

Juha Sinkkonen

YPÄJÄN PALVELUTALON VIKAVIRRRAN SYYN SELVITYS JA
RATKAISUEHDOTUKSET

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkötekniikan suuntautumisvaihtoehto
2011

YPÄJÄN PALVELUTALON VIKAVIRRRAN SYYN SELVITYS JA
RATKAISUEHDOTUKSET

Sinkkonen, Juha
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2011
Ohjaaja: Nieminen, Esko
Sivumäärä: 22
Liitteitä: 4

Asiasanat: vikavirta, vuotovirta, maavuoto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Ypäjän palvelutalolla oleva maavuoto, paikantaa se ja antaa mahdollisia ehdotuksia vian korjaamiseksi.

YPÄJÄ SERVICE HOME RCD FAILURE REASONS AND CONCLUSIONS

Sinkkonen Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

May 2011

Supervisor: Nieminen, Esko

Number of pages: 22

Appendices: 4

Keywords: RCD, leakage current, earth fault, earth current

The purpose of this thesis was to determine Ypäjä service home earth leakage, locate it and make any suggestions to fix this problem.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 VIKAVIRTASUOJA	6
2.1 Yleistä.....	6
2.2 Toiminta	6
2.3 Vikavirtasuoja eri jakelujärjestelmissä.....	7
2.4 Vaatimukset vikavirtasuojan käyttöön	7
2.5 Vikavirtasuojan tyypit	9
3 MITTAUKSET	10
3.1 Alkuselvitykset.....	10
3.2 Mittausten aloittaminen.....	11
3.3 Mittausten suorittaminen.....	11
3.4 Mittausten analysointi	12
3.5 Keskuskohtaiset mittaustulokset	13
3.6 Mittaukset Fluke 434 - mittalaitteella	16
4 PÄÄTELMÄT.....	20
4.1 Mittauksista tehdyt päätelmät.....	20
4.2 Korjausehdotukset.....	21
LÄHTEET	22
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työssä käsitellään Ypäjän palvelutalossa ilmennyttä vuotovirtaa, jossa vikavirraksi muodostui yli 500 mA. Rakennus on rakennettu monessa eri vaiheessa, joka osaltaan tuo haastetta selvitystyöhön. Rakennuksesta ei myöskään ole ajantasaisia sähköpiirustuksia.

Lisäksi työssä käsitellään vikavirtasuojauksia yleistasolla sekä komponenttien rakennetta, toimintaperiaatetta ja erityyppisiä vikavirtasuojia.

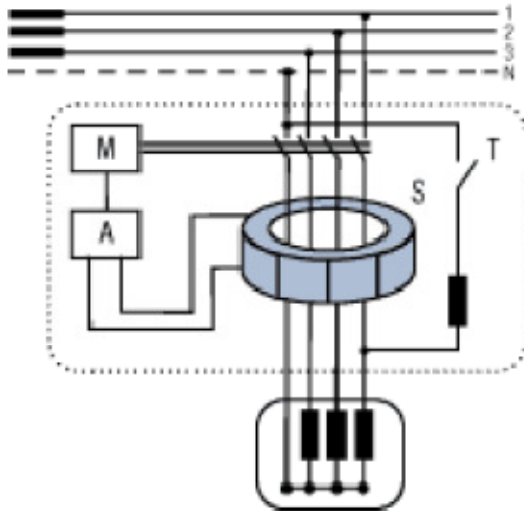
2 VIKAVIRTASUOJA

2.1 Yleistä

Vikavirtasuojakytkin on herkkä lisäsuojalaite, jota käytetään täydentämään sulakkeen antamaa ylivirtasuojasta. Se toimii henkilösuojana ja suojaa ihmistä, joka koskettaa vahingossa jännitteisiä osia esimerkiksi sähkölaitteeseen tai jatkojohtoon tulleen vian johdosta. Suoja valvoo eristysvikoja ja katkaisee vahingolliset vuotovirrat ja jännitteet. Se antaa myös lisäsuojan mahdollisen sähköpalon varalle. Lisäsuojauksella on tarkoitus parantaa sähköiskuilta suojasta, kun pistorasiaan liitettyyn sähkölaitteeseen tulee vika tai viallinen laite liitetään pistorasiaan. Lisäsuojasta käytetään pistorasioissa, joihin maallikko voi liittää minkä tahansa laitteen. Näitä pistorasioita ovat kaikki normaalit kotitalouskäyttöön tarkoitettut pistorasiat, mukaan luettuna luokan II laitteille tarkoitettut pistorasiat sekä enintään 20 A mitoitusvirraltaan olevat pistorasiat. Ulkotiloissa pitää lisäksi suojata enintään 32 A mitoitusvirraltaan olevat pistorasiat sekä laitteet, joita ei ole liitetty pistorasiaan, mutta joita voidaan käytön aikana siirtää. Edellä mainitut laitteet tulee suojata enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Vikavirtasuojasta ei tarvitse toteuttaa erityisesti jollekin laitteelle tarkoitettulle pistorasialle, mikäli pistorasia on sijoitettu niin, että sen muu käyttö on hankalaa tai pistorasia on selkeästi merkitty käyttötarkoitusta varten. Suojasta ei myöskään tarvitse toteuttaa valaisinpistorasioille tai erityisrakenteisille pistorasioille. Jos kuitenkin näistä pistorasioista on tarkoitus käyttää kädessä pidettäviä laitteita, tulee pistorasiat suojata vikavirtasuojalla.

2.2 Toiminta

Vikavirtasuojan toiminta perustuu menevän ja palaavan virran summaan. Jos virtojen summa ei ole annettujen rajojen sisällä, vikavirtasuoja katkaisee virran kulun. Tyypillisiä vikavirtasuojien nimellisarvoja ovat mm. 10 mA, 30 mA, 300 mA ja 500 mA. Vikavirran nopea laukaisu tapahtuu magneettilaukaisimen tai elektronisen valvontapiirin ja releen avulla. Tyypillinen laukaisuaika on yleensä joitain millisekunteja tai kymmeniä millisekunteja.



Kuva 1. Vikavirtasuojan toimintaperiaate.

- Ääri- ja summajohtimien summavirta mitataan virtamuuntajalla S
- Jos summavirta ylittää vikavirtasuojan nimellisarvosta, A havaitsee sen ja M laukaisee koskettimet
- Testipainikkeella saadaan aikaan keinotekoinen vika, kun virta johdetaan virtamittauksen ohi aiheuttaen vikavirtasuojaa ”luulemaan”, että on virtavuoto.

2.3 Vikavirtasuoja eri jakelujärjestelmissä

Vikavirtasuojakytkintä ei saa käyttää TN-C järjestelmässä, koska järjestelmästä puuttuu erillinen suojajohdin. TN-C-S järjestelmää käytettäessä PEN-johdinta ei saa käyttää kuorman puolella vaan suojajohdin pitää yhdistää PEN-johtimeen vikavirtasuojan syötön puolella. SELV- ja PELV-järjestelmissä ei vikavirtasuojaa yleisesti käytetä. TN-S järjestelmissä on vikavirtasuoja yleisesti käytössä.

2.4 Vaatimukset vikavirtasuojan käyttöön

Nykyiset vaatimukset vaativat vikavirtasuojan käyttöä lähes jokaisessa kotitalouteen asennettavassa pistorasiassa. Sisätiloissa kaikki alle 20A pistorasiat tulee suojata enintään 30mA vikavirtasuojalla, pois lukien jollekin nimenomaiselle laitteelle tarkoitetut pistorasiat, jotka on merkitty selkeästi erillisellä tekstillä tai jotka ovat selkeästi sijoiteltu vaikeasti luokse päästäviksi, voidaan jättää ilman vikavirtasuojia esim.




jääkaapit, pakastimet, astianpesukoneet, liesituulettimet, ilmalämpöpumput, lämminvesivaraajat ja mikrot. Puolikiinteät laitteet eivät pääsääntöisesti tarvitse vikavirtasuojasta. Lämmitysjärjestelmistä lattialämmitys ja kattolämmitysjärjestelmät on aina suojattava 30mA vikavirtasuojalla. Ulkotiloissa kaikki alle 32A pistorasiat sekä puolikiinteät laitteet, joita voidaan käytön aikana siirtää, on suojattava vikavirtasuojalla käyttötarkoituksesta riippumatta. Teollisuustiloissa esim. hitsausmuuntajissa, joissa vuotovirrat voivat olla suuria, voidaan vikavirtasuoja jättää pois, mikäli pistorasiaan merkitään sen käyttötarkoitus ja samassa tilassa on 30mA vikavirralla suojattu pistorasia. Lisäksi teollisissa, julkisissa ja kaupallisissa rakennuksissa voidaan pistorasioiden vikavirtasuoja jättää pois, kun sähköasennuksia käytetään ammattihenkilön tai opastetun henkilön valvomana tai pistorasioiden käyttö on rajoitettu ohjeistuksella, vikavirtasuoja voidaan jättää pois pistorasioista, jotka syöttävät seuraavan tyyppisiä laitteita:

- kiinteästi asennettuja teollisuuskoneita tai vastaavia
- valaistusta, kun pistorasiaa käytetään kiinteästi asennetun valaistusjärjestelmän syöttöön
- sähkömoottoreita, kun moottori on kiinteästi asennettu.
- sähkökatkoksille herkkiä laitteita, kuten tietoliikennelaitteet
- laitteet, joiden vuotovirrat ovat niin suuret, että se voi aiheuttaa ongelmia

Teollisten, julkisten ja kaupallisten rakennusten tiloissa, joissa maallikot voivat liittää itse sähkölaitteita pistorasioihin, noudatetaan samoja periaatteita kuin asunnoissa ja vastaavissa tiloissa. Näitä tiloja ovat esim. yleiset tilat, toimistot, koulut, jne.

Lisäksi eläintilat ja erittäin pölyiset tilat, kuten kuivaamot tulee varustaa 300mA palosuojalla.

2.5 Vikavirtasuojan tyypit

Tyyppi	Suojalaitteen toiminnan aiheuttava virta	Tunnus
AC	Äkillisesti tai pitkän ajan kuluessa syntynyt sinimuotoinen vaihtovirta	
A	Äkillisesti tai pitkän ajan kuluessa syntynyt sinimuotoinen vaihtovirta tai pulssimainen tasavirta	
B	Äkillisesti tai pitkän ajan kuluessa syntynyt sinimuotoinen vaihtovirta tai pulssimainen tasavirta tai tasoitettu tasavirta	

Taulukko 1. Vikavirtasuojien ominaisuudet vikavirran luonteen perusteella

Standardit määrittelevät vikavirtasuojat yleisesti kahteen luokkaan, on niin kutsuttu normaali tyyppi sekä S-tyyppi. Jos halutaan saavuttaa selektiivisyyttä, pitää syötön puolella käyttää S-tyypin vikavirtasuojaa. S-tyypin vikavirtasuoja on hidastettu vikavirtasuoja eli nk. selektiivinen vikavirtasuojakytkin. Lisäksi on olemassa G-tyypin vikavirtasuojia, joita Suomessa harvemmin tavataan. S-tyypin vikavirtasuojakytkeä käytetään kokoluokassa 300 mA ja 500 mA lähinnä palosuojauksessa. Vikavirtasuojille on lisäksi standardeissa aseteltu maksimi ja minimi toiminta-ajat taulukko 2.

Tyyppi	I_n A	$I\Delta_n$ A	Standardin mukaiset vikavirtasuojan maksimi toiminta-ajan arvot ja arvot, joilla vikavirtasuoja ei toimi				
			$I\Delta_n$	$2 I\Delta_n$	$5 I\Delta_n^*$	500A	
Yleinen tyyppi	kaikki arvot	kaikki arvot	0,3	0,15	0,04	0,04	maksimi toiminta-aika
S-Tyyppi	≥ 25	$>0,030$	0,5	0,2	0,15	0,15	maksimi toiminta-aika
			0,13	0,06	0,05	0,04	minimi aika, jolloin laite ei toimi
*Yleistyyppisillä vikavirtasuojilla, jotka ovat osa pistorasiaa tai tarkoitettu käytettäväksi vain pistorasioiden kanssa ja yleisen tyyppin vikavirtasuojille, joiden $I\Delta_n \leq 30\text{mA}$, vaihtoehtoisesti arvolle $5 I\Delta_n$ voidaan käyttää arvoa 0,25 A							

Taulukko 2.

Seuraavassa tarkastellaan esimerkkiä järjestelmästä, jossa on sarjassa kaksi vikavirtasuojaa toinen 300 mA S-tyypin vikavirtasuoja ja toinen 30 mA yleisen tyyppin vikavirtasuoja. Jos vikavirta on yli 150 mA, yleisen tyyppin vikavirtasuoja toimii enintään 0,04 sekunnissa ja S-tyypin vikavirtasuoja voi toimia minimissään 0,13 sekunnissa. Jos vikavirta on pienempi, 300 mA vikavirtasuoja ei toimi ja 30 mA toiminta-aika on korkeintaan 0,3 s.

3 MITTAUKSET

3.1 Alkuseelvitykset

Työn kohteena oleva Ypäjän palvelukeskus sijaitsee Ypäjällä osoitteessa Rauhalantie 1A, 32100 Ypäjä. Ennen mittauksien aloittamista haastateltiin palvelutalon huoltohenkilökuntaa vian ilmenemisajankohdan selvittämiseksi. Palvelutalon pääkeskuk-

sessä sijaitsee summavirtamittaukseen perustuva vikavirran valvontalaitteisto, joka antaa hälytyksen mahdollisten vuotovirtojen ylittäessä niille annetun raja-arvon. Huoltohenkilökunnan haastattelujen perusteella ei voitu määrittää tarkkaa vian alkujankohtaa, mutta vika on ollut olemassa jo yli kymmenen vuotta. Vikaa on ns. siirretty eteenpäin valvontalaitteistossa sijaitsevan raja-arvojen siirtomahdollisuuden vuoksi.

Huoltohenkilökunnan kanssa käytiin myös rakennuksessa sijaitsevat keskuskeskukset lävitse sekä kartoitettiin syöttöjärjestelmän rakenne (LIITE 2). Lisäksi huoltohenkilökunnalta saatiin käyttöön vuodelta -88 olevat sähköpiirustukset. Vuonna 2007 rakennukseen valmistui lisäsiipi, josta sähköpiirustukset löytyvät. Rakennuksen vanhalla osalla ei pistorasioista löydy vikavirtasuojia sen rakentamisajankohdan vuoksi. Uudemalla osalla vikavirtasuojat löytyvät.

3.2 Mittausten aloittaminen

Mittauksissa käytettiin Unitest[®] Power Analyzer 93555 mittalaitteistoa (LIITE 1). Mittaukset suoritettiin käyttämällä 3P4W, eli nelijohdin mittausta, jossa mitattiin äärijohtimien jännitteet, virrat sekä vaihesiirtokulmat. Ensimmäiset mittaukset suoritettiin 1.12.2010. Mittausten pikaisen analysoinnin jälkeen osa mitatuista tuloksista olivat kyseenalaisia joten mittaukset päätettiin uusiksi 3.12.2010. Uusintamittausten tulosten pikaisen analysoinnin jälkeen todettiin mittausten onnistuminen. Kiinteistössä sijaitsee yhdeksän suurempaa ryhmäkeskusta, pääkeskus sekä kolme ilmastointikonehuoneessa sijaitsevaa keskusta. Mittaukset suoritettiin pääosin pääkeskuksesta käsin sekä yhdeltä ilmastointikonehuoneen keskuksesta.

3.3 Mittausten suorittaminen

Mittausten suorittamiseksi pääkeskuksesta täytyi purkaa keskuksen jännitteisiä osia suojaavat ovipellit, joiden takaa paljastuivat syöttävien kaapeleiden liittimet sekä sulakkeet (Kuva 1). Mittaukset suoritettiin mittaamalla vaihejännitteet sekä virrat jokaisesta vaiheesta sekä nollajohtimesta. Virtamittauksessa tärkeää on muistaa virtapihdin suunta, jotta mittaustulos olisi kelvollinen ja vertailukelpoinen. Lopuksi mittaustulokset ladattiin mittalaitteelta tietokoneelle tarkempaa analysointia varten.

3.4 Mittausten analysointi

Mittauksissa otettiin n. 60 näytettä mittausta kohden, paitsi pääsyötöstä, josta otettiin 120 näytettä. Mittauslaitteisto tallensi viiden sekunnin välein mitatuista arvoista keskiarvon (LIITE 4). Mitatuista arvoista otettiin keskiarvot, joista laskettiin vaihejoh-
timien summavirta ja verrattiin sitä nollajohtimesta mitattuun virta-arvoon.

Sähköjärjestelmän, jossa maavuotoja ei esiinny pitäisi olla seuraavan kaavan mukai-
nen:

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{I_N} = 0$$

Sähköjärjestelmä, joka on edellä mainitun kaavan mukainen, ei vielä tarkoita hyvää
ja symmetristä järjestelmää. Mikäli järjestelmä toteuttaa seuraavan kaavan, on ky-
seessä täysin symmetrinen järjestelmä:

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = \overline{I_N} = 0$$

Kohteena olevan laitoksen syöttävästä kaapelista mitattiin seuraavanlaiset virta-
arvot:

$$\overline{I_{L1}} = 145,87 \angle 20,82 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L2}} = 90,97 \angle 147,57 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L3}} = 104,68 \angle 262,68 \text{ A}$$

$$I_N = 50,11 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 46,33 \angle -3,95 \text{ A}$$

Maavuotovirraksi koko kiinteistössä saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 3,77 \text{ A}$$

Kun maavuoto on todettu, aloitettiin järjestelmän pilkkominen pienempiin, keskus-
kohtaisiin lähtöihin.

3.5 Keskuskohtaiset mittaustulokset

RK-0.1:

$$\overline{I_{L1}} = 20,63 \angle 17,99 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L2}} = 13,94 \angle 152,57 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L3}} = 12,17 \angle 266,76 \text{ A}$$

$$I_N = 7,45 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 6,59 \angle 5,58 \text{ A}$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,86 \text{ A}$$

RK-0.2:

Keskus jätettiin pois tulosten tarkastelusta koska kyseisessä keskuksessa ei ollut merkittävää kulutusta mittaushetkellä.

RK-0.3:

$$\overline{I_{L1}} = 9,93 \angle 35,07 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L2}} = 5,28 \angle 189,34 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L3}} = 14,72 \angle 275,08 \text{ A}$$

$$I_N = 8,86 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 10,68 \angle -66,71 \text{ A}$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 1,83 \text{ A}$$

RK-0.4:

$$\overline{I_{L1}} = 1,96 \angle 292,60 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L2}} = 0,08 \angle 30,00 \text{ A}$$

$$\overline{I_{L3}} = 0,00 \angle 150,00 \text{ A}$$

$$I_N = 1,56 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 1,95 \angle -65,01 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,39 A$$

RK-0.5:

$$\overline{I_{L1}} = 17,40 \angle 22,95 A$$

$$\overline{I_{L2}} = 9,28 \angle 141,79 A$$

$$\overline{I_{L3}} = 8,12 \angle 265,07 A$$

$$I_N = 9,14 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 9,17 \angle 28,90 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,02 A$$

RK-1.1:

$$\overline{I_{L1}} = 21,23 \angle 29,08 A$$

$$\overline{I_{L2}} = 10,14 \angle 149,57 A$$

$$\overline{I_{L3}} = 13,17 \angle 259,95 A$$

$$I_N = 8,22 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 7,913 \angle 18,312 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,307 A$$

RK-1.2:

$$\overline{I_{L1}} = 27,31 \angle 24,93 A$$

$$\overline{I_{L2}} = 19,84 \angle 138,38 A$$

$$\overline{I_{L3}} = 21,17 \angle 260,91 A$$

$$I_N = 6,71 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 7,599 \angle 29,873 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,889 A$$

RK-2.1:

$$\overline{I_{L1}} = 26,72 \angle 43,35 A$$

$$\overline{I_{L2}} = 25,62 \angle 163,00 A$$

$$\overline{I_{L3}} = 27,65 \angle 283,51 A$$

$$I_N = 1,30 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 1,743 \angle -37,147 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 0,443 A$$

RKU-6:

$$\overline{I_{L1}} = 4,41 \angle 36,96 A$$

$$\overline{I_{L2}} = 3,28 \angle 123,01 A$$

$$\overline{I_{L3}} = 5,25 \angle 303,44 A$$

$$I_N = 3,57 A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 4,741 \angle 12,437 A$$

Maavuotovirraksi saadaan:

$$(\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}}) + I_N = 1,171 A$$

Mittauksissa on oletuksena, että nollajohtimessa ja lasketussa summavirrassa kulkevat virrat ovat 180 asteen vaihe-erossa toisiinsa nähden. Mittauksesta tehtiin kaavio josta selviää virtojen mahdolliset vuotopaikat (LIITE 2).

3.6 Mittaukset Fluke 434 - mittalaitteella

Kohteessa suoritettiin mittaukset myös käyttäen mittalaitteena Fluke 434 – mittalaitetta. Ennen kuin mittauksia lähdettiin kohteessa suorittamaan, tehtiin mittalaitteella yksinkertainen mittaus, jotta saatiin selville miten mittalaite käyttäytyy ennen varsinaisia mittauksia. Mittaukseen kytkettiin epäsymmetrinen kolmivaihekuormitus, jotta nähtäisiin, miten nollajohtimen virta käyttäytyy mittaustilanteessa. Mittauksesta jätettiin myös suojamaadoitus irti kytkennästä, joten vuotovirtoja ei pitäisi syntyä. Lisäksi mittausalustana käytettiin huonosti johtavaa materiaalia. Eri vaiheilla käytettiin seuraavanlaisia kuormituksia: L2 ja L3, 300W työmaakäyttöön tarkoitettuja halogen valaisimia, L1, kuluttajakäyttöön tarkoitettu n.1500W lämpöpuhallinta.

Tulokset:

$$\overline{I_{L1}} = 5\angle - 358,8A$$

$$\overline{I_{L2}} = 1,1\angle - 118,4A$$

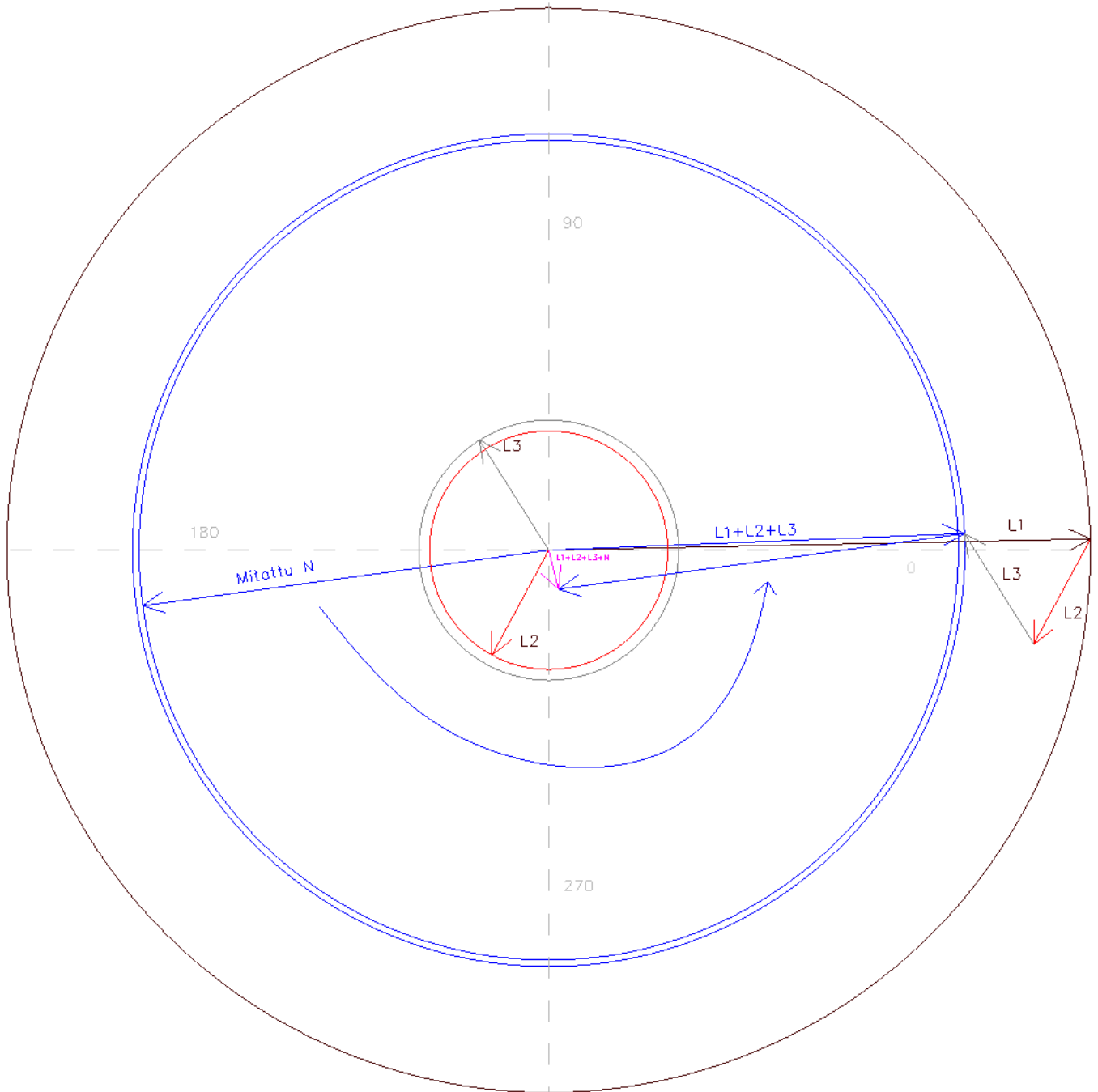
$$\overline{I_{L3}} = 1,2\angle - 237,9A$$

$$\overline{N} = 3,78\angle - 172,2A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 3,84\angle 2,18A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,37\angle - 75,489A$$

Tuloksista voidaan todeta, että mittalaitteen antamat tulokset suljetussa ympäristössä eivät laskennallisesti anna toivottua ”nolla” tulosta, vaan mittauksen mukaan järjestelmässä olisi vuoto jota ei teoriassa pitäisi olla (Kuva 2).



Kuva 2. Koemittauksen virrat ja kulmat vektorein esitettynä.

Testimittauksesta huolimatta todettiin, että virhe mitta-arvoissa oli kuitenkin vielä niin pieni, että mittaukset suoritettiin kyseisellä mittalaitteella. Mittaukset suoritettiin, kuten edelliset mittaukset, mutta kello oli tällöin n.14.00, joten suurkeittiön keskuksessa ei ollut merkittävää kulutusta.

Mittaustulokset Fluke 434:

Pääkeskuksen syöttö:

$$\overline{I_{L1}} = 101\angle - 25,1A$$

$$\overline{I_{L2}} = 107\angle - 140,1A$$

$$\overline{I_{L3}} = 98\angle - 258,4A$$

$$\overline{N} = 8,4\angle - 264,4A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 18,61\angle - 123,71A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 13,23\angle 147,44A$$

RK-0.1:

$$\overline{I_{L1}} = 21\angle - 10A$$

$$\overline{I_{L2}} = 4\angle - 317,6A$$

$$\overline{I_{L3}} = 5\angle - 80,2A$$

$$\overline{N} = 16,7\angle - 180,9A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 25,18\angle - 13,50A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 9,6\angle - 35,79A$$

RK-0.2:

$$\overline{I_{L1}} = 0,7\angle - 62,7A$$

$$\overline{I_{L2}} = 0,7\angle - 120,1A$$

$$\overline{I_{L3}} = 1,5\angle - 108,5A$$

$$\overline{N} = 0,88\angle - 82,5A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 2,70\angle - 100,81A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 3,54\angle - 96,34A$$

RK-0.3:

$$\overline{I_{L1}} = 3,3\angle - 15,4A$$

$$\overline{I_{L2}} = 9,8\angle - 151,6A$$

$$\overline{I_{L3}} = 6,1\angle - 268,0A$$

$$\overline{N} = 5,78\angle - 2,3A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 5,68\angle 174,35A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,35\angle 69,32A$$

RK-0.4:

$$\overline{I_{L1}} = 0,0\angle - 74,2A$$

$$\overline{I_{L2}} = 0,6\angle - 124,8A$$

$$\overline{I_{L3}} = 1,0\angle - 199,3A$$

$$\overline{N} = 1,19\angle - 348,4A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 1,30\angle - 172,81A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,14\angle 147,39A$$

RK-0.5:

$$\overline{I_{L1}} = 16\angle - 13,3A$$

$$\overline{I_{L2}} = 7\angle - 137,8A$$

$$\overline{I_{L3}} = 7\angle - 252,0A$$

$$\overline{N} = 4,3\angle - 161,2A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 8,4\angle - 11,85A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 5,19\angle - 36,85A$$

RK-1.1:

$$\overline{I_{L1}} = 11,8\angle - 12,2A$$

$$\overline{I_{L2}} = 9,0\angle - 110,9A$$

$$\overline{I_{L3}} = 8,3\angle - 238,5A$$

$$\overline{N} = 10,44\angle - 277,1A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 5,52\angle - 43,82A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 8,40\angle 51,08A$$

RK-1.2:

$$\overline{I_{L1}} = 6,9\angle - 50,4A$$

$$\overline{I_{L2}} = 3,8\angle - 161,3A$$

$$\overline{I_{L3}} = 3,8\angle - 255,4A$$

$$\overline{N} = 2,85\angle - 264,2A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 2,86\angle - 93,19A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,45\angle - 264,2A$$

RK-2.1:

$$\overline{I_{L1}} = 27,6\angle - 42,5A$$

$$\overline{I_{L2}} = 25,9\angle - 161,1A$$

$$\overline{I_{L3}} = 26,7\angle - 279,6A$$

$$\overline{N} = 1,06\angle - 227,7A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 0,77\angle - 67,22A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,42\angle 169,85A$$

RKU-6:

$$\overline{I_{L1}} = 3,6\angle - 23,2A$$

$$\overline{I_{L2}} = 2,8\angle - 136,6A$$

$$\overline{I_{L3}} = 4,6\angle - 256,6A$$

$$\overline{N} = 1,14\angle - 91,0A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 1,15\angle 79,57A$$

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} + \overline{N} = 0,189\angle - 2,15A$$

Kuten tuloksista huomataan verraten toisen mittauslaitteen antamiin tuloksiin, mittaus tuloksissa on jonkin verran yhteneväisyyksiä. Ajankohdan, mahdollisten mittausvirheiden ja ensimmäisen mittalaitteen nollavirran vaihekulman huomioon ottamisen vuoksi on vertailua lähes mahdoton suorittaa. Myös tästä mittauksesta tuotettiin kaavio, josta selviää mahdolliset vuotopaikat (LIITE 3).

4 PÄÄTELMÄT

4.1 Mittauksista tehdyt päätelmät

Kiinteistössä on yleisesti käytössä TN-S järjestelmä, mutta on mahdollista että järjestelmän jollain osin on suoritettu ns. nollauksia, joissa suojamaadoitus ja nollajohdin on yhdistetty PEN- johtimeksi jolloin ko. kulutusasteessa kuluttava virta jakautuu keskuksessa tai kojeessa olevan yhdistyksen vuoksi sekä nollajohdtimeen että suojamaajohtimeen. Näin ollen mittaustuloksien analysointi on erittäin hankalaa. Lisäksi

mittaustulokset asettavat Fluke 434 mittalaitteen tulokset kyseenalaiseksi, koska mittalaitteen mittaustulokset eivät testimittauksissa antaneet toivottavaa tulosta. Suojamaadoituksen ja nollajohtimen vaihevirratt eivät siis välttämättä kulje samassa vaiheessa johtuen vuodon tyypistä. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että nolla ja suojamaadoitusjohtimella on sama vaihekulma mikäli johtimet on potentiaalintasauksessa yhdistetty. Mikäli järjestelmässä ei ole muita maadoitus pisteitä kuin yksi, saadaan tällöin järjestelmä suljetuksi ja summavirraksi nolla. Tämä ei kuitenkaan poista maa- vuotoa. Kyseessä olevassa kiinteistössä on tietävästi ainakin kaksi kuluttaja maadoituspistettä johtuen rakennuksen laajentamisesta 2007. Rakennuksen aiemmasta historiasta ei ole tietoa joten mahdollisia maadoituspisteitä voi olla myös useampia. Tästä johtuen muun muassa RK-0.5 keskuksessa, joka on laajennusosan nousukeskus, huomataan huomattavaa vuotovirtaa, koska kyseiseen keskukseseen on liitetty laajennusosan kuluttajamaadoitus. Toinen kuluttajamaadoitus piste löytyy pääkeskustilassa sijaitsevassa potentiaalintasauskiskostosta. Tästä kiskostosta on rakennettu yhdistys pääkeskuksen maadoitusjärjestelmään ja sitä kautta PEN- yhdistykseen. Mittaukset suoritettiin luonnollisesti yhdistyksen jälkeiseltä osalta eli ns. puhtaalta viisijohdinjärjestelmän puolelta.

4.2 Korjausehdotukset

Kiinteistöön tullaan ehdottamaan perusteellista kuntokartoitusta sähköjärjestelmän osalta sekä puuttumaan mahdollisiin puutekohtiin. Kiinteistöön tulisi saattaa puhdas TN-S järjestelmä, jotta virrat saataisiin kulkemaan niitä reittejä pitkin, joita niiden kuuluisi. Lisäksi vikavirran mittauslaitteisto saataisiin toimimaan niin kuin sen on tarkoitus toimia. Kiinteistön haltijalle tullaan tuottamaan raportti sähköjärjestelmän kunnosta sekä antamaan ohjeet sen kunnostamiseksi. Järjestelmään ollaan lisäksi lisäämässä ulkoisen varavoiman mahdollisuus, jolloin vuotovirtojen merkitys kasvaa ja ne tulisi saattaa järkevälle tasolle.

LÄHTEET

SFS600. 2009. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2009.