

Pekka Honkanen

SANEERAUSKOHTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA
VIIMEISTELYTYÖT

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2016

SANEERAUSKOHTTEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA VIIMEISTELYTYÖT

Honkanen, Pekka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2016
Ohjaaja: Tuomela, Jorma
Sivumäärä: 34
Liitteitä: 7

Asiasanat: käyttöönotto, tarkastus, viimeistelytyöt

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda esille työmaan käyttöönottomittauksen ja siihen liittyvien toimenpiteiden tärkeys yleisesti sähköturvallisuudessa. Tässä työssä käsitellään lain määäämiä standardeja sekä ohjeita, joista standardisoimisliitto on muodostanut tarkat ohjeet ja vaatimukset turvallisuuden lisäämiseksi.

Työssä käydään läpi käyttöönottotarkastus vaiheittain, jonka tehtävä on todistaa sähkölaitteiston turvallisuus ja lainmukaisuus. Käyttöönottotarkastukseen sisältyy jo asennusvaiheessa tapahtuva aistinvarainen tarkastus, mittaukset ja laitteiden toiminnan testaus sekä mittaustulosten ja turvallisuuden raportointi.

Työssä esiteltäviin mittauksiin käytettiin käyttöönottomittauksiin soveltuvaa asennustesteriä. Opinnäytetyön kappaleessa 3 on pieni käyttöopas asennustesteristä.

Mittauksissa selvitettiin piirien suojajohtimien jatkuvuusmittaus, eristysresistanssimitaus, automaattisen poiskytkennän testaus ja vikavirtasuojalaitteiden toiminnan testaus. Mittauksissa todettiin myös kiertosuunta ja napaisuus oikeaksi.

Opinnäytetyössä selvitettiin, kuinka käyttöönottotarkastus suoritettiin saneerauskoh- teessa käytännössä. Lisäksi työssä on kerrottu dokumentoinnin ja luovutuspiirustusten tärkeydestä ja laatimisesta. Kyseisiä dokumentteja voi hyödyntää tulevaisuuden huolto- ja korjaustöissä turvallisuuden lisäämiseksi.

COMMISSIONING INSPECTION AT RE-BUILDING SITE AND FINISHING WORKS

Honkanen, Pekka

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

May 2016

Supervisor: Tuomela, Jorma

Number of pages: 34

Appendices: 7

Keywords: commissioning, inspection, finishing work

The purpose of this thesis was to bring out importance of construction site's commissioning tests and other action according to commissioning in general about electrical safety system. In this thesis it is dealt with standards and introduction issued by law, which standard union have drawn up to increase safety.

In this thesis it is went through a commissioning inspection phase by phase, which function is to prove safety and legality of the electrical installation. Commissioning inspection includes sensory inspection at the time of installation, measurements and function check of the equipment and reporting results of measurements and security.

In the measurements was used installation tester which were suitable for commissioning tests. In the chapter 3 there is a short instruction manual for the installation tester.

In the measurements it is defined circuits continuity of protective conductors, insulation resistance test, testing of automatic switching off system and testing function of residual-current device. In the measurements it is also proved, that in the circuit, direction of rotation and polarity is right.

In the thesis it is defined how the inspection was made at re-building site in practice. Also in the thesis it is told about importance of the documentation and delivery drawings and preparing them. These documents can be beneficial in maintenance and repair works in the future in order to increase safety.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS.....	7
2.1	Aistinvarainen tarkastus.....	7
2.2	Testaus	8
2.2.1	Suojajohtimien jatkuvuus	9
2.2.2	Eristysresistanssi.....	10
2.2.3	SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi	11
2.2.4	Syötön automaattinen poiskytkentä.....	14
2.2.5	Lisäsuojaus	18
2.2.6	Napaisuustesti	18
2.2.7	Kiertosuunnan mittaus.....	18
2.2.8	Toiminta- ja käyttötestit	19
2.3	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	19
3	MITTALAITTEN TOIMINTA.....	20
3.1	Mittalaitteen ominaisuudet.....	21
3.2	Asennustesterin kalibrointi	21
3.3	Suojajohtimien jatkuvuuden mittaus.....	22
3.4	Jännitteen ja taajuuden mittaus	23
3.5	Eristysresistanssin mittaus	23
3.6	Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaaminen	24
3.7	Vikavirran testaus	25
3.8	Kiertokentän testaus.....	25
4	KOHTEESEEN LIITTYVÄT TIEDOT, MITTAUKSET JA TESTIT	26
4.1	Kohteen perustiedot	27
4.2	Vahvavirtamittaukset	27
4.2.1	Lattialämmitys	27
4.2.2	Suojajohtimen jatkuvuus	28
4.2.3	Eristysresistanssin mittaus.....	29
4.2.4	Silmukkaimpedanssien ja oikosulkuvirtojen mittaus	29
4.2.5	Vikavirtojen testaus ja mittaus	30
4.3	Heikkovirtamittaukset.....	30
5	LUOVUTUSPIIRUSTUKSET	31
5.1	Työnaikaiset muutokset	31

5.2 Piirustuksien viimeistely	32
6 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä työssä perehdytään pienjänniteverkkoon kuuluvan kerrostalotyömaan käyttöönottoon. Työssä puhutaan käyttöönottomittauksien sekä luovutuspiirustusten tekemisestä, vaatimuksista ja tärkeydestä. Työssä keskitytään pelkästään käyttöönottotarkastukseen. Määräaikaistarkastukseen ja varmennustarkastukseen liittyvät asiat on jätetty pois.

Käyttöönottomittaus vaaditaan aina, kun rakennetaan uutta sähkölaitteistoa tai saneerataan jo olemassa olevaa asennusta. Käyttöönottotarkastus tehdään ennen kuin uusi asennus tai olemassa olevan asennuksen laajennus, korjaus tai muutos otetaan käyttöön. Käyttöönottotarkastus koostuu kolmesta eri vaiheesta. Aistinvarainen tarkastus, joka tapahtuu käytännössä jatkuvasti asennusvaiheessa, valmiin asennuksen testaus sekä raportointi tuloksista mittauspöytäkirjaan. (SFS 6000-6, 2012)

SFS 600-1 käsikirjan luku 61 on standardi, jonka mukaan tehdyllä käyttöönottotarkastuksella täytetään kauppa- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen turvallisuudesta antaman (1193/1999) mukaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset. (SFS 6000-6, 2012)

Tämän opinnäytetyön sisällössä on edellä mainitun standardin teorian lisäksi käytännössä tehdyn käyttöönottomittauksen tietoja ja tuloksia. Työssä käydään läpi vaatimuksien mukainen mittaus asennustesterillä, joka voi toimia myös ohjekirjana käyttöönottomittaajalle. Lisäksi mittauksissa suoritettiin kohteen heikkovirta-asennukset.

Dokumentointi on rakennuksen valmistumiseen liittyvä erittäin tärkeä osa-alue. Tässä työssä käsitellään dokumentointia mittaustuloksista sekä asennuksista. Lisäksi työssä perehdytään luovutuspiirustuksien tekemiseen ja tärkeyteen.

2 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Käyttöönottotarkastus on tärkeä osa työkohteen valmistumisprosessia. Mittauksien ja raportoinnin avulla voidaan välttyä hyvin tehokkaasti sähkötapaturmilta. Yleisesti sähköturvallisuus on parantunut Suomessa reilusti vuosien saatossa ja pyrkii kehittymään koko ajan(Tukes). Käyttöönottotarkastus koostuu kolmesta eri osa-alueesta:

1. Aistinvarainen tarkastus, joka toteutetaan jo asennusvaiheessa.
2. Testaukset, kun asennukset ovat jo viimeistelyvaiheessa.
3. Mittauspöytäkirja, jotta voidaan todeta asennukset lainmukaisiksi ja että ne ovat turvallisia. (SFS 6000-6, 2012)

2.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus on yleensä tehtävä ennen testauksia koko asennuksen ollessa jännitteettömänä. Aistinvaraista tarkastusta tehdessä on todettava, että sähkölaitteet ovat turvallisia ja oikein asennettuja. Tarkastuksessa tulee hyödyntää sähkölaitteen valmistajan antamia tietoja, merkintöjä ja sertifikaatteja. Pääpiirteittäin tarkastuksen tarkoitus on ennalta varmistaa, että sähkölaitteet ovat oikeita ja soveltuvat toimintaympäristöönsä. Yleisesti aistinvarainen tarkastus suoritetaan työvaiheen aikana. Esimerkiksi pistorasian johdot tulee varmistaa oikein ja tiukasti kytketyiksi ennen, kuin pistorasian peitelevy peittää kyseisen asennuksen. Aistinvaraisessa tarkastuksessa tulee tarkistaa seuraavat kohdat, mikäli ne liittyvät asennukseen:

- a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- b) palosuojuksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja oikea asettelu
- e) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- f) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- g) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksset
- h) yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- i) piirustusten, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus

- j) johtimien liitosten sopivuus
- k) suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalirasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassaolo ja sopivuus
- l) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila

Tarkastukseen pitää sisältyä kaikki erikoistilojen ja – asennusten erityisvaatimukset. (SFS 6000-6-61)

2.2 Testaus

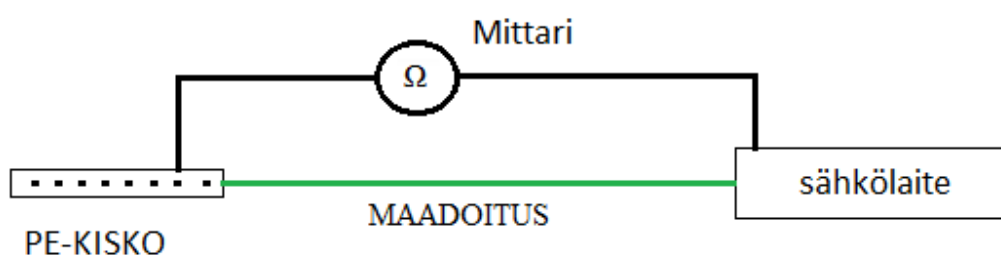
Käyttöönottestauksen tehtävänä on varmistaa asennukset turvallisesti asennetuiksi ja kytketyiksi. Käyttöönottoon liittyvät mittaukset ja testaukset toimivat todisteena pääurakoitsijalle ja asiakkaalle, että asennukset ovat luotettavia ja normien mukaisia. Tarkastuksen suorittajan tulee olla sähköalan ammattihenkilö ja pätevä suorittamaan vaaditut mittaukset. Testaukseen on määritetty vähimmäisvaatimukset täyttävät mittalaitteet (EN 61557). Vaihtoehtoisia mittalaitteita on mahdollista käyttää, mikäli ne täyttävät standardin määrittämät vaatimukset ominaisuuksien ja turvallisuustason kannalta. SFS 6000-6 6.3-standardi on määritellyt tarkastukseen liittyvät välttämättömät mittaukset suoritettaviksi, jos mahdollista niin seuraavassa järjestyksessä:

- a) suojajohtimien jatkuvuus
- b) sähköasennusten eristysresistanssi
- c) SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus
- d) lattia- ja seinäpintojen resistanssi
- e) syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- f) lisäsuojaus
- g) napaisuustesti
- h) kiertosuunnan mittaus
- i) toiminta- ja käyttötestit
- j) jännitteenalenema

(SFS 6000-6 61.3)

2.2.1 Suojajohtimien jatkuvuus

Suojajohtimien jatkuvuus mitataan aina jännitteettömänä. Siinä mitataan jännitteelle alttiin osan sekä näitä lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välisen suojajohtimen resistanssi. Mittaus suoritetaan laitekohtaisesti. Mittaukseen käytettävän testivirran tulee olla riittävän pieni, jotta se ei aiheuta palo- tai räjähdysvaaraa. Jännitteen tulee olla vähintään 4 voltia ja maksimissaan 24 voltia tasa- tai vaihtojännitteellä, virran arvo pitää kuitenkin olla vähintään 0,2 ampeeria. Kuvassa 1. on esimerkki suojajohtimen jatkuvuuden mittauksesta. Resistanssiarvo mitataan syöttävän keskuksen päämaadoituskiskon ja laitteen suojamaan väliltä. (D1 – 2012, 338.)



Kuva 1. Suojajohdon jatkuvuus. (D1 – 2012, s.338)

Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole määrätty tarkkaa arvoa, mutta arvoa voi verrata kaapelin poikkipinnan ja pituuden mukaan arvioituun taulukkoon. Resistanssi ei yleensä ylitä 2 Ω :a, mutta pitemmillä johtoreiteillä se on mahdollista. Lyhyillä johtimilla 1 Ω :min resistanssi vastaavasti on liian suuri. Seuraavassa taulukossa on esitetty yleisesti käytössä olevien kaapeleiden resistanssiarvoja:

Taulukko 1. Taulukossa on esitetty kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja. (ST 33, Saastamoinen ja Saarelainen, 2012)

Johdin- poikki- pinta-ala mm ²	Kuparijohdin		Alumiinijohdin	
	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti / Ω
1,5	0,0115	1,15	–	–
2,5	0,0069	0,69	–	–
4	0,0043	0,43	–	–
6	0,0029	0,29	–	–
10	0,0017	0,17	–	–
16	0,0011	0,11	0,0018	0,18
21	0,0008	0,08	–	–
25	0,0007	0,07	0,0011	0,11
35	0,0005	0,05	0,0008	0,08
41	0,0004	0,04	–	–
50	0,00035	0,035	0,0006	0,06
57	0,0003	0,03	–	–
70	0,00025	0,025	0,0004	0,04
95	–	–	0,0003	0,03
120	–	–	0,00024	0,024
150	–	–	0,00019	0,019
185	–	–	0,00015	0,015

2.2.2 Eristysresistanssi

Sähköasennusten eristysresistanssimittauksella varmistetaan siitä, että jännitteiset osat ovat riittävän eristettyjä maasta. Eristysresistanssi mittausta suoritetaan jännitteettömänä, kuten suojajohtimen jatkuvuus. Mitattava verkko erotetaan syötöstä ja mitattavan verkon jännitteiset johdot voidaan liittää yhteen, jolloin eristysresistanssi mitataan kaikkien jännitteisten johtojen ja maadoituksen väliltä. Mikäli mittauksessa ei saavuteta vaadittua eristysresistanssia, on selvitettävä, mistä tämä johtuu. Voidaan pitää risiiritäisenä, että standardi ehdottaa suojajohtimen jatkuvuuden mittaamista ensimmäisenä. Eristysresistanssin mittausta on viisainta suorittaa mittauksista ensimmäisenä, sillä jos verkko jakaantuu vahingossa jossakin kohdassa, niin suojajohtimen jatkuvuus ei vastaa todellista arvoaan. Seuraavassa taulukossa on esitetty standardin SFS 6000 mukaiset eristysresistanssin vähimmäisarvot:

Taulukko 2. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot. (SFS 6000-6, 2012)

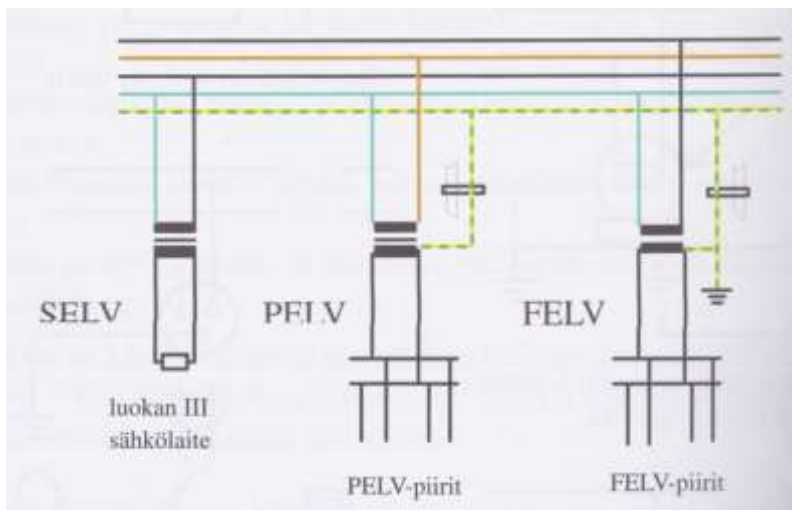
Virtapiirin nimellisjännite	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥0,5
Enintään 500V, FELV mukaan luettuna	500	≥1,0
Yli 500V	1000	≥1,0

Käytännössä eristysresistanssi on äärettömän suuri. Esimerkkinä voidaan käyttää tilannetta, jossa esimerkiksi jääkaappi on kytkettynä pistorasiaan testauksen aikana niin piiri ”vuotaa” ja tällöin asianmukaisen tuloksen saa mittaamalla eristysresistanssin ”vapaasta” piiristä.

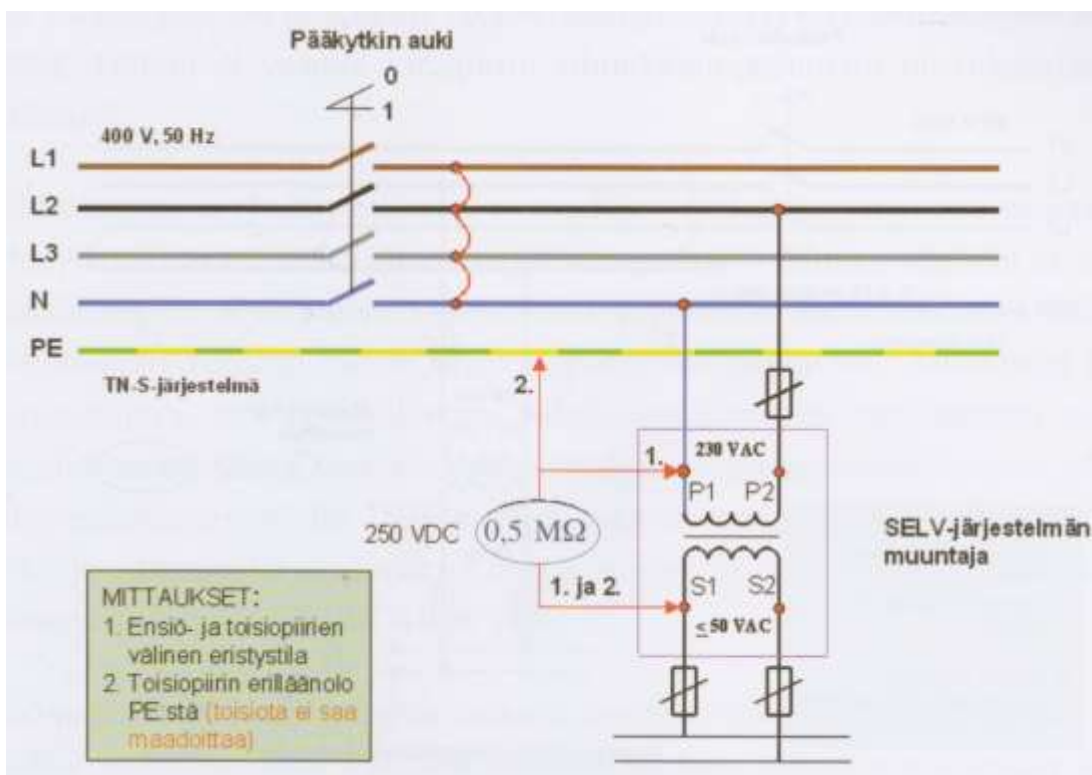
2.2.3 SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi

SELV - ja PELV - piirien suurempijännitteisen piirin eristysresistanssi on mitattava. Nimellisjännite SELV - ja PELV - järjestelmissä ei saa olla yli 50 V vaihtojännitteellä tai yli 120 V tasajännitteellä. Tällöinkin on tiloja, joissa järjestelmässä tulee olla perussuojaus. Järjestelmien maadoitustavat ovat erilaisia: SELV-järjestelmä on kokonaan maasta erotettu ja PELV-järjestelmässä on mahdollista maadoittaa toisiopuolen toinen napa.

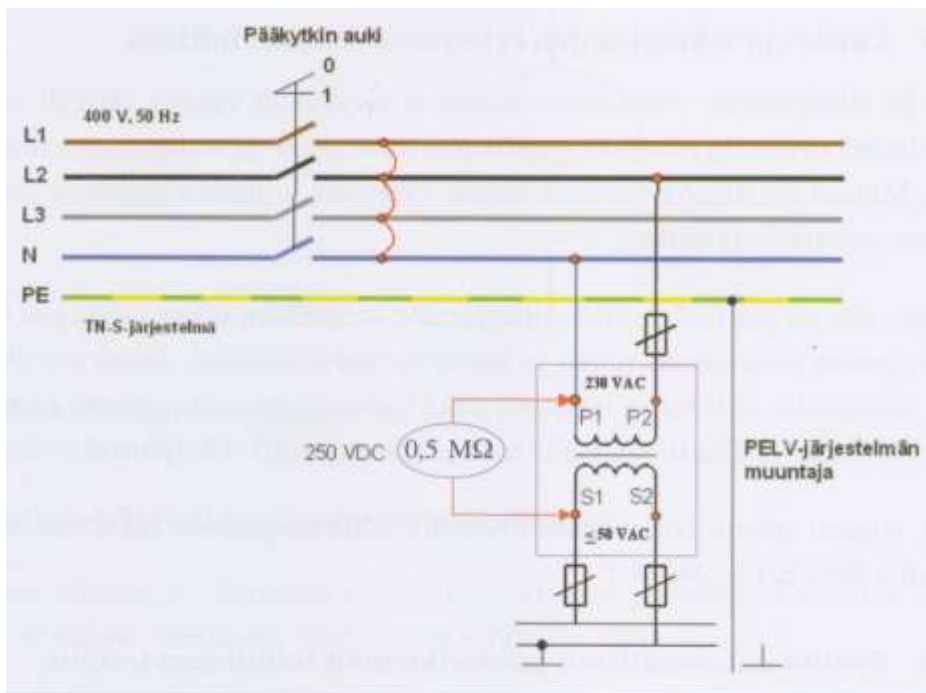
FELV-järjestelmä on toiminnallinen pienoisjännite, jossa pienoisjännite on käytössä toiminnallisista syistä. Järjestelmässä on toteutettu perussuojaus sekä vikasuojaus. Kuvassa 2 on esitetty piirien erilaiset maadoitustavat. Kuvissa 3, 4 ja 5 on esitetty edellä mainittujen piirien eristysresistanssin mittausta.



Kuva 2. SELV-, PELV- ja FELV- järjestelmät. (D1-2012)

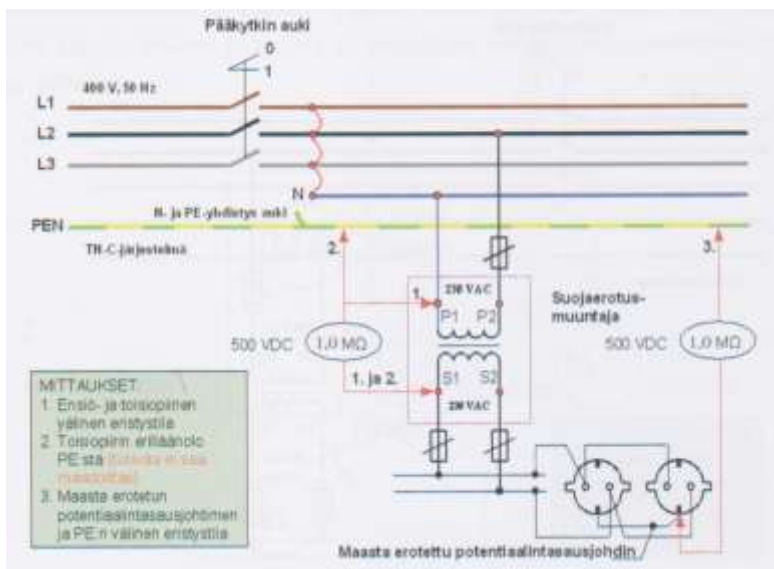


Kuva 3. Kuvassa on SELV-järjestelmän mittauskytkentä.(D1 – 2012)



Kuva 4. Kuvassa on PELV-järjestelmän mittauskytkentä.(D1 – 2012)

Sähköisen erotuksen suojausmenetelmän periaate on, että muuntajan ensiö- ja toisiopuolet ovat galvaanisesti erotettu. Täten maasta erotettu verkko estää vikavirtapiiriin muodostumisen käyttömaadoitusten kautta eikä toisiopiiriin synny maasulkua. Tätä suojausmenetelmää käytetään yleensä yksittäisen laitteen erotukseen.



Kuva 5. Kuvassa on sähköisesti erotettujen piirien mittauskytkentä.(D1 – 2012)

2.2.4 Syötön automaattinen poiskytkentä

Automaattisen poiskytkennän toimiminen tarkistetaan laskelmin jo verkon suunnitteluvaiheessa. Käyttöönottotarkastuksessa varmistetaan suojauksen toiminta mittaamalla. Automaattisen poiskytkennän toiminta voidaan varmistaa mittaamalla impedanssi johtimien L ja PE väliltä ja vikavirran sulkuaika vikavirtapiiristä.

Laskennassa määritetään vaihejohtimien ja maadoitusjohtimien välinen oikosulkuvirta. Oikosulkuvirta kaavan (1). mukaan:

$$I_k = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z_k} \quad (1)$$

jossa:

I_k = pienin oikosulkuvirta vikavirtapiirissä [A]

c = kerroin 0,95 joka otetaan huomioon jännitteen alenemana liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

U = pääjännite [V]

Z_k = vikavirtapiirin impedanssi [Ω], joka muodostuu

- jakelumuuntajaa edeltävän verkon impedanssista
- muuntajan impedanssista
- muuntajan jälkeisestä impedanssista

(ST-kortisto, ST 53.25 Ohjeita vikasuojauksesta enintään 1000 V:n TN-järjestelmässä, D1 - 2012)

SFS 6000-411.3.2 mukaan edellytetään, että suojalaitteen tulee automaattisesti katkaista vikaantuneen piirin sähkönkulku vaaditussa poiskytkentäajassa. Vaaditut poiskytkentäajat alle 32 ampeerin syötöille on alle 0,4 sekuntia, yli 32 ampeerin syötöjen sekä pääjohtojen tulee kytkeytyä pois 5 sekunnin kuluessa. Taulukossa 3 on esitetty piirin nimellisjännitettä U_0 :aa vastaavat poiskytkentäajat sekunteina, alle ja yli 32 ampeerin lähdöissä.

Taulukko 3. Suurin sallittu poiskytkentäaika. (SFS 6000-41, 2012)

TN-järjestelmässä			
suurin sallittu poiskytkentäaika (s)			
<i>(SFS 6000-41 :2012 Taulukko 41.1)</i>			
Nimellisjännite maahan U_0	Ryhmäjohdot		Pääjohdot
	Suojalaite $I_N \leq 32 \text{ A}$	Suojalaite $I_N > 32 \text{ A}$	
$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$	0,8	5	5
$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$	0,4	5	5
$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$	0,2	5	5
$400 \text{ V} < U_0$	0,1	5	5

Automaattinen poiskytkentä toteutetaan yleisesti tulppasulakkeilla, kahvasulakkeilla tai johdonsuojakatkaisijoilla. Suojalaitteet tulee valita niin, että virta katkeaa nopeasti ja ei näin aiheuta vaaraa.

Sulakkeille ja johdonsuojakatkaisijoille on määritelty toimintavirrat, jotta virta katkeaa edellä mainituissa poiskytkentäajoissa. Kahvasulakkeissa on tehokas virran katkaisukyky, kun oikosulkuvirta on suuri. Erikokoisten sulakkeiden toiminta-aikaan vaikuttaa eri toimintavirta Yleisimmin käytössä olevien gG-kahvasulakkeiden toimintavirrat esitetään taulukossa 4:

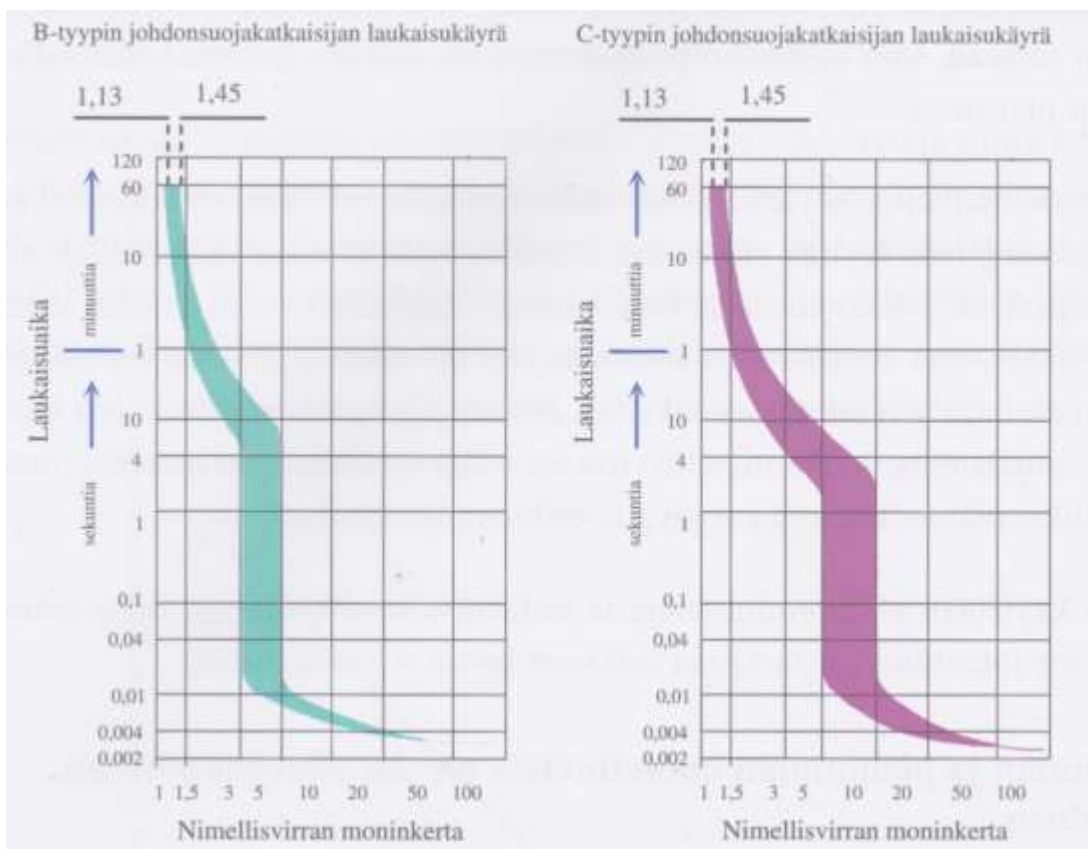
Taulukko 4. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat. (ST 33, Saastamoinen ja Saarelainen, 2012)

Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	85	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

Asuinnoissa ja muissa kohteissa, joissa oikosulkuvirrat eivät nouse liian suuriksi, on tulppasulakkeiden tilalle järkevämpi asentaa kompaktimpi johdonsuojakatkaisija. Johdonsuojakatkaisija toimii kahdella eri alueella.

1. Termisellä alueella katkaisija toimii ylikuormitussuojana, eli katkaisee piirin kuumentumisesta johtuvan ylivirran vuoksi.
2. Magneettisella alueella. Piiri tulee mitoittaa niin, että oikosulkutilanteessa johdonsuojakatkaisija toimii magneettisella alueella ja katkaisee piirin alle 0,1 sekunnissa. Termisen laukaisun tulee katkaista piiri alle tunnissa, magneettisen laukaisun alle 0,1 sekunnissa. (D1 – 2012)

Kuvassa 3 on esitetty B- ja C-tyypin johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrä. Johdonsuojakatkaisijan laukaisukäyrän yläpäässä nähdään termisen laukaisun pito- ja rajavirta. Aika-akselin alapäässä on magneettisen laukaisun pito- ja rajavirta. (D1 – 2012)



Kuva 6. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja –ajat. (D1 - 2012)

Taulukko 5. B- ja C-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot. (ST 53.25)

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta A	B-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

2.2.5 Lisäsuojaus

Vaihtosähköjärjestelmissä pitää käyttää mitoitukseltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa. Vikavirran tehtävänä on katkaista virta piiristä vian sattuessa hyvin nopeasti, jotta suurta vaaraa tai vahinkoa ei syntyisi. Lisäsuojasta käytetään pistorasioissa, joihin on mahdollista liittää mikä tahansa laite. Näitä pistorasioita ovat kotitalouskäyttöön tarkoitettut pistorasiat sekä mitoitusvirraltaan enintään 20 ampeerin teollisuuspistorasiat. Ulkona sijaitsevat mitoitusvirraltaan enintään 32 ampeerin pistorasiat sekä käytön aikana mahdollisesti liikuteltavat laitteet. Lisäsuojasta ei tarvita määrätyissä tapauksissa. Esimerkiksi valaisinpistorasioille, kun tietty pistorasia on kohdennettu tiedetyn laitteen yksinomaiselle käytölle (esim. jääkapille) tai teollisuusympäristössä paikalleen hitsattu työkonie (esim. hitsauskone). (SFS 6000-4-41, 2012)

Vikavirtasuojakytkin ei ole suojausmenetelmä yksinään, vaan se toimii lisäsuojana. Piirissä on käytettävä perussuojaukseen tai vikasuojaukseen kuuluvaa suojalaitetta (esim. suojakotelo, tulppasulake, johdonsuojakatkaisija).

Kytkimissä on yleensä myös valmistajan suositus tarkistuksen aikaväleille, esimerkiksi 1, 3 tai 6 kuukautta. Mikäli valmistajan ohjeissa ei ole suositeltua testiväliä, niin standardi 6000-5 suosittelee kuuden kuukauden aikaväliä (SFS 6000-5.531.2.9).

2.2.6 Napaisuustesti

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nolajohtimeen on kielletty. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asennusvaiheessa varmistutaan siitä, että kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin. (SFS 6000-6-61.3, 2012)

2.2.7 Kiertosuunnan mittaus

Kiertosuunnan mittaus tulee tehdä pääkytkimen vaiheiden navoista. Väärä pyörimissuunta voi rikkoa vastakkaiseen suuntaan pyörivän moottorin ja olla täten taloudellisesti kallista. Kiertosuunnan voi korjata kahden vaiheen paikkaa vaihtamalla. (esim. L1 ← → L2)

2.2.8 Toiminta- ja käyttötestit

Toimintatestit tulee toteuttaa erinäisille kytkinlaitteille ja ohjauspainikkeille. Turvajärjestelmät kuten palojärjestelmät sekä hätäkutsujärjestelmät tulee testata ennen luovutusta. Vikavirtapainikkeet tulee testata test-napista.

2.3 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

”Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jollei 2 momentissa muuta määrätä. Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava” (KTMp517/1996). Käyttöönottotarkastuspöytäkirja edellytetään tehtäväksi silloin, kun uusi asennus tai olemassa olevaan asennukseen tehty laajennus- tai muutostyö luovutetaan asiakkaalle.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pitää sisältää:

- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan yhteystiedot
- tarkistustulokset
- toteamus siitä, täyttääkö asennus standardin ja säännösten vaatimukset
- tiedot testatuista piireistä ja testaustulokset

(SFS 6000-6, 2012)

Tarkastuspöytäkirjassa pitää esittää seuraavat testaustulokset:

- seuraavat eristystilan mittaustulokset: kiinteät asennukset, kytkinlaitteen takaiset asennukset, SELV- ja PELV-järjestelmien asennukset, sähköisen erotuksen asennukset
- jatkuvuusmittaukset keskusalueittain, yksittäisiä mittaustuloksia ei tarvitse kirjata vaan riittää toteamus vaatimusten täyttymisestä
- syötön automaattisen poiskytkennän toteamiseen tarvittavat mittausten tulokset keskusalueittain epäedullisimmissa pisteissä

- kaikkien vikavirtasuojien toiminnan testaustulokset sen mukaan täytyvätkö vaatimukset. Toiminta-ajat merkitään ylös silloin kuin vikavirtasuojia käytetään syötön automaattisen poiskytkentään tai käytetään aikaisemmin käytössä olleita laitteita
 - kiertosuunta keskuskohtaisesti
 - laitevalmistajan asennusohjeiden mukaiset mittaustulokset sellaisista laitteista, joille valmistaja edellyttää asennusohjeessaan mittauksia
- (SFS 6000-6, 2012)

Mittauspöytäkirjassa osoitetaan SFS 6000:ssa velvoitettavien mittauksien ja niiden vaatimusten täyttymistä. Pöytäkirja toimii todisteena siitä, että asennus on laillinen ja oikein kytketty. Kauppa- ja teollisuusministeriön pykälä 517/1996 ilmoittaa tilanteet, joissa pöytäkirjan tekemistä ei vaadita vähäisen vaaran tai häiriön takia.

(SFS 6000-6, 2012)

3 MITTALAITTEN TOIMINTA

Käyttöönottomittaukseen on määrätty tietynlaiset mittalaitteet, jotka täyttävät vaatimukset mittauksien suorittamiseen. Mittalaitteen on täytettävä EN 61557-standardisarjan vaatimat ominaisuudet ja turvallisuustaso. Mittauksissa käytettiin AMPROBE TELARIS 0100-PLUS mittalaitetta, jolla voitiin tehdä kaikki vaadittavat mittaukset. Mittalaitteessa on myös ominaisuus, jolla voi tallentaa mittaustulokset laitteeseen ja siirtää tietokoneelle.



Kuva 7. Mittalaitteen ostopakettiin kuuluvat tuotteet. (tuotokuva, ebay.de)

3.1 Mittalaitteen ominaisuudet

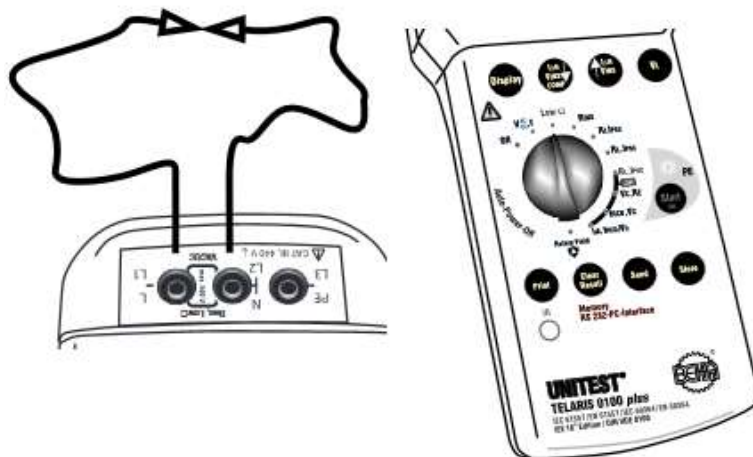
TELARIS 0100-PLUS on kätevä testaus- ja mittalaite standardien vaatimiin mittauksia varten. Mittalaitteella voidaan suorittaa kaikki käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan merkittävät arvot. Mittalaitteessa on sisäänrakennettu muisti, jonka avulla mittaustulokset voi siirtää mittalaitteesta suoraan tietokoneelle.

Mittalaitteen tärkeimmät ominaisuudet:

- Silmukavastusmittaus ja oikosulkuvirtamittaus ilman RCD/FI:n laukaisua
- Verkon sisävastusmittaus 440 volttiin asti
- Oikosulkuvirtamittaus
- RCD/FI-mittaus, (sis. kosketusjännite, laukaisuaika, laukaisuvirta nousevalla virralla)
- Pien-ohmimittaus
- Eristysmittaus 100, 250 ja 500 voltilla
- Jännitteen ja taajuuden mittaus
- Kiertokentän tarkastus
- Muisti n. 500 mittauservolle
- Infrapunaliiitäntä tallennettujen tietojen siirtämiseksi tietokoneeseen (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.2 Asennustesterin kalibrointi

Mittalaite tulee kalibroida aina laitteen käynnistettäessä ennen kuin aloitetaan varsinaiset mittaukset. Mittalaitteeseen liitetään kaksi mittaajohdinta, liittimiin L1 ja L2 ja mittauskärjet mahdollisine jatkojohtoineen on yhdistettävä. TELARIS 0100-plus mittari asetetaan mittausasentoon ”Low Ω ” valintakytkimellä ja painetaan ”Comp”-näppäintä. Kalibroinnin onnistuessa näytölle ilmestyy lukema ”0,0 Ω ”. Mikäli johtimet eivät ole kytketty oikein tai johto on rikki, näyttö ilmoittaa lukeman ”>1,99 Ω ”.

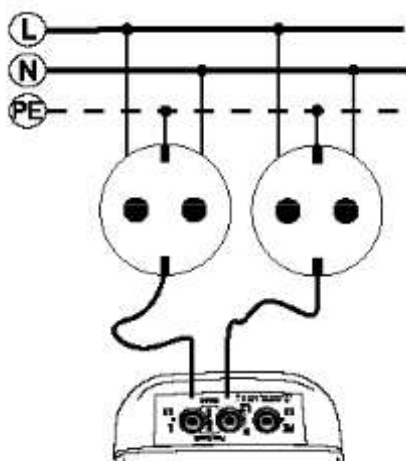


Kuva 5. Mittausjohdon kalibrointi.

(AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.3 Suojajohtimien jatkuvuuden mittaus

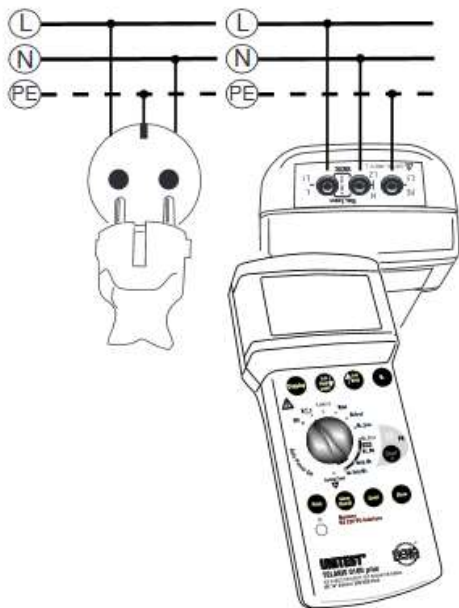
Suojajohtimen resistanssi tulee mitata kaikista suojajohtimista, maadoitusjohtimista ja potentiaalintasausjohtimista. Mittalaitteeseen kytketään kaksi mittajohdinta ja asetetaan mittaustoiminto asentoon ”Low Ω ”. Mittajohtimet kytketään mitattavaan kohteeseen ja painetaan ”Start”-nappia. Kunnollisessa johtimessa ohmilukema on yleensä alle 2 Ω ja vikatapauksessa näytölle ilmestyy arvo ”>19,99 Ω ”. Mittaus tehdään jännitteettömänä.



Kuva 6. Suojajohtimen jatkuvuus. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.4 Jännitteen ja taajuuden mittaus

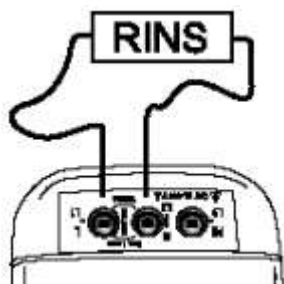
Mittalaitetta ei saa kytkeä suurempaan jännitteeseen kuin 440V, sillä mittalaitteen sisäinen ylijännitesuoja on 500 V AC/DC. Mittalaite tunnistaa vaihto- ja tasasähkön automaattisesti. Mittaus tapahtuu mittausalueella ”VAC/DC,f”, joka valitaan laitteen valintakytkimellä. Kun mittauskärjet ovat kiinni mitattavassa kohteessa ja käynnistetään mittaus, niin laite esittää näytöllä jännitteen ja taajuuden.



Kuva 7. Jännitteen ja taajuuden mittaaminen. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.5 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssi mitataan kaikista jännitteisistä johdoista maata tai maadoitettua suojajohdinta vastaan. Se on ainoa tulipalovaaran torjumiseen käytettävä mittaus. Ennen mittausta on varmistuttava siitä, että piiri ei ole jännitteinen ja on vapaa kaikista irrallisista laitteista. Mittaus suoritetaan valittavalla mitta-alueella 100, 250 tai 500 voltia ”UINS ▼” ja ”UINS ▲” näppäimillä ja se toteutetaan kaikille virtapiireille erikseen. Mittariin valitaan mittaustoiminto ”RINS” ja mittauskärjet kytketään mittarin ”L1” ja ”L2” napoihin josta mittauskohteeseen. Mittaus aloitetaan painamalla ”Start”-näppäintä. Mikäli keskuksessa ei ole 4-napaista pääkytkintä, niin nollajohdin tulee kytkeä irti mittauksen ajaksi. Tällöin varmistutaan siitä, että mittaus tapahtuu ainoastaan maadoitusjohtimesta.

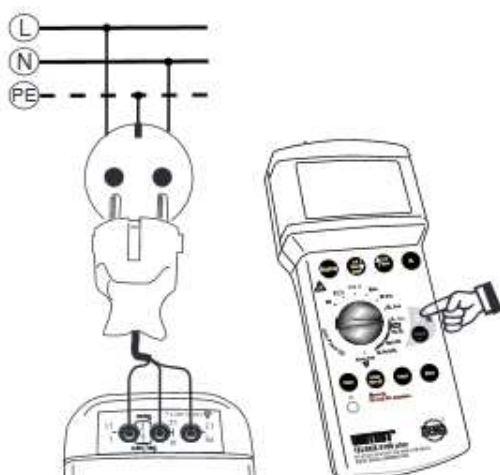


Kuva 8. Eristysresistanssin mittaus. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.6 Silmukkaimpedanssin ja oikosulkuvirran mittaaminen

Asennustesteri mittaa silmukkaimpedanssin ulkojohtimen ja PE-johtimen vastuspiiristä. Silmukkaimpedanssi mitataan verkkokuormituksen avulla, oikosulkuvirran mittari määrittää laskemalla. Mittalaitteella on kaksi menetelmää oikosulkuvirran mittaamiseen. Piiristä, jossa ei ole vikavirtasuojasta mittaustoiminnolla ”RL/Ip_{sc}” ja piiristä jossa on vikavirtakytkimiä siirtymällä valintakytkimellä RCD-alueelle.

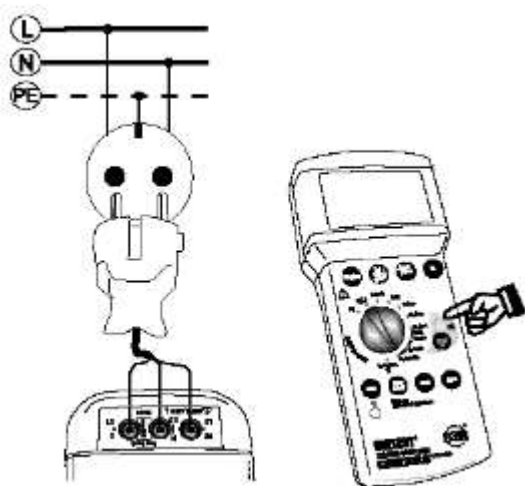
Mittauksen aloittamiseksi kytketään suoja- / mittauspistoke mittalaitteeseen ja pistoke mitattavan pistorasiaryhmän pistorasiaan. Mittalaite ilmoittaa, jos pistoke on asetettu väärinpäin. Mittaus käynnistyy ”Start”-näppäimellä.



Kuva 9. Silmukkaimpedanssi ja oikosulkuvirta. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.7 Vikavirran testaus

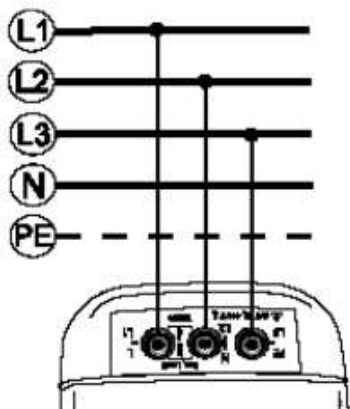
Vikavirtasuojakytkimen testaus voidaan tehdä mittalaitteen nousevalla vikavirralla. Testi on kaksiosainen, jossa ensimmäisessä vaiheessa piiriin syötetään puolittainen vikavirta, jolloin kytkin ei saa laueta. Toisessa vaiheessa vikavirtaa kasvatetaan, jolloin kytkimen tulee laueta alle määrätyn ajan. Mittalaite suorittaa mittauksen vaiheet automaattisesti lisäten virtaa itsenäisesti. Mittaus suoritetaan mittaustoiminnolla ”IR, tRCD/VC [RCD]”. Asennetun RCD-suojakytkimen nimellisvirtaa voidaan muuttaa painikkeilla ”IAN↓” ja ”IAN↑”. Mittaus käynnistetään ”Start”-näppäimellä, jolloin tuloskenttään ilmestyy laukaisuvirta, laukaisuajan sekä vianaikaisen kosketusjännitteen saa näkyville painamalla ”Näyttö”-painiketta.



Kuva 10. Vikavirta testataan pistorasioista mittauspistokkeella. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

3.8 Kiertokentän testaus

Mittalaitteella voi testata kiertosuunnan alle 440 voltin järjestelmissä. Mittaus suoritetaan kiertokentän mittaustoiminnolla. Mittauselektrodit kytketään mittalaitteen L1, L2 ja L3 napoihin – elektrodin toiset päät suoraan kohteen L1, L2 ja L3 liittimiin. Mittalaite ilmoittaa kiertosuunnan joko 1.2.3 tai 2.1.3, joista ensimmäinen kiertokenttä on oikealle ja jälkimmäinen vasemmalle. Vaiheiden välisiä jännitteitä voi seurata painamalla ”Näyttö”-näppäintä, jolloin mittari ilmoittaa valittujen ulkojohtimien jännitteen.



Kuva 11. Kiertokentänmittaus ulkojohtimista. (AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003)

4 KOHTEESEEN LIITTYVÄT TIEDOT, MITTAUKSET JA TESTIT

Työhön liittyvä kohde oli kahden kerrostalon asuntokokonaisuus, jossa on 36 asuntoa. Työskennellessäni työmaalla pääsin asennusvaiheessa toteuttamaan ja kytkemään mittattavia kohteita ja suorittamaan aistinvaraista tarkastusta. Kohteen käyttöönottomittaukseen käytettiin kahta eri asennustesteriä. Lattialämmityksen mittaamiseen käytettiin Fluken asennustesteriä mittausten alkuvaiheessa ja loput mittaukset suoritettiin Amprobe telaris-asennustesterillä. Jakeluverkkoon liittyvät mittaukset suoritti jakeluverkon haltija eli Turku Energia Oy.



Kuva 12. Työmaakohde. (TVT-asunnot, Pansio/Perno Turku)

4.1 Kohteen perustiedot

Kohde oli Turun Pernossa sijaitsevan kerrostalokombinaation saneerausprojekti. Kohdeessa oli yhteensä 36 asuntoa ja kellaritilat, joista löytyi väestönsuoja, pesutupa, saunatilat ja varastotilat. Molemmissa kerrostaloissa oli kolme kerrosta ja hissit joka rapussa. Asunnot jakautuivat niin, että ”Talo 1”-ssä oli huoneistot 1 - 27 kolmessa rapussa ja ”Talo 2”-ssä huoneistot 28 - 36 yhdessä rappukäytävässä. Molemmissa taloissa oli omat kellarit, joista ”Talo 1”-ssä tilat olivat suuremmat, jotka myös sisälsivät väestönsuojan.

4.2 Vahvavirtamittaukset

Käyttööntomittaukset aloitettiin Lokakuun 2015 lopussa asuntojen ryhmäkeskuksesta. Mittaukset eteni asennustyön edetessä pääasiassa rappukäytävä kerrallaan. Sovitun työjärjestyksen mukaan kellaritilat jäivät asennusvaiheen loppuun, joten ne jäivät myös mittauksen loppuvaiheeseen lukuun ottamatta keskusten syöttökaapeleita.

4.2.1 Lattialämmitys

Ensimmäisenä mitattavana kohteena oli lattialämmityskaapelin mittaaminen. Lattialämmityskaapeli asennetaan valun alle, joten se pitää mitata kolmesti – kun kaapeli puretaan pakkauksesta, ennen valua ja jälkeen. Näin voidaan todeta, että kaapeli ei ole vaurioitunut ennen asennusta, asennusvaiheessa tai valun asennuksen aikana. Lattialämmityskaapelista mitattiin vastuskaapelin jatkuvuus ja eristysvastusmittaus (Liite 1). Lattialämmityksen asennuksesta otettiin kuva ennen valua, jotta voitiin varmistaa, ettei johto lähesty liikaa vesipisteitä. Kuvasta 12 voi todeta, että johto ei kiertänyt liian läheltä vesipisteitä eikä sijoittunut tulevien kalusteiden alle.



Kuva 12. Lattialämmityskaapeli. (Jaakko Salminen, työmaakuva, 2015)

4.2.2 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimien jatkuvuuksien mittaaminen aloitettiin C-rapun ryhmäkeskuksista. Ennen mittausten aloittamista varmistettiin, että ryhmäkeskus oli jännitteetön. Asuntojen ryhmäkeskuksissa ei ollut käytössä 4-napaista pääkytkintä, joten nollajohdin kytkettiin irti mittauksen ajaksi. Asunnot olivat kooltaan maksimissaan kolme huonetta ja keittiö, joten mittaustoimenpiteissä käytettiin apuna n.50 metriä pitkää 2,5mm² mittausapujohtoa. Mittaukset aloitettiin kalibroimalla apujohdon vastus mittajohtojen kanssa, jotta kyseistä resistanssia (0,43Ω) ei tarvinnut vähentää mittaustuloksista vaan mittari antoi suoraan oikean resistanssiarvon. Mittauksella varmistettiin, että vian sattuessa virta johtaisi maihin ja se testattiin kaikista kyseisen ryhmän kauimmaisista pistorasioista ja valaisimista sekä sähkölaitteista esim. hellasta. Hellan mittausrvo otettiin laitteen rungosta maalaamattomasta kohdasta, jolloin varmistuttiin myös siitä, että laitteessa ei ole valmistusvikaa ja runko oli maadoitettu. Mittausten jälkeen irroitettut johtimet kytkettiin takaisin kiinni.

Kellaritilojen pää- ja mittauseskuksissa käytettiin pidempää apujohtoa, sillä mitattavan kohteen ja keskuksen päämaadoituskiskon väliset matkat oli pidempiä. Resistanssiarvot olivat pääosin alle 0,5Ω ja lyhyillä kaapelireiteillä huomattavasti pienempiä(Liite 2).

4.2.3 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssin mittaus tehtiin myös jännitteettömänä. Ennen mittausta asetettiin jokainen johdonsuojakatkaisijan ja vikavirtasuojakytkimen vipu ylös ja asetettiin pääkytkin on-asentoon. Eristysresistanssi mitataan jännitteisten johtimien ja maadoituksen väliltä, joten nollajohdin otettiin irti, jotta piiri ei päässyt jakaantumaan muualle ja toinen mittapää liitettiin maadoitusjohtimeen. Tämän jälkeen mittaus suoritettiin ryhmän vaihe- ja nollajohdin kerrallaan. Eristysresistanssi todettiin olevan kunnossa ryhmä- ja keskuskohtaisesti. Mittauspöytäkirjaan merkittiin mittausjännite ja todettiin, että eristysresistanssin arvo on $>200\text{M}\Omega$ ja on näinollen vaatimusten mukainen. Osassa mittauksista oli käytössä 250V apujännite, sillä valaistuksessa käytettiin LED-valaisimia ja ne ovat vaarassa rikkoutua suuremmilla jännitteillä.

Keskuksien syöttökaapeleita mitattaessa käytettiin 500V apujännitettä, jolloin eristysresistanssin arvoksi saatiin $>500\text{M}\Omega$.

Erästä huoneiston pistorasiaryhmän eristysresistanssia mitattaessa johdonsuojakatkaisija teki oikosulun. Suojajohtimen jatkuvuusmittauksissa ei ilmennyt ongelmia, mutta vika oli tietenkin paikannettava ja korjattava. Syyksi selvisi lattialistan kiinnitysruuvien osuma pistorasioiden väliseen kaapeliin seinän sisällä. Vika korjattiin uudella johteitillä, ryhmän suojajohtimen jatkuvuus ja eristysvastus resistanssi mitattiin uusiksi ja arvot kirjattiin ylös. Vastaavanlaisia ongelmakohtia ei ilmennyt mittauksia tehdessä.

4.2.4 Silmukkaimpedanssien ja oikosulkuvirtojen mittaus

Kyseinen mittaus suoritetaan jännitteisenä. Ennen jännitteiden päälle asettamista oli kuitenkin varmistuttava siitä, ettei piirissä ollut mitään vaaratekijöitä. Mahdollisia ongelmakohtia voi olla esimerkiksi kytkemättömät pistorasiat tai peitelevyttömät kojeet. Mittaukset suoritettiin ryhmä kerrallaan ja arvot kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Ryhmien sulakkeina käytettiin pääasiassa C-luokan johdonsuojakatkaisijoita, jotka olivat kooltaan C10 ja C16 suuruusluokkaa. Taulukko 5 antaa vähimmäisvaatimukset mitatuille oikosulkuarvoille johdonsuojakatkaisijalla. Pienin mitattu oikosulkuvirta oli 212A kymmenen ampeerin sulakkeesta, joten kaikki oikosulkuvirrat ylitti vaaditut alarajat.

Keskusten syöttöjohdoista mitattaessa vähimmäisvaatimukset voi tarkastaa taulukosta 4, jolloin käytössä on gG-sulakkeet. Kun kyseessä on suurempi kuin 32 ampeerin suo- jalaite tai pääjohto, niin mitattava arvo tarkastetaan 5 sekunnin virta-arvon mukaan.

4.2.5 Vikavirtojen testaus ja mittaus

Vikavirtasuojakytkimet tulee testata kytkimen omalla “test”-painikkeella ennen käyt- töönottoa. Vikavirtakytkimistä mitattiin laukaisuvirta ja – aika. Mittaus suoritettiin ryhmä kerrallaan kyseisen ryhmän pistorasiasta mittauspistokkeella ja mittauksen jäl- keen laukaistu kytkin nostettiin on-asentoon. Kytkimelle asetetut vaatimukset täyttyi- vät kaikista vikavirtakytkimistä ja tulokset kirjattiin mittauspöytäkirjaan (esimerkki, liite2).

4.3 Heikkovirtamittaukset

Heikkovirtamittaukset liittyvät työkohteen viimeistelyyn. Mittaukset suoritetaan, jotta voidaan todeta yhteyden laatu hyväksi. Asuntojen ryhmäkeskuksiin asennettiin valo- kuituyhteys kellarin ATK-jakamolta, josta syötettiin internet-yhteys ATK-pisteille. Huoneistojen ryhmäkeskusten yleiskaapelointisyötöt mitattiin Validator-NT-testerillä (Liite 6). Testerit mittasi kaapelin jokaisen johdon pituuden, varmistaa oikeinkytken- nän ja tekee BERT-mittauksen (bit error rate test). Testerit ilmoitti läpäisekö kaapeli testin.



Kuva 13. Läpäisty mittaus. (Pekka Honkanen, työmaakuva, 2015)

Mittaustulokset voitiin siirtää tietokoneelle Plan-UM-ohjelmaan, joka teki automaattisesti mittauspöytäkirjan tuloksista (Liite 5). Mittauksien pöytäkirja todistaa yhteyden moitteettomaksi ja kaapelin ominaisuuksien mukaiseksi.

Huoneistojen ja kellaritilojen ATK-pisteet mitattiin ja todettiin, että yhteys oli kunnossa. Huoneistojen kauimmaiset antennipisteet testattiin desibelimittarilla, jotta voitiin todeta yhteyden olevan tarpeeksi vahva kaikille antennipisteille.

5 LUOVUTUSPIIRUSTUKSET

Asennuskohteen suunnitteluvaiheessa oli tehty alkuperäinen suunnitelma ja eri alojen piirustukset, joiden mukaan kohdetta lähdetään rakentamaan. On kuitenkin erittäin harvinaista tai jopa mahdotonta, että suuremmalla työmaalla piirustukset eivät joutuisi muokattavaksi työn edetessä. Asennusvaiheen muutoksien tekijä sovitaan jo hyvissä ajoin. Tässä tapauksessa asennusvaiheen muutokset suoritti suunnitteluyritys. Luovutuspiirustuksista poistetaan käyttöön liittymättömät asiat, kuten muutoksia ja toteutusvaiheeseen liittyviä merkintöjä (ST 13.28, 2009).

Tässä tapauksessa työnaikaisen muutostyön suoritti suunnitteluyritys ja luovutuspiirustuksien vastuu oli sähköurakoitsijalla, eli Sähköpoint Oy:lla. Luovutuspiirustukset ovat tärkeitä työkaluja työn valmistumisen jälkeen. Tulevaisuuden muutos- ja korjaustyöt sujuu vaivattomasti, kun piirustukset ja ryhmänumerot vastaavat todellista asennustapaa. Kauppa ja teollisuusministeriön päätöksen 517/1996 2. kappaleen 4§ on asettanut määräykset käyttöönottotarkastukseen liittyvästä dokumentoinnista (ST 13.28, 2009).

5.1 Työnaikaiset muutokset

Asennustyön aikana suunnitelma saattaa muuttua suuresti. Saneerauskohde tuo oman haasteen sille, että työpiirustusta noudatettaisiin tiukasti. Muutoksen sattuessa on hyvä tapa merkitä muutos suoraan työpiirustukseen ja antaa vastaavalle pieni selostus ta-

pauksesta. Jos muutoksia tulee eteen runsaasti, on suotavaa toimittaa muutokset suunnittelijalle päivittäin. Tiedonvaihtoa tulee suorittaa jatkuvasti, jotta molemmat osapuolet ovat tietoisia muutoksista. Työkuvien tulee olla ajan tasalla, jotta mikään muutos tai suunnitelman muutos ei unohdu. (ST 12.32)

Työnaikaisen muutoksen aiheuttaa yleisesti työmaalla työskentelevä asentaja tai vastaava henkilö. Tällöin vastuu muutoksen merkinnästä on asentajalla itsellään, mutta suuremmilla työmailla vastuu on työmaan kärke miehellä. Muutokset tai muutosalue voidaan merkitä ”muutospilvellä”, joka osoittaa muutoksen kohdan alueen. Muutosnuoli on toinen selkeä toimintatapa osoittaa muutoskohta. (ST 13.32, 2009)

5.2 Piirustuksien viimeistely

Kun työ on tullut päätökseen tai on viimeistelyvaiheessa, voidaan aloittaa luovutuspiirustuksien tekeminen. Työ alkoi sillä, että suunnitteluyritykseltä pyydettiin viimeisimmät tiedostot, jotka käsittelevät kyseistä kohdetta. Työssä tuli vastaan heti pieniä ongelmia, kun suunnittelutoimiston tekemät kuvat oli tehty AutoCad-ohjelmistolla ja Sähköpoint käyttää JCad-ohjelmistoa. Kuvat oli mahdollista saada auki, mutta useimmat komennot eivät totelleet normaaliin tapaan. Muutokset piti tehdä täysin manuaalisesti viiva ja ryhmänumero kerrallaan.

Työhön sisältyi työpiirustuksien muutoskohtien korjaaminen ja ryhmänumeroiden lisääminen, keskuskaavioiden täyttäminen, ohjausjärjestelmien ja maadoituskaavion päivittäminen.

Jokaisessa käytössä olevassa keskuksessa tulee olla niin kutsuttu keskuskaavio, joka sisältää keskuksen piiriin kuuluvat syöttö- ja ohjauspiirit. Keskuskaavion pohjakuvaan lisättiin keskuksen jokainen lähtö sulake- ja kaapelitietoineen. Keskuksia on yhteensä seitsemän, kun ryhmäkeskuksia ei oteta huomioon sillä niistä riitti kolme eri versiota kaikkiin huoneistoihin. (ST 13.28, 2009)

Antenni- sekä ATK-pohjakuvat muuttuivat työn edetessä ja vaativat päivittämisen, samoin kuin savunpoisto- ja ohjausjohtokaaviot. Antennipisteiden määrä lisääntyi työmaalla, joten niitä lisättiin myös luovutuspiirustukseen.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tehdä selkeä ja yksinkertainen selostus käyttöönottomittaukseen ja muihin toiminnallisiin mittauksiin liittyvistä toimenpiteistä. Työssä käytiin läpi käyttöönottotarkastukseen liittyvät lakimääräykset ja standardit. Standardissa on määritetty mittauksille soveltuvat mittalaitteet, joista yhdestä annettiin tarkempi ja perehdyttävä toiminnan selostus ja käyttöopastus.

Valitsin tämän aiheen, sillä se tarjoutui mahdolliseksi työmaalla työskennellessä ja sähkötekniikan turvallisuus on mielestäni hyvin monipuolinen ja kiinnostava aihe. Käyttöönottomittauksia tehdessä mittauksien tärkeys ja toimintojen suorittaminen painautui hyvin mieleen. Tästä opinnäytetyöstä ja mittauksista on hyötyä tulevaisuuden käyttöönottomittauksia varten.

Vaikeinta työssä oli kääntää lakimääräykset ja määritetyt standardit helposti ymmärrettäviksi. Tätä työtä on mielestäni mahdollista käyttää mittauksiin liittyvien standardien opiskeluun ja esimerkkinä mittaussuorituksista.

Suoritettut mittaukset täydensivät huomattavasti aikaisempaa kokemustani mittauksien suorittamisesta. Työtä tehdessä tutustuin teoriaan vahvasti ja se auttaa ymmärtämään käyttöönottotarkastuksen tärkeyttä ja vaatimuksia. Luovutuspiirustuksien tekeminen oli itselleni ensimmäinen kerta. Käytössä ollut JCad-ohjelmisto on ennestään tuttu ohjelma, mutta koin oppivani reilusti uutta ja käyttökokemus on nyt varmempi.

Opinnäytetyössä on kerrottu käytännön mittauksista, jotka suoritettiin Pernossa saneeraustyömaalla. Työmaan kiireellisyyden vuoksi työskentelin jatkuvasti työmaan asennustehtävissä ja mittausajankohtina siirryin mittauksiin mukaan. Koen saaneeni silti reilusti mittauskokemusta ja mittausparin vinkit hyödyttävät tulevaisuuden mittauksissa.

LÄHTEET

AMPROBE TELARIS 0100-PLUS käyttöohje, 2003.

D1 – 2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, Esa Tiainen 2012, Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Gistele, asuntojen keskukset, tuotokuva. Saatavilla: <http://www.gistele.fi/sites/default/files/tuotokuva/gistele-asuntojen-keskus.jpg>

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä, KTMp 517/1996.

Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat, Tukes. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Rekisterit/sahko-ja-hissit-rekisterit/sahkotaturmat/kuva-sahkotaturmat/>

Pernon huolto, asemakuva. Saatavilla: http://www.pernonhuolto.fi/tvt_asunnot/helmikanpuisto/helmikanpuisto.htm

ST-kortisto, ST-käsikirja 33, Rakennusten sähköasennusten tarkastukset, 2012, Saastamoinen ja Saarelainen, Sähkötieto ry.

SFS 6000-4-41 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta, 2012, Suomen Standardisoimisliitto SFS RY.

SFS 6000-6 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset, 2012, Suomen Standardisoimisliitto SFS RY.

ST-kortisto, ST 13.28 Yleisohjeita sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien dokumentoinnista, 11/2009, Sähkötieto ry, Sähköinfo Oy.

ST-kortisto, ST 13.32 Käyttöpiirustusten (loppupiirustusten) laatimisohejeita, 05/2009, Sähkötieto ry, Sähköinfo Oy.

ST- kortisto, ST 53.25 Ohjeita vikasuojauksesta enintään 1000 V:n TN-järjestelmässä, 08/2012, Esa Tiainen, Sähköinfo Oy.

Validator-NTf Ethernet Speed Certifier- käyttöohje, JDSU, Saatavilla: http://www.viavisolutions.com/sites/default/files/technical-library-items/validatortnt_tu9862-1_rev501.pdf

SÄHKÖPOINTTI OY

Lattialämmitysten mittaukset

Pvm: 26.11.2015

Kohde: TVT Asunnot, KOY Helmikänpuisto

Osoite: Heinikonkatu 8, Turku

Huone	Eristysvastus (500V)	Nimellis Ω	Ennen valua Ω	Valun jälkeen Ω	Vikavirta
1	>500 M Ω	188,9	187,5	187,6	OK
2	>500 M Ω	188,9	181,0	181,1	OK
3	>500 M Ω	188,9	187,7	187,8	OK
4	>500 M Ω	188,9	181,5	181,7	OK
5	>500 M Ω	188,9	180,9	181,0	OK
6	>500 M Ω	188,9	188,3	188,5	OK
7	>500 M Ω	188,9	187,4	187,7	OK
8	>500 M Ω	188,9	186,4	186,6	OK
9	>500 M Ω	188,9	189,6	189,7	OK
10	>500 M Ω	188,9	188,0	188,2	OK
11	>500 M Ω	188,9	187,2	187,3	OK
12	>500 M Ω	188,9	187,5	187,5	OK
13	>500 M Ω	188,9	181,3	181,4	OK
14	>500 M Ω	188,9	186,0	186,1	OK
15	>500 M Ω	188,9	186,8	186,9	OK
16	>500 M Ω	188,9	181,4	181,6	OK
17	>500 M Ω	188,9	187,7	187,8	OK
18	>500 M Ω	188,9	187,6	187,6	OK
19	>500 M Ω	188,9	186,5	186,6	OK
20	>500 M Ω	188,9	187,6	187,7	OK
21	>500 M Ω	188,9	187,3	187,5	OK
22	>500 M Ω	188,9	186,3	186,6	OK
23	>500 M Ω	188,9	187,8	187,9	OK
24	>500 M Ω	188,9	186,6	186,7	OK
25	>500 M Ω	188,9	187,0	187,1	OK
26	>500 M Ω	188,9	187,7	187,8	OK
27	>500 M Ω	188,9	189,3	189,4	OK
28	>500 M Ω	188,9	181,0	181,1	OK
29	>500 M Ω	188,9	181,5	181,7	OK
30	>500 M Ω	188,9	188,3	188,5	OK
31	>500 M Ω	188,9	189,6	189,7	OK
32	>500 M Ω	188,9	187,5	187,5	OK
33	>500 M Ω	188,9	181,3	181,4	OK
34	>500 M Ω	188,9	186,8	186,9	OK
35	>500 M Ω	188,9	187,7	187,8	OK
36	>500 M Ω	188,9	187,3	187,5	OK

Mittaja: Jaakko Salminen

SÄHKÖPOINT OY

Käyttöönottomittauspöytäkirja

Pvm. 26.11.2015

Kohde Heinikonkatu 8, Turku

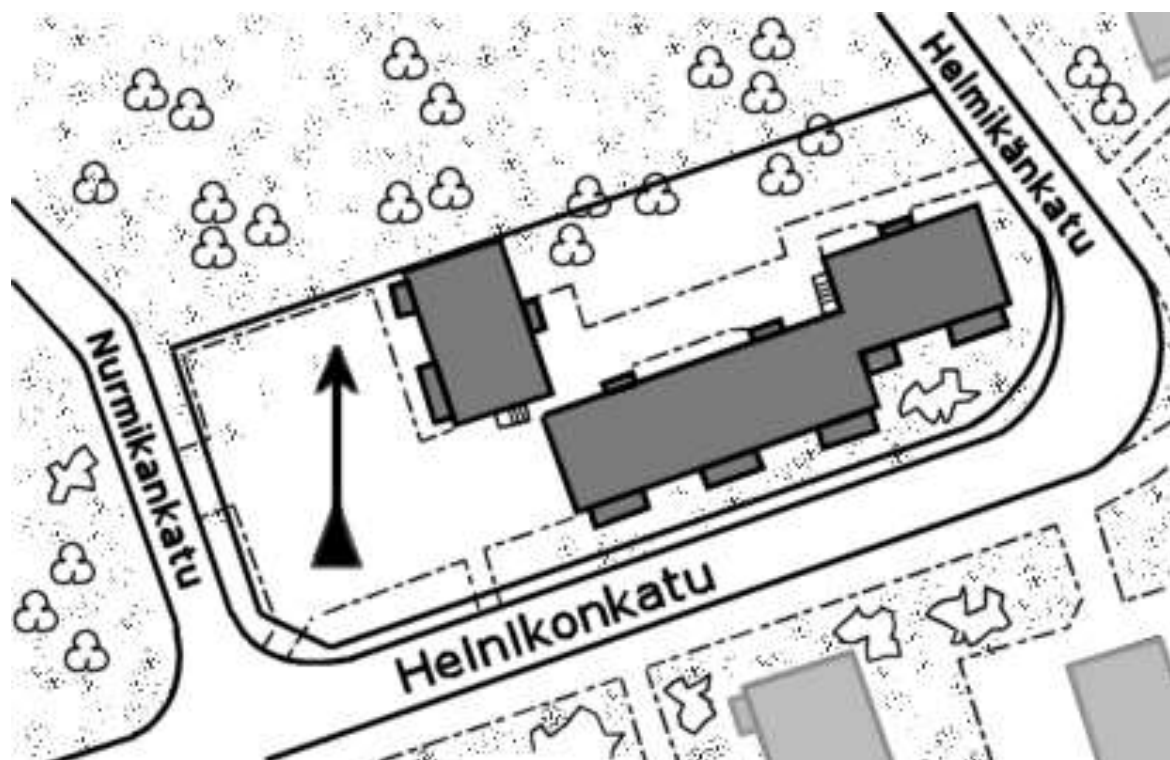
Osoite

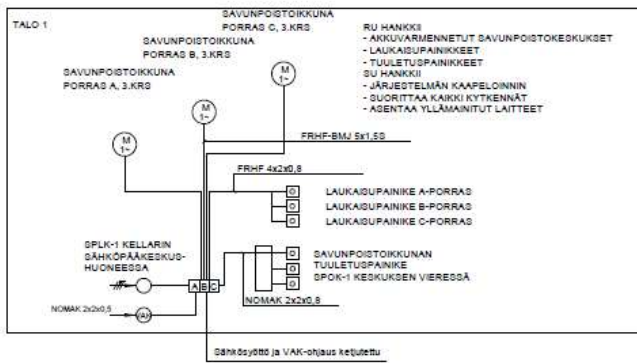
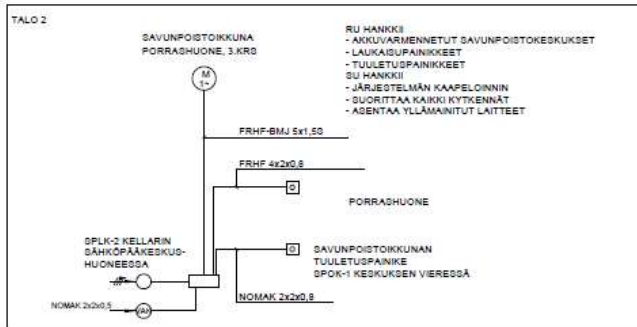
Keskus: KK-1			Eristysvastusmittaukset >200 M ohm (250V)						
Ryhmä no	Sulake A	Poikkipinta mm ²	Käyttö	suoja-johtimen jatkuvuus Ω	R/Loop PE-L	I/k A PE-L	vikavirta mS	vikavirta mA	Huomaa
16	C10	3x1,5S	PR	0,05	0,46	503	16	24	
17	C16	3x2,5S	PR	0,09	0,24	958	16	24	
18	C16	3x2,5S	PR	0,03	0,30	767	16	24	
20	C16	3x2,5S	PR	0,04	0,61	377	16	24	
21	C16	3x2,5S	PR	0,09	0,60	383	16	24	
22	C16	3x2,5S	PR	0,1	0,48	479	18	24	
23	C16	3x2,5S	PR	0,01	0,56	411	16	24	
24	C16	3x2,5S	PR	0,08	0,94	245	18	24	
25	C16	3x2,5S	PR	0,07	0,37	622	17	24	
26	C16	3x2,5S	PR	0,05	0,54	426	16	24	
27	C16	3x2,5S	PR	0,11	0,34	676	17	24	
37	3C16	5x2,5S	Liesi ask.huone	0,03	0,32	721			
43	C16	3x2,5S	ATK	0,06	0,40	576			
52	3C10	5x2,5S	LL porras A	0,24	0,72	318	17	27	
53	3C10	5x2,5S	LL porras B	0,31	0,8	290	18	27	
54	3C10	5x2,5S	LL porras C	0,53	0,99	234	18	27	
78	C10	3x1,5S	Valaist. Alatila	0,11	0,34	677			
79	C10	3x1,5S	Val A-porras	0,3	0,56	410			
81	C10	3x1,5S	Val B-porras	0,28	0,61	379			
83	C10	3x1,5S	Val. Pk-tila	0,03	0,29	799			
85	C10	3x1,5S	Val. Kellari käyt.	0,16	0,42	545			
86	C10	3x1,5S	Val. Ask.huone	0,11	0,36	640			
90	C10	3x1,5S	Val. C-porras	0,56	1,09	212			
92	C10	3x1,5S	Val. Häkkivar.	0,19	0,51	451			

Mittalaitteet: Amprobe 0100-PLUS

Suorittaja: Aleksi Ahlqvist







SÄLVUNPOISTO OY
Luvkitappilantie 14-12, 20115

PERINTÄ	43	4	SAVUNPOISTOKAAVIO
SAVUNPOISTOKAAVIO	SAVUNPOISTOKAAVIO		
KOY HELMIKÄNPUISTO		SAVUNPOISTOKAAVIO	
Heinikontkatu 8 20240 TURKU			
		SAH 201310335	2100 0
		02.2.2016	

Cable Test Schedule

Cable ID	From	To	Type	Test Jack	Use	Length	Result
1.1			CAT6	Date	Network	33m	1000Mb
1.10			CAT6	Date	NA	15.5m	1000Mb
1.11			CAT6	Date	NA	21m	1000Mb
1.12			CAT6	Date	NA	20.5m	1000Mb
1.13			CAT6	Date	NA	18.5m	1000Mb
1.14			CAT6	Date	NA	18.5m	1000Mb
1.15			CAT6	Date	NA	23.5m	1000Mb
1.16			CAT6	Date	NA	21m	1000Mb
1.17			CAT6	Date	NA	21.5m	1000Mb
1.18			CAT6	Date	NA	26m	1000Mb
1.19			CAT6	Date	NA	33.5m	1000Mb
1.2			CAT6	Date	NA	42.5m	1000Mb
1.20			CAT6	Date	NA	42.5m	1000Mb
1.21			CAT6	Date	NA	41.5m	1000Mb
1.22			CAT6	Date	NA	38.5m	1000Mb
1.23			CAT6	Date	NA	38.5m	1000Mb
1.24			CAT6	Date	NA	44m	1000Mb
1.3			CAT6	Date	NA	41m	1000Mb
1.4			CAT6	Date	NA	26.5m	1000Mb
1.5			CAT6	Date	NA	45m	1000Mb
1.6			CAT6	Date	NA	44m	1000Mb
1.7			CAT6	Date	NA	41.5m	1000Mb
1.8			CAT6	Date	NA	47.5m	1000Mb
1.9			CAT6	Date	NA	46.5m	1000Mb
2.1			CAT6	Date	NA	41.5m	1000Mb
2.2			CAT6	Date	NA	41.5m	1000Mb
2.3			CAT6	Date	NA	46.5m	1000Mb



LIITE 7

