



TEKNIikka JA LIIKENNE

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**UUDET MÄÄRÄYKSET VIKAVIRTASUOJAUksesta JA NIIDEN VAIKUTUKSET
SÄHKÖKESKUSTEN RAKENTEISIIN JA SÄHKÖSUUNNITTELUUN**

**Työn tekijä: Ville Kurvinen
Työn ohjaaja ja valvoja:
Tapio Kallasjoki**

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

**Tapio Kallasjoki
lehtori**

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Ville Kurvinen

Työn nimi: Uudet määräykset vikavirtasuojauksesta ja niiden vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin ja sähkösuunnitteluun

Päivämäärä: 7.6.2010

Sivumäärä: 31 s.

Koulutusohjelma:

Suuntautumisvaihtoehto:

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

Työn ohjaaja: Lehtori diplomi-insinööri Tapio Kallasjoki

Pienjännitesähköasennuksia koskeva SFS 6000 -standardisarja uudistui vuoden 2008 alussa. Standardin merkittävin uudistus kohdistui vikavirtasuojaukseen. Uusi standardi vaatii, että tavanomaiset maallikoiden käyttöön tarkoitetut pistorasiat pitää suojata mitoitustoimintavirrallaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Tätä kutsutaan uudessa standardisarjassa lisäsuojaukseksi. Lisäsuojaus täydentää laitteen perussuojauksen ja vikasuojauksen antamaa turvaa. Uusitut standardit aiheuttivat muutoksia sähkösuunnitteluun ja sähkökeskusten rakenteisiin.

Uudistuneiden määräysten johdosta sähköturvallisuus parani merkittävästi. Uudet määräykset eivät koske vanhoja sähköasennuksia, joten vanhoja asennuksia ei tarvitse uusia. Asennusten uusiminen on kuitenkin suositeltavaa sähköturvallisuuden parantamiseksi.

Tässä insinööriyössä käsiteltiin uudistuneita vikavirtasuojausmääräyksiä. Työn tarkoituksena oli koota muuttuneet määräykset ja käydä läpi niiden vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin ja sähkösuunnitteluun. Työn alussa käytiin läpi lyhyesti sähkövirran vaikutus ihmiseen ja käytiin läpi vikavirtasuojakytkimen toiminta. Lisäksi työssä käytiin läpi perussuojausmenetelmät, joita vaaditaan aina vikavirtasuojauksen lisäksi. Lopussa käytiin läpi vikavirtasuojausmääräykset ja niiden vaikutukset sähkökeskuksiin ja sähkösuunnitteluun.

Avainsanat: vikavirtasuojaus, sähköturvallisuus, SFS 6000 -standardisarja

ABSTRACT

Name: Ville Kurvinen

Title: The New Requirements on Residual-Current Protection and The Effect on Structure of Distribution Boards and Electrical Planning

Date: 7 June 2010

Number of pages: 31 p.

Department:
Electrical Engineering

Study Programme:
Electrical Power Engineering

Supervisor: Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer, M.Sc. (engineering)

The SFS 6000 series of standards concerning low-voltage electrical installations was renewed in early 2008. The most significant reform focused on residual-current protection. The new standard requires that sockets used by laymen should be protected with a 30 mA residual-current device at the most. This is called additional protection in the new standard. Additional protection complements the basic protection and residual protection security. The upgraded standards have resulted in changes to the electrical design and structures of the distribution boards.

As a result of the new instruction electrical safety improved significantly. New instructions do not apply to old electrical installations, so older installations do not need to be renewed. Renewing installations is however recommended to improve safety.

This study focused on the renewed residual-current security regulations. The aim of this work was to review the changed regulations and to go through the effects on distribution boards and electrical planning. The study explains briefly the impact of electrics on human beings and describes the operation of a residual-current device. It also discusses basic protection techniques, which are always required in addition to residual-current protection.

This work provides important information on residual-current protection regulations and their impact on distribution boards and electrical planning.

Keywords: residual-current protection, electrical safety, standard series SFS 6000

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SÄHKÖVIRRRAN VAIKUTUS IHMISEEN	1
2.1	Kehon impedanssi	2
2.2	Sähkövirran vaikutus kehon hermostojärjestelmään	3
3	VIKAVIRTASUOJAUS	6
3.1	Vikavirtasuojien ominaisuuksia	8
3.2	Vikavirtasuojan selektiivisyys	10
3.3	Vikavirtasuojan toiminnan aiheuttavia vikoja	11
3.4	Sähkölaitteiden vuotovirrat	11
3.5	Vikavirtasuojakytkimet	13
4	PERUSSUOJAUSMENETELMÄT	14
4.1	Suojaus eristämällä jännitteiset osat	15
4.2	Suojaus käyttämällä suojuksia tai kotelointia	15
4.3	Suojaus esteiden avulla	16
4.4	Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle	16
5	MÄÄRÄYKSET VIKAVIRTASUOJAUKSESTA	17
5.1	Pistorasioiden vikavirtasuojaus	18
5.2	Poikkeukset teollisissa ja kaupallisissa tiloissa	20
5.3	Asennusten muutos- ja laajennustyöt	21
5.4	Vika- ja palosuojaus vikavirtasuojalla	22
5.5	Erikoistilojen vaatimukset vikavirtasuojauksesta	23
5.5.1	<i>Kylpy- ja suihkutiloja koskevat sähköasennukset</i>	23
5.5.2	<i>Uima-altaita ja vastaavia koskevat sähköasennukset</i>	24
5.5.3	<i>Saunojen sähköasennukset</i>	26
5.5.4	<i>Rakennustyömaiden sähköasennukset</i>	26
5.5.5	<i>Maa- ja puutarhatalouden tilojen sähköasennukset</i>	26

5.5.6	<i>Leirintäalueiden sähköasennukset</i>	27
5.5.7	<i>Venesatamien sähköasennukset</i>	27
5.5.8	<i>Aurinkosähköiset tehonsyöttöjärjestelmät</i>	27
5.5.9	<i>Huvipuistojen, tivoliin ja sirkusten huvilaitteiden, myyntikojujen ja vastaavien tilapäiset sähköasennukset</i>	27
6	VAIKUTUKSET SÄHKÖKESKUSTEN RAKENTEISIIN JA SÄHKÖSUUNNITTELUUN	28
6.1	Vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin	28
6.2	Vaikutukset sähkösuunnitteluun	29
7	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Sähkövirta on vaarallista ihmisille. Varsinkin laitteiden vikatilanteissa esiintyy ihmisille hengenvaarallisia virtoja. Tämän takia sähköturvallisuusmääräykset vaativat suojausmenetelmien käyttöä sähköasennuksissa. Perinteisenä suojausmenetelmänä kotitalouksien sähköasennuksissa on käytetty tulppasulaketta. Uusissa sähköasennuksissa on käytetty myös johdonsuojakatkaisijaa. Ne eivät kuitenkaan suojaa tarpeeksi pieniltä virroilta. Jo yli 30 mA:n virta voi olla ihmiselle hengenvaarallinen. Tämän takia käytetään lisäsuojauksia eli vikavirtasuojauksia.

Sähkötapaturmissa menehtyy Suomessa vuosittain muutamia ihmisiä. Sähkölaitteet aiheuttavat myös paljon tulipaloja. Vikavirtasuojaa voidaan käyttää myös palosuojana, joten myös tulipaloja saadaan vähennettyä vikavirtasuojien avulla. Vikavirtasuojien avulla voidaan siis suojata paremmin sekä henkilöitä että omaisuutta.

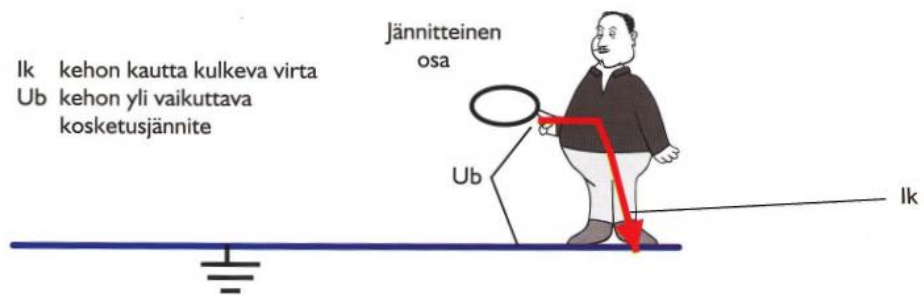
Pienjännitesähköasennuksia koskeva SFS 6000 -standardisarja uudistui vuoden 2008 alussa. Standardin merkittävin uudistus kohdistui vikavirtasuojaukseen. Uusi standardi vaatii, että tavanomaiset maallikoiden käyttöön tarkoitetut pistorasiat pitää suojata mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Uudet määräykset aiheuttivat muutoksia sähkösuunnitteluun ja sähkökeskusten rakenteisiin.

Tässä insinööriyössä käydään läpi uudet vikavirtasuojausmääräykset ja kootaan niiden vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin ja sähkösuunnitteluun. Työssä käydään aluksi läpi lyhyesti sähkövirran vaikutus ihmiseen ja sen jälkeen perehdytään vikavirtasuojaukseen ja perussuojausmenetelmiin. Lopuksi työssä käydään läpi uudet määräykset vikavirtasuojauksesta ja niiden vaikutukset.

2 SÄHKÖVIRRRAN VAIKUTUS IHMISEEN

Sähköpiirin osana ihminen voidaan mieltää vastukseksi. Koska sähköverkossa jännite pysyy samana, riippuu ihmisen läpi menevän virran voimakkuus ihmisen vastuksesta. Vastuksen suuruuteen vaikuttavat monet asiat, kuten virtatie, kosketusjännite, virran vaikutusaika, taajuus, ihon kosteus, kosketuspinta-ala, kosketuspaine, lämpötila ja ihmisen ikä. [1.]

Sähköiskulta suojaamisessa otetaan huomioon tietämys sähkön fysiologisista vaikutuksista. Virta kulkee henkilön kautta, kun tämä samanaikaisesti koskettaa kahta osaa, joilla on eri potentiaali. Kuvassa 1 olevassa laitteistossa toisena osana on yleensä huollon tai muun toimenpiteen vuoksi suojaamaton jännitteinen osa ja toisena johtava alusta tai suojamaadoitettu laitteen runko.

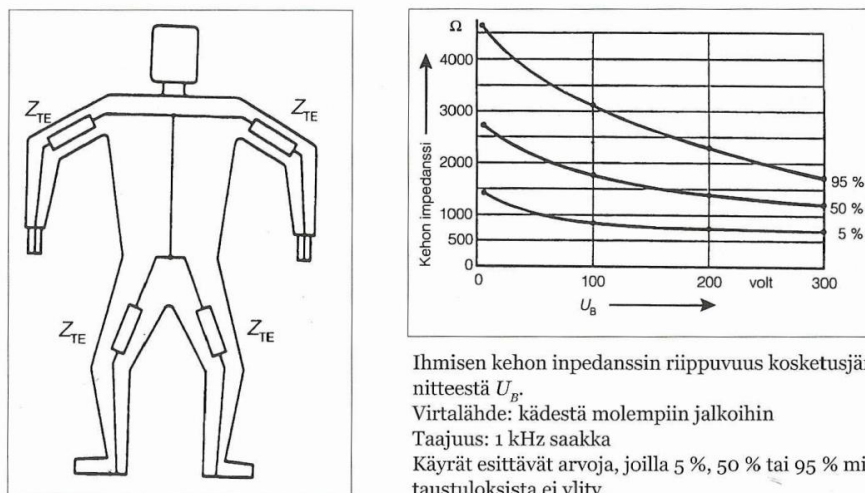


Kuva 1. Sähkövirran kulku ihmisen kehon kautta [2, s. 70]

Vikojen yhteydessä sähköisku saadaan tavallisesti viallisen laitteen rungon ja johtavan lähiympäristön osan väliltä. Henkilö ei yleensä joudu alttiiksi koko käyttöjännitteelle tai referenssimaan ja vikapaikan väliselle vikajännitteelle. Kehon impedanssin kanssa sarjaan joutuvat yleensä ainakin vaatetuksen ja alustan impedanssit, joiden osuus rajoittaa virtaa ja pienentää kehon impedanssin osuudelle jäävää kosketusjännitteeksi nimitettyä osuutta jännitehäviöstä. [2, s. 70.]

2.1 Kehon impedanssi

Ihmisen keho voidaan esittää impedansseista koostuvalla ekvivalenttisella kytkennällä. Mittaukset ovat osoittaneet, että kehon kokonaisimpedanssin määrittämiseen riittävän tarkasti riittää raajojen impedanssi. Kuva 2 esittää raajojen impedansseista koostuvaa kehon ekvivalenttikytkentää. Kuvan käyrästä osoittaa, että kehon impedanssi riippuu kosketusjännitteestä. Käyrästä osoittaa myös, että ihmisyksilöiden välillä on suuret erot mittaustuloksissa. [2, s. 70.]



Kuva 2. Ihmisen kehon osaimpedanssit [2, s. 71]

Pienillä kosketusjännitteen arvoilla ihon impedanssi on merkittävin. Tasajännitteellä vaikuttaa pelkkä ihon resistiivisyys. Vaihtovirralla mukana on myös kapasitiivisen virran osuus. Taajuudella 50 Hz kehon impedanssi pienenee jännitteen kasvaessa ihossa syntyvien läpilyöntien vaikutuksesta. Jännitteen ylittäessä 500 V jää jäljelle vain kehon sisäinen impedanssi, jota voidaan pitää vakiona. Suomen jakelujärjestelmässä vikatapauksien kosketusjännite on enimmillään 220 - 240 V. Kuvassa 2 käyrästä 5 % käyrän mukaan kehon kokonaisimpedanssi on noin 750 Ω . [2, s. 71.]

2.2 Sähkövirran vaikutus kehon hermostojärjestelmään

Ihmisellä on myös oma sähköjärjestelmänsä. Sähkövirta antaa esimerkiksi sydämelle supistuskäskyjä ja aistihavainnot aivoihin kulkevat sähköimpulsseina. Ihmisen sähköjärjestelmä on herkkä ulkoisille vaikutuksille. Kehon normaali toiminta häiriintyy, jos ihmisen läpi kulkee vieras sähkövirta. [1.]

Sähkövirran fysiologisia vaikutuksia kuvaa se arvo, jolla kudokset tai elin reagoi aiheuttaen kivun tunteen tai kouristuksen. Eräät kehon osat, kuten silmä ja kieli reagoivat jo pienillä virroilla (0,02 – 0,05 mA). Tuntorajaa lähinnä olevien virtojen vaikutus on lähinnä ärsyttävä, eivätkä ne ole sinänsä vaarallisia. Pelästymisen shokkivaikutus tai äkilliset liikkeet voivat välillisesti johtaa vaaratilanteisiin esimerkiksi jännitetöissä ja käyttötoimenpiteissä osittaisen kosketussuojauksen alueella. Tällöin todennäköisyys vaaralliseen sähköiskuun on merkittävä.

Lähinnä tuntorajaa olevilla virroilla syntyy kipuvaikutus ja 4 - 5 mA:n virroilla lihaskouristuksia. Tapaturman seurauksiin vaikuttaa merkittävästi henkilön mahdollisuus irrottautua jännitteisestä osasta. Se virta-arvo, jolla henkilöllä on vielä mahdollisuus vaikuttaa lihasreaktioihinsa, vaihtelee yksilöittäin ja on erilainen miehillä ja naisilla.

Tuntorajaa suurempien virtojen alue A1 sisältää rajan, jota suuremmilla virroilla irrottautuminen jännitteisestä osasta ei ole mahdollista. Virran kasvaessa kouristusten voimakkuus ja verenpaine kohoaa. 30 mA:n raja on kriittinen, koska tätä suuremmat virrat voivat aiheuttaa tajunnan menetyksen.

Kehon kautta kulkevat yli 30 mA:n virrat aiheuttavat myös sydämen toimintahäiriön (sydänkammiovärinän) ja hengityshalvauksen. Sydänlihas synnyttää toiminnalleen tarpeellisen jännitteen ja on siten itsenäisesti automaattisesti toimivan elin.

Hengityskeskusten kautta kulkeva yli 30 mA:n virta aiheuttaa tavallisesti hengitystä ohjaavien hermojen halvaantumisen. Pienillä virta-arvoilla hengitys voi palautua itsestään, jos virta katkeaa ajoissa. Suurilla virta-arvoilla tarvitaan ulkoista elvytystä hengitystoiminnan palauttamiseen. [2. s. 72.]

Kehon kautta kulkevan virran noustessa muutamien ampeerien tasoa suuremmaksi myös kudonvauriota on odotettavissa. Pienjännitteillä sattuvissa tapaturmissa ihon vaurioituminen virtapiirin kosketusalueella on tyypillistä lyhyillä vaikutusajoilla, koska ihon impedanssilla on kyseisissä tapauksissa merkitystä. Suurjännitteillä tapahtuvissa tapaturmissa virrat ovat tavallisesti hyvin suuria, jolloin sisäiset palovammat ovat myös yleisiä. Myös pienjännitteillä sattuvissa tapaturmissa voi syntyä sisäisiä palovammoja, jos kosketus jännitteeseen on suhteellisen pitkäaikainen. Vaara on suurempi kuin kestoajasta voisi päätellä, koska ihon palaminen alussa pienentää kehon kokonaisimpedanssia. [2, s. 73 – 74.]

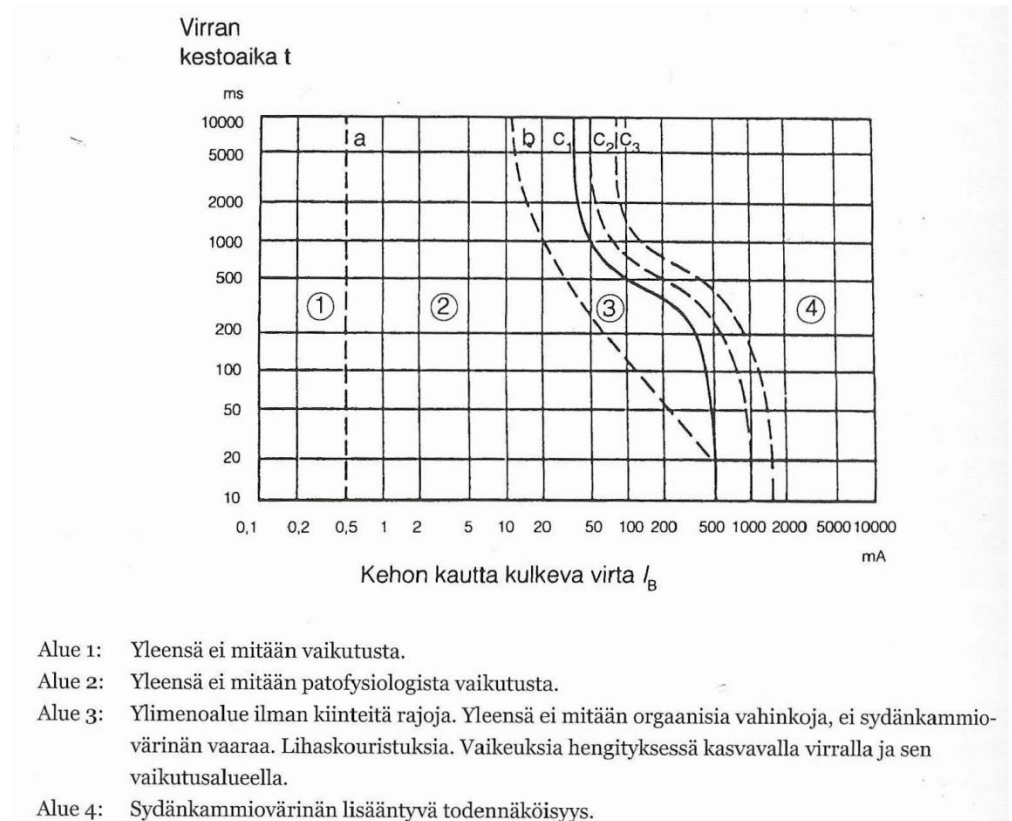
Taulukon 1 mukaan riskialueilla 0 – A3 ei synny sähkövirran vaikutuksesta pysyviä seurauksia. Alueilla B1 ja B2 sydänkammiovärinä on mahdollinen, jos kesto-aika on pidempi kuin sydänjakso, tai B2-alueella sydänjaksoa lyhyempi kesto-aika osuu sydämen herkimpään vaiheeseen, kun sydänlihas löyhtyy pumppausvaiheen jälkeen.

Taulukko 1 esittää sähkövirran vaikutuksia ihmisen kehoon.

Taulukko 1. Sähkövirran vaikutus ihmisen kehoon [2, s. 73]

Riskialue	Virran voimakkuus taajuus 50...60 Hz tehollisarvo mA	Kesto aika	Fysiologinen vaikutus ihmisen kehossa
0	0...1	Ei ratkaiseva	Alue ulottuu tuntorajalle. Virran vaikutus ei ole huomattava.
A1	1...15	Ei ratkaiseva	Alue ulottuu kouristuskyynnyksen yli. Kouristusrajan yläpuolella irrottautuminen itse käsissä olevista elektrodeista ei mahdollista. Voimakkaita kipuja lihaksissa, sormissa ja käsivarsissa.
A2	15...30	Minuutteja	Voimakkaita supistuksia käsivarsilihaksissa. Hengitysvaikeuksia. Kohonnut verenpaine. Sietoraja.
A3	30...50	Sekunneista minuutteihin	Epäsäännöllinen sydäntoiminta. Kohonnut verenpaine. Voimakkaita kouristuksia. Tajuttomuus. Pitemmällä virran kestoajoilla saattaa virta-alueen ylemmillä arvoilla syntyä sydämen kammiovärinä.
B1	50:stä muutamiin satoihin	Lyhyempi kuin sydänjakso	Ei kammiovärinä. Voimakas shokkivaikutus.
		Pitempi kuin sydänjakso	Sydämen kammiovärinä. Jännitteen kytkeytymisen ajankohta sydän toiminnan vaiheeseen nähden ei ratkaiseva. Tajuttomuus. Iholla virran aiheuttamia jälkiä.
B2	Enemmän kuin muutamia satoja	Lyhyempi kuin sydänjakso	Sydämen kammiovärinä. Jännitteen kytkeytymisen ajankohta sydäntoiminnan vaiheeseen nähden ratkaiseva. Kammiovärinä syntyy vain herkimässä vaiheessa (sydänlihaksen löyhtyessä pumppausvaiheen jälkeen). Tajuttomuus. Iholla virran aiheuttamia jälkiä.
		Pitempi kuin sydänjakso	Reversiibeli sydämen pysähdys. Alue, jossa kammiovärinä poistuminen sähkövirran avulla (defibrillaatio) tapahtuu. Tajuttomuus. Iholla virran aiheuttamia jälkiä. Palovammoja.

IEC on määritellyt raportissa 479 rajakäyrät sydänkammiovärinän syntymiselle. Ne näkyvät kuvassa 3. Käyrät kuvaavat samoja asioita kuin taulukko 1. Käyrät kuvaavat eri vaara-alueiden rajoja kosketusjännitteestä johtuvan virran ja kestoajan yhteydellä. Käyrästä sopii siten hyvin lähtökodaksi sähköiskulta suojaamiseen. [2, s. 74.]



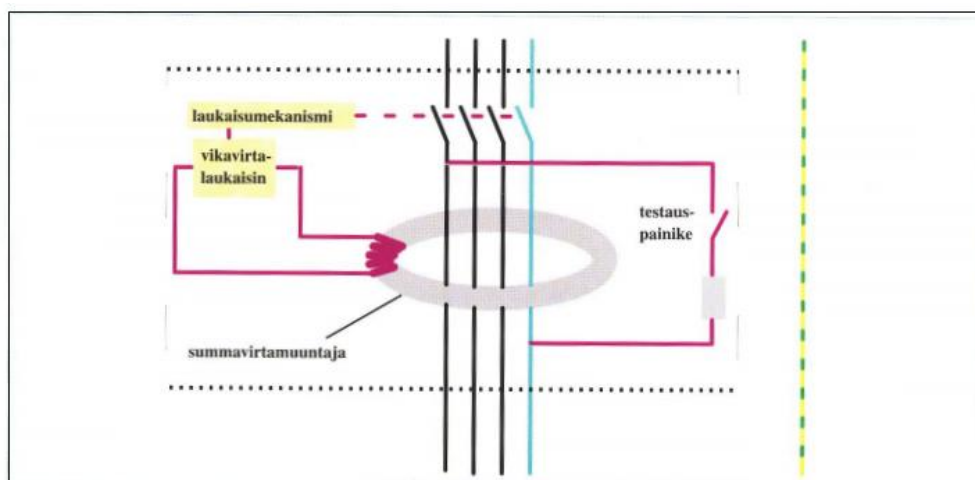
Kuva 3. Vaihtovirran vaikutukset IEC-raportin 479 mukaan [2, s. 74]

Tukesin tietoon tulee vuosittain noin 70 sähkötapaturmaa, joissa on kuollut 2 - 4 ihmistä joka vuosi. Vikavirtasuojauksen avulla osa näistä tapaturmista olisi voitu välttää. [3.]

3 VIKAVIRTASUOJAUS

Vikavirtasuojakytkin on lisäsuojalaite, joka suojaa ihmisiä sähköiskulta perussuojauksien pettäessä. Sellaisia tilanteita voi aiheutua esimerkiksi puutteellisen huollon, eristeiden heikentymisen tai sähkölaitteen huolimattoman käytämisen takia.

Vikavirtasuojalla tarkoitetaan automaattisesti toimivaa suojalaitetta, jonka toiminta perustuu muuhun vikavirtaan kuin äärijohtimen ylivirtaan. Vikavirtasuojaja voi toimia esimerkiksi äärijohtimien ja nollajohtimen summavirran vaikutuksesta tai suojajohtimen virran vaikutuksesta. [4, s. 236.]



Kuva 4. Vikavirtasuojan rakenne [4, s. 236]

Kuvassa 4 näkyy vikavirtasuojan periaatteellinen rakenne ja toimintaperiaate. Summavirtamuuntaja mittaa vaihe- ja nollajohtimien virran summaa. Jos summavirta poikkeaa nolasta, esimerkiksi maasulun tai liian suuren vuotovirran takia vikavirtasuojan toiminta-arvon verran, vikavirtalaukaisin havaitsee sen ja laukaisumekanismi avaa virtapiirin hyvin nopeasti.

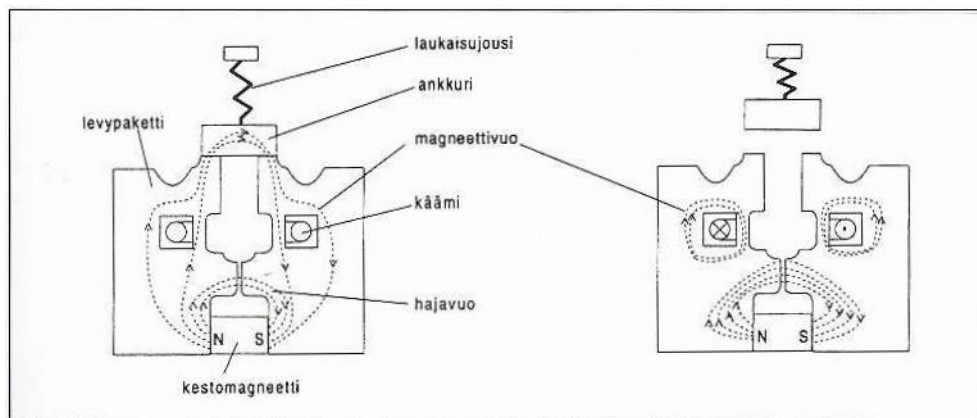
Vikavirtasuojista löytyy testipainike, jolla suojan toiminta on testattava säännöllisesti käyttöohjeen mukaan. Testipainike luo keinotekoisen vikavirran, jonka avulla kytkimen pitäisi laueta. Vikavirtasuojat on asennettava siten, että testipainikkeeseen pääsee helposti käsiksi. Vikavirtasuojan lähelle on asennettava kilpi, jossa käyttäjälle annetaan ohjeet testipainikkeen säännöllisestä käytöstä. Ellei valmistaja anna muita ohjeita, vikavirtasuoja suositellaan testattavaksi vähintään puolen vuoden välein. Yleensä valmistajan ohjeistama testausten väliaika on kuitenkin tätä lyhyempi. [4, s. 242.]

Testauksen jälkeen vikavirtasuojakytkin palautetaan toimintaan kääntämällä siinä oleva kytkin I-asentoon. Jos kytkin ei reagoi testipainiketta painettaessa, se on jumitunut, eikä sen toimiminen ole vikatilanteessa varmaa. Silloin vikavirtasuoja on vaihdettava uuteen. [3.]

Vikavirtasuoja toiminta edellyttää, että sen suojaamassa virtapiirissä nolla- ja suojajohtimet ovat erillään. TN-järjestelmä sellainen on TN-S-järjestelmä. Samaan kytkinlaitteeseen vikavirtasuojan kanssa voidaan yhdistää ylijännitesuoja tai ylivirtasuojalaite.

Vikavirtasuoja voi toimia ilman verkkojännitettä tai sitten sen avulla. Yleensä vikavirtasuoja ei tarvitse apujännitettä toimiakseen. Laukaisu tapahtuu tällöin jousivoimalla. [4, s. 237.]

Kuvassa 5 näkyy jousivoimalla toimivan vikavirtasuojan laukaisumekanismi.



Kuva 5. Verkkojännitteestä riippumaton laukaisumekanismi [4, s. 237]

Laukaisin muodostuu kestomagneetista, joka on normaalissa tilassa pito-asennossa. Kun käämiin syntyy vikavirta, magneettivuo lakkaa kulkemasta ankkurin kautta. Tällöin jousi vetää ankkuria, ja kytkin aukeaa.

3.1 Vikavirtasuojien ominaisuuksia

Standardin SFS-EN 61008:n mukaiset vikavirtasuojien nimellisuuret näkyvät taulukossa 2.

Taulukko 2. Vikavirtasuojien nimellisuuret [4, s. 237]

Nimellistoimintavirrat												
0,006	0,01	0,03	0,1	0,3	0,5	A						
Nimellisvirrat												
10	13	16	20	25	32	40	63	80	100	125	A	
Nimellinen oikosulkuvirtakestoisuus												
3000	4500	6000	10 000	A								







Myös arvot 500 A, 1 000 A ja 1 500 A ovat standardin mukaisia oikosulkuvirtakestoisuuksia pistorasian yhteyteen asennettaville vikavirtasuojille. Vikavirtasuojien standardin mukaiset laukaisuaajat näkyvät taulukossa 3:

Taulukko 3. Vikavirtasuojien laukaisuaajat [5, s. 314]

Tyyppi	I_n A	Δ_n A	Standardin mukaiset vikavirtasuojan maksimi toiminta-ajan arvot ja arvot minimi ajoille, jolla vikavirtasuojia ei toimi				
			Δ_n	$2 \Delta_n$	$5 \Delta_n^*$	500 A	
Yleinen tyyppi	kaikki arvot	kaikki arvot	0,3	0,15	0,04	0,04	maksimi toiminta-aika
S-tyyppi	≥ 25	$> 0,030$	0,5	0,2	0,15	0,15	maksimi toiminta-aika
			0,13	0,06	0,05	0,04	minimi aika, jolloin laite ei toimi

*Yleistyyppisillä vikavirtasuojilla jotka ovat osa pistorasiaa tai tarkoitettu käytettäväksi vain pistorasioiden kanssa ja yleisen tyyppin vikavirtasuojille, joiden $\Delta_n \leq 30$ mA, vaihtoehtoisesti arvolle $5 \Delta_n$ voidaan käyttää arvoa 0,25 A

Kuvassa 6 on esitetty vikavirtasuojien ominaisuuksia kuvaavat merkinnät.

	AC-tyypin vikavirtasuojia toimii vaihtovirralla
	A-tyypin vikavirtasuojia, toimii vaihtovirralla ja pulssimaisella tasavirralla
	B-tyypin vikavirtasuojia, toimii vaihtovirralla ja myös tasoitetulla tasavirralla
	Hidastettu vikavirtasuojia
	Pakkakestoinen laite
	Sykäsvirtakestoinen laite

Kuva 6. Vikavirtasuojien ominaisuuksia kuvaavat merkinnät [4, s. 238]

Vikavirtasuojaa valittaessa on otettava huomioon, minkä tyyppistä kuormitusta vikavirtasuojalla suojattuun piiriin voidaan liittää. Standardi edellyttää A- tai B-tyyppisen vikavirtasuojan käyttöä. A-tyypin vikavirtasuojia toimii vaihtovirralla ja pussimaisella tasavirralla. B-tyypin vikavirtasuojia toimii myös puhtaalla tasavirralla. Suomessa aikaisemmin yleisen AC-tyyppisen vikavirtasuojan käyttö ei ole sallittua, koska AC-tyyppi toimii vain vaihtovirralla. Monissa sähkölaitteissa olevan elektronisen säädön takia myös vikavirta voi poiketa puhtaasta vaihtovirrasta. [4, s. 238.]

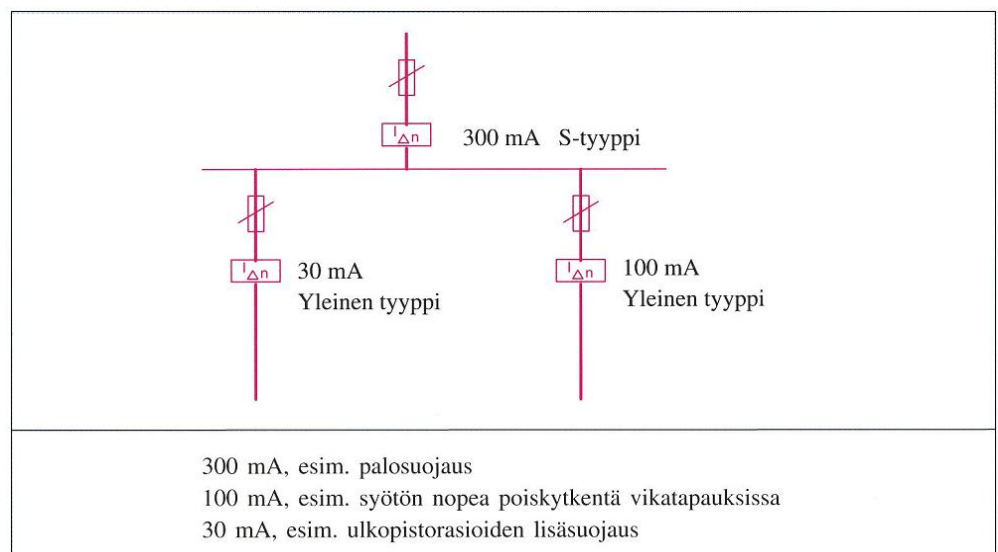
Vikavirtasuojia käytetään perussuojauksen lisäsuojana, vikasuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen. Taulukossa 4 näkyy vikavirtasuojien erilaisia käyttötarkoituksia.

Taulukko 4. Vikavirtasuojien käyttötarkoitukset [4, s. 239]

Vikavirtasuojien eri käyttötarkoitukset		
Lisäsuojaus	Syötön nopea poiskytkentä	Palosuojaus
Suojaa, kun muut menetelmät pettävät tai kun käyttäjä on huolimaton	Käytetään kosketusjännitesuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään	Käytetään estämään vuotovirtojen aiheuttamia paloja
Käyttöesimerkkejä: – ulkopistorasiat – tavanomaiset pistorasia sisällä – kylpy- ja suihkuhuoneet – uima-allastilat – rakennustyömaat ja muut tilapäisasennukset – ahtaiden johtavien tilojen II luokan laitteet – matkailuajoneuvojen paikoitusalueiden pistorasiat – pienvensatamien pistorasiat	Käyttöesimerkkejä: TN-, TT- ja IT-järjestelmissä silloin, kun oikosulkuvirta ei ole riittävän suuri ylivirtasuojan nopeaan toimintaan TT-järjestelmissä käytännössä aina	Käyttöesimerkkejä: – palovaaralliset tilat – maatalouden rakennukset – lämmityskaapeli-asennukset
Nimellistoimintavirta enintään 30 mA	Nimellistoimintavirta yleensä enintään 300 mA	Nimellistoimintavirta enintään 300 mA

3.2 Vikavirtasuojan selektiivisyys

Jos vikavirtasuojia asennetaan sarjaan, selektiivisyyttä voidaan tarvita käytettävyyden tai muiden syiden takia. Selektiivisyyteen tarvitaan S-tyyppisiä vikavirtasuojia.



Kuva 7. Esimerkki selektiivisyyden saavuttamisesta [4, s. 244]

Kuvassa 7 on esimerkki asennuksesta, jossa kahden suojausportaan välinen selektiivisyys saavutetaan käyttämällä yleistyypisiä ja S-tyyppin vikavirtasuojia. Kuormituksen puolella olevat laitteet ovat yleistyypisiä vikavirtasuojia, joiden nimelliset toimintavirrat ovat 30 mA ja 100 mA. Syöttöpuolella olevat laitteet ovat 300 mA S-tyyppin vikavirtasuojia. Selektiivisyys sarjaan kytketyn S-tyyppisen ja yleistyypisen vikavirtasuojan välillä voidaan saavuttaa, kun suojalaitteiden nimellistoimintavirtojen suhde on vähintään 3. [4, s. 243.]

3.3 Vikavirtasuojan toiminnan aiheuttavia vikoja

Asennusten käyttöönottovaiheessa vikavirtasuoja voi paljastaa muuten huomaamattomia vikoja. Jos vikavirtasuoja toimii liian herkästi, syynä voi olla se, että suojatun laitteiston määrä on liian suuri. Syy voi olla myös asennuksessa oleva vika, tai vikavirtasuojakin voi olla viallinen. Syynä voi olla jokin seuraavista:

- Nollajohdinta ei ole kytketty vikavirtasuojan kautta.
- Virtapiirissä on käytetty nollausta.
- N- ja PE-johdin ovat yhdessä kytkentävirheen tai asennukseen jääneen eristysvian johdosta (N-johdin litistyksissä tai säie oikosulkee eristyksen).
- Jokin laite on kytketty vaiheen ja suojajohtimen välille.
- N-johdin on kytketty yhteen jonkin toisen virtapiiriin N-johtimen kanssa.
- Sähkölaitteen häiriönsuotopiiri aiheuttaa liian suuren virran suojajohtimeen.
- Suojakondensaattori on kytketty virheellisesti. [4, s. 243.]

3.4 Sähkölaitteiden vuotovirrat

Kaikissa sähkölaitteissa on vuotovirtoja. Vuotovirrat ovat suurimpia lämpökojeissa ja ne kasvavat, kun laitteiden eristykset heikentyvät ja laitteisiin joutuu kosteutta ja likaa. Kotitalouskäyttöön ja vastaavaan tarkoitetuille sähkölaitteille sallitaan standardin SFS EN 60335-1 mukaan seuraavanlaisia vuotovirtoja jännitteisten osien ja rungon välillä:

- suojausluokan 0 ja 3 laitteet: 0,5 mA
- suojausluokan 2 laitteet: 0,25 mA
- suojausluokan 1 siirrettävät laitteet: 0,75 mA
- suojausluokan 1 kiinteät laitteet: 3,5 mA
- suojausluokan 1 kiinteät laitteet, joissa on lämpövastus: 0,75 mA tai 0,75 mA/kW, enintään 5 mA. [1, s. 241.]

Suurkeittiössä käytetyille laitteille sallitaan standardin IEC 335-2-50 mukaan seuraavat vuotovirrat:

- pistotulppaliitännäiset laitteet: 2 mA/kW, enintään 10 mA
- muut suurkeittiön laitteet: 2 mA/kW, ilman enimmäisrajaa. [4, s. 241.]

Muille sähkölaitteille löytyy sallittuja vuotovirtojen arvoja laitestandardeista. Pitkään käyttämättömänä olleissa ja vanhentuneissa laitteissa sekä kosteissa olosuhteissa säilytettyjen sähkölaitteiden vuotovirrat voivat kasvaa huomattavasti standardinmukaisia arvoja suuremmiksi.

Vikavirtasuoja voi toimia jo sellaisella virran arvolla, joka on 50 % kytkimen nimellistoimintavirrasta. Tämän takia vikavirtasuojan suojaamaan piiriin liitettyjen sähkölaitteiden kokonaisvuotovirta ei saisi ylittää 1/3 kytkimen

nimellistoimintavirran arvosta. Esimerkiksi 30 mA:n vikavirtasuojaa käytettäessä suojattujen laitteiden yhteinen vuotovirta ei saisi ylittää 10 mA.

Jos pistorasioita suojataan yhdellä enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla, on harkittava suojattujen pistorasioiden lukumäärää ja niihin todennäköisesti liitettävien laitteiden laatua. Näin voidaan ehkäistä vuotovirroista aiheutuvia tahattomia laukaisuja. Sellaiset sähköasennuksen osat, joissa käyttökeskeytyksistä aiheutuu suurta haittaa, on syytä suojata erillään niistä osista, joissa on suuria vuotovirtoja. Vikavirtasuojien täytyy kestää riittävän hyvin sähkömagneettisten häiriöiden vaikutuksia. [4, s. 242.]

3.5 Vikavirtasuojakytkimet

Markkinoilta on saatavissa useita pistorasiamalleja, joissa on valmiina kiinteänä osana vikavirtasuoja. Myös kojerasiaan voi erikseen asentaa pelkän vikavirtasuojakytkimen. Kuvassa 8 on esimerkit kyseisistä vikavirtasuojakytkimistä.



Kuva 8. Esimerkit vikavirtasuojakytkimistä [6]

Myös jatkojohtoihin on saatavana erillisiä vikavirtasuojia. Ne kytetään laitteen ja jatkojohdon väliin pistotulpalla, joten niiden käyttö on helppoa ja nopeaa. Kuvassa 9 on esimerkki pistorasiaan liitettävästä vikavirtasuojasta.



Kuva 9. Esimerkki pistorasiaan liitettävästä vikavirtasuojakytkimestä [7]

Irrallisen pistotulpalla kytkettävän vikavirtasuojan voi asentaa kuka vain käyttöohjeita noudattaen. Kiinteästi sähköasennuksiin asennettavat vikavirtasuojat saa asentaa vain sähköalan ammattilainen. Kuvassa 10 on esimerkki kiinteästi sähkökeskukseen asennettavasta vikavirtasuojasta.



Kuva 10. Kiinteästi sähkökeskukseen asennettava vikavirtasuoja [8]

4 PERUSSUOJAUSMENETELMÄT

Vikavirtasuoja ei riitä yksinään suojaukseksi. Vikavirtasuojan lisäksi on käytettävä jotain perussuojausmenetelmää. Perussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa. Taulukossa 5 on jaoteltu perussuojauksen menetelmät.

Taulukko 5. Perussuojausmenetelmät [4, s. 77]



Täydellisin suoja saavutetaan eristämällä jännitteiset osat tai suojaamalla koteloinnin ja suojuksien avulla. Näitä menetelmiä voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa.

Kun käytetään suojausta esteillä tai sijoitetaan jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle, suojaukset antavat vain osittaisen suojan kosketamiselta, ja sen takia menetelmät tulevat kysymykseen vain erityistapauksissa. Tällaisia ovat yleensä tilat, joihin on pääsy ainoastaan sähköalan ammattihenkilöllä, opastetulla henkilöllä tai niillä henkilöillä, joita ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt valvovat. [4, s. 77.]

4.1 Suojaus eristämällä jännitteiset osat

Tyypillisin esimerkki tästä suojaustavasta on johtimien eristäminen. Sähkölaitteen eristystason on vastattava asennuksen suurinta nimellisjännitettä. Usein suojaus toteutuu käyttämällä standardien vaatimusten mukaisia tarvikkeita. Eristyksen on oltava yhtenäinen ja se saa olla poistettavissa vain rikkomalla. Eristyksen on kestävä käyttötavasta ja käyttöympäristöstä aiheutuvat rasitukset. Kuvassa 11 näkyy kyseinen suojaustapa. [4, s. 75.]



Kuva 11. Suojaus eristämällä jännitteiset osat [4, s. 78]

4.2 Suojaus käyttämällä suojuksia tai kotelointia

Kotelointi tarkoittaa tuotteiden osana olevaa mekaanista suojarakennetta, joka estää veden ja kiinteiden ainesosasten tunkeutumisen tuotteen sisälle, ja samalla estää vaarallisten osien koskettamisen.

Jos kotelointi on tarkoitettu avattavaksi, on jonkin seuraavista ehdoista toteutettava:

- Avaaminen on mahdollista vain avainta tai työkalua käyttäen.
- Avaaminen on mahdollista vain silloin, kun kotelon suojaamien jännitteisten osien syöttö on katkaistu. Jännite on kytkettävissä vasta kotelon sulkemisen jälkeen.
- Kotelon sisällä on erillinen IP2X-ehdot täyttävä välisuojaus estämässä jännitteisten osien koskettamista. Välisuojausten on oltava vain avaimella tai työkalulla avattavissa. [4, s. 76.]

Suojukset ovat erillisiä, usein asennuspaikalla erikseen kiinnitettäviä suojarakenteita, joita käytetään kotelointia vastaavaan tarkoitukseen. Päiväkoodeissa ja vastaavissa, joissa lapset oleskelevat ja leikkivät, tulee pistorasoiden olla turvapistorasioita, ellei niitä ole sijoitettu siten, etteivät lapset pääse niihin käsiksi. [4, s. 76 - 77.]

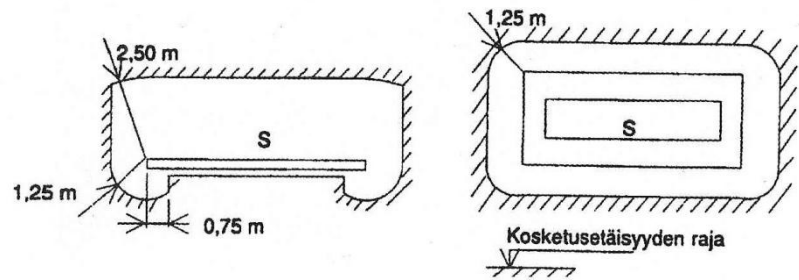
4.3 Suojaus esteiden avulla

Esteet on tarkoitettu suojaamaan jännitteisten osien tahattomalta koskettamiselta. Rakenne on kosketussuojana puutteellinen, koska esteen alitse voi ryömiä, yli voi kurkottaa tai sen voi poistaa ilman apuneuvoja.

Tämän suojausmenetelmän käyttöä ei nykyisin yleensä hyväksytä. Kyseen tulee kuitenkin esimerkiksi tietyt prosessiteollisuuden laitteistot ja elektrolyysilaitteistot, joissa kotelointia on vaikea järjestää. Myös esimerkiksi sähkölaittekorjaamoissa ja sähkölaboratorioissa suojaus esteiden avulla on sallittua. Tällaisiin tiloihin saa olla pääsy vain sähköalan ammattihenkilöllä, jolle on annettu tarvittavat lisäohjeet työskentelyä varten. [4, s. 78.]

4.4 Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle

Tätä suojausmenetelmää sovelletaan esimerkiksi ilmajohdoissa. Muuten tätä suojausmenetelmää ei yleisesti hyväksytä, mutta on erityisehdoin mahdollista soveltaa esimerkiksi sähkötiloissa. Kosketusetäisyyden rajat näkyvät kuvassa 12.



Kuva 12. Kosketusetäisyyden rajat [4, s. 78]

Kuvassa S on taso, jolla henkilön oletetaan oleskelevan. Viivoitettu alue on kosketusetäisyys, johon ihminen ulottuu ilman apuvälineitä. Suojausmenetelmä ei ota huomioon työkaluista aiheutuvaa ulottuvuuden lisäystä tai keskimittasta poikkeavan ihmisen suurempaa ulottuvuutta. [4, s. 78.]

5 MÄÄRÄYKSET VIKAVIRTASUOJAUKSESTA

Sähkö- ja elektroniikka-alan standardisointijärjestön SESKO:n komitea SK 64 hyväksyi 15.6.2007 uusitun standardisarjan SFS 6000 sisällön, ja uusittu standardisarja julkaistiin lokakuussa 2007. Standardisarjan käyttöönoton aikataulut määritellään Turvatekniikan keskuksen TUKES-ohjeessa S10. Rakennemuutoksen avulla standardisarjan käytettävyyttä parannettiin yhdistelemällä eri lukuja. Suomessa tähän standardiin perustuvat määräykset ja standardit ovat olleet käytössä vuodesta 1994. Vaatimuksia on uusittu useasti tämän jälkeen. Vuonna 2007 standardisarjaan tehtiin kokonaisuudistus, jonka syynä oli esikuvastandardin muuttuneiden vaatimusten lisäksi esikuvastandardien rakennemuutos. [9.]

Standardisarja SFS 6 000 perustuu IEC-standardisarjan IEC 60 364 *Low – voltage electrical installations* ja sen pohjalta tehtyyn harmonisointidokumenttiin HD 60 364. Koska eurooppalaiset standardit ovat harmonisointidokumentteja, niiden saattaminen sellaisenaan kansalliseksi standardiksi ei ole pakollista. Käytännössä nämä standardit otetaan käyttöön ja julkaistaan kansallisilla tunnuksilla, kuten Ruotsissa SS 4 364 000 ja Norjassa NEK 400. Suomessa on otettu käyttöön helposti muistettava standardin tunnus SFS 6 000. [10.]

SFS 6 000 -standardisarjan muutokset tulivat virallisesti voimaan tammikuussa 2008, kun Tukes-ohje S10 ilmestyi. Standardisarjan kolmen

kuukauden siirtymäaika umpeutui 31.3.2008. Standardisarjan uutta painosta tuli noudattaa kaikissa kyseisen päivän jälkeen aloitettavissa sähköasennustöissä. Keskenäisiä, normaalin rakentamisaikataulun mukaisia töitä ei tarvinnut muuttaa uuden standardin mukaiseksi, ellei kohteen rakennustyö keskeytynyt tai viivästynyt tavanomaista rakentamisaikaa huomattavasti pidemmäksi. [11.]

Ehkä tärkeimpänä yksittäisenä uudistuksena uusi SFS-standardisarja vaati, että tavanomaiset maallikoiden käyttöön tarkoitetut pistorasiat pitää suojata mitoitusominaisuuksiltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Tätä kutsutaan uudessa standardisarjassa lisäsuojaukseksi. Lisäsuojaus täydentää ehjän laitteen eristyksen ja koteloinnin antaman perussuojauksen ja ensimmäisessä viassa toimivan vikasuojauksen antamaa turvaa. [10.]

Vikavirtasuojan käyttöä lisäsuojana vaaditaan esimerkiksi pistorasioita syötävissä piireissä ja useissa erikoistiloissa. Vikavirtasuoja ei kelpaa yksinään suojalaitteeksi. Lisäksi on aina käytettävä jotain muuta perussuojausmenetelmää. [4, s. 111.]

Määräykset eivät vaadi vikavirtasuojakytkimien asentamista jälkikäteen vanhoihin asennuksiin. Se on kuitenkin suositeltavaa, koska perussuojausmenetelmät eivät ole täysin luotettavia. Ennen 1990-lukua tehdyistä asennuksista ei kuitenkaan löydy välttämättä erillistä suojajohdinta, joka vaaditaan kytkimen toimintaan. Tämän takia vanhojen asennusten johdotuksia voidaan joutua uusimaan. Jos vikavirtasuojakytkin sijoitetaan yksittäisen pistorasian yhteyteen, johtojen lisäasennuksia ei tarvita. [11.]

Lisäsuojauksella on tarkoitus parantaa sähköiskulta suojausta, kun pistorasiaan liitettyyn sähkölaitteeseen tulee vika käytön aikana tai viallinen laite liitetään pistorasiaan. Lisäsuojauksia käytetään pistorasioissa, joihin maallikko voi liittää minkä tahansa laitteen. [5, s. 145.]

5.1 Pistorasioiden vikavirtasuojaus

Määräysten mukaan maallikoiden käyttämät enintään 20 A:n pistorasiat täytyy suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Vaatimus koskee asunnoissa, liike- ja toimistorakennuksissa, teollisuusrakennuksissa ja muissa rakennuksissa sisätiloissa olevia pistorasioita. Ulkotilojen vaatimuksissa enintään

30 mA:n vikavirtasuojaa tulee käyttää suojaamaan enintään 32 A:n pistorasiaa tai siirrettävää laitetta.

Määräyksistä voidaan poiketa, jos kyseessä on

- erityinen määrätyn laitteen liittämiseen tarkoitettu pistorasia, tai
- pistorasia, jota käytetään ammattihenkilön tai opastetun henkilön valvomana teollisissa tai kaupallisissa rakennuksissa.

Ehdot voivat toteutua asuin- ja muissa rakennuksissa. [4, s. 111.]

Suojausta ei tarvitse toteuttaa valaisinpistorasioille, pistoliittimien tuppilosille tai erityisrakenteisille pistorasioille. Jos nämä pistorasiat syöttävät kässissä käytön aikana pidettäviä laitteita, pistorasiat pitää lisäsuojata vikavirtasuojalla.

Vaatus pistorasioiden lisäsuojauksesta koskee pistorasioita, joiden suojausmenetelmänä käytetään syötön automaattista poiskytkentää. Vaatus ei koske SELV- tai PELV-järjestelmään tai sähköiseen erotukseen liitettyjä pistorasioita. Vaatus ei myöskään koske tasajännitteeseen liitettyjä pistorasioita. [5, s. 145.]

Herkän 30 mA:n vikavirtasuojan käyttö voi aiheuttaa ongelmia, kun vuotovirrat, ukonilma tai jokin muu luonnonilmiö aiheuttaa vikavirtasuojan toimimisen esimerkiksi pakastimen pistorasian syötössä. Tämän takia standardissa on esitetty poikkeus, jonka mukaan määrätyille laitteille tarkoitetut pistorasiat voidaan jättää ilman lisäsuojausta. [10.]

Seuraavissa tapauksissa vikavirtasuojaus voidaan jättää pois asuinrakennuksissa ja vastaavissa tiloissa. Jos kiinteän laitteen syöttämiseen käytetään omaa pistorasiaa, voidaan vikavirtasuojaus jättää pois. Sellaisia laitteita ovat esimerkiksi

- jääkaapit ja pakastimet
- liedet ja uunit
- astianpesukoneet
- pesukoneet ja kuivausrummut

- lämminvesivaraajat
- pistotulpalla liitettävät kiinteästi asennetut puhaltimet, pumput, ilman-suodattimet, sähkökäyttöiset vesihanat yms. [4, s. 111.]

Edellä lueteltujen laitteiden liittämiseen tarkoitetut pistorasiat täytyy sijoittaa siten, että siihen ei pysty liittämään normaalisti mitä tahansa laitteita. Pistorasian täytyy sijaita sellaisessa paikassa, ettei sen luokse ole helposti päästävissä, kun siihen kytketty laite on paikallaan. Esimerkiksi keittiökaapin sisälle sijoitettu astianpesukoneen, pakastimen tai jääkaapin pistorasia voidaan jättää ilman vikavirtasuojasta. Pistorasia täytyy merkitä opaskilvellä, jos sen käyttötarkoitus ei ole selvästi havaittavissa. Esimerkiksi jääkaapin pistorasialle täytyisi sijoittaa kyltti ”Vain jääkaapin liittämiseen”. Samassa huoneessa täytyy olla lisäksi vikavirtasuojalla suojattuja pistorasioita.

Jos laite sijaitsee ulkotilassa tai tilassa, jolle on erityisvaatimuksia standardin 6 000 osissa 7 ja 8, laitetta syöttävä pistorasia pitää suojata vikavirtasuojalla. Tyypillinen esimerkki kyseisestä tilanteesta on suihkutilaan sijoitettu pistorasia, joka syöttää pesukonetta. [4, s. 111.]

5.2 Poikkeukset teollisissa ja kaupallisissa tiloissa

Vikavirtasuojaus voidaan näissä rakennuksissa jättää pois samoilla perusteilla kuin asuinrakennuksissa. Jos tiloissa käytetään sähköasennuksia ammattihenkilön tai opastetun henkilön valvomana, tai pistorasioiden käyttöä on rajoitettu ohjeistuksella, vikavirtasuojaus voidaan jättää pois seuraavan tyyppisiä laitteita syöttäviltä pistorasioilta:

- kiinteästi asennetut teollisuuskoneet ja vastaavat
- valaistus, jos pistorasiaa käytetään kiinteästi asennetun valaisimen verkkoliitintään
- sähkömoottori, jos pistorasiaa käytetään kiinteästi asennetun moottorin verkkoliitintään
- sähkökatkoksille herkät laitteet, kuten tietoliikennelaitteet ja vastaavat

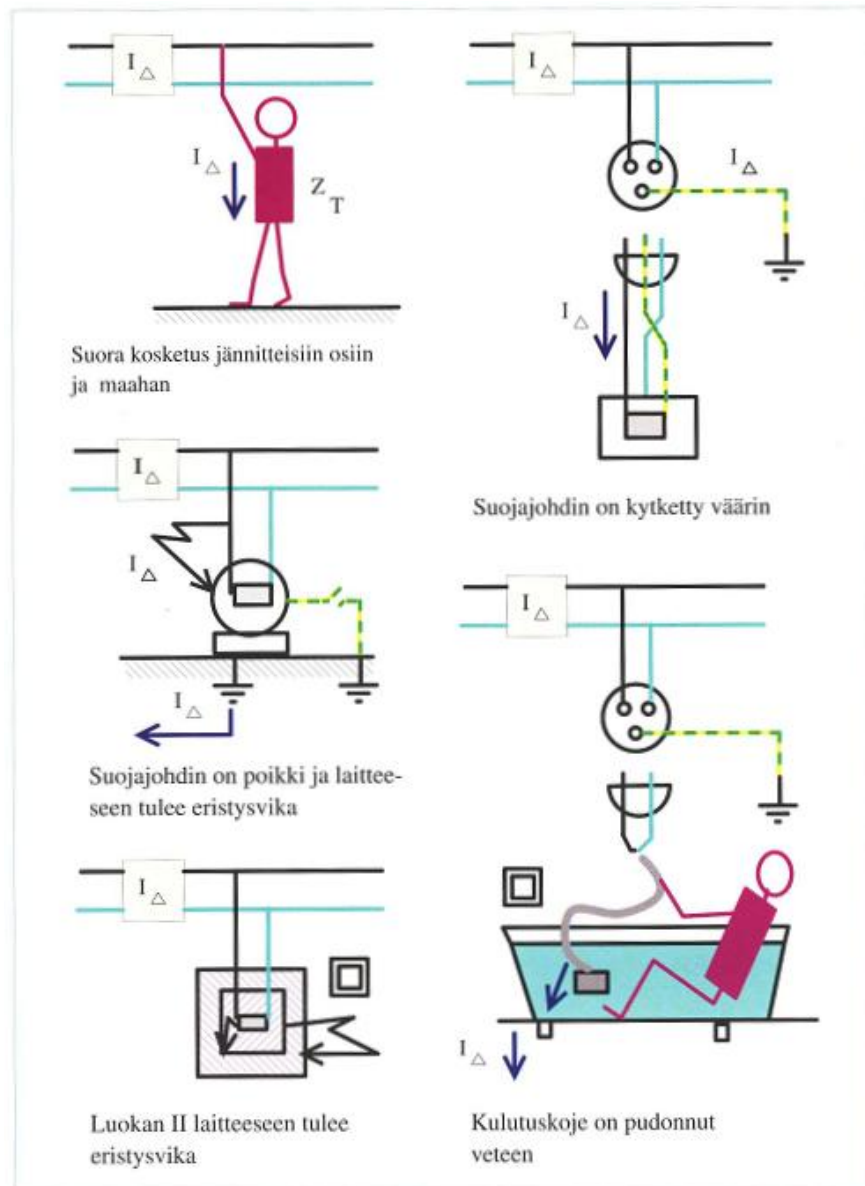
- laitteet, joiden vuotovirta on niin suuri, että se voi aiheuttaa ongelmia, esim. hitsauslaitteet.

Jos pistorasian käyttötarkoitus ei ole selvästi havaittavissa, se täytyy merkitä opaskilvellä samoin kuin asuinrakennusten määräyksissä. Samassa huoneessa täytyy myös olla lisäksi vikavirtasuojattuja pistorasioita. Teollisten, kaupallisten ja julkisten rakennusten tiloissa, joissa maallikot voivat itse liittää sähkölaitteita, noudatetaan samoja periaatteita kuin asunnoissa ja vastaavissa tiloissa. [4, s. 112.]

5.3 Asennusten muutos- ja laajennustyöt

Asennusten muutos- ja laajennustyöissä noudatetaan samoja vaatimuksia kuin asuinrakennusten vaatimuksissa. Samoja vaatimuksia pitää noudattaa myös silloin, jos tehdään uudisasennuksia, joissa jakokeskus ja johdotukset uusitaan. Jos uusitaan vain jakokeskus, siinä täytyy varautua vikavirtasuojien asentamiseen. Kun ei asenneta uutta jakokeskusta, mutta tehdään yksittäisiä lisäyksiä, ainakin ulos asennettavat enintään 32 A:n pistorasiat ja erikoistilojen piirit pitää suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. [5, s. 554.]

Vikavirtasuojaja ei korvaa tavanomaisia suojalaitteita vaan täydentää niitä. Vikavirtasuojalla ei voida estää onnettomuuksia, jotka aiheutuvat kahden eri potentiaalissa olevan jännitteisen osan samanaikaisesta koskettamisesta. Esimerkiksi vaihe- ja nollajohtimen välinen kosketus on kyseinen tapaus. Ihmiskehon resistanssia ei voi erottaa kulutuskojeen resistanssista millään suojalaitteella. Vikavirtasuojaa voidaan käyttää myös vikasuojaukseen tai palosuojaukseen. Tällöin vikavirtasuojan nimellistoimintavirta voi olla suurempi kuin 30 mA. Kuvassa 13 näkyy esimerkkejä tapauksista, joissa vikavirtasuojaja toimii lisäsuojana. [4, s. 112.]



Kuva 13. Esimerkkejä tapauksista, joissa vikavirtasuoja toimii lisäsuojana [4, s. 113]

5.4 Vika- ja palosuojaus vikavirtasuojalla

Jos vian nopea poiskytkentä ei ole mahdollista ylivirtasuojilla, suojaus voidaan toteuttaa käyttämällä vikavirtasuojaa. Tilanne voi olla tällainen seuraavissa tilanteissa:

- Piirit syöttävät pistorasioita, eikä piirien pituutta tunneta.
- Piirit ovat pitkiä ja niiden poikkipinnat ovat pieniä, jolloin impedanssi on suuri.

Pistorasiaryhmissä vaaditaan yleisesti enintään 30 mA:n vikavirtasuojan käyttöä. Vikasuojaus tulee kuitenkin toteuttaa ensisijaisesti ylivirtasuojilla.

Palosuojaukseen käytettävän vikavirtasuojan mitoitustoimintavirta saa olla korkeintaan 300 mA. Vikavirtasuojan käyttöä palosuojaukseen vaaditaan myös erikoistiloissa. Lattia- ja kattolämmitysjärjestelmien suojaukseen pitää käyttää enintään 30 mA:n vikavirtasuojaa. [4, s. 102.]

Jos vikavirtasuojan virheellinen toiminta voi aiheuttaa vaaraa tai häiriötä toiminnalle, koko asennusta ei saa suojata vain yhdellä vikavirtasuojalla. Vaaraa voi aiheutua mm. välttämättömän ilmanvaihdon toiminnan loppumiseen. Näissä tilanteissa suositellaan käyttämään vikavirtasuojia, joiden toimimisesta saadaan hälytys. [5, s. 316.]

5.5 Erikoistilojen vaatimukset vikavirtasuojauksesta

Erikoistiloja koskevat tietyt vaatimukset, jotka määritellään standardin SFS 6000 osassa 7. Seuraavassa on uusitut vaatimukset erikoistilojen osalta. [5, s. 377.]

5.5.1 Kylpy- ja suihkutiloja koskevat sähköasennukset

Suihkutiloissa on aikaisemmin edellytetty enintään 30 mA:n vikavirtasuojan käyttöä pistorasioiden suojana ja tämä vaatimus on voimassa edelleen. Pistorasian tulee sijaita 120 cm:n etäisyydellä suihkusuuttimesta tai kiinteästä vesipisteestä.

Kiinteästi asennetut sähkölaitteet tulee suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla, ellei suojaukseen käytetä SELV-järjestelmää tai suojaerotusta. Alueelle 1 saa asentaa vain kiinnitettyjä ja pysyvästi liitetyjä sähkölaitteita. Laitteen pitää sopia asennettavaksi alueelle 1 valmistajan käyttö- ja asennusohjeen mukaan. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteet, pyyhekuivaimet, lämmityslaitteet ja valaisimet.

Suihkutilan rajoittavien seinien sisällä kulkevien johtojärjestelmien suojaus toteutuu helpoiten suojaamalla ne kaikki enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Tämä on helppo toteuttaa, koska pistorasiaryhmissä ja kaikissa suihkutiloissa syöttävissä ryhmäjohtoissa tulee olla vikavirtasuojaus joka tapauksessa. Jos seinärakenteessa on 5 cm lähempänä suihkutilan seinää ryhmäjohto, joka syöttää suihkutilan ulkopuolella olevaa kiinteästi asennettua sähkölaitetta, tulee ryhmäjohto suojata vikavirtasuojalla. [12, s. 37.]

5.5.2 Uima-altaita ja vastaavia koskevat sähköasennukset

Seuraavassa on uima-altaiden ja vastaavien aluerajat:

Alue 0 muodostuu altaiden sisäpuolisesta tilasta mukaan lukien niiden seinissä tai pohjissa olevat syvennykset ja jalkojen huuhtelualueet sekä vesiputoukset tai vesisuihkut ja niiden sisäpuoliset tilat.

- Alue 1 rajoittuu
- alueeseen 0
- pystysuoraan tasoon 2 metrin etäisyydelle altaan reunasta
- lattiaan tai muuhun ihmisten oleskeluun tarkoitettuun pintaan
- vaakasuoraan tasoon 2,5 metrin korkeudella lattiasta tai muusta ihmisten oleskeluun tarkoitettua pinnasta.

Kun uima-altaaseen kuuluu hyppytelineitä, ponnahduslautoja, lähtökorokkeita, liukumäkiä tai muita osia, joilla ihmisten oletetaan oleskelevan, rajoittuu alue 1

- pystysuoraan tasoon 1,5 metrin etäisyydellä hyppytelien, ponnahduslautojen, lähtökorokkeiden, liukumäkien tai muiden osien kuten kosketeltavissa olevien veistosten ja koristealtaiden ympärillä
- vaakasuoraan tasoon 2,5 metrin korkeudella korkeimmalla olevan ihmisten oleskeluun tarkoitettua pinnan yläpuolella.

Alue 2 rajoittuu

- pystysuorassa tasossa alueeseen 1, sekä pystysuoraan tasoon 1,5 metrin etäisyydellä alueen 1 ulkopuolella
- lattiaan, jolla ihmisten oletetaan oleskelevan
- vaakasuoraan tasoon 2,5 metrin korkeudella lattiasta tai pinnasta, jossa ihmisten oletetaan oleskelevan.

Suihkulähteissä ei ole aluetta 2. [5, s. 386.]

Jos sähkölaitteeseen kosketaan henkilön ollessa vedessä, laitteen suojaukseen pitää käyttää SELV-järjestelmää. SELV-järjestelmän nimellisjännite on oltava enintään 12 V vaihtojännitteellä ja 30 V tasajännitteellä, ja järjestelmän teholähde on asennettava vähintään 2,0 m:n vaakaetäisyyden päähän vedestä. Teholähde voi olla lähempänä, jos sen syöttö on suojattu enintään

30 mA:n vikavirtasuojalla. Vaatimus koskee esimerkiksi avantoon meneviä sähköllä lämmitettäviä portaita. [12, s. 38.]

Jos vedessä käytetään sähkölaitteita, joita ei tarvitse koskettaa uimisen aikana, esimerkiksi suodattimia, pumppuja, valaisimia tms., niiden suojaus voidaan toteuttaa käyttämällä

- nimellisjännitteeltään enintään 25 V:n vaihtojännitettä tai 60 V:n tasajännitettä olevaa SELV-järjestelmää, jonka teholähde on asennettu vähintään 2,0 m vedestä
- syötön automaattista poiskytkentää käyttämällä enintään 30 mA vikavirtasuojaa
- sähköistä erotusta, jossa kukin erotusmuuntaja syöttää vain yhtä sähkölaitetta ja erotusmuuntajat on sijoitettu alueiden 0 ja 1 ulkopuolelle.

Jos sähkölaitte, esimerkiksi valaisin tai virtauslaitte, sijaitsee niin kaukana uimapaikasta, ettei siihen joudu koskettamaan, sähkölaitteen suojaamisen saa toteuttaa automaattisella poiskytkennällä käyttämällä enintään 30 mA:n vikavirtasuojaa tai suojaerotusta. Uppopumpuille ja muille ajoittain käytetyille vastaaville laitteille voidaan käyttää syötön automaattista poiskytkentää käyttämällä enintään 30 mA:n vikavirtasuojaa. [12, s. 38.]

Rannalla tai laiturilla korkeintaan 2,0 m:n etäisyyden päässä vedestä sijaitsevat sähkölaitteet tulee suojata käyttämällä

- nimellisjännitteeltään enintään 25 V:n vaihtojännitettä tai 60 V:n tasajännitettä olevaa SELV-järjestelmää, jonka teholähde on asennettu vähintään 2,0 m:n päähän vedestä
- syötön automaattista poiskytkentää käyttämällä enintään 30 mA vikavirtasuojaa
- sähköistä erotusta, jossa kukin erotusmuuntaja syöttää vain yhtä sähkölaitetta ja erotusmuuntajat ovat vähintään 2,0 m:n päässä vedestä.

Lattiaan, maahan tai maan tai laiturin pinnalle asennettujen lämmityselementtien suojaus on toteutettava seuraavasti:

- Suojausmenetelmänä käytetään SELV-järjestelmää, jonka teholähde on asennettu 2,0 m:n päähän vedestä. Teholähde voidaan asentaa alueelle 2, jos sen syöttöpiiri on suojattu enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla.
- Lämmityselementit on peitetty maadoitetulla metalliverkolla tai metallivaipalla, jotka on liitetty suojamaadoitukseen ja lisäpotentiaalitasaukseen, jos lisäpotentiaalitasaus on käytössä. Lämmityselementtejä syöttävät virtapiirit on suojattava enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. [12, s. 39.]

5.5.3 Saunojen sähköasennukset

Saunan kaikki piirit lukuun ottamatta sähkökiukaan syöttöä tai kiukaaseen liittyviä laitteita täytyy suojata yhdellä tai useammalla enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. [5, s. 402.]

5.5.4 Rakennustyömaiden sähköasennukset

Yli 32 A:n pistorasioilla pitää poiskytkentälaitteena käyttää enintään 500 mA:n vikavirtasuojaa. Jos 32 A:n pistorasiaa ei ole suojattu 30 mA:n vikavirtasuojalla, se pitää suojata 500 mA:n vikavirtasuojalla.

Rakennustyömailla käytetyt työmaakeskukset on tyypillisesti otettu käyttöön ensimmäistä kertaa jo aikaisemmin. Vaatimus yli 32 A:n pistorasioiden suojaamisesta 500 mA:n vikavirtasuojalla on uusi, ja sen takia vaatimus on rajoitettu koskemaan standardin käyttöönoton jälkeen valmistettavia jakokeskuksia. [12, s. 40.]

5.5.5 Maa- ja puutarhatalouden tilojen sähköasennukset

Piireissä täytyy käyttää seuraavia poiskytkentälaitteita:

- korkeintaan 32 A:n pistorasioita syöttävillä ryhmäjohtoilla korkeintaan 30 mA vikavirtasuojaa
- yli 32 A:n pistorasioita syöttävillä ryhmäjohtoilla korkeintaan 100 mA:n vikavirtasuojaa

- muilla ryhmä johdoilla korkeintaan 300 mA:n vikavirtasuojaa.

300 mA:n vikavirtasuojien täytyy olla S-tyyppiä tai hidastettuja, jotta saavutetaan hyvä syötön jatkuvuus. [5, s. 413.]

Palosuojaukseen on käytettävä enintään 300 mA:n vikavirtasuojaa. Vikavirtasuojan on kytkettävä kaikki jännitteiset johtimet. Muiden kuin pistorasioita suojaavien vikavirtasuojien on oltava S-tyyppiä tai aikahidastettuja, jotta saavutetaan parannettu käytön jatkuvuus. Aiemmin hyväksyttyä hälyttävää vikavirtasuojaa ei enää hyväksytä. On hyvä myös huomata, että ryhmäjohtojen suojaaminen 30 mA:n tai 100 mA:n vikavirtasuojalla toimii myös suojauksena tulipalolta. [12, s. 40.]

5.5.6 *Leirintäalueiden sähköasennukset*

Jokainen pistorasia on suojattava erikseen enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Vikavirtasuojan on aina kytkettävä myös nollajohdin. [5, s. 429.]

5.5.7 *Venesatamien sähköasennukset*

Pienvenesatamissa jokaista venepaikkaa kohti on oltava vähintään yksi pistorasia. Jokainen pistorasia on suojattava erikseen enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. [12, s. 42.]

5.5.8 *Aurinkosähköiset tehonsyöttöjärjestelmät*

Syötön automaattisen poiskytkennän aikaansaavan vikavirtasuojan on oltava standardin IEC 60755 mukaista B-tyyppiä, jos sähköasennus sisältää aurinkosähkösyötön ilman ainakin yksinkertaista eristystä tasa- ja vaihtosähköosien välillä. Jos järjestelmän vaihtosuuntaaja ei pysty syöttämään sähköasennukseen tasasähkövirtoja, B-tyypin vikavirtasuojaa ei tarvita. [5, s. 483.]

5.5.9 *Huvipuistojen, tivoliin ja sirkusten huvilaitteiden, myyntikojujen ja vastaavien tilapäiset sähköasennukset*

Tilapäisasennuksen syötön automaattinen poiskytkentä pitää toteuttaa asennuksen syöttöpisteessä enintään 300 mA:n vikavirtasuojalla. Vikavirtasuojan on oltava standardin EN 60947-2 mukaista aikahidastettua tyyppiä tai EN 61008-1 tai EN 61009-1 mukaista S-tyyppiä, jotta selektiivisyys

saavutetaan. Vikavirtasuojien on oltava EN 60947-2 mukaista aikahidastettua tyyppiä tai EN 61008-1 tai EN 61009-1 mukaista S-tyyppiä, jos niitä käytetään vaihtovirtamoottorin syöttöön. [5, s. 521.]

Enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla on suojattava jokainen ryhmäjohto, joka syöttää

- valaistusta
- korkeintaan 32 A pistorasioita
- enintään 32 A sähkölaitetta, jota syötetään taipuisalla kaapelilla.

Paristolla toimivien turvalaistuspierien syöttö ja valaistuspierit on liitettävä samaan vikavirtasuojaan.

Edellä olleet vaatimukset eivät koske

- SELV- tai PELV-järjestelmällä syötettyjä piirejä
- sähköisellä erotuksella syötettyjä piirejä
- valaistuspiirejä, jotka on sijoitettu kosketusetäisyyden ulkopuolelle ja joita ei syötetä kotitalouskäyttöön tarkoitetuilla pistorasioilla tai standardin SFS EN 60309-1 mukaisilla pistorasioilla. [5, s. 521.]

Vaatimukset koskevat vain asennuksia, jotka on otettu käyttöön uusien standardien käyttöönottopäivän jälkeen. Aikaisemmin käyttöönotettuja asennuksia mukaan lukien siirrettävät sähkölaitteistot ja jakokeskukset saa edelleen käyttää. [12, s. 45.]

6 VAIKUTUKSET SÄHKÖKESKUSTEN RAKENTEISIIN JA SÄHKÖSUUNNITTELUUN

6.1 Vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin

Sähkökeskukset vaativat aikaisempaa enemmän tilaa uusien standardien vuoksi, koska keskusten koot kasvoivat. Vikavirtasuojaus laajeni koskemaan lähes kaikkia pistorasioita, joten keskusten sisälle tarvittiin lisää tilaa vikavirtasuojille ja lisääntyneille ryhmäjohtoille. Muissa keskusrakenteissa selvitettiin pelkillä kokoonpanomuutoksilla. Keskusten hinnat nousivat niiden

valmistamiseen kuluvan ajan lisääntymisen ja vikavirtasuojien tuoman hinnan lisäyksen takia.

6.2 Vaikutukset sähkösuunnitteluun

Lisääntynyt vikavirtavirtasuojien käyttö tulee ottaa huomioon asennusten ryhmittelyssä. Tiedyt ryhmät kannattaa toteuttaa omina ryhminään. Esimerkiksi valaistus- ja pistorasiaryhmät kannattaa toteuttaa omina ryhminään. Näin yhden vikavirtasuojan toimiessa mahdollisimman pieni osa sähkösyötöistä katkeaa. Standardeissa ei anneta suoria vaatimuksia siitä, kuinka monta ryhmäjohtoa yhden vikavirtasuojan taakse voidaan asentaa. Asia täytyy harkita tilanteen mukaan. Yleinen käytäntö on kuitenkin se, että yhden vikavirtasuojan taakse sijoitetaan enintään 10 - 20 pistorasiaa.

Suurin osa nykyisistä laitteistoista sisältää elektroniikkaa. Monissa laitteissa on ohjauselektroniikka, jonka takia laitteiden aiheuttama vikavirta on pulssimuotoista tasavirtaa. Tämän takia AC-tyypin vikavirtasuojaa ei saa enää käyttää, koska se toimii vain puhtaalla sinimuotoisella vikavirralla.

Myös sähkölaitteiden vuotovirrat täytyy ottaa huomioon ryhmityksinä suunnittelussa. Jos yksi vikavirtasuojia suojaa useita pistorasioita, laitteiden vuotovirroista voi aiheutua tahattomia vikavirtasuojan laukaisuja. Näin ollen suunnittelussa täytyy miettiä pistorasioihin todennäköisesti liitettäviä laitteita ja niiden laatua. Käyttövarmuuden lisäämiseksi pistorasiolla voi olla oma vikavirtasuojia. Esimerkiksi tietotekniikkajärjestelmien käyttövarmuuden lisäämiseksi jokaisella pistorasiolla voi olla oma vikavirtasuojia. Täytyy ottaa huomioon, että suojatulla alueella todennäköisesti käytettävien kulutuslaitteiden normaalit vuotovirrat eivät ylitä 1/3 vikavirtasuojan mitoitusvoimintavirrasta.

Lisääntynyt vikavirtasuojauksen suunnittelu lisäsi sähkösuunnittelun työtä. Tämä nosti sähkösuunnittelun hintoja.

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin uudet vikavirtasuojausmääräykset ja niiden vaikutukset sähkökeskusten rakenteisiin ja sähkösuunnitteluun. Uudistukset aiheuttivat suuria muutoksia vikavirtasuojauksen toteuttamiseen. Uusien määräysten johdosta sähköturvallisuus parani merkittävästi. Suunnittelussa täytyi alkaa kiinnittämään enemmän huomiota asennusten

ryhmittelyyn, laitteiden aiheuttamiin vuotovirtoihin ja tahattomien laukaisuiden ehkäisyyn. Sähkökeskusten fyysinen koko kasvoi ja keskuksiin lisättiin vikavirtasuojia.

Sähkösuunnittelun työn lisääntyminen ja sähkökeskusten rakenteiden uudistuminen nostivat kustannuksia. Tärkeintä on kuitenkin parantunut sähköturvallisuus. Suomessa on menehtynyt vuosittain muutamia ihmisiä sähkötapa-
turmissa ja sähköpalot ovat yleisiä. Vikavirtasuojauksen yleistymisellä näitä onnettomuuksia voidaan saada vähennettyä.

LÄHTEET

- [1] Leena Korpinen [verkkodokumentti]. [viitattu 7.4.2010]. Leenakorpinen > Vaasan alueen E-Girls > Opiskele omatoimisesti > Sähkölaitteet ja niiden turvallinen käyttö > *Sähkövirran vaikutus ihmiseen*. Saatavissa: http://www.leenakorpinen.fi/vaasa_egirls/opiskele_omatoimisesti/sahkolaitteet_ja_niiden_kaytto/sahkovirran_vaiutus_ihmiseen
- [2] Tiainen, Esa, *Sähköasennukset 1*, Espoo: STUL ry. 2008.
- [3] TUKES [verkkodokumentti]. 4.12.2009 [viitattu 7.4.2010]. TUKES > Tietopalvelut > Tiedotteet > Sähkö ja hissit > *Vikavirtasuojakytkimiä on testattava säännöllisesti*. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/VIKAVIRTASUOJAKYTKIMIA-TESTATTAVA-SAANNOLLISESTI/>
- [4] *D1 - 2009, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*, Espoo: STUL ry. 2009
- [5] *SFS - Käsikirja 600, Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007*. Helsinki: SFS ry. 2007.
- [6] Ensto [verkkodokumentti]. [viitattu 8.4.2010]. Ensto > Tuotteet > Building Technology > Asennuskalusteet > Jussi, IP20/IP21 uppoasennus > *Pistorasiat*. Saatavissa: http://products.ensto.com/catalog/15639/Pistorasiat_FIN1.html
- [7] TUKES [verkkodokumentti]. [viitattu 12.4.2010]. TUKES > Kodin sähköturvallisuusopas > Sähkö kotona > *Sulakkeet ja suojakytkimet*. Saatavissa: http://www.tukes.fi/kodinsahkoturvallisuus/1_2.html#7
- [8] Ensto [verkkodokumentti]. [viitattu 8.4.2010]. Ensto > Tuotteet > Kesukset > Komponentit > *Vikavirtasuojakytkimet*. Saatavissa: http://products.ensto.com/catalog/17185/product/15610/EKVA40.30_FIN1.html
- [9] Sähköala.fi [verkkodokumentti]. 15.6.2007 [viitattu 14.4.2010]. Sähköala > Ajankohtaista > Ajankohtaisia artikkeleita > Sädökset, määräykset ja ohjeet > *Sähköasennusstandardien keskeiset muutokset*. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ajankohtaista/artikkeleita/saadokset_ja_maaraykset/fi_FI/standardien_muutokset/
- [10] SFS [verkkodokumentti]. 19.10.2007 [viitattu 20.4.2010]. SFS > Ajankohtaista > Tiedotteet > *Sähköasennusstandardi SFS 6000 uudistuu*. Saatavissa: <http://www.sfs.fi/ajankohtaista/tiedotteet/20071019122438.html>
- [11] Sähköala.fi [verkkodokumentti]. 15.2.2008 [viitattu 20.4.2010] Sähköala > Ajankohtaista > Ajankohtaisia artikkeleita > Sädökset, määräykset ja ohjeet > *Kevään standardiuudistukset tuovat lukuisia muutoksia*. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ajankohtaista/artikkeleita/saadokset_ja_maaraykset/fi_FI/standardimuutokset_08/
- [12] Tiainen, Esa – Saastamoinen, Arto, *SFS 6000 muutokset 2007*, Espoo: STUL ry. 2007.

Tämä on esimerkki kaksisivuistesta liitteestä, miten se pitää merkitä...

