvitykset

- a) akkujärjestelmistä ja niiden kapasiteetilaskelmat. Laskelmien asemesta voidaan akkujen kapasiteetin testaus suorittaa katsastuksen yhteydessä;
- b) EX-tilojen (räjähdysvaarallisten tilojen) sähkölaitteiden asennuksista;
- c) hätävalaistuksesta; sekä
- d) laitteiden ja asennusten eristysvastusmittauksista, jos niitä erikseen vaaditaan.

- 1.1.2 Kotimaanliikenteen alusta, jonka pituus on vähintään 24 metriä, ja kansainvälisen liikenteen lastialusta, jonka bruttovetoisuus on alle 500, koskevat 1.1.1 kohdassa mainitut asiakirjat on toimitettava Liikenne- ja viestintävirastolle tiedoksi, kun aluksen sähköasennuksiin tehdään muutoksia.

1.2 Sähköasennusten turvallisuus

- 1.2.1 Sähköasennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle eikä omaisuudelle vaaraa. Sähköasennuksissa on noudatettava hyvää sähkötekniistä suunnittelu- ja asennustapaa.
- 1.2.2 Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöiden sekä asennusten toteuttamisesta säädetään sähköturvallisuuslaissa (1135/2016).

1.3 Sähköasennuksia koskevia erinäisiä vaatimuksia

- 1.3.1 Sähkölaitteet on sijoitettava siten, että ohjauslaitteiden sekä kaikkien huoltoa, tarkastusta ja vaihtoa vaativien osien luokse on helppo päästä.
- 1.3.2 Aluksen tiloihin asennettavien sähkölaitteiden kotelointiluokan on oltava vähintään tämän määräyksen liitteen 1 mukainen. Liitteen 1 vaatimuksista voidaan poiketa tapauskohtaisesti.
- 1.3.3 Sähkölaitteiden kiinnittäminen palaville nesteille tarkoitettujen säiliöiden seiniin tai alle 75 mm etäisyydelle niistä on kielletty, lukuun ottamatta säiliöiden mittaukseseen liittyviä antureita.
- 1.3.4 Sähkölaitteet on rakennettava toimimaan tämän määräyksen liitteen 2 mukaisissa lämpötiloissa. Jos laitteiden sijaintipaikan rajalämpötilat oleellisesti ylitetään tai alitetaan, on laitteisiin mahdollisesti tehtävä muutoksia. Lisäksi on huomioitava laitevalmistajan antamat käyttö- ja varastointiohjeet.
- 1.3.5 Päätaulujen taakse ja eteen lattialle on asennettava eristematto tai lattiassa on käytettävä eristävää materiaalia käyttöjännitteen ollessa yli 50 V.

1.4 Maadoitus

- 1.4.1 Kaikkien sähköasennusten metalliosat, jotka eivät ole jännitteellisiä, mutta ovat käytön aikana kosketukselle alttiita, on maadoitettava.
- 1.4.2 Seuraavia laitteita ei tarvitse maadoittaa edellyttäen, että sähkömagneettisia häiriöitä ei synny:
 - 1) sähkölaitteita, joita syötetään vaarattomalla jännitteellä;
 - 2) osia, jotka on kiinnitetty johtamattomalle alustalle ja eristetty virrallisista ja maadoitetuista osista siten, että ne eivät voi tulla jännitteisiksi;
 - 3) laakeripesiä, jotka on eristetty vuotoverroilta;
 - 4) laitteita, joiden syöttöjännite on alle 250 V ja jotka saavat syöttönsä oman erotusmuuntajan kautta; sekä

5) suojaeristettyjä sähkölaitteita.

- 1.4.3 Metallikotelot, jotka on asennettu suoraan teräsrunгон osiin tai runkoon hitsattuihin tai niitattuihin teräsosiin, voidaan maadoittaa kiinnityslaitteilla edellyttäen, että kontakti on luotettava. Muut metallikotelot ja -osat on maadoitettava maadoitusjohtimilla.
- 1.4.4 Kiinteä sähkölaitte on maadoitettava erillisellä ulkoisella maadoitusjohtimella tai syöttökaapelin maadoitusjohtimella. Erillistä maadoitusta ei tarvita, jos laitteen asennus saa kaikissa käyttöolosuhteissa aikaan luotettavan sähköisen kosketuksen aluksen runkoon.
- 1.4.5 Ulkoisella maadoitusjohtimella tehtävässä maadoituksessa on käytettävä monisäikeistä kuparijohdinta. Maadoitusjohtimen poikkipinnan on oltava vähintään tämän määräyksen liitteen 3 mukainen. Navigointi- ja radiolaitteiden maadoituksessa on noudatettava valmistajan ohjeita.
- 1.4.6 Siirrettävät ja irrotettavat sähkölaitteet on maadoitettava pistorasian maadoituskoskettimen kautta.
- 1.4.7 Koteloiden ja taulujen ovet on maadoitettava, jos niihin on asennettu sähkölaitteita.
- 1.4.8 Alukseen on asennettava ukkosenjohdatin, jos aluksen rungon sähkönsäilytys tai aluksen laitteet sitä edellyttävät. Asennuksessa on noudatettava IEC-standardia 60092-401 siihen tehtyine muutoksineen. Alle 24 metrin pituisissa aluksissa asennuksessa voidaan vaihtoehtoisesti noudattaa ISO-standardia 10134.

1.5 Merkinnät

2 Sähkölaitteet on merkittävä pysyvillä kilvillä, joista laitteet voidaan helposti tunnistaa. Kilpien on oltava yhdenmukaisia piirustusten kanssa. Kytkinlaitteiden asennot on merkittävä. Hätävalaisimet on merkittävä. Sähköjärjestelmät

2.1 Sähköenergian pääsähkölähde

- 2.1.1 Kansainvälisen liikenteen lastialukset, joiden bruttovetoisuus on alle 500 ja joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, sekä non-SOLAS-direktiivin soveltamisalaan kuuluvat kotimaan matkoilla liikennöivät ennen 1 päivää heinäkuuta 1998 rakennetut C- ja D-luokan matkustaja-alukset, joissa sähköenergia on ainoa voimanlähde aluksen turvallisuudelle ja kuljettamiselle olennaisten aputoimintojen ylläpitämiseksi, on varustettava kahdella tai useammalla pääsähkölähteellä. Pääsähkölähteiden tehon on oltava riittävä ylläpitämään 2.1.2 kohdassa mainittuja toimintoja, vaikka yksi näistä lähteistä on epäkunnossa. Yksi pääsähkölähteistä voi olla kuljetuskoneiston käyttämä.
- 2.1.2 Aluksen pääsähkölähteen ja muuntajien tehojen on, kuljetuskoneiston ja akseliston käyttönopeudesta ja kierrosluvusta riippumatta, oltava riittävä:
 - 1) syöttämään kaikkia laitteita, joiden oletetaan olevan yhtäaikaaisesti käytössä täydellä potkurikäytöllä; ja
 - 2) käynnistämään suurimman sähkömoottorin suurimmalla käynnistysvirralla ja kaikkein vaikeimmissa käynnistysoloissa. Tällöin ei saa esiintyä jännitteen eikä taajuuden alenemista, joka voisi aiheuttaa tahdistaputoamisen, generaattorin käyttömoottorin pysähtymisen tai käytössä olevien koneiden ja kojeiden tahattoman irrottautumisen verkosta.

2.1.3 Jos pääsähkölähde on generaattori, jonka jännite on yli 50 V, on sen syöttöjännitteen säätimen oltava automaattitoiminen ja sen on pystyttävä:

- 1) tyhjäkäynnillä ja täydellä kuormalla sekä kaikilla mahdollisesti esiintyvillä teho-
kertoimilla ylläpitämään jännitteen taso 97,5–102,5 % nimellisjännitteestä pää-
taulun kiskostolla;
- 2) rajoittamaan jännitevaihtelu päätaulun virtakiskoilla -15 %:sta +20 %:iin nimel-
lisjännitteestä suurimmilla normaalikäytössä esiintyvillä tehon ja virran vaihte-
luilla (ei koske vaurioilanteita); sekä
- 3) generaattorin voimakoneen kierroslukusäätimen on pystyttävä ylläpitämään taa-
juus:
 - a) 95–105 % nimellistaajuudesta tasaisella kuormalla; ja
 - b) 90–110 % nimellistaajuudesta vaihtelevalla, lyhytaikaisella kuormalla.

2.1.4 Jos aluksen sähkölaitteiden toimintaan käytetään ainoastaan akustoa, on sen toimittava ilman uudelleen lataamista 3 tunnin ajan ja ylläpidettävä akuston jän-
nitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa. Uudel-
leenlataus saa kestää korkeintaan 10 tuntia, jolloin samanaikaisesti on turvat-
tava aluksella tarvittavien laitteiden sähkönsaanti.

2.2 Sähköenergian hätäsähkölähteet kansainvälisen liikenteen lastialuk- silla, joiden bruttovetoisuus on alle 500

2.2.1 Aluksella on oltava hätäsähkölähde, joka voi olla generaattori tai akusto.

2.2.2 Hätäsähkölähteen ja siihen liittyvän jakelulaitteen on sijaittava yhteisessä tilassa
koneistotilojen ulkopuolella.

2.2.3 Hätäsähkölähteen on oltava riittävä syöttämään:

- 1) hätävalaistusta
 - a) kokoontumis- ja pelastusasemilla sekä pelastusasemien laitojen vähintään 3
tunnin ajan;
 - b) työskentely- ja asuintilojen kulkuteillä, portaikoissa ja uloskäynneissä sekä
henkilöitä kuljettavissa hisseissä;
 - c) koneistotiloissa ja pääsähkölaitetiloissa sekä niiden valvontatiloissa;
 - d) kaikilla valvonta-asemilla, jokaisella pää- ja hätätaululla ja radiolaitteiden
käyttöpaikoilla;
 - e) kaikissa palomiehen varusteiden varastointipaikoissa;
 - f) peräsimen ohjailupaikoissa; sekä
 - g) hätäpalopumpuilla, sprinkleripumpuilla sekä niiden käynnistyspaikoilla;
- 2) seuraavia laitteita ja järjestelmiä, jos näitä laitteita tai järjestelmiä koskevat
määräykset edellyttävät ko. laitteen tai järjestelmän syötön hätäsähkölähteestä:
 - a) merenkulkuvalot;
 - b) navigointi- ja radiolaitteet;
 - c) kaikki hätätilanteen vaatimat sisäiset yhteydenpitolaitteet;

- d) palonhavaitsemis- ja hälytyslaitteet;
 - e) päivämerkinantolamppu;
 - f) aluksen äänimerkinantolaite;
 - g) kaikki hätätilanteessa vaaditut sisäiset hälytykset;
 - h) sähkötoiminen hätäpalopumppu;
 - i) sprinklerijärjestelmä ja sen automaattinen pumppu;
 - j) koneistotilojen kiinteät sammutusjärjestelmät ja niiden pumput;
 - k) koneiston hälytysjärjestelmät; sekä
 - l) taavetit.
- 2.2.4 Hätäsähkölähteen on pystyttävä syöttämään kaikkia 2.2.3 kohdassa tarkoitettuja laitteita ja hätävalaistusta, ottaen huomioon laitteiden edellyttämän samanaikaisen toiminnan, itämerenliikenteessä vähintään 12 tunnin ajan ja muussa kansainvälisessä liikenteessä vähintään 18 tunnin ajan. Edellä 2.2.3 kohdan 1 alakohdan a alakohdassa tarkoitettua hätävalaistusta on kuitenkin pystyttävä syöttämään vähintään 3 tunnin ajan.
- 2.2.5 Jos hätäsähkölähde on generaattori, sen on:
- 1) oltava sellaisella sopivalla voimakoneella käyvä, jolla on erillinen polttoaineväestö. Polttoaineen leimahduspiste (suljetun astian menetelmä) ei saa tällöin olla pienempi kuin +43 °C.
 - 2) pystyttävä käynnistymään helposti kaikissa sääolosuhteissa ja kytkeydyttävä hätätauluun, jolloin 2.2.3 kohdassa mainittujen toimintojen on siirryttävä hätäsähkölähteen syöttöön. Jos käynnistyminen ja kytkeytyminen eivät tapahdu automaattisesti 45 sekunnin kuluessa, on aluksella lisäksi oltava 2.2.6 kohdan mukainen väliaikainen hätäsähkölähde; sekä
 - 3) oltava toiminnaltaan 2.1.2 ja 2.1.3 kohtien pääsähkölähteen mukainen.
- 2.2.6 Väliaikaisena hätäsähkölähteenä on oltava hätätilannekäyttöä varten asennettu akusto, jonka on toimittava ilman uudelleenlatausta purkausajan ja pystyttävä ylläpitämään akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa. Akuston kapasiteetin on oltava riittävä ja sen on oltava niin järjestetty, että pää- tai hätäsähkölähteen syötön katketessa saadaan automaattisesti sähköenergiaa puoleksi tunniksi ainakin seuraaviin toimintoihin:
- 1) 2.2.3 kohdan mukainen hätävalaistus;
 - 2) merenkulkuvalot;
 - 3) hätätilanteen vaatimat sisäiset yhteydenpitolaitteet ja hälytykset;
 - 4) palonhavaitsemis- ja hälytyslaitteet;
 - 5) päivämerkinantolamppu; sekä
 - 6) aluksen äänimerkinantolaite.

2.2.7 Väliaikainen hätäsähkölähde on sijoitettava koneistotilojen ulkopuolelle, ylimmän kokonaisen kannen yläpuolelle sekä törmäyslaipion peräpuolelle eikä sitä saa sijoittaa hätägeneraattoreiden kanssa samaan tilaan.

2.2.8 Jos hätäsähkölähde on akusto:

- 1) sen on kytkeydyttävä hätätauluun ja 2.2.3 kohdassa mainittujen toimintojen on silloin siirryttävä hätäsähkölähteen syöttöön ja toimittava ilman uudelleen lataamista purkausajan ja kyettävä ylläpitämään akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa; sekä
- 2) sen uudelleenlataus saa kestää korkeintaan 10 tuntia.

2.2.9 Järjestelmän edellyttämä hätäsyöttö voidaan toteuttaa ko. järjestelmään kuuluvalla erillisellä syöttöjärjestelyllä, jos se täyttää tämän määräyksen asennusvaatimukset. Hätävalaistuksen yhteydessä sallitaan ko. valaisimen yhteyteen asennettu akku, joka voi saada latauksensa aluksen pääsähkölähteestä.

2.3 Sähköenergian hätäsähkölähteet muissa kuin 2.2 kohdassa tarkoitetuissa aluksissa

2.3.1 Aluksella on oltava hätäsähkölähde, joka voi olla generaattori tai akusto.

- A) Tätä vaatimusta ei tarvitse noudattaa, jos alus on suunniteltu siten, että siinä on kaksi redundanttia koneistotilaa, jotka erottaa toisistaan ainakin yksi vesitiivis ja palonkestävä osasto ja kaksi laipiota, tai saman turvallisuustason takaava vaihtoehtoinen rakenne ja että kummassakin koneistotilassa on ainakin yksi generaattori ja siihen liittyvät sähkönjakelun keskuskeskukset ja laitteet. Losseilla keskuskeskukset voivat olla koneistotilojen ulkopuolella.
- B) Non-SOLAS-direktiivin soveltamisalaan kuuluvat kotimaan matkoilla liikennöivät, ennen 1 päivää heinäkuuta 1998 rakennetut C- ja D-luokan matkustaja-alukset sekä kotimaanliikenteen liikennealueilla I, II ja III liikennöivät matkustaja-alukset on varustettava hätäsähkölähteellä (HSL) alla olevan taulukon mukaisesti.

Aluksen pituus	Liikennealue I	Liikennealue II	Liikennealue III
yli 24 m	HSL, 1)	HSL	HSL
15 - 24 m	2)	HSL	HSL
alle 15 m	-	2)	HSL

- 1) Hätäsähkölähdettä ei vaadita aluksilta, jotka liikennöivät vain määritellyillä satama-alueilla.
- 2) Nämä alukset suositellaan varustettavaksi kulutus- ja käynnistysakkujärjestelmällä, jossa on mahdollista syöttää kulutusakkuihin kytkettyjä "hätkäkuluttajia" myös käynnistysakuista. Akkujen välisen syötönvaihtojärjestelmän ei tarvitse olla kiinteästi asennettu. Aluksella on oltava ohjeet ja tarvittavat työkalut järjestelyn toteuttamiseksi sekä lista hätätilanteessa poiskytkettävistä vähemmän tärkeistä laitteista.
- C) Kotimaanliikenteen lastialukset on varustettava hätäsähkölähteellä (HSL) alla olevan taulukon mukaisesti.

Aluksen pituus	Liikennealue I	Liikennealue II	Liikennealue III
yli 24 m	1)	1)	HSL
15 - 24 m	1)	1)	HSL
alle 15 m	-	1)	HSL

- 1) Nämä alukset suositellaan varustettavaksi kulutus- ja käynnistysakkujärjestelmällä, jossa on mahdollista syöttää kulutusakkuihin kytkettyjä "hätäkuluttajia" myös käynnistysakuista. Akkujen välisen syötönvaihtojärjestelmän ei tarvitse olla kiinteästi asennettu. Aluksella on oltava ohjeet ja tarvittavat työkalut järjestelyn toteuttamiseksi sekä lista hätätilanteessa poiskytkettävistä vähemmän tärkeistä laitteista.

2.3.2 Hätäsähkölähteen ja siihen liittyvän hätätaulun on sijoitettava koneistotilojen ulkopuolella.

2.3.3 Hätäsähkölähteen on pystyttävä syöttämään kaikkia 2.2.3 kohdassa tarkoitettuja laitteita ja hätävalaistusta, ottaen huomioon laitteiden edellyttämän samanaikaisen toiminnan:

- 1) vähintään 6 tunnin ajan kotimaanliikenteen liikennealueella III liikennöivässä aluksessa; tällaisessa aluksessa hätävalaistuksen on toimittava kokoontumis- ja pelastusasemilla sekä pelastusasemien laitojen yli vähintään 3 tunnin ajan;
- 2) vähintään 3 tunnin ajan C-luokan matkustaja-aluksessa sekä kotimaanliikenteen liikennealueella II liikennöivässä aluksessa;
- 3) vähintään 3 tunnin ajan D-luokan matkustaja-aluksessa; sekä
- 4) vähintään 1 tunnin ajan kotimaanliikenteen liikennealueella I liikennöivässä aluksessa; tällaisessa aluksessa hätävalaistuksen on toimittava kokoontumis- ja pelastusasemilla sekä pelastusasemien laitojen yli vähintään 1 tunnin ajan.

2.3.4 Jos hätäsähkölähde on generaattori, sen on:

- 1) oltava sellaisella sopivalla voimakoneella käyvä, jolla on erillinen polttoaineväestö. Polttoaineen leimahduspiste (suljetun astian menetelmä) ei saa tällöin olla pienempi kuin +43 °C.
- 2) pystyttävä käynnistymään helposti kaikissa sääolosuhteissa ja kytkeydyttävä hätätauluun, jolloin edellytettyjen toimintojen on siirryttävä hätäsähkölähteen syöttöön; sekä
- 3) oltava toiminnaltaan 2.1.3 kohdan pääsähkölähteen mukainen.

2.3.5 Jos hätäsähkölähde on akusto:

- 1) sen on kytkeydyttävä hätätauluun, jolloin edellytettyjen toimintojen on siirryttävä hätäsähkölähteen syöttöön ja toimittava ilman uudelleenlatausta purkausajan ja pystyttävä ylläpitämään akuston jännitettä purkausjakson ajan nimellisjännitteen 12 % poikkeaman rajoissa; sekä
- 2) sen uudelleenlataus saa kestää korkeintaan 10 tuntia.

2.3.6 Järjestelmän vaatima hätäsyöttö voidaan toteuttaa ko. järjestelmään kuuluvalla erillisellä syöttöjärjestelyllä, jos se täyttää tämän määräyksen asennusvaatimukset. Hätävalaistuksen yhteydessä sallitaan ko. valaisimen yhteyteen asennettu akku, joka voi saada latauksensa aluksen pääsähkölähteestä.

2.3.7 Määräyksen soveltamisalaan kuuluvien kalastusalusten sähköenergian hätäsähkölähteitä koskevat vaatimukset:

- 1) luokkaan I kuuluvan kalastusaluksen koneistotilan ulkopuolella on oltava hätäsähkölähde, jonka teho riittää syöttämään hätävaloja, kulkuvaloja ja radiolaitteita vähintään 2 tunnin ajan;
- 2) luokkaan II kuuluvan kalastusaluksen koneistotilan ulkopuolella on oltava hätäsähkölähde, joka riittää automaattisesti syöttämään hätävaloja, kulkuvaloja ja radiolaitteita vähintään 3 tunnin ajan.

2.4 Sähkönjakelu

Sähkönjakelussa erittäin tärkeän laitteen yksittäisen virtapiirin vika ei saa vaarantaa muiden laitteiden sähkönsaantia.

2.5 Maasyöttö

- 2.5.1 Yli 63 A maasyöttö on varustettava omalla kotelolla, jossa on oikosulku- ja ylivirtasuojat.
- 2.5.2 Enintään 63 A maasyöttöön voidaan käyttää yksiasentoista pistorasiaa tai pistotulppaa kotelonsijasta. Virtapiiri on suojattava oikosulku- ja ylivirtasuojilla.
- 2.5.3 Vaihto- ja lukitusjärjestelmä on järjestettävä siten, että maaverkkoon ei voida syöttää sähköä aluksen generaattoreista.
- 2.5.4 Jos maasyötön jännite ylittää 50 V, aluksen runko on maadoitettava maissa olevaan syöttökeskukseen esimerkiksi syöttökaapelin maadoitusjohtimella, ellei muilla järjestelyillä saavuteta vastaavaa turvallisuutta.

2.6 Virtapiirien suojaus

- 2.6.1 Asennukset on suojattava ylivirroilta ja oikosuluilta siten, että syöttöpiiri on toimintakuntoinen oikosulun jälkeen. Suojalaitteen on pystyttävä katkaisemaan oikosulku ja annettava täysi ja selektiivinen suoja, jolla varmistetaan toiminnan jatkuvuus vikatilanteessa erottamalla viallinen osa.
- 2.6.2 Pelkästään johdon oikosulkusuojana toimivan sulakkeen nimellisvirta saa olla enintään tämän määräyksen liitteen 4 mukainen, jos virtapiirissä on erillinen ylivirtasuojaja. Liitteen taulukko on suuntaa antava. Sulakkeen ominaisuudet ja kaapelien oikosulkukestoisuus on aina tarkistettava. Lisäksi on huomioitava kaapeli-asennuksen mekaaninen ja terminen vaikutus.

2.7 Kaapelointi

2.7.1 Kaapelien mitoitus

- 1) Kaapelien suurin sallittu jatkuva kuormitusvirta on esitetty tämän määräyksen liitteessä 5, joka on laadittu yksijohdinkaapelille. Useampijohtoisten kaapelien kuormitusvirrat ovat liitteessä 5 mainitut virta-arvot kerrottuna mahdollisuuksien mukaan korjauskertoimilla k_1 ja k_2 , jotka ovat:

a) $k_1 = 0,85$ kaksijohdinkaapeleille;

b) $k_1 = 0,83$ kolmi- ja nelijohdinkaapeleille;

c) $k_2 = 0,85$, jos kaapeleita on nipussa vähintään 6; sekä

d) $k_2 = 1,00$, jos kaapeleita on nipussa alle 6.

- 2) Pienempiä kaapelimitoituksia voidaan käyttää yksittäiselle ajoittaiskäyttöiselle moottorille (esim. nosturille ja vintturille).
- 3) Käynnistysmoottoreiden ja niiden akkujen välisten kaapelien on oltava yksijohdinkaapeleita, joiden pienin sallittu poikkipinta-ala on 70 mm^2 . Poikkipinta-alaltaan pienemmän kaapelin käyttö edellyttää moottorin oikosulkuvirran ja kaapelin kestoisuuden laskelmat laitevalmistajan antamien arvojen perusteella.

2.7.2 Kaapelin aiheuttama jännitteen alenema

Nimelliskuormituksella jännitteen alenema ei saa olla suurempi kuin:

- 1) 5 % valaistus- ja merkinantolaitteilla, kun jännite on yli 50 V;
- 2) 10 % valaistus- ja merkinantolaitteilla, kun jännite on enintään 50 V;
- 3) 6 % teho-, keittiö- ja lämmityslaitteilla, riippumatta jännitteen suuruudesta;
- 4) 10 % suurta tehoa vaativilla laitteilla, joita käytetään lyhytaikaisesti tai toistuvasti lyhytaikaisesti, jännitteen suuruudesta riippumatta;
- 5) 5 % radioaseman keskuksessa, radio- tai navigointilaitteita syöttävässä kaapelissa tai akuston varaukseen käytetyssä kaapelissa; sekä
- 6) 15 % vaihtovirtamoottoreiden liittimissä käynnistyshetkellä.

2.7.3 Kaapelien asennus

- 1) Kaapelit on mahdollisuuksien mukaan asennettava suoraan ja siten, että niiden luo on helppo päästä. Kaapelireittien on mahdollisuuksien mukaan kuljettava sellaisten paikkojen kautta, joissa kaapelit eivät joudu tiivistyneen tai tippuvan veden vaikutuksen alaisiksi.
- 2) Kaapeliasennusten on oltava sellaisia, että kaapelit eivät ole alttiita mekaaniselle vaurioitumiselle. Tarvittaessa ne on suojattava peittämällä kaapelirata kansilevyillä, profiileilla tai ritilöillä tai asentamalla kaapelit putkiin.
- 3) Kaapelien etäisyyksien lämpölähteistä on oltava vähintään 100 mm.
- 4) Kaapeleita ei saa asentaa alle 50 mm etäisyydelle kaksoispohjasta eikä polttoaine- ja öljysäiliöistä, lukuun ottamatta säiliöiden antureiden kaapelointia.
- 5) Suolan vaikutukselle alttiisiin paikkoihin asennetut kaapelit on suojattava suojuksilla tai vaipoilla, jotka kestävät suolan vaikutuksen.
- 6) Kaapeleita ei suositella asennettaviksi konehuoneissa turkkitason alle. Jos tällainen asentaminen on välttämätöntä, on kaapelit asennettava metallisiin putkiin tai suojattuihin ratoihin.
- 7) Rungon liikuntasauvojen yli asennetussa kaapelissa on oltava kompensatiolenkki, jonka säde on riittävä tällaista liitosta varten. Lenkin sisähalkaisijan on vastattava ainakin 12-kertaista kaapelin ulkohalkaisijaa.
- 8) Jos on välttämätöntä asentaa kaapelit ääni- tai lämpöeristeeseen, on niiden mitoituksessa huomioitava kaapelin nimellisvirran aleneminen.

2.7.4 Kaapelien kiinnitys

Kaapelit on kiinnitettävä siten, etteivät kaapeleissa syntyvät mekaaniset rasitukset kuormita kaapelien sisäänvientejä eivätkä liitoksia.

2.7.5 Kaapelien kansi- ja laipioläpiviennit

Kaapelin kansi- ja laipioläpiviennit eivät saa heikentää vesitiiviiden, kaasutiiviiden eivätkä tulenkestävien laipioiden ja kansien tiiviyttä tai palonkestävyyttä. Läpivientien on oltava aluskäyttöön hyväksytyjä.

2.7.6 Kaapelien kytkeminen ja liittäminen

- 1) Liittimen puuttuessa on johtimissa käytettävä kaapelikenkää.
- 2) Liittimien ja kaapelikenkien asennuksiin on käytettävä asianmukaista työkalua.
- 3) Kaapeli on tuotava laitteen sisälle alakautta tai sivulta aina kun tämä on mahdollista. Jos kaapeli tuodaan laitteeseen yläkautta, on suojausluokan oltava vähintään IP 56.
- 4) Jos kaapeli joudutaan haaroittamaan, on liitos tehtävä rasiassa ja asianmukaisilla liittimillä.

3 Sähkölaitteet**3.1 Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien laitteet**

Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien kiskojen ja eristämättömien johtojen on:

- 1) oltava laadultaan, muodoltaan ja poikkipinta-alaltaan riittäviä, jotta nimelliskuormituksella lämpötila ei ylitä laitteille asetettua arvoa;
- 2) kestettävä dynaamisesti ja termisesti oikosulkuvirrat, jotka syntyvät virtapiirin vastaavissa kohdissa. Kiskojen ja eristämättömien johtimien kiinnittämiseen käytettyjen eristimien ja muiden osien on kestettävä oikosulkurasitukset; sekä
- 3) oltava tämän määräyksen liitteessä 6 esitettyjen nimelliskokojen mukaiset.

3.2 Akut ja akkutilat**3.2.1 Akkutilat**

- 1) Radiolaitteiden, palohälytyksen ja yleishälytyksen akustot sekä hätäsähkölähteenä toimivat akustot on sijoitettava laipiokannen yläpuolelle konehuonekuilujen ulkopuolelle. Jos akustot sijoitetaan erityiseen akkuhuoneeseen, on sieltä oltava uloskäynti avokannelle.
- 2) Akusto, jonka jännite ylittää vaarattoman jännitteen rajan ja joka on teholtaan yli 2 kW (tehon laskenta: suurin latausvirta kertaa latausjännite), on sijoitettava erityiseen akkuhuoneeseen, johon on pääsy kannelta, tai vastaavaan avokannelle asennettuun laatikkoon, jossa on oltava koneellinen pakkoimutuuletus, joka vaihtaa tilan ilman vähintään 30 kertaa tunnissa. Jos akut ovat tyyppiltään suljettuja ja venttiiliohjattuja, voidaan vaadittava ilmanvaihto vähentää neljännekseen.
- 3) 0,2–2 kW akusto voidaan asentaa aluksen rungon sisäpuolelle sijoitettuun laatikkoon tai kaappiin, joka on hyvin tuuletettu. Ilma on johdettava ulkoa laatikon tai kaapin alaosaan ja ulos kaapin yläosasta ulkotilaan.

- 4) Alle 0,2 kW:n akusto voidaan, asuin- ja työskentelytiloja lukuun ottamatta (poikkeuksena 3.2.1 kohdan 6 alakohdassa mainitut akustot), sijoittaa hyvin tuuletettuun tilaan, jossa se on suojattuna veden vaikutukselta, mekaanisilta vaurioilta sekä putoavilta esineiltä ja jossa se ei vaikuta haitallisesti ympäristössä oleviin laitteisiin.
- 5) Happo- ja lipeäakkuja ei saa sijoittaa samaan tilaan tai samaan laatikkoon. Eri elektrolyyttejä sisältäviä akkuja varten tarvittavat astiat ja apulaitteet on sijoitettava toisistaan erilleen.
- 6) Suljetut venttiiliohjatut akustot voidaan sijoittaa asuin- ja työskentelytiloihin, jos ne ovat suojattuina veden vaikutukselta, mekaanisilta vaurioilta sekä putoavilta esineiltä.
- 7) Akkutilan lämpötilan tulisi olla +5 - +20 °C ja hetkellisesti enintään +40 °C. Alhaisemmat lämpötilat on otettava huomioon kapasiteetilaskelmissa ja korkeammat lyhentämällä tarkastus- ja huoltojaksoja. Lisäksi on huomioitava akkujen valmistajan antamat asennus- ja ympäristöohjeet.
- 8) Pakkotuuletuksella varustetussa akkutilassa on oltava laitteet, jotka estävät akkujen kytkemisen varaukseen ennen tuuletuksen kytkemistä. Varauksen on automaattisesti katkettava tuuletuksen pysähtyessä ja annettava siitä selkeä hälytys.
- 9) Akkuhuoneeseen saa asentaa vain tilan kannalta tarpeellisia sähkölaitteita.

3.2.2 Akuston virtapiirien suojaus

- 1) Akuston virtapiirissä on oltava oikosulkusuoja ja ylivirtasuoja seuraavin poikkeuksin:
 - a) ylivirtasuoja voidaan jättää pois moottoreiden käynnistysvirtapiireistä; tai
 - b) oikosulkusuoja voidaan jättää pois moottoreiden käynnistysvirtapiireistä, jos virtapiiri on oikosulun kestoinen ja yhteen vaiheeseen lähelle akustoa on asennettu kytkin tai erotin, jolla virta voidaan katkaista nopeasti.
- 2) Akuston sisäiset kytkennät ensimmäiseen oikosulkusuojaan asti on oltava oikosulun kestoiset.

3.2.3 Akkujen lataus

- 1) Latauslaitteiston on pystyttävä lataamaan akusto suurimmalla vaaditulla virralla ja ylläpitämään varaustila kaikissa olosuhteissa.
- 2) Akuston latausjärjestelmä on suojattava jännitteen alenemisen ja syötön katkeamisen johdosta tapahtuvalta purkaukselta.
- 3) Erittäin tärkeää laitetta syöttävän akun täyden latauksen vaatima latausaika saa olla enintään 10 tuntia.
- 4) Latauslaitteesta tai erillisestä mittarista on käytävä ilmi akuston napajännite ja latausvirta sekä hätäsähkölähteiden osalta myös purkausvirta.
- 5) Latausvirtapiirit on suojattava oikosululta ja ylivirralla.
- 6) Aluksella on oltava huoltovälineet akkuja varten. Huolto on tehtävä valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Akkujen huollosta on pidettävä huoltopäiväkirjaa.

3.3 Järjestelmät

3.3.1 Koneistojen, laitteiden ja järjestelmien käytöt ja ilmaisimet

- 1) Sellaisten koneistojen käynnistyksen, joiden sähkömoottorit ja kojeistot normaalikäytössä vaativat lisätuuletusta, on oltava mahdollista vain tuuletuksen toimiessa.
- 2) Sellaisten koneistojen, joiden toiminta määrätyissä olosuhteissa saattaa vaarantaa laivaväen turvallisuuden, ohjausjärjestelmät on varustettava selvästi merkityllä hätäpainikkeella tai turvalaitteilla, jotka katkaisevat käyttölaitteen sähkönsyötön.

3.3.2 Pää- ja apumoottoreiden sähkökäynnistys

- 1) Kunkin käynnistysakuston kapasiteetin on oltava sellainen, että se riittää vähintään seuraaviin käynnistyskertoihin jokaisen käynnistysyrityksen kestäessä vähintään 10 sekuntia:
 - a) 12 käynnistystä kullekin vaihdettavasuuntaiselle pääkoneelle;
 - b) 6 käynnistystä kullekin yksisuuntaiselle koneelle, jossa on säätölapapotkuri tai muu järjestelmä, joka ei vaadi koneen käynnistystä eri suuntiin; sekä
 - c) 3 käynnistystä kullekin apukoneelle.
- 2) Jos muutkin laitteet käyttävät käynnistysakustoa, on sen kapasiteettia vastavasti lisättävä.

3.3.3 Pistorasiat

Eri jännitteillä syötettävien pistorasioiden rakenteiden on oltava sellaiset, että määrätyle jännitteelle tarkoitettua pistotulppaa ei voida kytkeä eri jännitteelle tarkoitettuun pistorasiaan.

IV luku Voimaantulo

Tämä määräys tulee voimaan x päivänä xkuuta 2020.

Tällä määräyksellä kumotaan Liikenteen turvallisuusviraston määräys alusten sähköasennuksista (TRAFI/10743/03.04.01.00/2014).

Tämän määräyksen soveltamisalaan kuuluvien olemassa olevien alusten on täytettävä tämän määräyksen III luvun vaatimukset viimeistään 1 päivänä tammikuuta 2016 tai sen jälkeen suoritettavassa ensimmäisessä uusintakatsastuksessa. Jos olemassa olevan aluksen sähköasennuksiin tehdään muutoksia, on näiden muutosten kuitenkin täytettävä heti II luvun vaatimukset muutoksen edellyttämässä laajuudessa.

Liikenne- ja viestintävirasto antaa pyydettäessä tässä määräyksessä mainituista englanninkielisistä standardeista, joita ei ole julkaistu suomen ja ruotsin kielellä, tietoja suomen ja ruotsin kielellä.

Kirsi Karlamaa
pääjohtaja

Liite 1 Sähkölaitteiden kotelointi

Laitteen sijainti	Kytkin- taulut, ohjaus- laitteet ja käynnisti- met	Gene- raat- torit	Mootto- rit	Muunta- jat ja muutta- jat	Va- laisi- met	Lämmi- tyslait- teet	Keittiö- laitteet	Lisälaitteet (kytkimet, jakorasiat, pistorasiat, ym.)
Kuivat asuintilat	IP 20	-	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Kuivat valvontahuoneet	IP 20	-	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20

Ohjaamo	IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22
Kone- ja kattilahuoneet turkkitason yläpuolella	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
Peräsinkonehuoneet	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	-	IP 44
Jäähdytyskonehuoneet	IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	-	IP 44
Hätäkonehuone	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	-	IP 44
Pentterit	IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	IP 44
Ruoka- ja yleisvarastot	IP 22	-	IP 22	IP 22	IP 22	IP 22	-	IP 22
Kylpy- ja suihkutilat	-	-	-	-	IP 34	IP 44	-	IP 55 ²⁾
Kone- ja kattilatilat turkkitason alapuolella	-	-	IP 44	-	IP 44	IP 44	-	IP 55
Separaattorihuoneet (polttoaine- ja voiteluaine)	IP 44	-	IP 44	-	IP 34	IP 44	-	IP 55
Painolastipumppuhuoneet	IP 44	-	IP 44	IP 44	IP 34	IP 44	-	IP 55
Jäähdytyskoneet	-	-	IP 44	-	IP 34	IP 44	-	IP 55
Keittiöt ja pesulat ³⁾	IP 44	-	IP 44	IP 44	IP 34	IP 44	IP 44	IP 44
Akseli- ja putkitunneli kaksoispohjassa	IP 55	-	IP 55	IP 55	IP 55	IP 55	-	IP 56
Lastitilat ⁴⁾	IP 55	-	IP 44	-	IP 55	-	-	IP 55
Avokannet	IP 56	-	IP 56 ¹⁾	-	IP 55	IP 56	-	IP 56
Akkuhuoneet ⁵⁾	IP 44, Ex IIC T1							
Hitsauskaasupullovarastot ⁶⁾	IP 44, Ex IIC T2							
Maalivarastot ⁷⁾	IP 44, Ex IIB T3							

Taulukossa esitetään sähkölaitteiden kotelotyyppit laitteiden sijainnista riippuen. Akkuhuoneille, hitsauskaasupullovarastoille ja maalivarastoille esitetään myös räjähdysuojausvaatimus.

Jos taulukossa on " - ", ei laitetta yleensä hyväksytä asennettavaksi tähän tilaan (IEC-standardi 60092-201 ja IEC-standardi 60529).

Taulukkoa koskevat huomautukset:

1) Kannella olevien moottorien on oltava:

- a) luonnollisesti tuuletettuja eikä niissä saa olla ulkopuolisia tuulettimia; tai
- b) ulkoisella tuulettimella varustettuja, jolloin moottorit on asennettava pystyasentoon ja tuuletin on suojattava yläpuolisella suojakatoksella.

Ainoastaan satamassa käytettävät ja ulkoisella tuulettimella varustetut moottorit on peitettävä merellä oltaessa lisäsuojuksella (esim. pressulla), jos jään kertyminen tuulettimeen on mahdollista. Moottoriin on kiinnitettävä kilpi, jossa vaaditaan, että moottori on merellä peitettävä lisäsuojuksella.

Olemassa olevissa asennuksissa ainoastaan satamassa käytettäville moottoreille voidaan sallia alempi kotelointiluokka edellyttäen, että moottorit peitetään merellä oltaessa lisäsuojuksella (esim. pressulla). Moottoriin on kiinnitettävä kilpi, jossa vaaditaan, että moottori on merellä peitettävä lisäsuojuksella.

- 2) Piensähkölaitteille (esim. parranajokoneille) tarkoitetut erikoispistorasiat, joissa on kaksoiseristetty suojamuuntaja, voidaan hyväksyä, jos ne on suojattu roiskeilta (esim. suihkuista).
- 3) Liedet, uunit ja vastaavat laitteet voidaan hyväksyä IP22-luokitettuina, jos niissä on roiske-suojaus letkulla tapahtuvaa lattianpesua vastaan.
- 4) Ro-ro-lastitilojen kotelointiluokkaan sovelletaan SOLAS-yleissopimuksen lukua II-2.
- 5) Akkuhuoneiden vaatimukset koskevat myös akkukaappeja.
- 6) Hitsauskaasulla tarkoitetaan tässä palavia hitsauskaasuja (esim. asetyleeni) ja happea.
- 7) Maalivarastoilla tarkoitetaan sellaisia maalivarastoja, joissa säilytetään maaleja, joissa on palavia liuottimia, tai palavia liuottimia tai muita vastaavia palavia aineita.

Liite 2 Sähkölaitteiden ympäristön lämpötila-alueet

LAITTEEN SIJAINTI	Alaraja °C	Yläraja °C
Kone- tai kattilahuone, keittiö tai asuintila	0	+ 45
Kuiva lastitila, peräsinkonehuone, kansi- tai keulavarasto tai muu lämmittämätön kansi-tila	- 20	+ 45
Varastot, jäädytetyt tilat ja muut vastaavat tilat	- 20	+ 45

Liite 3 Ulkoisen maadoitusjohtimen poikkipinta-alan riippuvuus laitteeseen virtaa syöttävästä kaapelista

Laitteeseen virtaa syöttävän kaapelin johtimen poikkipinta-ala mm ²	Ulkoisen erillisen maadoitusjohtimen poikkipinta-ala mm ²
2,5 tai pienempi	1,5
2,5–120	puolet kaapelin johtimen poikkipinnasta, mutta vähintään 4
yli 120	70

Liite 4 Pelkästään johdon oikosulkusuojaana toimivan sulakkeen suurin nimellisvirta suhteessa johtimen poikkipintaan

Johdon poikki-pinta-ala mm ² Cu	Suojaavan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A gG-sulake	Suojaavan sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A aM-sulake
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

HUOM. Taulukko on suuntaa antava. Sulakkeen ominaisuudet ja kaapelien oikosulkukestoisuus on aina tarkistettava.

Liite 5 Kaapelissa sallittu jatkuva nimellisvirta kaapelin poikkipinta-alan, lämpötilan ja kaapelimateriaalin mukaan

Johtimen poikkipinta-ala enintään	Yleiskäyttöön PVC 60 °C ¹⁾	Lämmönkestoinen PVC 75 °C ¹⁾	Butyyli ja kumi 80 °C ¹⁾	EPR ja XLPE 85 °C ¹⁾	Silikoni-, kumi- ja mineraalieristys 95 °C ¹⁾
mm ²	A	A	A	A	A
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360

¹⁾ kaapelin nimellislämpöluokka

Taulukko on laadittu kaapeleille, joiden ympäristön lämpötila on enintään +45 °C. Taulukossa on esitetty erityyppisten kaapelien sallittu virran arvo.

Kaapelien mitoituksessa ja asennuksessa sovelletaan IEC-standardeja 60092-360 ja 60092-352.

HUOM. Mitoituksessa on sallittua käyttää myös kaapelinvalmistajan antamia arvoja.

Liite 6 Päätaulujen, jakokeskusten ja käynnistimien kiskojen ja eristämättömien johtojen mitoitus

kuormitusvirta (A) 50/60 Hz

kisko koko/mm	maalattu			käsittelemätön pinta		
	kiskojen lukumäärä			kiskojen lukumäärä		
	1 / I	2/II	3/III	1/I	2/II	3/III
15x3	230	390	470	200	350	445
20x3	290	485	560	250	430	535
20x5	395	690	900	340	620	855
20x10	615	1145	1635	530	1020	1460
25x3	355	580	650	300	510	615
25x5	475	820	1040	405	725	985
30x3	415	670	735	350	590	700
30x5	555	940	1170	470	830	1110
30x10	835	1485	2070	710	1310	1835
40x5	710	1180	1410	595	1035	1350

Taulujen kiskostojen mitoituksessa ja asennuksessa sovelletaan IEC-standardia 60439.

HUOM. Mitoituksessa on sallittua käyttää valmistajan antamia arvoja.

Liite 7 Kaapelien kiinnityskohtien väli vaakasuorassa asennuksessa

Kaapelin tai kaapelinipun halkaisija (d) [mm]	Kaapelin kiinnityskohtien välinen etäisyys [mm]
$0 < d < 8$	250
$8 \leq d < 30$	350
$30 \leq d$	450