



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Mäkinen

KIINTEISTÖSUOJAUS

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Ville Mäkinen
Opinnäytetyön nimi	Kiinteistösuojaus
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	55 + 4 liitettä
Ohjaaja	Tapani Esala

Opinnäytetyön tarkoituksena oli sähköjärjestelmien nykyaikaistaminen sekä kiinteistön suojaus erilaisia häiriötekijöitä vastaan.

Kiinteistön suojausmenetelmiin tutustuttiin alan kirjallisuuden sekä standardien asettamien vaatimuksien kautta. Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä määritelmä tärkeimmistä suojaukseen liittyvistä toimenpiteistä liittyen vanhempiin kiinteistöihin.

Suojausta parantamalla saavutetaan turvallisuutta asumiseen sekä pienennetään laiterikkojen aiheuttamaa haittaa. Tutkimus on painotettu pääasiallisiin suojausta koskeviin toimenpiteisiin.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES (font size 12)
Electrical engineer

ABSTRACT

Author	Ville Mäkinen
Title	Property protection
Year	2020
Language	Finnish
Pages	55 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Tapani Esala

The purpose of this thesis was to modernize electrical systems and protect the property against various disturbances.

Real estate security methods were studied through industry literature and standards. The purpose of the study was to provide a definition of the most important heading measures in relation to older real estate.

Improving protection will achieve safety in housing and reduce the risk of equipment failure. The study focuses on the main security measures.

Keywords security, safety, modernization

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOLUETTELO

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO.....	8
2	SUOMEN SÄHKÖVERKKO.....	9
	2.1 Yleisesti.....	9
	2.2 Alueverkot.....	10
	2.3 Jakeluverkot.....	10
	2.4 Suurjänniteverkot.....	10
3	HÄIRIÖTEKIJÄT.....	12
	3.1 Sähkökatkokset.....	12
	3.2 Vesivahingot.....	13
	3.3 Ylijännitteet.....	14
	3.4 Tulipalot.....	15
	3.5 Sähkövirran vaikutukset.....	16
4	VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ.....	17
	4.1 Yleisesti.....	17
	4.2 Aggregaatti.....	17
	4.3 Sijoitus.....	19
5	SUOJAUSVAATIMUKSET VARAVOIMALLE.....	21
	5.1 Rinnankäyttö.....	21
	5.2 Vikasuojaus.....	22
	5.3 Ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus.....	23
6	KIINTEISTÖN SÄHKÖINEN SUOJAUS.....	25
	6.1 Liesivahti.....	25
	6.2 Ylijännitesuojaus.....	27
	6.2.1 Ylijännitesuojausluokat.....	27
	6.2.2 Tarve ylijännitesuojaukselle.....	27
	6.2.3 Ylijännitesuojauksen toteutus.....	28

6.3	Vikavirtasuojaus	31
6.3.1	Pistorasioiden suojaus	31
6.3.2	Asennusten muutos- ja laajennustyöt.....	32
6.3.3	Vikavirtasuojan toiminta ja rakenne	33
6.4	Valokaarivikasuojaus (AFDD)	35
6.4.1	Yleisesti.....	36
6.4.2	Toiminta	36
6.4.3	Hyödyt.....	38
6.4.4	Käyttökohteet	39
6.5	Palovaroittimet.....	40
6.5.1	Palohälyttimet	41
6.5.2	Järjestelmän komponentit	42
6.5.3	Yhdistelmäilmaisimet	42
6.5.4	Savunilmaisimet.....	42
6.5.5	Kanavailmaisimet.....	43
6.5.6	Näytteenottoilmaisimet	43
6.5.7	Linjailmaisimet	44
6.5.8	Liekki-ilmaisim	44
6.5.9	Lämpöilmaisimet.....	44
7	ETÄVALVONTA JA OHJAUS	46
7.1	Yleisesti.....	46
7.2	Kodin ohjausjärjestelmät	46
7.2.1	Turvallisuus.....	47
7.2.2	Langattomat ratkaisut.....	48
7.3	Paloilmoitinjärjestelmä	49
7.4	Vesivuotoilmaisim	50
8	YHTEENVETO	52
	LÄHTEET.....	53

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. Energiateollisuus, sähköverkkojen rakenne.....	9
Kuva 2. Sähkönsiirto	11
Kuva 3. Sähköverkkojen pituudet (km).....	12
Kuva 4. Maatilat Suomessa	13
Kuva 5. Vesivahingot	13
Kuva 6. Tulipalojen määrä maittain	15
Kuva 7. Aggregaattien luokittelu	18
Kuva 8. TN-S-järjestelmän kytkentä	21
Kuva 9. Liesivahdin rakenne	25
Kuva 10. Laitteilta vaadittu impulssiylijännitteen kestävyys.....	28
Kuva 11. Kolmiportainen ylijännitesuojaus	29
Kuva 12. Kojesuoja	30
Kuva 13. Tyyppin 1+2 ylijänniteyhdistelmäsuoja	31
Kuva 14. Vikavirtasuojan toiminta-ajat	33
Kuva 15. Vikavirtasuojan rakenne	34
Kuva 16. Valokaarivikasuoja (AFDD).....	35
Kuva 17. Valokaarivikasuojan toimintaperiaate	37
Kuva 18. Valokaarivikasuojan laukaisuherkkyys	38
Kuva 19. Erilaisten suojalaitteiden suojaustoiminnot.	39
Kuva 20. Palovaroittimien toimintakaavio.....	41
Kuva 21. ABB-free@home kosketusnäyttö	47
Kuva 22. ABB-free@home yhdistelmäverkko	48
Kuva 23. PIL-hälytinkeskus	49
Kuva 24. Vesivuotovahti	51

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Ylijännitesuojien asettelu**LIITE 2.** Paloilmoitinjärjestelmän suunnittelu**LIITE 3** Valokaarivikasuojan (AFDD) suojauskohteet**LIITE 4** Valokaarivikasuojan rakenne

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä erityisesti haja-asutusalueen kiinteistöjen nykyaikaistamiseen ja uudistusten mukanaan tuomiin mahdollisuuksiin sekä turvallisuuteen.

Useimmiten, eritoten maaseudun kiinteistöt ovat häiriöherkkiä ilmastollisiin häiriötekijöihin, joiden johdosta ei ole olleenkaan poikkeuksellista pitempiaikaiset sähkökatkokset. En kuitenkaan käy tässä työssä läpi kaikkia suojaukseen liittyviä mahdollisuuksia, johtuen aiheen laajuudesta, vaan kaikkein keskeisimpiä ja helpoiten toteutettavia ratkaisuja.

Eritoten vanhoihin kiinteistöihin uudistettavat sähkösuojaukseen liittyvät laitteet helpottavat ja takaavat turvallisuuden nykyaikaisilla standardeilla.

2 SUOMEN SÄHKÖVERKKO

2.1 Yleisesti

Suomen sähköverkko muodostuu eri toimijoiden ylläpitämistä sähkön siirto- ja jakeluverkoista, jotka yhdessä välittävät voimalaitoksissa tuotetun sähkön maan eri osissa oleville kuluttajille. Sähkön siirto maan eri osiin valtakunnan tasolla tapahtuu korkeajännitteisessä kantaverkossa. Kantaverkko koostuu 400, 220 ja eräistä 110 kV:n voimansiirtojohdoista sähköasemineen. Kantaverkkoa käytetään pitkillä siirtoyhteyksillä, jolloin myös siirtotehot ovat suuret. Suomen ensimmäinen varsinainen kantaverkkoyhteys oli Imatralta Turkuun vuonna 1929. Osia tästä on ollut käytössä aivan viime vuosiin saakka, joten yllättävän pitkäaikaisesta investoinnista on ollut kyse. Viime aikoina merkittävään rooliin ovat myös nousseet yhteydet Norjan, Ruotsin, Venäjän ja Viron sähköverkkoihin, jota kautta merkittävä osa Suomen kuluttamasta sähköstä on hankittu. /1/

Erikoisuutena viimeaikaisissa yhteyksissä vanhempiin yhteyksiin on se, että siirtotekniikkana on korkeajännitetasavirta muuntoasemat molemmin puolin. (mm. Fenno-Skan 1 ja 2, Estlink 1 ja 2). Suomessa kaapeli alkaa Raumalta ja se laskee mereen Pyhärannan Rihtniemessä, josta se on laskettu Pohjanlahden pohjaan kulkemaan Ruotsin puolelle. Merikaapeliyhteyden omistaa puoliksi Fingrid sekä Svenska Kraftnät (**Kuva 1**).



Kuva 1. Energiateollisuus, sähköverkkojen rakenne.

2.2 Alueverkot

Seuraavana ovat alueverkot, jotka ovat laajuudeltaan yhden tai kahden maakunnan kokoiset alueet. Alueverkko käsittää valtaosan 110 kV:n johdoista. Alueverkkoyhtiöitä on 12, paikallisten sähköyhtiöiden jakeluverkkoja on noin 80. Suomen sähkönkulutuksesta katetaan yli 80 % omalla tuotannolla ja loput hoidetaan siirtoyhteyksillä muista maista. Alueverkoissa on myös useita harvinaisempia siirtojännitteitä kuten yhä harvinaisempi 45 kV jota mm. Nurmon Atrian sähköasemalla syötetään kolmikäämipäämuuntajaan. 36 kV ja 45 kV on jossakin määrin myös eri tuulipuistojen verkossa käytössä. /1/

2.3 Jakeluverkot

Jakeluverkot 110 kV sähköasemilta kuluttajille koostuvat pääasiassa 20 kV:n johdoista sähköasemien ja jakelumuuntajien välillä sekä 400 voltin pienjänniteverkosta jakelumuuntajilta kuluttajille. Eri jakeluverkkoyhtiöitä on noin 80 kpl, joilla on kullakin alueellinen yksinoikeus sähkönjakeluun. Jakeluverkkotoimintaa valvotaan ja säännellään tarkasti, mm. Energiavirasto määrää tuoton ylärajan sekä edellyttää yhtiöiltä verkon ylläpitämistä ja kehittämistä. 2013 voimaan tullut sähkömarkkinalaki toi uusia vaatimuksia sähkönjakelun toimitusvarmuuteen, sekä pidemmistä keskeytyksistä määritettiin pakolliset korvaukset liittyjille /2/.

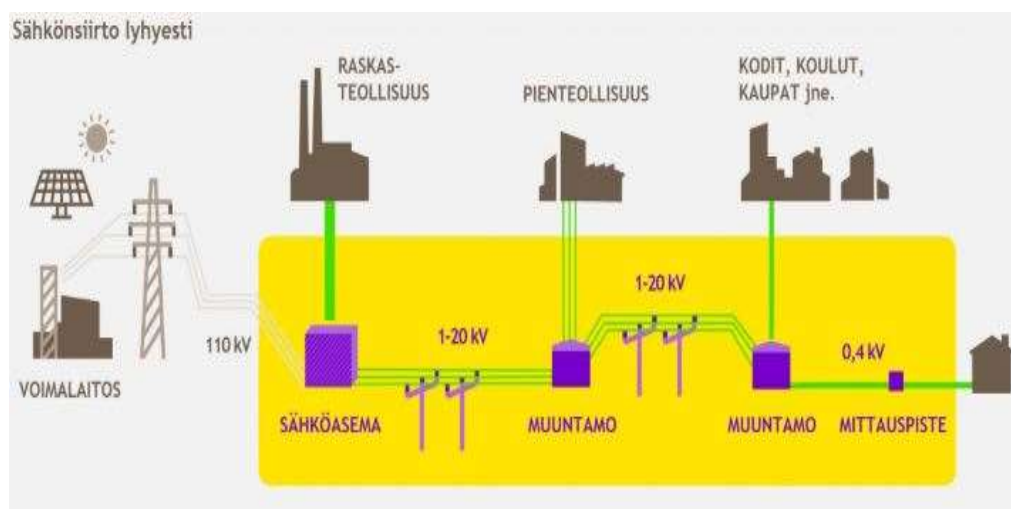
2.4 Suurjänniteverkot

Suurjänniteverkkojen (110-400 kV) pituus on yhteensä noin 22 500 kilometriä, keskijänniteverkkojen 140 000 kilometriä ja pienjänniteverkkojen 240 000 kilometriä. Suurjänniteverkot on rakennettu valtaosin avojohtoina eräitä suurien kaupunkien suurjännitemaakaapelointeja lukuun ottamatta. Keskijänniteverkoista on avojohtoina noin 80 prosenttia, ilmakaapeleina 7 ja maa- tai vesistökaapeleina 13 prosenttia. Aktiivisen maakaapeloinnin uskotaan jatkuvan tulevaisuudessakin.

Sähköverkkoon liitetään generaattoreita, jakelumuuntamoita ja sähköasemia. Generaattorin tuottama sähköenergia siirtyy verkkoon voimalaitokselta. Sähköasemat erottavat eri jännitteiset verkot toisistaan (**Kuva 2**).

Jakelumuuntamot muuntavat jännitteen sopivan suuruisiksi kuluttajaa varten. Suurin osa muuntamoista on sijoitettu pylväisiin, mutta maakaapeloinnin yleistyessä erilliset muuntamorakennukset ovat tulleet käyttöön.

Kodit saavat sähkönsä jakeluverkosta, mutta suuremmat teollisuuskiinteistöt voivat saada tapauskohtaisesti sähkönsä myös suoraan kantaverkosta suurempijännitteisenä /3/.



Kuva 2. Sähkönsiirto

3 HÄIRIÖTEKIJÄT

3.1 Sähkökatkokset

Vaikka nykyisin etenevässä määrin asennetaan uusia sekä jo valmiita vanhoja verkkoja maan alle, on Suomessa vielä tuhansia kilometrejä ilma-asenteisia verkkoja, jotka ovat häiriöherkkiä sekä monesti vaikeahuoltoisia johtuen Suomen vaihtelevasta maastosta (**Kuva 3.**). Tästä syystä pitempiaikaisetkin sähkökatkokset ovat melko yleisiä juurikin talviaikaan, jolloin sähkön keskeytymätön jakelu olisi kaikkein tärkeintä.

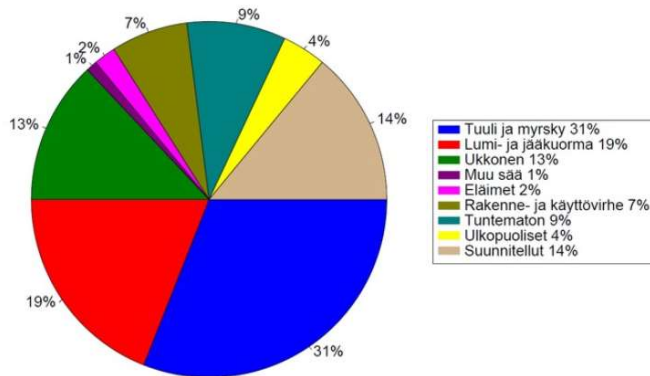
Jännite	Verkon tyyppi			Yhteensä
	Kantaverkko	SJ-jakeluverkko	Jakeluverkko	
400 kV	5153	-	-	5153
220 kV	2225	-	-	2225
110 kV	7605	1630	6898	16133
1-70 kV	-	-	141290	141290
400 V	-	-	239959	239959
Yhteensä	14983	1630	388147	404760

Kuva 3. Sähköverkkojen pituudet (km)

Kovinkaan monella ei ole riittävästi tietoutta asuntojen varavoimajärjestelmistä. Myrskyn aiheuttamat sähkökatkot eivät ole ainut syy varavirran tarpeelle maaseudulla. Yllättäen myös eläimet saattavat olla syy, miksi sähköt katkeavat puiden kaatuessa sähkölinjoille. Yleisesti lisääntyneet majavat saattavat kaataa puita sähkölinjoille. Erityisesti suuremmilla maatiloilla voi koko tuotanto pysähtyä sähkökatkon sattuessa.

Sadan lehmän käsinlypsy ei onnistu käytännössä mitenkään, varavirran mitoitus tehdään useimmiten 30-50 kW:n luokkaan, jotta koko maatilan toiminta tulee varmistettua. Lypsykarjatalous on suurin kotieläinsektori Suomessa (**Kuva 4.**).

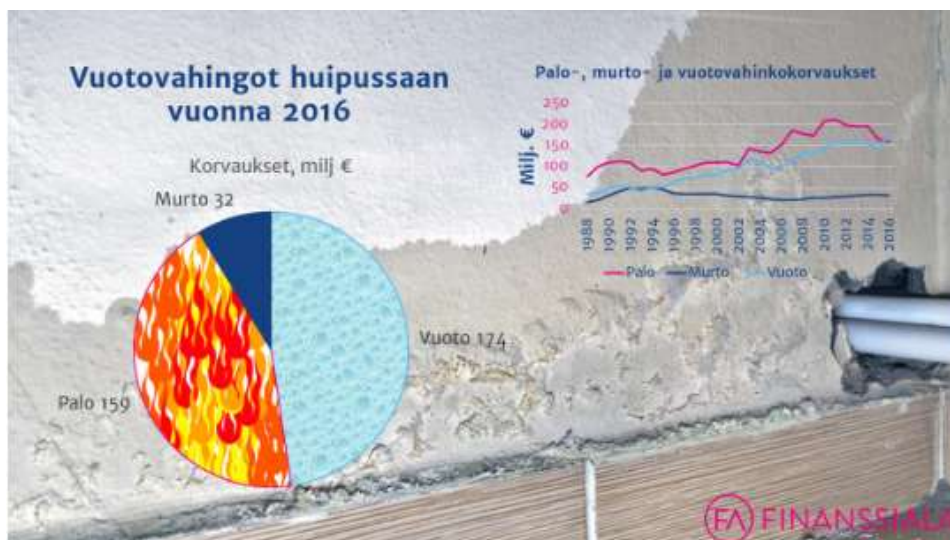
Vuonna 2017 Suomessa oli 48 562 maatilaa. Maatilojen keskipeltoala oli 47 hehtaaria.



Kuva 4. Maatilat Suomessa

3.2 Vesivahingot

Johtuen varsinkin maaseudun ikääntyvästä rakenteesta, on useissa kiinteistöissä jo iäkkäät vesiputkitukset, joita ei olla kovinkaan halukkaita uusimaan tai sukittamaan johtuen asunnon iästä sekä turhulta tuntuvalta kustannukselta. Hiljalleen alkava vesivuoto voi pahimmillaan pilata kiinteistön ja tehdä siitä asumiskelvottoman.



Kuva 5. Vesivahingot

Vesivahinko on yleisin vahinko suomalaiskodissa. Vahingon sattuessa tulisi toimia mahdollisimman nopeasti jotta välttyään suuremmalta vahingolta. Ongelmallisinta tosin on, ettei vuotoa useinkaan havaita riittävän nopeasti. Suomalaisissa kodeissa sattuu vuosittain yhteensä jopa 40 000 vuotoa. Se tarkoittaa noin sataa vesivahinkoa joka päivä (**Kuva 5.**).

Löysistä liitoksista ja murtuneista pesukoneiden putkista aiheutuneet vahingot ovat toiseksi yleisimpiä vesivuotoja suomalaiskodeissa. Niitä yleisempiä ovat ainoastaan vanhentuneiden käyttövesi- ja viemäriputkien aiheuttamat vuodot, joita voi torjua lähinnä putkiremontin avulla sekä ehkäistä suurta vahinkoa valvonnalla, jolla havaitaan alkava vesivuoto jo hyvin aikaisessa vaiheessa. /4/

3.3 Ylijännitteet

Suomessa on ohjeistettu yli 40 vuoden ajan rakennusten ukkossuojauksesta. Myöhemmin 1970- ja 1980- lukujen vaihteessa, rakennusten ukkossuojaus on alkanut kiinnostaa entistä enemmän ja monet maat julkaisivatkin omia kansallisia ukkossuojausstandardejaan /5/.

Rakennusten sähköverkoissa ilmenevien lyhytaikaisten transienttiylijännitteiden syynä voivat olla kytkennästä johtuvat ylijännitepiikit sekä salamaniskusta johtuva ylijännitepiikki, joka siirtyy kiinteistöön jakeluverkkoa pitkin. Ilmastollisia ylijännitteitä voivat rakennusten sähköverkkoon aiheuttaa myös suorat salamaniskut. Rakennusten sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien ylijännitesuojausta on käsitelty kattavasti ST-kortissa ST 53.16 /5/.

Kytkenäylijännitteet aiheutuvat sähköverkkoon asennetuista laitteista ja ne ovat huomattavasti pienempiä kuin suorasta salamaniskusta johtuvat, eikä niiltä suojautuminen ole normaalikiinteistössä välttämätöntä.

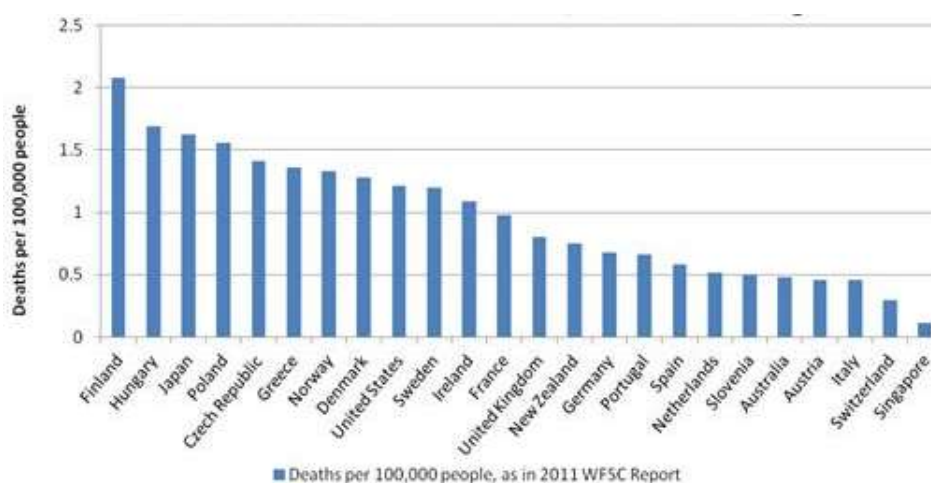
Ylijännitesuojauksen tarve perustuu kiinteistössä olevien laitteiden jännitekestoisuuteen sekä kiinteistön sijaintiin. Kaupunkiympäristössä, jossa on suurelta osin maakaapelointi, ei ylijännitesuojaus ole välttämätön, toisin kuin haja-asutusalueella sekä maaseudulla. Standardi edellyttää usein ylijännitesuojausta kaupunkimaisen ympäristön ulkopuolella eli taajama- ja maaseutuymäristössä.

Kiinteästikin asennettavat sähkölaitteet ovat vaarassa salamaniskuille, esimerkiksi lämmityslaitteiden logiikka sekä termostaatit, joita ei ole tarkoituksenmukaista irrottaa myrskyn ajaksi. Pelkästään kaapelin läheisyyteen iskenyt salama voi indusoida suurenkin ylijännitteen kiinteistön verkkoon, joka etenee moneen suuntaan. /5/

3.4 Tulipalot

Palokuolemien määrä Suomessa on suhteessa muihin Euroopan maissa sattuneisiin palokuolemiin huomattavan suuri. Suomessa kuolee enemmän ihmisiä palokuolemista kuin muissa Pohjoismaissa. Suurten ikäluokkien vanhetessa, palokuolemien on ennakoitu edelleen kasvavan Suomessa. Viime vuosina on Suomessa tapaturmaisesti kuollut keskimääräisesti noin 90 ihmistä vuodessa (**Kuva 6**).

Palokuolemista noin 80 prosenttia on tapaturmaisista, ja palokuolemat johtuvat useimmiten häämyrkytyksestä. Yli 95 prosenttia kuolemaan johtavista tulipaloista tapahtuu asuinympäristössä. Omakotitaloasunnoissa tapahtuviin tulipaloihin määrä on yli kaksinkertainen verrattuna rivi- ja kerrostaloihin. Tulipaloja sytty rakennuksissa vuosittain 6 000 – 7 000 /6/.



Kuva 6. Tulipalojen määrä maittain

3.5 Sähkövirran vaikutukset

Ihmisen saadessa sähköiskun keho on osana virtapiiriä, jossa sitä edustaa tietty impedanssi, eli suure, joka kuvaa piirin vaihtovirralla aiheuttamaa vastusta, jolla on merkittävä vaikutus virran suuruuteen. Virta kulkee henkilön kautta tämän koskettaessa samanaikaisesti kahta osaa, joilla on eri potentiaali. Vikojen yhteydessä sähköisku saadaan tavallisimmin vioittuneen laitteen sekä johtavan ympäristön väliltä.

Pienillä jännitteillä merkittävän osan impedanssista muodostaa kehon iho. Tasajännitteellä vaikuttaa pelkkä ihon resistiivisyys, vaihtojännitteellä tulee mukaan myös kapasitiivisen virran osuus. Impedanssiin vaikuttaa myös ihon kosteus sillä hetkellä, kun sähköisku tapahtuu. Normaalilla 50 Hz taajuudella kehon impedanssi pienenee hyvinkin nopeasti ihossa syntyvien läpilyöntien vaikutuksesta. Tästä taas seuraa virran merkittävä kasvu, jolloin virtapiirin pikainen katkaiseminen tulisi tapahtua välittömästi.

Virran kasvaessa kasvaa myös kouristusten voimakkuus sekä verenpaine kohoaa. Tavallisimpiin suojalaitteisiin asetettu 30 mA raja voi olla jo kriittinen, koska tätä suuremmat virrat aiheuttavat usein myös tajunnan menetyksen.

Sähköiskun tapahtuessa yleisin kuolinsyy on sydänkammiovärinä, joka aiheutuu ulkopuolisen jännitteen vaikutuksesta ihmiskehoon saaden sydämen oman tahdistusjärjestelmän häiriintymään. Sähköiskun muita vaikutuksia voivat olla hengitysvaikeudet, lihaskouristukset, rytmihäiriöt sekä useimmiten palovammat. Vikavirran vaarallisuus riippuu aina sen suuruudesta sekä kestoajasta. /7/

4 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleisesti

Tässä luvussa käydään läpi varavoimalle asetettuja rajoitteita sekä asennukseen liittyviä velvoitteita. Varavoimalaitteistoja löytyy useita erilaisia, jolloin myös asennustavat ja määräykset vaihtelevat. On tärkeää ennen järjestelmän rakentamisen aloittamista perehtyä kohdekiinteistöön soveltuvan varavoiman asettamiin velvoitteisiin sekä asennusmääräyksiin. SFS 6000 - standardisarja antaa tarkat ohjeistukset eri tiloissa tapahtuviin asennusmääräyksiin.

Varavoiman suunnittelua aloitettaessa tulisi huomioida kohteen energian tarve sähkökatkon sattuessa. Ei ole tarkoituksenmukaista ylimitoittaa järjestelmää, jonka perustarkoitus on ylläpitää tärkeimmät laitteet toiminnassa sähkökatkon sattuessa. Esimerkiksi pesukoneen käyttö ei liene välttämättömiä toimia sähkökatkon aikana, toisin kuin lämmitysjärjestelmän toiminnan turvaaminen.

4.2 Aggregaatti

Aggregaattia käytetään usein varavoimana paikoissa, missä sähkön jatkuva saaminen on tärkeää tai tavallinen sähköverkko puuttuu, kuten sairaaloissa, kesämökeillä ja joillain maataloilla. Tietyt nykyajan sähkölaitteet ovat vaativia sähkönlaadun suhteen ja ne tarvitsevat toimiakseen verkkovirransoista sähköä. Näihin laitteisiin kuuluvat mm. radiot, tietokoneet ja televisiot. Pienellä aggregaatilla pystyy käyttämään valoja sekä pitämään pakastimen kylmänä myrskyn sattuessa. Aggregaatti on hyvä vaihtoehto varavoimalle erityisesti haja-asutusalueilla.

Aggregaatti on kone, joka tuottaa sähköä joko bensiinimoottorista tai dieselmoottorista tulevan voiman avulla. Aggregaattiin syötettävä polttoaine tai esimerkiksi traktorin vetoakseli panee aggregaatin (generaattorin) moottorin pyörimään. Sähkön saa hyödynnettyä kytkemällä sähkölaitteen aggregaatin ulostuloon. Sähköaggregaatti muodostuu kahdesta pääosasta, polttomoottorista ja generaattorista, polttomoottori pyörittää generaattoria ja generaattori tuottaa sähköä. /8/

Suomessa varavoimajärjestelmiä on saatavana lukuisia erilaisia, eri tasoisia ja hintaisina, mutta siltikin hyvin monesta kotitaloudesta puuttuu varavoimajärjestelmä. Uudisrakennuksiin olisi hyvä suunnitella varaus jo rakennusvaiheessa varavoimajärjestelmälle, jolloin mahdollinen asennus olisi mahdollisimman yksinkertaista. Aggregaatit voidaan jakaa eri luokkiin monenlaisten toimintojen sekä rakenteen mukaan:

- käytössä oleva vaiheluku, 1- tai 3 - vaiheinen
- oikosulkuvirtaa syöttävät tai ei oikosulkuvirtaa syöttävät generaattorit
- synkroniset ja asynkroniset generaattorit
- moottori- tai traktorikäyttöiset
- bensiini- tai dieselmoottorikäyttöiset
- käytetyt suojajärjestelmät
- sisä- tai ulkokäyttöiset
- tahti- tai epätahtigeneraattorit
- pienikokoisiin tai suurikokoisiin kontteihin rakennetut versiot.

	Kondensaattori	AVR	D-AVR	Cyclo konvertteri	Invertteri
Resistiivinen					
Reaktiivinen					
Elektroninen					

Kuva 7. Aggregaattien luokittelu

Sähkölaitteet luokitellaan kolmeen eri tyyppiin, jotka vaikuttavat aggregaatin valintaan. Taulukosta voidaan vertailla soveltuvuuksia erilaisille kuormituksille, josta voidaan valita parhaiten tarkoitukseen soveltuva aggregaatti. **(Kuva 7.)** /9/

1. Resistiivinen kuorma on yksinkertaisin kuorma, johon generaattori voidaan liittää. Tällä kuormatyypillä on aina sama tasainen kuormitus, eli silloin käynnistyshetki ei kuormita laitetta enempää kuin päällä ollessaan. Näitä ovat esimerkiksi lamput sekä sähköpatterit.
2. Reaktiivinen kuorma, esimerkiksi sähkömoottorit. Sähkömoottorin suorituskyky on verrattavissa sähkön laatuun. Mikäli sähkössä on heittoa jännitteessä sekä taajuudessa, ei sähkömoottori saavuta parasta vääntöä tai pyörimisnopeutta. Esimerkkilaitteita jääkaapit, pakastimet sekä kiertovesipumput.
3. Elektroniset kuormat ovat kaikkein vaativimpia sähkön laadun suhteen. Tällaisia kuormia ovat esimerkiksi tietokoneet.

4.3 Sijoitus

Varavoimaa suunnitellessa tulee ottaa huomioon aluksi laitteen tuleva sijainti. Varavoimakoneen polttoainekäyttö aiheuttaa laitteen sijainnille paloturvallisuuteen vaikuttavia rajoitteita sekä päästörajoitteita. Riittävä ilmanvaihto tulee huomioida koneen synnyttäessä pakokaasuja. Myös ulkoiset olosuhteet voivat muuttua, koska generaattorissa on liikkuvia osia sekä se tuottaa lämpöä ympäristöönsä on nämä seikat syytä huomioida. Lisäksi meluhaitta tulee ottaa huomioon koneen paikkaa valittaessa. Useimmat perusaggregaatit tulee olla sateelta suojattuja niiden suojaamattoman rakenteen takia.

Varavoimakonetta olisi hyvä testata ja käyttää kahden viikon välein, jolloin voidaan varmentaa järjestelmän toimintakyky sähkökatkojen aikana. Varsinkin maataloilla voivat sähkönsiirtoetäisyydet olla varsin pitkiä ja tehon tarve suurta. Ei ole ideaalisinta sijoittaa aggregaattia, varsinkaan maataloilla, pylväskeskuksen viereen. Parasta olisikin saada sijoitettua aggregaatti mahdollisimman lähelle suurta

kulutuskohdetta, jolloin myös suojaus ehdot olisi helpompi toteuttaa kuin pitkillä kaapelipituuksilla.

Joskus onkin järkevämpää sijoittaa useampi varavoimakone kuin yksi iso, jonka takia kaapelipituudet kasvavat helposti vaikeaksi toteuttaa turvallisen ja vaaditun suojauksen suhteen. Lisäksi on tärkeää huomioida laitteistolle vaaditut huoltotoimet, sekä niihin varattava tila. Ympäristöministeriö antaa tarkentavat paloturvallisuuteen liittyvät asetukset.

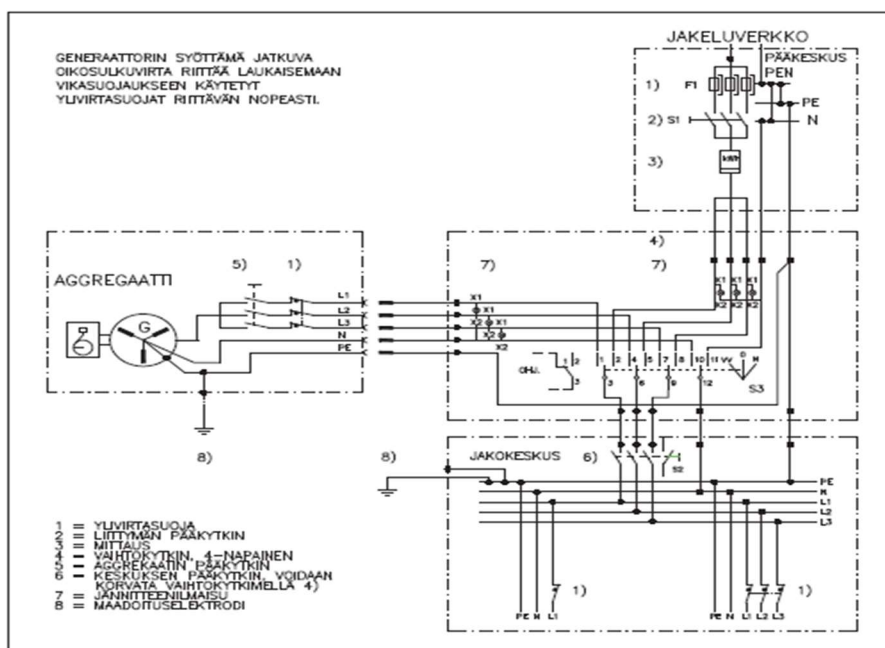
Nykyiset koneturvallisuutta koskevat säädökset eivät salli aggregaattivalmistajan antaa lupaa käyttää niitä erilaisten laitteiden syöttöön. Esimerkiksi television käyttö aggregaatilla on siis säädösten näkövinkkelistä mahdollista vain, jos television valmistaja näin omassa käyttöohjeessaan vakuuttaa. Näin siitä huolimatta, että erityisesti invertteriaggregaattien käytössä elektronisten laitteiden syöttöön ei ole käytännössä ollut mitään ongelmia. /10/

5 SUOJAUSVAATIMUKSET VARAVOIMALLE

5.1 Rinnankäyttö

Erotusvaatimusten mukaisesti on varmistettava, että syöttävän verkon sekä varavoiman rinnankäyttö on estetty luotettavalla tavalla. Vaatimus voidaan toteuttaa käyttämällä ohjattavan laitteiston syöttöpiirissä vaihtokytkintä, joka täyttää erotuskytkimen vaatimukset sekä värinäkestoisuuden. (Kuva 8.). Jos vaihtokytkin toimii samalla myös pääkytkimenä, tulee siitä löytyä myös auki-asento. Sopivia kytkentöjä ovat:

- varavoiman ja yleisen jakeluverkon syötöt vaihdetaan joko ristiin lukituilla kontaktoreilla, tai vaihtoehtoisesti käsikäyttöisellä manuaalisella kytkimellä, kuten kolmeasentoinen vaihtokytkin.
- lukitusjärjestelmä, johon tarvitaan avain, mikäli verkonvaihto halutaan suorittaa.
- automaattinen vaihtokytkin, joka on varustettu asianmukaisella lukituksella.
- muut vähintään yhtä luotettavat ja turvalliset laitteistot.



Kuva 8. TN-S-järjestelmän kytkentä

Jos aggregaattia käytetään normaalin verkosta saatavan syötön korvaavana varasyöttönä, täytyy huomioida, että suojaus syötön automaattiseen poiskytkentään ei saa riippua yleisen jakeluverkon maadoituksesta. Asennukseen on asennettava oma maadoituselektrodi, joka on käytössä aggregaattivaravoimaa käytettäessä. /11/

5.2 Vikasuojaus

Aggregaattiin sekä kiinteistön suojaukseen vaikuttaa suuresti millainen sähköjärjestelmä kiinteistössä on käytössä. Ongelmana suojauksessa on usein aggregaatin tuottaman oikosulkuvirran riittämättömyys tai liian lyhytaikainen kestoisuus, jolloin kiinteiden asennusten suojausvaatimukset eivät täyty. Asennuksessa on huomioitava myös johdonsuojakatkaisijoiden tyyppi, esimerkiksi B- luokan katkaisija laukeaa varmuudella 5- kertaistella nimellisvirralla, kun taas C- tyyppi tarvitsee jo 10- kertaistella nimellisvirran.

Vikasuojaus pitää järjestää asennuksessa jokaisen sellaisen syötön suhteen, joka voi toimia riippumattomasti muista syötöistä.

Pienitehoisien sekä siirrettävien laitteiden syöttäessä kiinteää asennusta, on vikavirtasuojaus käytännössä ainoa käyttökelpoinen tapa. Vikavirtasuojakytkin toimii kuitenkin käytännössä ainoastaan uudemmissa TN-S- järjestelmissä, joissa generaattorin tähtipiste maadoitetaan.

Aikaisempien asennustapojen mukaan tehty TN-C- järjestelmä, suojaus on hankalampi toteuttaa, koska vikavirtasuojakytkimiä ei voi käyttää. Tällöin on käytettävä alijännite- tai vakioaikaylivirtasuojauksia. Aina on kuitenkin tarkistettava poiskytkentäehtojen täyttyminen.

Esimerkiksi TN-C-verkkoja syötettäessä pitää pyrkiä käyttämään jatkuvan oikosulkuvirran syöttävää aggregaattia. Suuria käynnistysvirtoja vaativissa laitteistoissa ei voi käyttää alijännitelaukaisua jne. TN-S-verkkoja syöttävissä aggregaateissa voidaan päävirtapiirin vikasuojaus toteuttaa käyttämällä joko vikavirtasuojakytkintä tai alijännitelaukaisua. /11/

5.3 Ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus

Ylikuormitussuojaus tulee toteuttaa siten, että se toimii kaikissa käyttötilanteissa luotettavasti ottaen huomioon käynnistyksen sekä moottorihjaukset. Toteutus tapahtuu ylikuormitussuojilla (lämpörele tai vastaava). Sulakesuojaus toimii ylikuormitussuojana luotettavasti vasta riittävän suurella ylivirralla, joka on 1,45 kertaa johdon kuormitettavuus, kun johdin on oikein mitoitettu.

Oikosulun sattuessa putoavat yleensä napajännite sekä vikavirta pienissä aggregaateissa nopeasti niin pieneksi, että normaalien oikosulkusuojien toiminta voi olla epävarmaa. Vikapaikan häiriö voi täten aiheuttaa ylikuumenemisen sekä palovaaran. Generaattori ei syötä jatkuvaa oikosulkuvirtaa ja tästä seuraa, että oikosulkuvirran laskiessa ei myöskään tavanomainen suojalaite pääse toimimaan.

Tällaisissa tapauksissa suojaustoiminto perustuu muuhun kuin aggregaatissa tapahtuvaan riittävän suureen ja pitkäkestoiseen oikosulkuvirtaan. Eräs mahdollinen suojausmuoto tällaisessa tilanteessa on vakioaikaylivirtasuojaus, joka toimii ylivirtasuojana.

Vikatilanteessa aggregaatin tuottama vikavirta laskee nopeasti alle ylivirtasuojan havahtumisarvon, johtuen puuttuvasta magnetointivirrasta. Tällöin hyvä vaihtoehto on suojalaite, joka ylläpitää havaintoa ylivirrasta ja toimii asetellun ajan jälkeen katkaisten jännitesyötön sekä näin ollen estää suuremmat vahingot. Suojalaite katkaisee syötön, mikäli vikatilanne ei poistu ja jännite palaudu asetteluarvon mukaisesti. Mikäli vikatilanne poistuu riittävän nopeasti ja jännite palautuu yli havahtumisrajan riittävän nopeasti eli nopeammin kuin releen laukaisuaika arvossa on määritelty, palautuu suojalaite normaaliin toimintaan.

Tällaisissa vikatilanteissa voi aggregaatissa tapahtuva oikosulkuvirta kasvaa jopa hetkellisesti 6-kertaiseksi, mutta putoaa nopeasti tyypillisesti jo 0,1 sekunnissa alle 2,5 kertaiseksi ja 0,5 sekunnissa lähes nolleen. Tällaisissa tilanteissa ei normaalit kuormituksiin perustuvat ylivirtasuojat ehdi reagoida, tai vastaavasti vikapaikka on liian kaukana, jolloin oikosulkuvirta ei riitä laukaisemaan suojalaitetta. Tästä

seurauksena on vikapaikan lämpeneminen ja pahimmillaan tulipalo. Tästä syystä ylivirtasuojaukset eivät useinkaan voi perustua kiinteistössä jo valmiina oleviin suojalaitteisiin. /11/

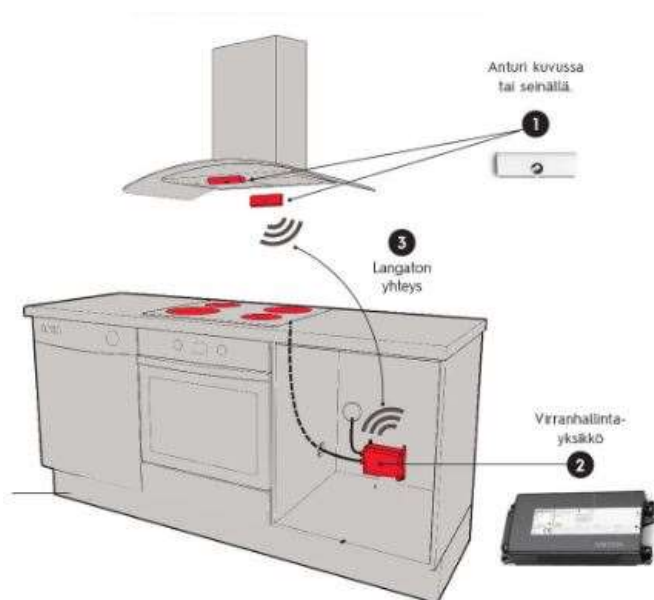
6 KIINTEISTÖN SÄHKÖINEN SUOJAUS

6.1 Liesivahti

Keittiössä käytetään harvoin palovarointina, koska se hälyttää liian helposti normaali ruuanlaitosta aiheutuviin käryihin. Tukesin mukaan liesi on yleisin sähköpalon aiheuttava laite Suomessa. Lieden huolimaton käyttö voi aikaansaada vaaratilanteita tai jopa tulipalon, joka etenkin haja- asutusalueella voi olla hankalaa sammutustöiden kannalta, johtuen pitkästä etäisyydestä paloasemaan.

Standardissa suositellaan kiinteästi asennettujen liesien ja liesitasojen aiheuttaman tulipalovaaran pienentämiseksi käytettäväksi eurooppalaisen standardin SFS-EN 50615 mukaisia teknisiä ratkaisuja, jotka katkaisevat sähkönsyötön tulipalon sattuessa. Vuonna 2015 valmistuneen standardin uskotaan lisäävän merkittävästi liesivahtien suosiota, koska liesivahdit ovat varmin tapa ennaltaehkäistä liesipaloja.

Tämän standardin mukaiset liesiturvalaitteet katkaisevat sähkönsyötön, mikäli ne havaitsevat riskitilanteen ja tätä riskitilannetta ei kuitata tarpeeksi nopeasti pois **(Kuva 9).**



Kuva 9. Liesivahdin rakenne

Varsinainen liesivahti on ennaltaehkäisevä turvalaite, joka seuraa:

- lieden lämpötilaa
- tehoa
- päälläolo aikaa
- paloilmoitinta.

Lisäksi liesivahdissa voi olla sammutusjärjestelmä, joka sammuttaa liedellä alkaneet palot. Se voi valvoa myös uunin toimintaa.

Anturi tunnistaa sähkölieden levyn lämpötilan ja antaa ylikuumentumistilanteessa hälytyksen kytkentälaitteelle, joka katkaisee virransyötön. Yleensä näistä löytyy myös varoitusääni tai merkkivalo. Jos hälytykseen ehditään reagoida ja kuitata hälytys aiheettomaksi, ei liesivahti katkaise virransyöttöä turhaan. /12/

Tarjolla on useita erimerkkisiä liesivahteja erilaisilla toiminnoilla. Alla listattuna liesivahtien ominaisuuksia.

- anturiyksikkö pinta tai uppoasennus, se voi myös olla johdoton, joka toimii vaihdettavilla paristoilla
- erivärisiä anturiyksiköitä
- voidaan estää lieden valvoton käyttö (lapsilukko) magneettiavaimen tai painikkeen avulla
- estää automaattinen takaisinkytkentä
- tunnistaa palo- sekä häkävaroittimen äänen ja katkaista syöttöjännitteen liedeltä
- liesivahti voi tunnistaa henkilön paikallaolon ja sammuttaa joko ajastetusti tai välittömästi.
- voidaan yhdistää kodin hälytysjärjestelmiin.

6.2 Ylijännitesuojaus

6.2.1 Ylijännitesuojausluokat

Kodin sähköjärjestelmän ylijännitesuojaus toteutetaan parhaiten sähkölaitteiden oikealla mitoituksella sekä tarpeen niin vaatiessa ylijännitesuojia. Sähköverkon laitteet voidaan jakaa niiden sallimien jännitekestoisuuksien mukaan ylijänniteluokkiin 1-4, jotka määritellään seuraavasti:

Ylijänniteluokka 4: Tarkoittaa laitteita tai asennuksia, jotka sijaitsevat pääkeskuksen syöttöpisteessä tai vaihtoehtoisesti sen läheisyydessä pääkeskuksen syötön puolella. Tällaisia suojattavia kohteita voivat olla pääkeskukseen sisään tulevat kaapelit, virtakiskot, sähkömittarit, yliaaltojen suodattimet sekä ensiöpuolen ylivirtasuojalaitteistot.

Ylijänniteluokka 3: Muut kiinteästi suoritettut asennukset tai kiinteät laitteet, joiden käytettävyyden tulee olla hyvä sekä luotettavaa. Esimerkkeinä tällaisista laitteista voidaan luetella jakokeskukset, kaapelit, katkaisijat, jakorasiat, pistorasiat sekä teollisuuskäytön laitteet kuin myös sähkömoottorit.

Ylijänniteluokka 2: Tämä suojausluokka sisältää kiinteästi asennetut käsikäyttöiset laitteet, kuten kotitalouskoneet, kädessä pidettävät työkalut ja muut vastaavat laitteistot.

Ylijänniteluokka 1: Suojausluokka, joka tarkoittaa rakennuksen kiinteään sähköverkkoon asennettavia laitteita. Tällaisille laitteille tehdään transienttisuojaus laitteen ulkopuolelle, joko kiinteästi asennettuna tai vastaavasti laitteen ja kiinteän asennuksen väliin. Tämä tarkoittaa herkkiä elektronisia laitteita, kuten tietokoneet sekä televisiot. /13/

6.2.2 Tarve ylijännitesuojaukselle

Laitteiden ylijännitekestoisuus määrittää tarvittavan suojauksen. Mikäli kiinteistössä oletetaan esiintyvän sähkölaitteiden sallimaan ylijännitettä suurempia

jännitteitä, voidaan erillisillä ylijännitesuojilla rajoittaa jännitteet sille tasolle minkä sähkölaitteet kestävät. Tässä on kuitenkin huomioitava, että ylijännitesuojaus ei auta, mikäli laitteisto ei täytä sille asetettuja ylijännitteen kestoisuusvaatimuksia.

Mikäli asennuksessa ei ole käytössä ilma-asenteisia syöttökaapeleita, laitteiden oman ylijännitekestoisuuden katsotaan olevan riittävä. Mikäli kohdekiinteistössä kuitenkin on syöttökaapelina AMKA-riippukierrekaapeli, ylijännitesuojaus olisi tarpeellinen nykystandardeilla.

Standardi edellyttää ulkoisiin olosuhteisiin perustuvaa suojalaitteilla toteutettua suojausta ilmajohtoasenteisissa kohteissa, joissa ylijännitteet voivat aiheuttaa vahinkoa, esimerkiksi ihmishengelle, sairaaloille, julkisille palveluille tai kaupallisille toiminnoille tai kohteissa, jotka kuuluvat ylijännitteiden puolesta arvioituun riskiluokkaan (**Kuva 10.**). Suojaus ilmastollisilta ylijännitteilä pitää toteuttaa suojalaitteilla, joiden suojaustaso ei saa ylittää suojausluokan 2 ylijännitetasoa (2,5 kV 230/400 V jännitteellä). /14/

Asennuksen nimellis- jännite ^a	Nimellis- jännitteistä johdettu jännite ääri- johtimesta maahan AC ja DC	Laitteille vaadittu impulssiylijännitteen kestävyys ^b			
		kV			
		Ylijänniteluokka IV (Laitteet, joilla on erittäin korkea impulssiylijännitteen mitoitussarvo)	Ylijänniteluokka III (Laitteet, joilla on korkea impulssi- ylijännitteen mitoitussarvo)	Ylijänniteluokka II (Laitteet, joilla on normaali impulssi- ylijännitteen mitoitussarvo)	Ylijänniteluokka I (Laitteet, joilla on pienennetty impulssiylijännitteen mitoitussarvo)
V	V	Esimerkiksi energiamittarit, kauko-ohjaus- järjestelmät	Esimerkiksi jakokeskukset, kytkimet, pisto- rasiat	Esimerkiksi jakelu- laitteet, kotitalous- laitteet, työkalut	Esimerkiksi herkät elektroniset laitteet
120/208	150	4	2,5	1,5	0,8
230/400	300	6	4	2,5	1,5
400/690	600	8	6	4	2,5
1000	1000	12	8	6	4
1500 DC	1500 DC	15 ^d	10 ^d	8 ^d	6 ^d

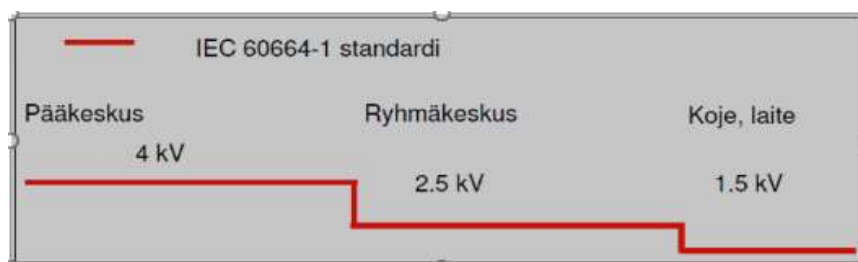
Kuva 10. Laitteilta vaadittu impulssiylijännitteen kestävyys

6.2.3 Ylijännitesuojauksen toteutus

Ylijännitesuojaus toteutetaan siten, että suojausluokan alittavat ylijänniteluokkien vaatimukset ja tulevat syöksyvirratt vastaavat rakennukseen todennäköisesti

kohdistuvia syöksyvirtoja. Rakennuksilla tämä tarkoittaa kaksi- tai kolmiportaista suojausta.

Suurin osa ylijännitteestä pyritään katkaisemaan jo syöttöpisteessä pääkeskuksella. Samalla rajoitetaan ylijännite seuraavan kiinteän asennuksen kestäväälle tasolle. Pääkeskuksen jälkeisillä suojilla ei yleensäkään pystytä rajoittamaan syöksyjännitettä riittävän alhaiselle tasolle, jolloin pääkeskukselle asennettava ylijännitesuoja on välttämätön (**Kuva 11.**).



Kuva 11. Kolmiportainen ylijännitesuojaus

Pienjänniteverkon ylijännitesuojat rajoittavat ylijännitteen suojanmukaiseen arvoon, yleisimmin 1,5-3 kV. Perinteiset kiinteistön sähkölaitteet kestävät tällaisen ylikuorman, pois lukien jotkin elektroniset laitteet. Elektronisten laitteiden riittävän suojauksen saavuttamiseksi on tarpeellista suorittaa moniportainen ylijännitesuojaus kiinteistössä, jotta saavutetaan jännitetasojen riittävän alhainen taso laitteella. Tällainen suojaus päättyy laitekohtaiseen ylijännitesuojaukseen, joka voidaan asentaa laitteen ja pistorasian väliin.

Nykyaikaiset pääkeskukseen sijoitettavat ylijännitesuojat riittävät jo laskemaan jännitetason alle 1 kV, jolloin laitekohtainen suojaus ei ole välttämätön, vaikkakin sillä saavutetaan varmin suojaus hienoelektronisille laitteille. Tehokkain suojaus saavutetaan suojaamalla sähkö- sekä televerkot, jolloin verkkojen välillä toteutuu myös potentiaalintasaus.

Perinteisesti sähkölaitteet on irrotettu sähköverkosta ukkosen ajaksi, mutta aina se ei ole mahdollista. Esimerkiksi sähköisten patterien termostaatit sekä lämmityksen komponentit ovat kiinteästi asennettuja. Lisäksi ylijännite pistorasiaan voi aiheuttaa

ylilyönnin ja täten tulipalon vaaran. Myös kytkentäylijännite voi aiheuttaa vaurioita elektronisissa piireissä kytkentäsysäsvirran suuruuden takia. Erityisen alttiita vaurioille voivat olla mittaus-, säätö-, ohjaus- sekä datasiinaalikaapelit, mikäli ylijännite pääsee siirtymään niihin galvaanisen, kapasitiivisen tai induktiivisen kytkennän kautta. Elektroniset piirit kestävät huomattavasti huonommin kuin pienjänniteverkko itsessään. /15/



Kuva 12. Kojesuoja

Perinteinen suojaus toteutetaan ensimmäisen suojan sijoittamisella pääkeskukseen, toinen alakeskukseen ja kolmas eli kojесuoja pistorasian sekä suojattavan laitteen väliin (**Kuva 12.**). Suojauksien selektiivisyys saavutetaan portaidenvälisillä induktansseilla. Kuten kohdekiinteistössä pääkeskukselta lähtee suoria jännitesyöttöjä ulkorakennuksille, jolloin molemmat suojat, ukkos- sekä keskisuoja asennetaan molemmat pääkeskukseen. Tämän takia ei suojaportaiden erotukseen tarvittavaa induktanssia saavuteta, joten käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyjä ukkospurkaussuojia (**Kuva 13.**) /15/



Kuva 13. Tyypin 1+2 ylijänniteyhdistelmäsuoja

6.3 Vikavirtasuojaus

Vikavirtasuoja on suojalaite, jonka tarkoitus on suojata ihmisiä, omaisuutta ja kotieläimiä vaarallisilta kosketusjännitteiltä ja palovaaralta.

6.3.1 Pistorasioiden suojaus

Vikavirtasuojakytkin (VVSK) on asennusstandardin mukaan suojalaite, jossa edellytetään, että kaikki enintään 20 A tavanomaiset maallikolle tarkoitetut ja enintään 32 A ulkopistorasiat on suojattava A-tyypin enintään 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. Syksyllä 2012 julkaistu standardipainos sallii ainoastaan pakastimen ja jääkaapin pistorasioista vikavirtasuojan jättämisen pois. Vuonna 2017 standardi laajenti suojauksen koskemaan myös valaisinryhmiä.

Vaatimuksesta voidaan poiketa, jos kyseessä on erityisen määrätyn laitteen liittämiseen tarkoitettu pistorasia tai pistorasioille, joita käytetään ammattihenkilön tai opastetun henkilön toimesta tai valvomana, teollisissa tai kaupallisissa tiloissa.

Asunnoissa tai vastaavissa tiloissa vikavirtasuojaus voidaan jättää pois pistorasioista, jos nämä syöttävät erityistä määrättyä laitetta, jonka virransyötön katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Tällaisia ovat esimerkiksi jääkaapit sekä pakastimet.

Tällaisten laitteiden pistorasiat tulee sijoittaa siten, että niihin ei ole mahdollista normaalisti liittää muunlaisia laitteita. Pistorasian tulee sijaita sellaisessa paikassa,

ettei siihen voida vaivattomasti asentaa muunlaista laitetta, kun siihen tarkoitettu laite on asennettu paikoilleen. /16/

6.3.2 Asennusten muutos- ja laajennustyöt

Vikavirtasuoja ei korvaa tavanomaisia suojalaitteita, vaan täydentää niitä. Vanhojen asennuksien korjaus- sekä muutostöissä määrittää standardi joitain poikkeuksia. Standardin mukaan lisäsuojaus voidaan toteuttaa seuraavilla tavoilla.

- suositellaan, että kaikki tavanomaisen käytön pistorasiat asunnoissa ja asuntojen piha-alueilla olevat valaisimet suojataan mitoitusomintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla.
- jos tehdään asennuksia, joissa sekä jakokeskus että johtojärjestelmät uusitaan, pitää noudattaa standardin mukaista asennustapaa, joka velvoittaa asentamaan vikavirtasuojan kuten uudiskohteissa. Jos uusitaan vain keskus, tulee varautua siihen asennettaviin vikavirtasuojiin.
- kun tehdään yksittäisiä lisäyksiä, joissa ei asenneta uutta jakokeskusta, ainakin ulos asennettavat enintään 32 A pistorasiat, lämmityskaapelit ja taipuisat lämmityselementit pitää suojata mitoitusomintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla.

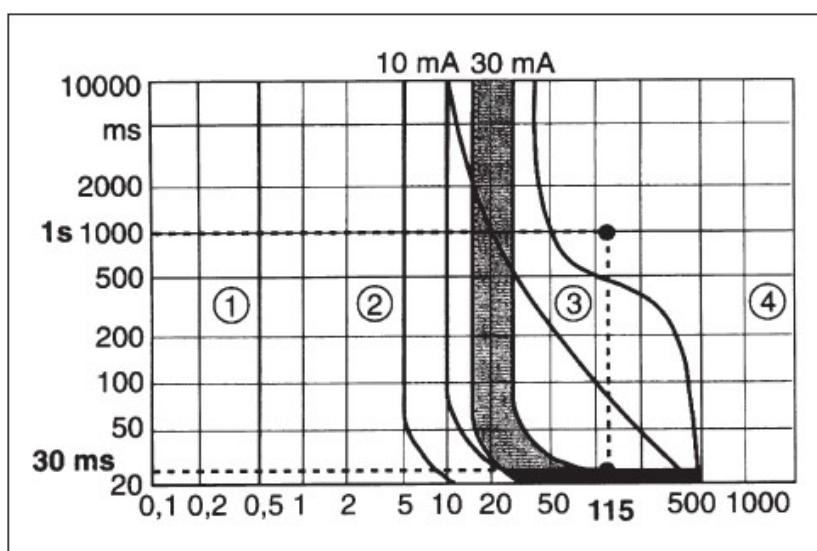
Käytettäessä vikasuojauksena syötön automaattista poiskytkentää, on suojauksen kannalta tärkeää varmistaa ja tarvittaessa täydentää suojaavaa potentiaalintasausta.

Vikavirtasuoja on laite, joka täydentää perussuojausta sekä vikasuojausta. Koska perus- ja vikasuojausmenetelmät voivat pettää, käyttäjä voi olla huolimaton tai tavallinen johdonsuojakatkaisija ei pysty havaitsemaan vikavirtaa, täytyy useissa asennuksen kohteissa käyttää lisäsuojana enintään 30mA vikavirtasuojalaitetta.

Vikavirta voi aiheuttaa kontrolloimattoman lihaskouristuksen kosketettaessa viallista laitetta, jolloin irrottautuminen laitteesta voi olla vaikeaa lihasten supistaessa tahtomattomasti käden lihaksia. Irrottautumisen rajavirran on kokeellisesti havaittu olevan noin 10-15 mA. Mitä suurempi on vikavirta, sitä vaikeampaa siitä on irrottautua. /16/

6.3.3 Vikavirtasuojan toiminta ja rakenne

Kuvassa 14 on esitetty IEC 60 479:n virta-aika-alueet, jotka on jaettu neljään osaan. Vaarallisin on alue 4, jossa sydämen kammiovärinä on kaikkein todennäköisin. Kuvassa on esitetty tilanne, jossa ihmiskehon läpi menee 150 mA virta. Jos se kestää 1s tai kauemmin, seuraa siitä todennäköisimmin kuolema. Mikäli käytössä on vikavirtasuojakatkaisija, katkaisee se virtasyötön 30 mA:n ylittyessä 30 ms kohdalla alueella 3, jolloin haitallisia vaikutuksia ei esiinny. /17/.



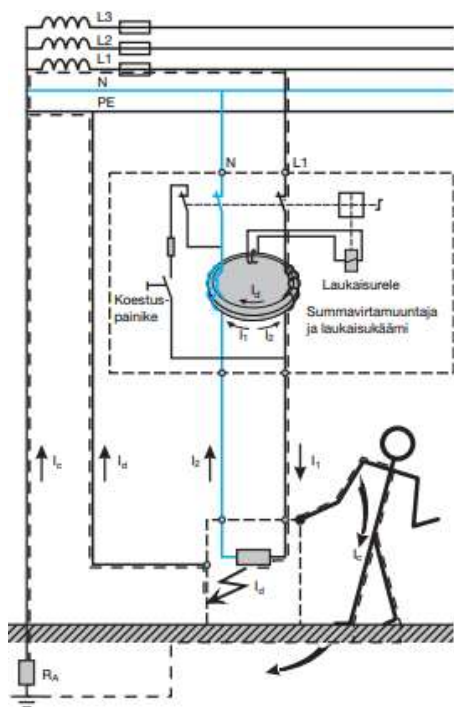
Kuva 14. Vikavirtasuojan toiminta-ajat

Alue 1.	Ei vaikutusta
Alue 2.	Ei haitallisia fysiologisia vaikutuksia
Alue 3.	Kammiovärinän vaaraa ei mahdollisesti tapahdu
Alue 4.	Todella huomattava kammiovärinän vaara.

Vikavirtasuojakytkimessä on summavirtamuuntaja, jonka kautta päävirtapiiri asennetaan kulkemaan (vaiheet ja nolla) sekä toisiokäämi syöttämään jännitteen laukaisureleen kelaan. Mikäli kulutuskojeeseen muodostuu vikavirtaa, poikkeaa tulevan ja lähtevän virtojen summa toisistaan, jolloin summavirtamuuntajan toisiokäämiin indusoituu jännite, joka saa releen toimimaan. Vikavirtatoiminto

voidaan myös yhdistää johdonsuojakatkaisijaan, jolloin saadaan yhdistelmälaite, vikavirtajohdonsuoja.

Vikavirtasuojan tärkeimpien osien esittely (**Kuva 15.**)



Kuva 15. Vikavirtasuojan rakenne

Vikavirtasuoja suojaa kosketettaessa vahingossa jännitteisiä osia, esimerkiksi jatkojohtoon tai sähkölaitteeseen tulleen vian johdosta. Vikavirtasuoja tarkkailee eristysvikoja ja havaitessaan tällaisen, katkaisee sen nopeasti. Erityisen tarpeellinen suoja on silloin kun käytetään kädessä pidettäviä sähkölaitteita, kuten porakonetta. Nimellistoimintavirrallaan 30mA vikavirtasuojakytkin toimii 0,3 sekunnissa jo toimintavirrallaan. Mikäli vikavirta nousee, esimerkiksi 150mA, toimii suojalaite jo 0,04 sekunnissa. Vikavirtasuojakytkin tosin toimii ainoastaan TN-S-järjestelmässä. /17/

6.4 Valokaarivikasuojaus (AFDD)

Useimmiten sähkölaitteista johtuvat viat saavat alkunsa valokaarivioista, jotka puolestaan johtuvat löysien liitosten tai heikkojen eristeiden takia aiheutuvista sarja- tai rinnakkaisvalokaarista. Sarjavalokaariviassa ei esiinny vuotovirtoja maahan, jolloin vikavirtasuojaja ei toimi.

Lisäksi sarjavalokaariviassa kipinäointi aiheuttaa impedanssia, joka pienentää kuormitusvirtaa ja virta johdonsuojakatkaisijan tai sulakkeen laukeamisvirran alapuolelle, jolloin suojalaite ei toimi. Myöskin rinnakkaisvalokaariviassa vaihe- ja nollajohtimen välillä edeltävä kuormitus sekä vikapaikan impedanssi voi riittää jättämään virran niin pieneksi, ettei suojalaite havahdu. Tällaisissa tilanteissa on merkittävä tulipalon vaara.



Kuva 16. Valokaarivikasuojaja (AFDD)

Suomessa kaapeliviat aiheuttavat noin 100 palohälytystä vuosittain. Näissä tilanteissa tilanne ehtii kehittyä tulipaloksi huomattavasti useammin kuin lieden aiheuttamissa palohälytyksissä.

Kaapeleista aiheutuvaa paloriskiä voidaan ehkäistä valokaarivikasuojalla (AFDD, arc fault detection device), jonka käyttämisestä uusien SFS 6000 suosittelie tiettyjen ryhmäjohtojen suojana (**Kuva 16.**). /18/

6.4.1 Yleisesti

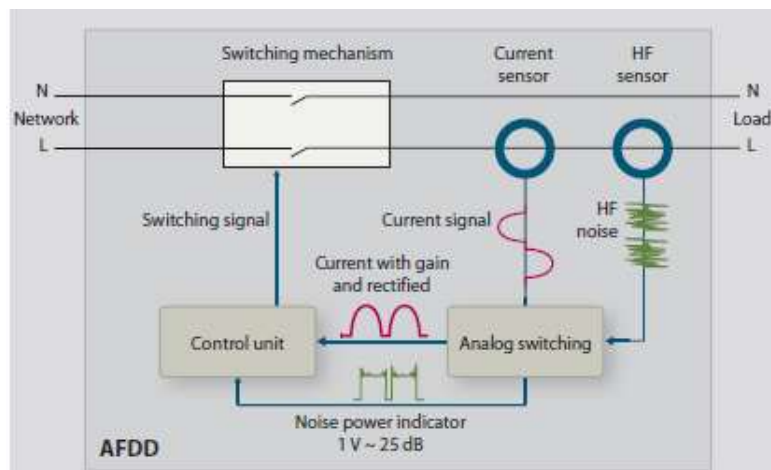
Valokaarivikasuojalla tarkoitetaan standardin SFS-EN 62606 mukaisia suojalaitteita, joita ovat:

- Yksittäisenä laitteena toimiva valokaarivikasuoja (AFDD), joka sisältää valokaarivian ilmaisuyksikön ja avauslaitteen. Tämä laite on tarkoitettu asennettavaksi sarjaan oikosulkusuojan kanssa.
- Yksittäisenä laitteena toimiva valokaarivikasuoja, joka sisältää valokaarivian ilmaisuyksikön sisäänrakennettuna suojalaitteeseen.
- Paikan päällä asennettavaksi tarkoitettu valokaarivikasuoja, joka koostuu valokaarivian ilmaisuyksiköstä ja määritellystä suojalaitteesta.

Valokaarivikasuojalaite sijoitetaan ryhmäjohdon alkupäähän, suojalaite voi olla itsenäinen, jolloin se sisältää laukaisuyksikön tai se voi olla myös erillinen, jolloin suojalaitteen yhteydessä käytetään vikavirtasuojakatkainta tai johdonsuojakatkaisijaa. Näissä tapauksissa suojalaite ei itse katkaise virtasyöttöä vaan antaa ainoastaan laukaisukäskyn muille suojalaitteille. /18/

6.4.2 Toiminta

AFDD eli valokaarivikavirtasuojan toiminta perustuu verkkotaajuisten signaalien mittaukseen (virta) sekä suuritaajuisien signaalien valvontaan. Molemmat jännitteiset johtimet, vaihejohdin sekä nollajohdin, johdotetaan valokaarivikasuojan katkaisuyksikön kautta, jossa vaihejohdin kulkee kahden erillisen anturin kautta (**Kuva 17.**).



Kuva 17. Valokaarivikasuojaajan toimintaperiaate

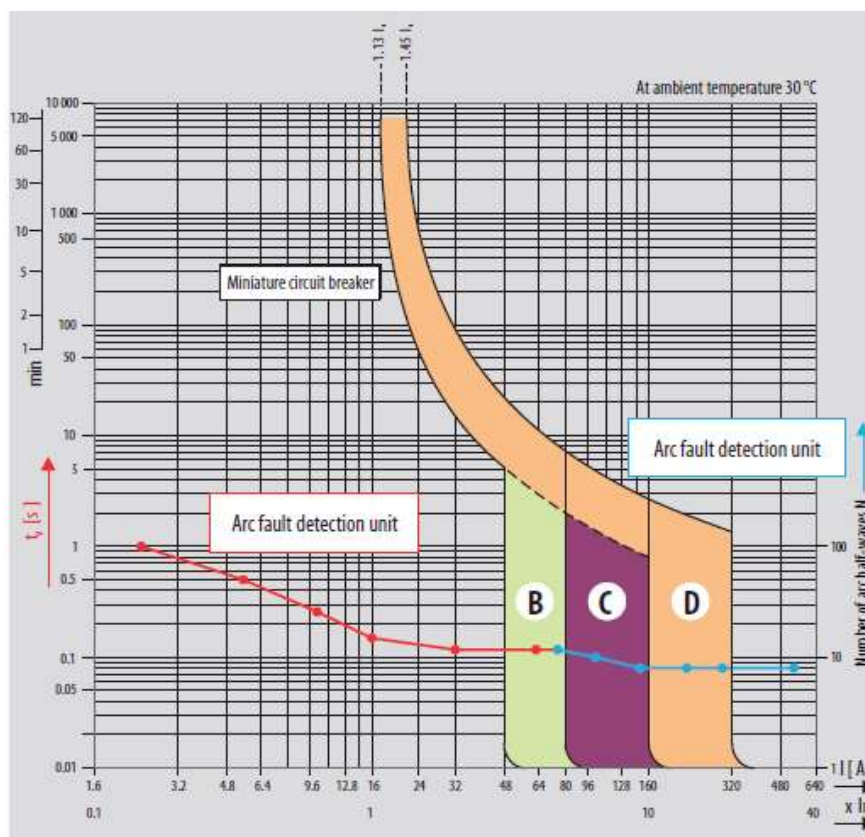
Virta-anturi mittaa matalataajuisia signaalia vaihejohtimesta sekä HF-(high frequency) anturi mittaa vastaavasti suuritaajuisia signaaleja vaihejohtimesta. Analogiamuunnin muuntaa mitatut signaalit mikroprosessorille sopivaan muotoon. Signaaleista mitattu suuritaajuinen aalto edustaa valokaaren aiheuttamaa häiriötä, eli kaapelissa aiheutuvaa kipinöintiä, esimerkiksi löysän liitoksen takia.

Lisäksi laite tarkkailee, katkeako virran kulku jännitteen nollakohdassa. Mikroprosessorille aseteltujen tiettyjen laukaisuehtojen täytyessä, suojalaite katkaisee vialliseksi havaitun ryhmän jännitteettömäksi.

Tunnistaakseen sekä sarja- että rinnakkaisvalokaaren mikro prosessorissa on erilaiset toimintakriteerit. Suuritaajuinen signaali, jota laite valvoo, on aallonpituudeltaan 22-24 MHz. Lisäksi suojalaite tunnistaa laitteesta johtuvat signaalit ja osaa erottaa ne häiriöistä johtuvista signaaleista, jolloin vältytään tarpeettomilta laukaisuilta. Monet kotitalouslaitteet, kuten porakone, aiheuttaa kipinöintiä sekä aiheuttaa häiriötä sähköverkkoon, jotka kuitenkin valokaarivikasuoja osaa erottaa palovaarallisesta kipinöinnistä. Suojalaitteen mikroprosessori vertaa suuritaajuisen häiriön voimakkuutta, esiintymistiheyttä sekä virtasignaalin muutosnopeutta ja laskee näistä kumuloitavaa arvoa mahdollisesti tarvittavalle palovaaralliselle vialle. /19, s. 125/

6.4.3 Hyödyt

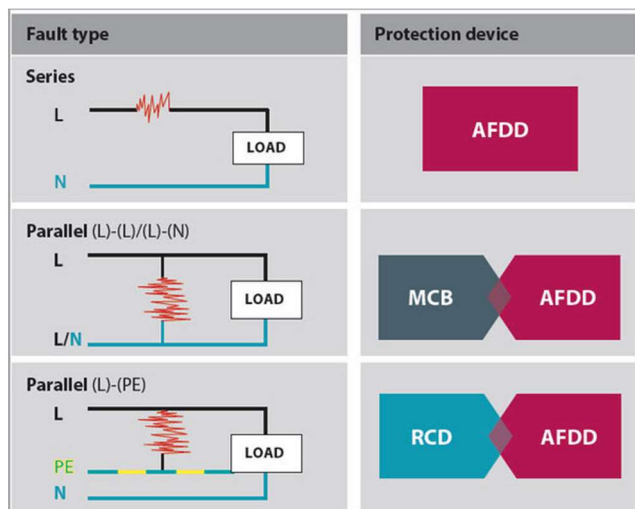
Vertailtaessa laukaisuherkkyttä johdonsuojakatkaisijoihin, joiden tyyppi on yleisimmät B, C tai D, kuvasta voimme havaita, että jo 2,5A vikaa aiheuttavalla virralla vikavirtasuojaus toimii jo 1 sekunnissa, tai 16A vikaa aiheuttavalla 0,15 sekunnissa (**Kuva 18.**) Vastaavasti normaali johdonsuojakatkaisija ei vielä reagoisi tapahtuneeseen vikatilanteeseen mitenkään. AFDD:n laukaisukäyrä merkitty kuvaan 21 punaisella viivalla.



Kuva 18. Valokaarivikasuojan laukaisuherkkyys

Valokaarivikasuojalaitteessa on automaattinen testaustoiminto, jossa se 15 tunnin välein automaattisesti koestaa analogiset tunnistimensa sekä laukaisualgoritmin.

Lisäksi suojalaite sisältää ylijännitesuojan, joka laukaisee suojalaitteen jännitteen ylittäessä 275V vaiheelta. Suojalaite sisältää manuaalisen testauspainikkeen, jolla käyttäjä voi tarkistaa suojauksen toiminnan milloin vain. Kuva 19 selventää AFDD-suojalaitteen periaatteellista toimintatapaa. /19/



Kuva 19. Erilaisten suojalaitteiden suojaustoiminnot.

- AFDD-valokaarivikasuoja (Palosuojakatkaisija)
- MCB-johdonsuojakatkaisija (Johdonsuoja-automaatti)
- RCD-vikavirtasuoja (Vikavirtasuojakytin)

6.4.4 Käyttökohteet

Valokaarivian tunnistavia suojalaitteita on käytetty USA:ssa jo vuosikymmeniä, Euroopassa suojalaitteet ovat alkaneet yleistä vasta viime vuosina. Standardin mukaan tiettyjen ryhmäjohtojen suojana suositellaan valokaarivikasuojausta. Lisäksi eurooppalainen standardi IEC 60 364-4-42 suosittaa valokaarivikavirtasuojan käyttämistä. Tilojen haltija on vastuussa paloturvallisuudesta.

Standardin suosittelimia suojattavia tiloja ovat:

- Nukkumiseen käytettävät tilat
- Tilat, joissa käsitellään tai varastoidaan palovaarallisia materiaaleja.
- Tilat, joissa on helposti palavia rakennusmateriaaleja
- Paloa levittävät tilat
- Tilat, joissa on korvaamattomia esineitä
- Koulut ja sairaalat
- Eläkeläisten asuintilat
- Liikuntarajoitteisten oleskelutilat
- Metroasemat
- Lentokentät.

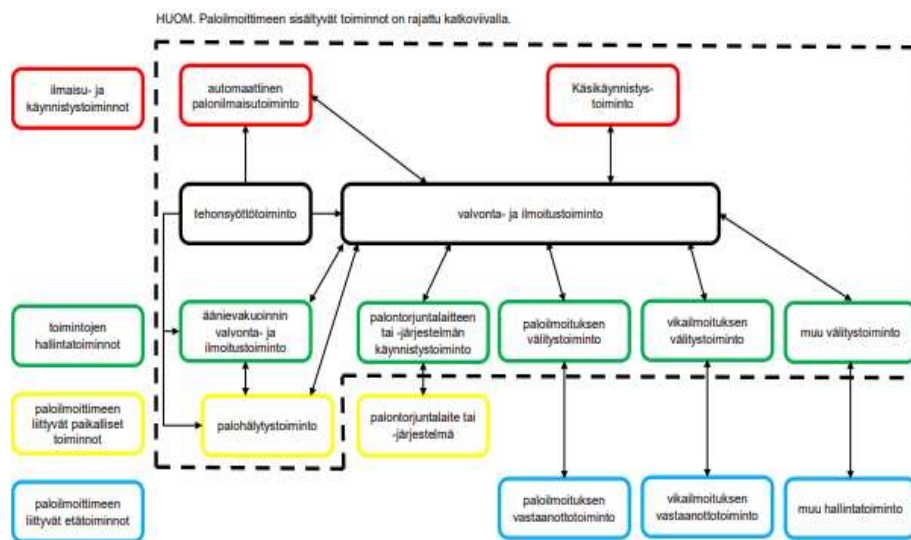
Eli juurikin tilat, joissa paloherkkyys voi aiheuttaa suurinta vaaraa ihmisten huomaamatta tai ihmismäärän takia. /20/

6.5 Palovaroittimet

Automaattisen palovaroittimen toiminta perustuu palon mahdollisimman aikaiseen havaitsemiseen ja on pakollinen turvalaite jokaisessa huoneistossa. 1.2.2009 jälkeisissä rakennusluvan saaneissa asuinrakennuksissa varoittimen tulee olla sähköverkkoon kytketty. Palovaroittimen hankkiminen, testaaminen ja huoltaminen on asukkaan vastuulla.

Palovaroitinta koskevia määräyksiä on annettu pelastuslain 379/2011 pykälissä 12,17 ja 96 sekä pelastustoimen laitelaisissa 10/2007. Lisäksi palovaroitinlaitteistolle on annettu asennusvaatimuksia, jotka ilmoitetaan sähköturvallisuuslain 1135/2016 perusteella annetussa valtioneuvoston asetuksessa sähkölaitteiden turvallisuudesta 1437/2016. Useimmiten rakennuslupa määrittää palovaroittimen rakentamisen ehdoksi. /21/.

Yhden palovaroittimen tehokas toiminta-alue on noin 60 m². On suositeltavaa asentaa palovaroittimet myös jokaiseen makuuhuoneeseen sekä poistumistiereitille. Varoittimien olisi hyvä olla ketjutettuja sekä paristo- tai akkuvarmenteisia, jolloin yhden alkaessa hälyttää palosta, alkavat myös muut ketjutetut palovaroittimet hälyyttää. **(Kuva 20.)** /22/.



Kuva 20. Palovaroittimien toimintakaavio

6.5.1 Palohälyttimet

Palohälyttimen tärkein tehtävä on hälyttää ja varoittaa kiinteistössä asuvia ja oleskelevia henkilöitä tulipalon vaarasta. Hälyttimet voivat olla akustisia tai visuaalisia, kaikkien havaittavissa sekä merkittyjä niin, ettei sekaannusta muihin merkinantolaitteisiin voi sattua. Kaikissa palohälyttimissä tulee olla sama ääni sekaannusten välttämiseksi.

Palohälyttimet sijoitetaan jokaiseen rakennukseen tai rakennuksen osaan, joissa on tarve varoittaa rakennuksessa olevia henkilöitä. Palohälyttimien tulee olla selvästi kuultavissa sekä nähtävissä. Palohälyttimet tulee ryhmitellä rakennuksittain, kerroksittain tai palotilojen mukaan toteutuspyytäkirjan mukaan.

Poikkeuksen tekee sairaanhoito-, huolto tai rangaistuslaitokset, joissa hälyttimet asetellaan siten, että henkilökunta saa ensisijaisen tiedon alkavasta palosta. Esimerkiksi hotelleissa on ensiarvoisen tärkeää varmistaa riittävä kuuluvuus kaikille ja tarpeen niin vaatiessa täydennettävä laitteistoa erillisillä ilmaisinkohtaisilla hälyttimillä. Lisäksi suurissa paljon ihmisiä sijaitsevilla rakennuksissa, kuten ostoskeskukset, voidaan järjestelmä päivittää automaattisella ilmoitinjärjestelmällä, joka antaa tietoa esimerkiksi kokoontumispaikasta. Hälyttimet vaiennetaan kuulutuksen ajaksi. /23/

6.5.2 Järjestelmän komponentit

Useimmat varoittimet toimivat joko optisen tarkkailun avulla tai ionisaation tai vaihtoehtoisesti molemmilla. Tavanomaiset palovaroittimet eivät tunnista häkää (hiilimonoksidi)

Järjestelmä voi käsittää seuraavanlaiset laitteet:

6.5.3 Yhdistelmäilmaisimet

Nimensä mukaisesti yhdistelmäilmaisimessa on yhdistetty useampia ilmaisintyyppiä (savu-lämpö-liekki). Varoitin vertaa siihen aseteltuja raja-arvoja saatuihin mittaustuloksiin eri ilmaisimista. Tällä tekniikalla voidaan poissulkea ei-halutut turhat paloilmoitukset. /23/

6.5.4 Savuilmaisimet

Savuilmaisinta voidaan käyttää lähes kaikissa tiloissa, mutta on syytä tarkistaa valmistajan ohjeistus kyseiseen ilmoitintyyppiin sekä asennuspaikkaan riippuen. Savuilmaisimet toimivat nopeammin kuin esimerkiksi lämpöilmaisimet, mutta saattavat aiheuttaa herkemmin tarpeettomia palohälytyksiä. Mikäli asennuspaikassa syntyy savua, esimerkiksi hitsatessa, joka voisi laukaista paloilmaisimen, kannattaa harkita vaihtoehtoisesti yhdistelmäilmaisimen käyttämistä (savulämpö).

Savuilmaisimet jaetaan toimintojensa perusteella seuraavasti:

- perinteinen (yksikriteeri-ilmaisutapa)
- ohjelmitava, mittaustuloksiin perustuva
- ohjelmitava, laajempaan analyysiin perustuva yhdistelmäilmaisin, esim. savu-lämpöyhdistelmä.
- erittäin nopeasti toimiva pistekohtainen, esim. lasertekniikka.
- linjailmaisoin
- kanavailmaisoin.

6.5.5 Kanavailmaisimet

Kanavailmaisoin on laite, joka on asennettu ilmastointikanavaan ulkopuolelle tai kanavaan itsessään huoltoluokun taakse. Kanavailmaisimissa on erilliset näytteenottoputket, jotka johtavat palotilasta tulevan näytteenottoilman putkien ohitse ilmanvaihtokanavaan. Huonoina puolina ilmaisimelle on, etteivät ne toimi, ellei rakennuksessa ole ilmanvaihtoa tai ilmanvaihtokoje on sammutettu. /23/

6.5.6 Näytteenottoilmaisimet

Näytteenottoilmaisin käyttää putkea, jonka kautta kulkevaa ilmaa se analysoi, putki on sijoitettu tarkasteltavaan tilaan. Putkistoon kulkeva ilma analysoidaan ilmaisimessa, ja savutiheyden noustessa yli asetteluarvon, ilmaisoin toimii. Näytteenottoputkessa sijaitsevat reiät suunnitellaan valvotun tilan mukaan, kuitenkin putkistossa ei saa olla yli 20 reikää.

Näytteenottoilmaisintyytit:

- ilmaisoin perinteisellä toiminnolla
- ilmaisoin erittäin aikaisella toiminnolla
- ilmaisoinjärjestelmä.

Näytteenottoilmaisimet soveltuvat esimerkiksi suuriin halleihin, korkeisiin rakennuksiin, kaapelitunneleihin tai historiallisesti arvokkaiden rakennusten

sisäkattojen valvontaan. Käytetään silloin kun muunlaiset ilmaisimet, kuten pisteilmaisimet, eivät sovellu käyttökohteeseen. /23/

6.5.7 Linjailmaisimet

Linjailmaisimen toiminta perustuu valonsäteiden havaitsemiseen lähetin-vastaanotinparin tai lähetin-heijastinpinnan-vastaanotin välillä. Linjailmaisimet soveltuvat erinomaisesti kohteisiin, joissa savu saattaa levitä laajallekin alueelle ennen sen havaitsemista. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi suuret teollisuushallit, suurten rakennusten sisäkattojen valvonta, kun muunlaiset ilmaisimet eivät vaikean huollettavuuden tai tilan korkeuden takia tule kysymykseen. /23/

6.5.8 Liekki-ilmaisim

Liekki-ilmaisim havaitsee nimensä mukaisesti palossa aiheutuvan lämpösäteilyn. Ilmaisim soveltuu ainoastaan, mikäli valvottuun kohteeseen on suora näköyhteys. Ilmaisimessa käytetään ultravioletti- tai infrapunailmaisimia tai näiden yhdistelmiä. Useimpien liekki-ilmaisimien havaitsema aallon spektri soveltuu kaikille materiaalityypeille, mutta joissain erikoistapauksissa kuten, epäorgaaniset materiaalit, tulee valita tietylle aallonpituudelle valmistettu ilmaisim. Näitä ilmaisimia ei saa käyttää yleisilmaisimina, koska ne eivät havaitse kyteviä paloja, mutta ovat hyvä lisä suojauksessa, koska havaitsevat liekehtivän palon nopeammin kuin muut ilmaisimet. /23/

6.5.9 Lämpöilmaisimet

Lämpöilmaisim koostuu valvontayksiköstä ja kaapelista. Yleisimmin lämpöilmaisim toimii, kun liekit yltyvät kolmasosaan lattiasta kattoon. Lämpötilan nousua mittaavat DM-ilmaisimet soveltuvat kohteeseen, jossa lämpötilan muutokset ovat vähäisiä. Vastaavasti M-tyypin ilmaisimet soveltuvat kohteisiin, joissa lämpötilan vaihtelu lyhyellä jaksolla on nopeaa. Yleisimmin lämpöilmaisimet eivät ole niin herkkiä ympäristöolosuhteille kuin muut ilmaisimet. Lämpöilmaisinkaapeli havaitsee lämpötilan nousun sekä palokohteen koon ja etäisyyden. Kaapelia on saatavana mm. valokuitu- ja kuparikaapelina. Valokuituun perustuvassa lämpötilakaapelissa keskuslaite lähettää kaapeliin laserpulsseja.

Tulipalon sattuessa valokuituun aiheutuu palopaikan kohdalla pulssinvaimentuminen, jonka ansiosta lineaarisen vasteen ansiosta laserpulssien vaimentumakohta pystytään mittaamaan keskuslaitteella. Toinen mittaustapa on verrata keskuslaitteella lämpötilaan reagoivan signaaliosan signaalia sekä reagoimattomasta signaalista, jolloin havaitaan mahdollinen lämpötilan muutos pulssin muutoksesta.

Kuparilämpöilmaisimessa keskuslaite mittaa kuparikaapelin vastusta. Tulipalon sattuessa palopaikalla kaapelin lämpötila sekä resistanssi muuttuvat, jolloin keskuslaite havaitsee alkavan palon. Palopaikat ilmaistaan paloryhmänä.

Lämpöilmaisinkaapelit soveltuvat parhaiten hankaliin kohteisiin, kuten maantie-, rautatie ja metrotunneleiden palovaroittimina sekä pysäköintihallien suojauksessa. Yleensä lämpöilmaisinkaapeleita ei tarvitse huoltaa. /23/

7 ETÄVALVONTA JA OHJAUS

7.1 Yleisesti

Yksinkertaisilla valvontalaitteilla voidaan tarkistaa helposti vaikka työpaikalta tai matkoilta, onko kaikki kotona kunnossa.

Markkinoilta on saatavilla lukuisia eritasoisia malliratkaisuja valmiina paketteina erilaisiin tarpeisiin. Eivätkä laitteiden hankintakustannukset ole enää kotitalouskuluttajillekaan esteenä.

7.2 Kodin ohjausjärjestelmät

Automatiikka on mahdollistanut rakennusten hälytys- valvonta- lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaamisen automaattisesti erilaisten valvonta-antureiden antamien tietojen pohjalta sekä seuraamaan rakennuksessa tapahtuvia toimintoja etänä.

Nykyaikaiset kodit ovat jo hyvin laajasti automatisoituja ja mahdollisuudet lisääntyvät koko ajan. Järjestelmillä voidaan ohjata valaistusta, tilanneohjauksia, lämmitystä, kaihtimia sekä ovipuhelimia. Ohjaukset tapahtuvat seinäpainikkeilla, kosketusnäytöillä ja mobiililaitteilla. Kodin kaihtimet voidaan ajastaa, vaikka auringon nousun tai laskun mukaan.

Kotiautomaatio on parhaimmillaan, kun ohjataan tilanneohjauksin. Tämä tarkoittaa sitä, että ei ohjata jokaista valoa ja tilojen lämpötiloja erikseen, vaan ohjauksia yhdistellään tarpeen mukaan. Tilanneohjauksessa voidaan asetella koti poissa-tilaan, jolloin järjestelmä pudottaa huonelämpötilaa tuoden säästöä lämmityskuluihin, turhat valaistukset sammutetaan ja halutut pistorasiat kytketään pois päältä. Ohjaus voidaan myös asetella automaattiseksi, jolloin ohjaus tapahtuu säätilan, kellonajan tai vaikka auringon liikkeiden mukaan.

Laadukkaisiin laitteisiin voidaan yhdistellä erilaisia asioita keskenään käyttäen niihin rakennettua logiikkaa. Laitteeseen voidaan ohjelmoida vaikkapa tieto siitä, että jos tuuli yltyy liian kovaksi, niin markiisit nostetaan ylös. /24/

7.2.1 Turvallisuus

Kodin ohjausjärjestelmällä lisätään myös kodin turvallisuutta. Sen lisäksi että siihen voidaan liittää valvontakameroita sekä liikkeentunnistimia, voidaan sillä seurata tai ohjata toimintoja, kun ei itse olla paikalla, kuten:

- luoda läsnäolosimulaatio, jolla saadaan kodista asutun näköinen kytkemällä valoja ohjelman mukaan
- halutut pistorasiat pois päältä paloturvallisuuden lisäämiseksi
- mobiililaitteella voidaan tarkistaa tilanne etänä
- paniikkikytkimen avulla voidaan asettaa koti hälytystilaan
- ikkunoiden ja ovien valvonta
- ovipuhelimien lisäkameroilla voidaan tarkistaa kuka soittaa ovikelloa ja avata ovi niin halutessa.

Kaikista laitteen havaitsemista tapahtumista voidaan tehdä automaattihälytys sähköpostiin, kosketusnäyttöön (Kuva 21) sekä mobiililaitteelle. /25/



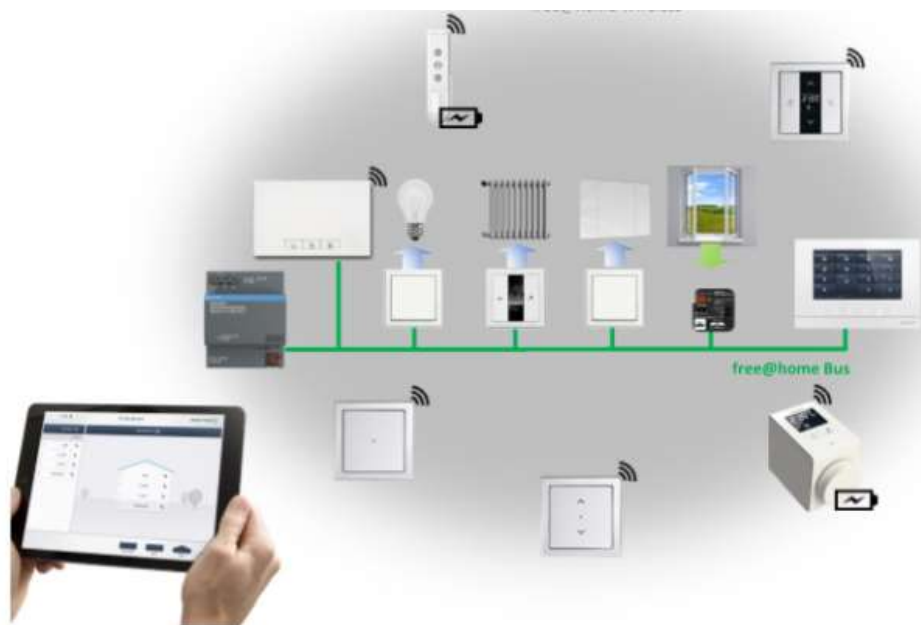
Kuva 21. ABB-free@home kosketusnäyttö

7.2.2 Langattomat ratkaisut

Järjestelmiä löytyy myös langattomina, jolloin ei tarvita väyläkaapelointia. Tämä on hyödyllinen eritoten kiinteistön saneerauksissa, jossa kaapelointi olisi hankala toteuttaa siististi jälkikäteen tai kohteissa, jossa jo valmiiksi asennettua järjestelmää halutaan laajentaa.

Tiedonsiirto laitteiden välillä tapahtuu suojatun radiotaajuuden avulla. Jokaisessa järjestelmän komponentissa on oma radiolähetin, joka takaa luotettavan signaalin kantavuuden laitteesta toiseen. Kytkimet, termostaatit, säätimet, liiketunnistimet ja kaihdinohjaimet, jotka on kytketty järjestelmään, voivat olla asennettuna laajalle alueelle tai jopa eri kerroksiin (**Kuva 22.**).

Luotettavan toiminnan turvaamiseksi on syytä huomioida, ettei komponenttien väliin jää huoneita tai kerroksia ilman laitteita. Järjestelmän langattomat laitteet käyttävät mesh-verkkotopologiaa laajentaakseen verkon kantaman maksimiinsa ja taaten luotettavan toimivuuden. Käyttöön otossa kukin järjestelmän laite lukitaan käyttäjän omaan turvattuun järjestelmään ja tiedonsiirto tapahtuu salatun VPN-yhteyden kautta. /26/



Kuva 22. ABB-free@home yhdistelmäverkko

7.3 Paloilmoitinjärjestelmä

Mikäli järjestelmään asennetaan automaattinen paloilmoitinjärjestelmä, pystytään sen avulla suorittamaan palohälytys ilman, että kukaan on itse kiinteistössä paikalla.

Palohälytyskeskus kerää kenttälaitteiden sekä hälyttimien tilatiedot, lähettää tiedot näyttölaitteistoille sekä huolehtii hälytyksistä ja valvontatehtävistä sekä toteuttaa käyttäjän asettelemat käskyt.

Keskuslaite muodostuu seuraavista osista: valvontayksikkö, käyttö- sekä näyttöyksikkö, liitäntäosiosta, (sisääntulo-ulostuloyksiköt), teholähteestä sekä ilmoitin eli hälytinskyksiköstä (**Kuva 23.**).

Keskusyksikön käsittelemä mittaustieto välittyy näyttölaitteelle, aluehälytyskeskukselle sekä hälytysjärjestelmään, joka ilmoittaa alkavasta palosta. Ilmoituksen siirtojärjestelmä hälyttää paloviranomaisille, mikäli tällainen käsky on ohjelmoitu järjestelmään. /23/



Kuva 23. PIL-hälytinkeskus

7.4 Vesivuotoilmaisim

Jos vesivuoto tapahtuu, on vahinkojen minimoinnin kannalta ensiarvoisen tärkeää havaita se välittömästi ja saada siitä tieto käyttäjälle. Hälytysjärjestelmään yhdistetty anturitekniikka antaa varoituksen käyttäjälle välittömästi vuodon ilmettyä, sekä siirtää tiedon siitä itse hälytysjärjestelmään.

Laitteita on karkeasti kahdenlaisia, kosteushälyttimiä sekä vuotovahteja. Vuotovahti seuraa vesimittaria tai käyttövesiputkea ja katkaisee vedentulon kiinteistöön, mikäli se havaitsee poikkeavaa kulutusta. Kosteushälytin toimii anturitekniikalla ja reagoi, jos anturin pinnalle vuotaa vettä. Kosteushälytin ei kuitenkaan katkaise veden tuloa.

Vuotovahdeissa on kaksi perustilaa: kotona- poissa- tila. Kun kotona tila on valittu käyttöön, seuraa vuotovahti kulutusta, mutta sallii tavanomaisen veden kulutuksen. Käyttäjä voi määritellä normaalin veden kulutuksen, eli kuinka monta litraa voidaan vettä päästää ennen kuin vuotovahti reagoi. Kun laite kytketään poissa-tilaan, havahtuu se jo pieneenkin veden kulutukseen ja katkaisee veden tuloa. Vastaavasti laitteisto voidaan myös kytkeä pois päältä tilanteissa, joissa veden kulutus on suurempaa, esimerkiksi autoa pestäessä.

Vuotovahti asennetaan heti vesimittarin jälkeen päävesiputkeen. Siihen voidaan myös liittää kosteusantureita, jolloin se tarkkailee myös muita mahdollisia vuotokohtia. Tällä ratkaisulla saavutetaan kattavin suoja vesivahinkojen ehkäisyyn. Lisäksi laite hälyyttää ääni- tai valomerkein toimiessaan. Jotkut kehittyneemmät mallit voivat lisäksi lähettää tekstiviestin asukkaalle (**Kuva 24.**).



Kuva 24. Vesivuotovahti

Kosteushälyttimelle yleisin ja paras asennuspaikka on keittiö, josta tilastojen mukaan alkavat useimmat vesivahingot. Pesukoneen tai tiskialtaan alla ei suoranaisesti ole lattiakaivoja, joilla voisi ehkäistä vesivahinkoa, joten näissä kohteissa on tärkeää havaita vuoto mahdollisimman nopeasti., muutoin vesi löytää poistumistien kiinteistön rakenteisiin. Toinen yleinen paikka asentaa kosteushälytin on kodinhoituhuone.

Kosteusilmaisimille ja vuotovahdeille ei ole määritetty mitään virallista ominaisuus- tai suorituskykymäärittystä. Finanssialan keskusliitto ylläpitää Suomessa listaa sen hyväksymistä ilmaisimista. /27/

8 YHTEENVETO

Vanhojen kiinteistöjen nykyaikaistamisella pystytään takaamaan turvallisuus sekä katkeamaton sähkönsaanti, joka eritoten maaseutuympäristössä on tärkeää kasvaneiden maatilojen kokojen myötä, sekä ihmisten ikääntymisen takia. Tarpeelliset hankinnat eivät ole kustannuksiltaan kovin korkeat hyötyihin nähden.

En käynyt tässä työssä läpi kaikkia mahdollisia suojaustoimia, koska aihe on todella laaja, jos siinä käsiteltäisiin kaikki mahdolliset suojaukseen liittyvät toimenpiteet. Eritoten kaikenlainen elektroniikka kehitty vauhdilla, mikä mahdollistaa laajojenkin järjestelmien rakentamisen kohtuulliseen hintaan. Pyrin tässä tutkielmassa keskittymään tärkeimpiin turvallisuuteen liittyviin suojalaitteisiin.

Hyvin toteutettu kiinteistösuojaus lisää turvallisuutta sekä helpottaa elämistä. Lisäksi joidenkin suojalaitteiden asentamista tukee vakuutusyhtiöt, jolloin myös säästyneistä vakuutusmaksuista kertyy kustannussäästöä.

9 LÄHTEET

/1/ Energiateollisuus ry. Viitattu 15.6.2019.

<http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko>

/2/ Energiavirasto. Viitattu 2.12.2019. <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-luvanvaraisuus>

/3/ Energiateollisuus. Sähköverkot. Viitattu 29.11.2019. https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkoverkot

/4/ Mero.P.2016. Vuotovahinko näivettää kodin. Viitattu 4.11.2019.

<http://www.finanssiala.fi/uutismajakka/Sivut/Vuotovahinko-naivettaa-kodin.aspx>

/5/ SFS 6000:443.1-443.5. Suojaus ilmastollisilta ja kytkentäylijännitteiltä. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/6/ Pelastustoimi. Palokuolemat. Viitattu 2.12.2019.

<http://www.pelastustoimi.fi/turvatieoia/ehkaise-palon-syttyminen/tulipalon-vaarallisuus/palokuolemat>

/7/ Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017. Sähköinfo 1. Helsinki. Painokurki.

/8/ ST-kortisto 52.40. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. Sähköinfo Oy. 2019.

/9/ Honda jälleenmyyjä. Viitattu 30.10.2019. <https://www.hondapower.fi/valitse-oikea-virtalahde>.

/10/ ST-kortisto 52.40. Luku 2. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähköverkkoon. Sähköinfo Oy, Espoo.2019

/11/ ST-kortisto 52.40. Luku 3. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähköverkkoon. Sähköinfo Oy, Espoo.2019

/12/ SFS 6000-42-421.8. Ohjaus sähkölaitteiden aiheuttamaa paloa vastaan. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/13/ Ylinen T, DI. 2017. Sähköasennukset 3. Espoo.Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 143-160.

/14/ SFS 6000- 5-53- luku 534. Sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus silloin kun ne on vaadittu. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/15/ Ylinen T, DI. 2017. Sähköasennukset 3. Espoo.Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 156-158.

/16/ SFS 6000 luvut 4-41 - 411.3.3 Pienjännitesähköasennukset. Suojausmenetelmät. Ylivirtasuojaus. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/17/ ST-kortisto 53.12. Pienjännitesähköasennukset. Vikavirtasuojat. Sähköinfo Oy, Espoo.2019

/18/ SFS 6000-4-42. Pienjännitesähköasennukset. Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vaikutuksilta. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/19/ Tiainen, E, DI. 2017. D1 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki. Painokurki Oy

/20/ SFS 6000-4-42. Pienjännitesähköasennukset. Suojausmenetelmät. Suojaus lämmön vaikutuksilta. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/21/ Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017. Sähköinfo 4, paloilmoinlaitteet. Helsinki. Painokurki.

/22/ ST-kortisto 25.20. Kappale 4.5. Sähköinen varustetaso omakotitalossa. Sähköinfo Oy, Espoo.2019

/23/ SFS 6000-5-560.10:2017. Palosuojalaitteistot. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2017.

/24/ ABB-free@home. Viitattu 29.12.2019. <https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/kiinteistoautomaatio->

[kotiautomaatio/ratkaisut/freeathome?gclid=EAIaIQobChMIoOjx-ZXZ5gIVyZQYCh2kSAjdEAAYASAAEgISfD_BwE](https://www.abb.com/low-voltage/finland/products/building-automation/home-automation/solutions/free-at-home?gclid=EAIaIQobChMIoOjx-ZXZ5gIVyZQYCh2kSAjdEAAYASAAEgISfD_BwE)

/25/ ABB-free@home. Viitattu 29.12.2019. <https://new.abb.com/low-voltage/finland/products/building-automation/home-automation/solutions/free-at-home/jarjestelma/toiminnot>

/26/ ABB-free@home. Viitattu 2.1.2020. <https://new.abb.com/low-voltage/finland/products/building-automation/home-automation/solutions/free-at-home/updates/langaton-free-at-home>

/27/ LähiTapiola 2019. Viitattu 4.11.2019. <https://www.lahitapiola.fi/tietoa-lahitapiolasta/uutishuone/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/uutinen/1509558539268>

LIITE 1

Ylijännitesuojien sijoittelu

Porras 1

Ensimmäisessä suojaporttaassa käytetään tyyppin 1 ylijännitesuojaa eli ns. karkeasuojaa. Tyyppin 1 ylijännitesuoja asennetaan mahdollisimman lähelle syöttökaapelin si-sääntulokohtaa, käytännössä pääkeskukseen. Ensimmäisen portaan tehtävä on purkaa suurin osa johtumalla tulevasta salamavirrasta maahan. Ensimmäinen suoja-porras jättää jälkeensä muutamien kilovolttien jännitepiikin.

Porras 2

Toisessa suojaporttaassa käytetään tyyppin 2 ylijännitesuojaa eli ns. keskisuojaa. Tämän portaan tehtävä on madaltaa ensimmäiseltä portaalta jäänyt jännitepiikki turvalliselle tasolle ($\leq 1,5$ kV). Porras 2 sijoitetaan yleensä ryhmäkeskukseen. Mikäli suojattavat laitteet sijaitsevat alle 10 m etäisyydellä portaasta 2, ei porrasta 3 välttämättä tarvita.

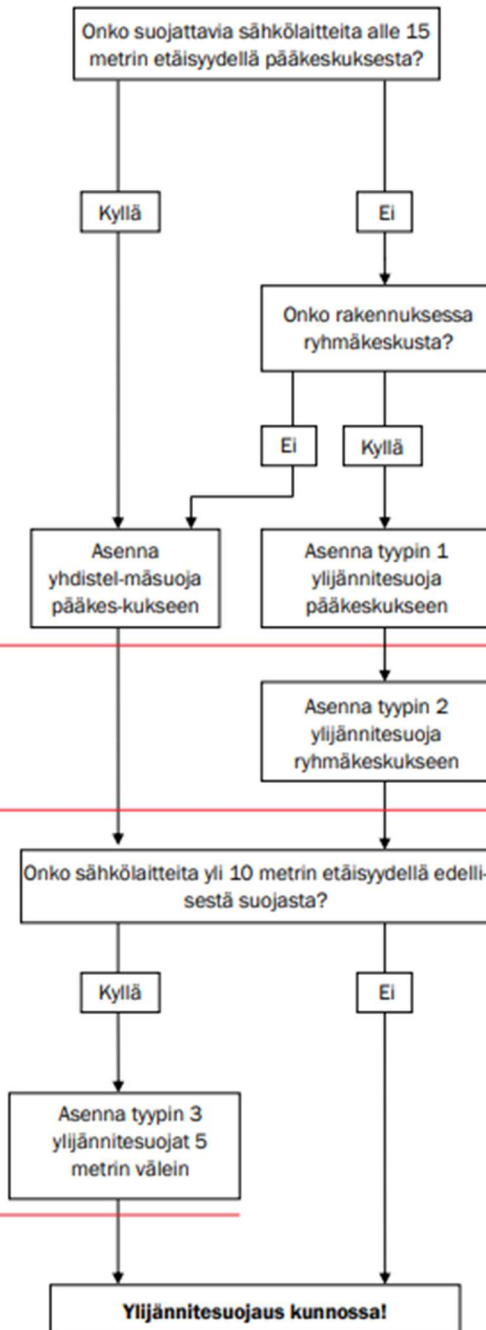
Porras 3

Kolmannessa suojaporttaassa käytetään tyyppin 3 ylijännitesuojaa, josta käytetään nimityksiä laitesuoja ja hieno-suoja. Portaan 3 tehtävä on rajoittaa induoituneita ja rakennuksen sisällä syntyviä jännitepiikkejä, ei siis rakennuksen ulkopuolelta johtumalla tulevia ylijännitteitä. Hienosuojaa asennetaan enintään 5 m:n päähän suojattavasta laitteesta.

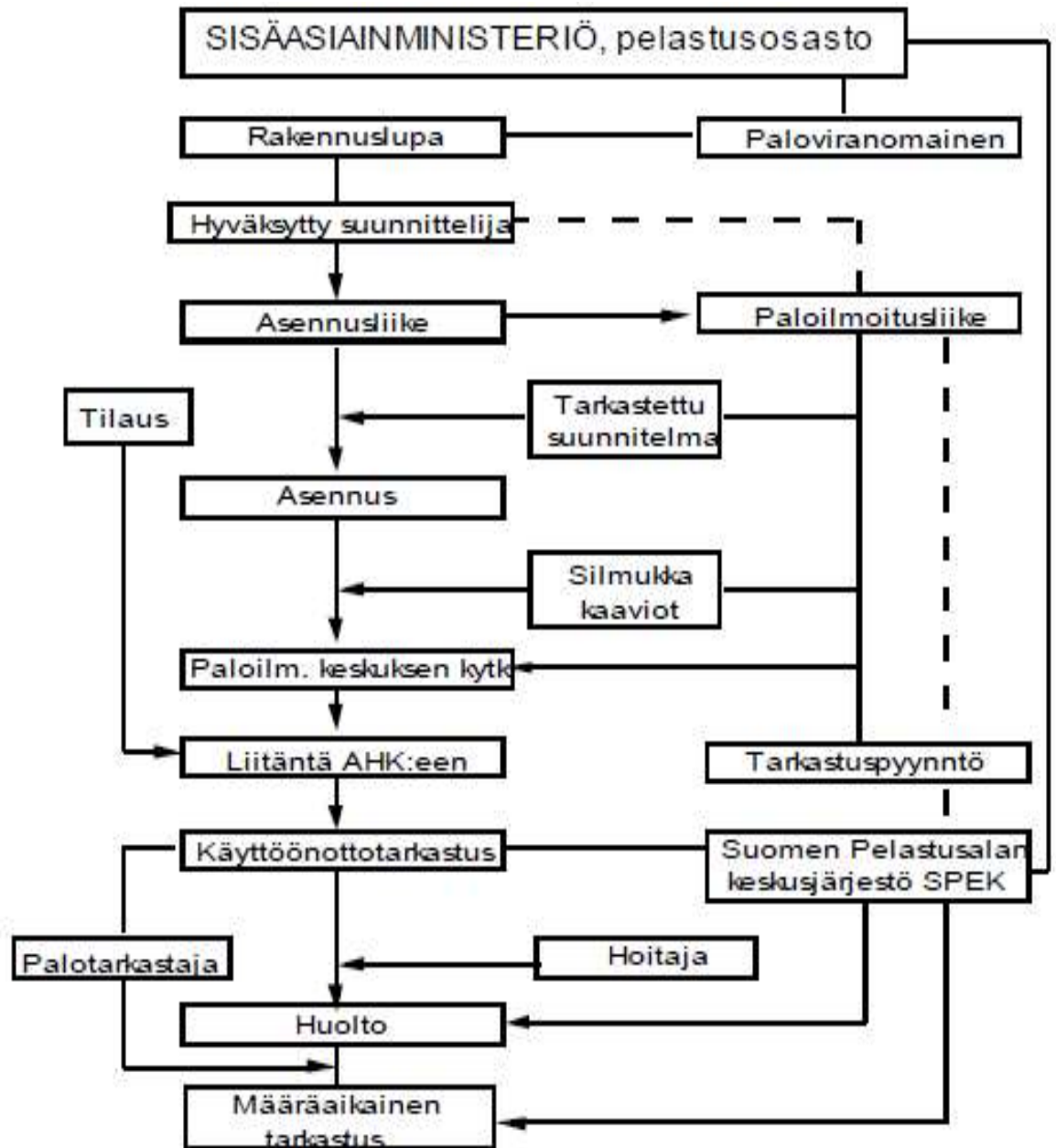
Yhdistelmäsuoja

Yhdistelmäsuojalla voidaan hoitaa yhdellä laitteella portaat 1 ja 2 sekä porrast 3, jos suojattavat laitteet ovat alle 10 m:n etäisyydellä yhdistelmäsuojasta. Yhdistelmäsuoja kestää salamavirtaa ja kykenee pudottamaan jännitteen turvalliselle 1,5 kV:n tasolle. Yhdistelmäsuojaa käytetään kohteissa, joissa sähkölaitteita sijaitsee lähellä pääkeskusta.

DEHN + SÖHNE on ainoa laitevalmistaja maailmassa, jonka yhdistelmäsuojat on toteutettu kokonaan kipinäväli-kammiotekniikalla. Tällä tekniikalla toteutettujen suojien elinikä on huomattavasti pidempi kuin varistoritekniikalla toteutettujen suojien!



LIITE 2.



LIITE 3

Causes of fire occurrence



Loss of connection contact due to wrong tightening or similar.



Cables damaged by improper or excessive use, e.g. by frequent bending, pulling the cable instead of the parts intended for it, cable winding on the appliance.



Cables leading to the appliances squashed by furniture, appliance, doors, windows, etc.



Conductor damaged by a nail or wood screws.



Too tight cable mounts.



Cables damaged by the environment: UV radiation, temperature, humidity, chemical.



Cables too tense and bent to the level of risk of damage.



Cables destroyed by rodents.

LIITE 4

Arc fault detection unit ARC

Terminals marked „LOAD“

are terminals for connection of load conductors. Since AFDD is directionally sensitive, it is necessary to observe the right direction of connection.

Conductors for electrical connection with a miniature circuit breaker (LTS/LTK) or residual current circuit breaker with overcurrent protection (OLI/OLE).

Metal lamellas

for mechanical connection with a miniature circuit breaker (LTS/LTK) or residual current circuit breaker with overcurrent protection (OLI/OLE).

Plastic coding pins to disable mounting of a miniature circuit breaker (LTS/LTK) or residual current circuit breaker with overcurrent protection (OLI/OLE) with inappropriate rated current I_n on ARC.

Release mechanism pin of ARC that ensures release of a miniature circuit breaker (LTS/LTK) or with a residual current circuit breaker with overcurrent protection (OLI/OLE).

Multifunction push-button, working as:

- LED status indicator
- RESET push-button
- TEST push-button



Status Indicator of ARC

	ARC switched on and in operation	Operating state
	ARC switched off: series or parallel arc fault	Fault indication
	ARC switched off: overvoltage > 275 V	
	ARC not ready	
<input type="checkbox"/>	ARC without power supply	

Self-test

ARC has an internal self-test function. This self-test is automatically initiated every 15 hours in order to test the analog electronics and the detection algorithms (for more detailed information see the next pages).

Overvoltage protection

If the voltage increases between the phase conductor and the neutral conductor due to system faults such as neutral conductor interruptions, ARC will switch off at voltages above 275 V. The connected loads are thus protected against possible damage from overvoltage.

Overvoltage (V)	255	275	300	350	400
Max. break time (s)	no tripping	15	5	0.75	0.20
Min. break time (s)	no tripping	3	1	0.25	0.07

■ **LED status indicator**

The LED of the Test/Reset push-button at the front indicates the operating state of the unit. This provides the user with simple and clear information about the reason for tripping (see table). In all cases in which the display of ARC shows no standby signal, it is recommendable to notify an electrician who can investigate more closely the reason for the particular message.

■ **Reset push-button**

After ARC switches off and switches on again, the LED indicator of the Test/Reset push-button will indicate the reason for the switching off. This display can be reset by pressing the Test/Reset push-button. Note! A failed regular functional self-test (the LED display will blink yellow – red) cannot be reset. In such case it is recommendable to notify an electrician who can test ARC again, investigate the reason of tripping and possibly replace ARC.

■ **Test push-button**

A function test can be performed on the device at any time by actuating the Test/Reset push-button of ARC in the normal operating state (illuminated indicator "red"). Arc fault detection unit ARC with the mounted miniature circuit breaker LTS/LTK or residual current circuit breaker with overcurrent protection OLI/OLE must switch to OFF. After the unit switches on, the illuminated indicator must be lit "red" again continuously.