



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juha-Matti Viitala

# SÄHKÖENERGIAN MITTAUS TEOLLI- SUUSLAITOKSESSA

Tekniikka  
2014

## **ALKUSANAT**

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa Atria- tekniikalle. Opinnäytetyöohjaajana toimi lehtori Tapani Esala Vaasan ammattikorkeakoulusta. Atrialla valvojana toimi käytönjohtajana toimiva Pasi Viljakainen. Haluan kiittää Pasi Viljakaista opinnäytetyömahdollisuudesta sekä erityiskiitos kiinteistönvalvojana toimivalle Esko Raniselle, jonka ansiosta mittaritiedot saatiin kerättyä.

Vaasassa 9.2.14

Juha-Matti Viitala

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juha-Matti Viitala
Opinnäytetyön nimi	Sähkön mittaus teollisuuslaitoksessa
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	39 + 3 liitettä
Ohjaaja	Tapani Esala

---

Päättötyön tarkoituksena oli tarkistaa Nurmossa sijaitsevan Atria-elintarvikealan yrityksen tilojen sähköverkon mittauskaavio, jossa on noin 150 sähköenergiamittaria.

Sähkönmittauksesta vastaava kiinteistönvalvoja on jäämässä kahden vuoden sisällä eläkkeelle ja osa tiedoista on vain hänen tiedossaan, joten tarkoituksena oli tehdä Atrian tiloissa sijaitsevista sähköenergiaa mittaavista mittareista taulukko, jonka avulla uusi työntekijä oppii nopeammin työtehtävänsä.

Jokainen tehdasalueella oleva sähkömittari täytyi kiertää läpi ja kerätä tarvittavat tiedot ylös. Mittaritietojen keräyksen jälkeen tehtiin mittareista taulukko, jonka ansiosta ei välttämättä tarvitse lähteä itse mittarin luokse, vaan voi katsoa haluamansa tiedot valmiista taulukosta. Taulukoituja mittaritietoja ovat mm. käytettyjen virtamuuntajien muuntosuhde ja mittarin pulssi.

Sama taulukko täytyi tehdä myös 20 kV- mittauksille, mutta näitä mittareita oli vain 3 kappaletta.

Mittaritaulukoita valmistui yhteensä 35 sivua ja lisäksi yksi sivu 20 kV mittauksista.

## ABSTRACT

Author	Juha-Matti Viitala
Title	Electrical Metering in an Industrial Plant
Year	2014
Language	Finnish
Pages	39 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Tapani Esala

---

The aim of the thesis was to check over the power-line measurement chart in the facilities of a food product based company Atria, located in Nurmo. The measurement chart had about 150 electrical energy meter.

The property administrator who is in charge of the power measurement is retiring in the next two years and some of the knowledge is only accessed by him, so the aim was to create a chart of the electrical energy meters that were in Atria companies premises, so that new employees would learn faster new work tasks.

Each energy meter that was inside of the factory premises had to be checked and the required information had to be gathered about them. After the gathering of information about the meters, a chart was made, which provided all the information about the meters, thus making their information available from the chart. This eliminates the need to check the meters every time physically, because the needed information was found already from the chart. The tabulated meter data included e.g. transformation ratio of current transformers used and meter pulse.

The same chart had to be made also for the 20 kV measurements, but there were only three of these meters.

In total there was 35 pages of measurement charts and additional one page for 20 kV measurements.

**LYHENTEET**

A= Ampeeri, virran yksikkö

V= Voltti, jännitteen yksikkö

kV= Kilovoltti, jännitteen yksikkö

kW= Kilowatti, tehonmäärä

PK= Pääkeskus

SM= Sähköenergiamittari

VAK= Valvonta-alakeskus

PTSIF= Raportointipisteiden liitännätaulukko

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	5
2 ATRIA- KONSERNI.....	6
3 SÄHKÖMARKKINALAKI .....	7
4 SÄHKÖNJAKELU .....	8
4.1 Sähkönjakelujärjestelmä.....	8
4.2 Sähkönjakelu Atrialla .....	9
4.3 Muuntamot .....	11
5 MITTAMUUNTAJAT.....	13
5.1 Virtamuuntaja .....	13
5.1.1 Virtamuuntajan tarve mittauksessa.....	15
5.2 Jännitemuuntaja.....	15
6 SÄHKÖENERGIAN MITTAUS.....	19
7 TEORIAA SÄHKÖMITTAREISTA.....	22
7.1 Mittauslaitelaki .....	22
7.2 Yleistä sähkömittareista.....	23
7.2.1 Induktiomittari .....	23
7.2.2 Elektroninen mittari .....	24
7.2.3 Digitaalinen mittari .....	24
7.3 Sähkömittarit .....	25
7.3.1 Enermet K420id- sähköenergiamittari.....	25
7.3.2 ABB OD4110- sähköenergiamittari .....	26
7.4 Sähkömittareiden luenta .....	27
7.4.1 Paikallisesti luettavat mittarit.....	27
7.4.2 Etäluettavat mittari.....	27
7.5 Mittarikytkennät .....	28
7.5.1 Yleiset mittarikytkennät.....	28
7.5.2 Erikoiskytkennät .....	29
8 TYÖ ATRIAN TEHTAALLA.....	32

8.1 Työn tarkoitus.....	32
8.2 Sähkömittaritietojen keräys .....	32
8.3 Tulokset .....	33
8.4 Taulukossa käytettyjen termien selvennys .....	34
9 YHTEENVETO .....	38
LÄHTEET.....	39
LIITTEET	

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** 20 kV- mittausten mittaritiedot

**LIITE 2.** Muuntamon 1 mittaritiedot

**LIITE 3.** Muuntamon 2 mittaritiedot

**LIITE 4.** Muuntamon 3 mittaritiedot



## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tehdä valmis taulukko, jossa on lueteltu kaikki Atrian sähkömittarit sekä tiedot mittareista, kuten selvennys siitä missä mittari sijaitsee, jolloin huoltomiehet löytävät etsimänsä mittarit helpommin. Aikaisemmin on ollut vain osittain mittaritietoja papereilla.

Työhön ryhdyttiin, koska sähkömittauksesta vastaava huoltomies on jäämässä eläkkeelle parin vuoden kuluessa, joten uuden työntekijän on taulukon avulla helpompi perehtyä työhön.

Taulukko on tehty huoltomiesten toiveiden mukaisesti ollakseen mahdollisimman selkeä heidän kannaltaan. Taulukkoa on myös helppo muokata tietojen muuttuessa tai uusien mittareiden lisääntyessä.

## **2 ATRIA- KONSERNI**

Atria Oyj on kasvava ja kansainvälinen, suomalainen elintarvikealan yritys. Atria on yksi johtavista ruoka-alan yrityksistä Pohjoismaissa, Venäjällä ja Baltian alueella.

Atrian liikevaihto vuonna 2012 oli 1 343,6 miljoonaa euroa ja sen palveluksessa oli keskimäärin 4 898 henkilöä. Konserni jakaantuu neljään liiketoiminta-alueeseen. Ne ovat Atria Suomi, Atria Skandinavia, Atria Venäjä ja Atria Baltia.

Atrian asiakasryhmiä ovat päivittäistavarakauppa, Food Service -asiakkaat ja alan teollisuus. Lisäksi sillä on omiin tuotemerkkeihin perustuvaa Fast Food -konseptiliiketoimintaa.

Atrian juuret ulottuvat vuoteen 1903, jolloin perustettiin sen vanhin omistaja-  
osuuskunta. /2/

### 3 SÄHKÖMARKKINALAKI

”Tämän lain tarkoituksena on varmistaa edellytykset tehokkaasti, varmasti ja ympäristön kannalta kestävästi toimiville kansallisille ja alueellisille sähkömarkkinoille sekä Euroopan unionin sähkön sisämarkkinoille siten, että hyvä sähkön toimitusvarmuus, kilpailukykyinen sähkön hinta ja kohtuulliset palveluperiaatteet voidaan turvata loppukäyttäjille” /13/. Sen saavuttamisen ensisijaisena keinona on turvata sähkön tuotannossa ja toimituksessa terve ja toimiva taloudellinen kilpailu sekä ylläpitää tasapuolista palveluperiaatteiden ylläpitämistä sähköverkkojen toiminnassa.

Sähköalan yritysten kuuluu huolehtia asiakkaiden ja verkkojen käyttäjien sähkönhankintaan liittyvissä palveluissa sekä edistää omassa ja näiden toiminnassa sähkön tehokasta ja säästäväistä käyttöä.

Sähkömarkkinoihin, joilla tarkoitetaan sähkön tuotantoa, tuontia, vientiä ja toimitusta sekä sähkönsiirtoa ja –jakelua sovelletaan sähkömarkkinalakia.

Luvanvaraista sähköverkkotoimintaa harjoittavaan elinkeinoharjoittajaan sovelletaan lain verkonhaltijaa koskevia säännöksiä, jos hänellä on Suomessa sijaitsevaa sähköverkkoa eikä Energiamarkkinavirasto ole päätöksellään vapauttanut verkonhaltijaa luvanvaraisuudesta.

Sähkötoimittajaan, joka toimittaa sähköä jakeluverkonhaltijan jakeluverkon kautta loppukäyttäjille, sovelletaan lain vähittäismyyjää koskevia säännöksiä. /13/

## 4 SÄHKÖNJAKELU

### 4.1 Sähkönjakelujärjestelmä

Sähkönjakelujärjestelmän tehtävänä on siirtää sähkövoimasiirtojärjestelmän kautta tuleva tai jakeluverkkoon liitettyjen voimalaitosten tuottama sähkö sähkön lopukäyttäjille. Jakelujärjestelmän osia ovat alueverkko (110 kV ja 45 kV), sähköasemat (110/20 kV, 45/20 kV, keskijänniteverkko (20 kV), jakelumuuntamot (20/0,4 kV) sekä pienjänniteverkko (0,4 kV).

Sähkönjakelujärjestelmän arvo on suuri, sillä Suomessa sähkönjakelujärjestelmän jälleenhankinta- arvo on noin 12 mrd. €. Sähkönjakelujärjestelmissä on paljon yksittäisiä komponentteja sekä johtoja. Suomen sähkönjakelujärjestelmässä on noin 800 sähköasemaa, 150 000 km keskijännitejohtoja, 100 000 jakelumuuntamoaa sekä 200 000 km pienjännitejohtoja. Jakeluverkoista suurin osa on ilmajohtoverkkoa, ja 110 kV ja 20 kV ilmajohtot ovat tyypillisesti avojohtorakenteisia. Pienjänniteverkoissa käytetään AMKA- ilmakaapelia tai AXMK- maakaapelia. Kaupungeissa ja taajamissa käytetään yleensä maakaapeliverkkoja.

Sähkönjakelujärjestelmän siirtokykyä voidaan kuvata seuraavasti. 110 kV johdoilla siirretään tyypillisesti kymmeniä megawatteja noin 100 km. 20 kV johdoilla siirretään muutamia megawatteja noin 20-30 km. 0,4 kV pienjännitejohtojen suorituskky on muutamia kymmeniä tai satoja kilowatteja muutamalla kilometrillä. Edellä mainitut siirtomatkat ovat tyypillisiä arvoja, joten poikkeustapauksissa esiintyy paljonkin eroavia tilanteita. /14/





Kuva 2. Käytössä oleva muuntamotila ja keskijännitekojeisto.



Kuva 3. Yksi 20 kV mittauksien mittareista.

### 4.3 Muuntamot

Ilmajohdoverkkoihin muuntamot rakennetaan useasti pylväsmuuntamoiksi ja taa-jama-alueilla kaapeliverkkoihin liitettäväksi puisto- tai kiinteistömuuntamoiksi. Kuvassa 4 pylväsmuuntamo ja kuvassa 5 puistomuuntamo.

Muuntamot ovat sähkökäyttäjän tai jakeluverkonhaltijan hallinnassa. Muuntamoiden haltijoiden on sovittava ja hoidettava yhdessä jakeluverkon haltijan kanssa monista asioista omistussuhteesta riippumatta, sillä muuntamot liitetään yleensä jakeluverkon haltijan hallinnassa olevaan keskijänniteverkkoon. Verkon erilaisiin kytkeä- ja käyttötilanteisiin liittyvän tiedon on oltava aina jakeluverkon haltijalla.

Haltija, jolle sähköturvallisuuslainsäädännössä on asetettu erilaisia velvoitteita ja vastuita vastaa muuntamon turvallisesta käytöstä sähköturvallisuuslainsäädännön perusteella. Näitä ovat mm. ammattitaitoisen, päteväksi todetun käytön johtajan nimeäminen muuntamolle, muuntamon huollosta ja tarkastuksista huolehtiminen. Käytön johtajan on oltava haltijan palveluksessa tai käytönjohtajan työnantajan ja sähkölaitteiston haltijan välillä on oltava sähkölaitteistoa koskeva kunnossapitosopimus, jos samaan sähkölaitteistoon kuuluu enemmän kuin kolme 20 kV jännitteistä muuntamo. Sähköturvallisuusviranomaiselle (TUKES) sekä jakeluverkonhaltijalle on ilmoitettava suurjännitelaitteiston käytön johtaja, sillä käytön johtaja vastaa muuntamon käyttöön liittyvistä asioista.

Käytönjohtajana muuntamolla toimivalla henkilöllä on oltava kelpoisuuden osoituksena pätevyystodistus, joka oikeuttaa johtamaan sähköitä myös suurjännitteellä. Tämä tarkoittaa sitä, että pätevyystodistuksen on oltava joko sähkötarkastuskeskuksen antama rajoittamaton A- luokan (A01) todistus tai 20 kV nimellisjännitteisen sähkölaitteiston käytönjohtajana, tai henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy:n antama sähköpätevyys 1- todistus (SP 1) taikka 20 kV rajoitettu sähköpätevyys 1- todistus, joka antaa oikeuden toimia käytön johtajana enintään 20 kV nimellisjännitteisessä sähkölaitteistossa. /10/



Kuva 4. Pylväsmuuntamo 1 kV/0,4 kV. /9/



Kuva 5. Puistomuuntamo 20 kV/0,4 kV. /8/



## 5 MITTAMUUNTAJAT

### 5.1 Virtamuuntaja

Virtamuuntaja muuntaa ensiön virran mittalaitteelle tai suojareleelle sopivaksi laajentaen suojalaitteen mitta-alaa. Virtamuuntaja on tavallaan normaali muuntaja, jossa aktiiviset rakenneosat ovat ensiö- ja toisiokäämit sekä levyrakenteinen rautasydän. Virtamuuntaja kytketään sarjaan kuorman kanssa, mikä poikkeaa muiden muuntajien kytkennästä. Kuvassa 6 virtamuuntajan kytkentä kuormaan ja virtamuuntajan ensiövirran kulku toisiossa.

Virtamuuntajien navat merkitään ensiöpuolella P1, P2 ja toisiopuolella S1,S2.

Nimellinen muuntosuhde  $\mu_N$  lasketaan muuntajan arvokilpeen leimattujen nimellisvirtojen  $I_{1N}$  ja  $I_{2N}$  avulla.

$$\mu_N = \frac{I_{1N}}{I_{2N}} \quad (1)$$

Nimellistaakka  $Z_{2N}$  on toisiopiirin impedanssi, jolla virtamuuntaja täyttää arvokilpeen leimatun tarkkuusluokan mukaiset normien asettamat tarkkuusvaatimukset.

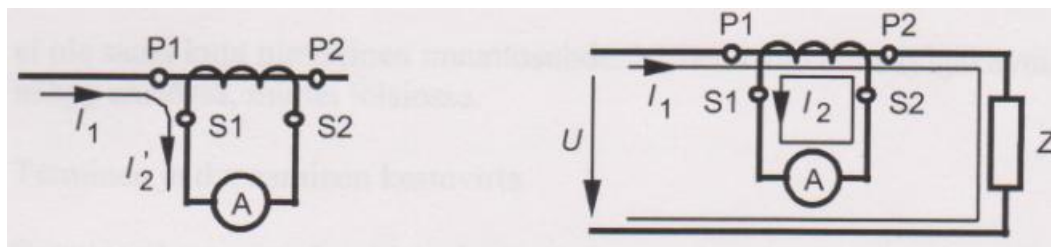
Nimellistoisiotaakka  $S_{2N}$  on näennäisteho, jonka virtamuuntaja syöttää toisiopiiriin nimellistoisiovirralla silloin, kun toisiopiirin kuormana on nimellistaakka.

$$Z_{2N} = \frac{S_{2N}}{I_{2N}^2} \quad (2)$$

Kuormittaessa muuntajaa todellinen muuntosuhde

$$\mu = \frac{I_1}{I_2} \quad (3)$$

Tämä ei ole sama kuin nimellinen muuntosuhde. Tyhjäkäyntivirta aiheuttaa virheitä, joka näkyy ensiössä, mutta ei toisiossa.



Kuva 6. Virtamuuntajan kytkentä kuormaan ja virtamuuntajan ensiövirran kulku toisiossa. /5/

Virtamuuntajassa voi useasti olla useita rautasydämiä, joilla on yhteinen ensiökäämi ja jokaisella oma toisiokäämi. Suojaussydämeiksi sanotaan suojauksessa käytettävää sydäntä ja mittaussydämeiksi mittauksessa käytettävää sydäntä.

Mittaussydän suojaa mittareita suurilta ylivirroilta, joten tästä syystä mittaussydämen poikkipinta tehdään suhteellisen pieneksi, että jo kohtuullisen suuri ensiön ylivirta kyllästäisi rautasydämen. Rautasydämen kyllästyessä toisiovirta ei enää seuraisi ensiövirran kasvua.

Virtamuuntajan rautasydämen vuontiheys on hyvin pieni nimellisvirralla ja nimellisellä toisioimpedanssilla. Tällöin rautahäviöt ovat pienet ja tyhjäkäyntivirta on lähes puhdasta magnetoimisvirtaa.

Virtamuuntajan toisiota ei saa missään tapauksessa jättää avoimeksi, koska silloin ensiövirta muuttuu magnetoimisvirraksi ja vuontiheys kasvaa kyllästysarvoon. Seurauksena on muuntajan liika lämpeneminen ja siitä muuntajan tuhoutuminen, koska rautahäviöt kasvavat liian suuriksi. Lisäksi vuontiheyden muutokset kasvavat suuriksi, minkä johdosta toisiokäämiin indusoituu jännitteitä, jotka voivat olla hengenvaarallisia. /5/

### 5.1.1 Virtamuuntajan tarve mittauksessa

Keskuksen nimellisvirran ollessa maksimissaan 63 A , käytetään suoraa mittausta, jolloin mitattava virta kulkee suoraan kWh- mittarin kautta eikä virtamuuntajia tarvitse.

Kun virta ylittää 63 A, tarvitaan mittauksessa virtamuuntajia, joilla pienennetään virta mittarille sopivaksi. Virtamuuntajien nimellistoisiovirta on yleensä 5 A. joskus erityiskohteissa käytetään 1 A:n toisiovirta-arvoa. Jos mittari on 3-vaiheinen, täytyy jokainen vaihe varustaa omalla virtamuuntajalla.

### 5.2 Jännitemuuntaja

Jännitemuuntaja muuntaa mitattavan jännitteen mittareille ja suojarille sopivaksi laajentaen mittarin tai suojalaitteen mitta-alaa. Jännitemuuntaja erottaa toisiopiirin galvaanisesti ensiöpiiristä, joka saattaa olla suujännitteinen. Jännitemuuntaja mahdollistaa mittareiden ja suojalaitteiden sijoituksen kauaksi jännitemuuntajasta ja ensiöpiiristä.

Jännitemuuntajan sydän on poikkipinnaltaan suuri ja usein myös ensiön kierrosluku on suuri. Noin 10000 kierrosta keskijännitteellä. Kuormittamaton jännitemuuntaja on erittäin tehokas kuristin. Tehomuuntajan rakenne ja toimintaperiaate on samanlainen kun jännitemuuntajalla. Sijaiskytkentä ja osoitindiagrammi ovat myös samanlaiset. Tehomuuntajalla jännitteenalenema nimellisvirralla on noin 5 %, mutta jännitemuuntajalla se on kertaluokkaa pienempi.

Pienjännitteellä muuntaja on useasti koteloimaton tai koteloitu muovikotelolla riippuen mm. suojausvaatimuksista. Epoksihartsiin valettuja muuntajia käytetään keskijännitteellä, koska epoksimuovi antaa jännitemuuntajalle riittävän ulkoisen eristyksen. Muuntajat valetaan tyhjiössä, ettei syntyisi sisäisiä onteloita eikä tapahtuisi osittaispurkauksia, jotka vahingoittaisivat muuntajaa ajan myötä. Suurjännitteellä käytetään usein öljypaperieristystä tai SF<sub>6</sub>- eristystä jännitemuuntajan sisällä. Suuren jännitteen vuoksi ulkoisena eristyksenä käytetään posliinisia tai

muovipintaisia läpivientieristimiä. Kapasitiivista jännitemuuntajaa käytetään yli 100 kV jännitteillä. Jännitteenjako suoritetaan kapasitansseilla ja jännitemuuntaja kytketään alakapasitanssin rinnalle.

Jännitemuuntajassa on yleensä 1 tai 2 toisiokäämiä. Käämit ovat tarkoitettu mittauskäämeiksi tai suojauskäämeiksi.

Nimellismuuntosuhde  $\mu_N$  lasketaan muuntajan arvokilvissä olevien mitoitusjännitteiden  $U_{1N}$  ja  $U_{2N}$  avulla.

$$\mu_N = \frac{U_{1N}}{U_{2N}} \quad (4)$$

Väliulosotoilla voidaan usein muuttaa muuntosuhdetta. Muuntajaa kuormitettaessa toisiojännite muuttuu, vaikka ensiojännite pysyisi vakiona. Tästä johtuen todellinen muuntosuhde ei ole sama kuin nimellinen muuntosuhde.

$$\mu = \frac{U_1}{U_2} \quad (5)$$

Toision nimellisjännitteen suositusarvo on 100 V, jos ensiökäämi on pääjännitteessä  $100/\sqrt{3}$ , jos ensiö on kytkettynä vaihejännitteeseen.

Jännitevirhe

$$F_u = \frac{\mu_N(U_2 - U_1)}{U_1} 100\% \quad (6)$$

Kulmavirhe  $\delta_u$  on ensio- ja toisiojännitteiden välinen vaihesiirto. Kulma on positiivinen, kun toisiojännite on edellä ensiojännitteestä.

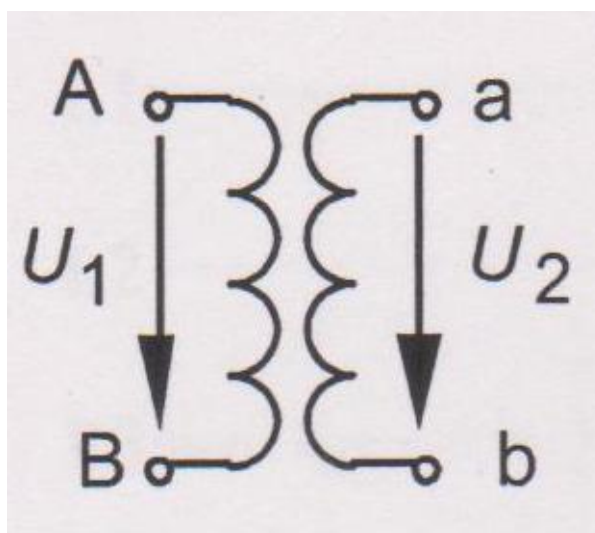
Pitkittäisimpedanssissa syntyvistä jännitehäviöistä aiheutuu jännite- ja kulmavirhettä, joka on riippuvainen kuormituksesta. Jännitemuuntajalle määritetään nimellistaakka, joka on suurin kuormitus, jolla muuntaja pysyy tarkkuusluokassaan. Tämä on toisiopiirin impedanssi  $Z_{2N}$ .

$$S_{2N} = \frac{U_{2N}^2}{S_{2N}} \quad (7)$$

Nimellistoisioiteho  $S_{2N}$  on se näennäisteho, jonka jännitemuuntaja syöttää toisiopiiriin nimellistoisiojännitteellä silloin, kun toisiopiiriin kuormana on nimellistaakka.

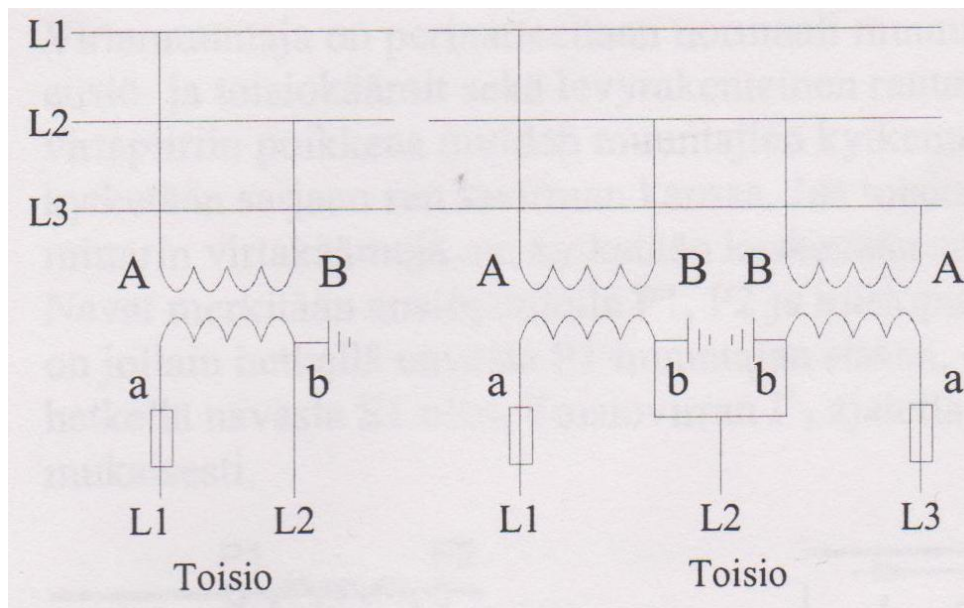
$$S_{2N} = \frac{U_{2N}^2}{Z_{2N}} \quad (8)$$

Jännitemuuntajassa ensiöpuolen navat merkitään A ja B ja toisiopuolella a ja b. Jos jännitemuuntajan toinen napa on kytkettynä maan potentiaaliin, käytetään ensiössä merkintöjä A ja N sekä vastaavasti toisiossa a ja n. Kuvassa 7 jännitemuuntajan napamerkinnyt ja jännitteiden suunnat.



Kuva 7. Jännitemuuntajan napamerkinnyt ja jännitteiden suunnat. /5/

Turvallisuussyistä useasti jännitemuuntajan toision toinen liitin maadoitetaan. Lisäksi toisioon asennetaan sulake maasta eristetyn liittimen puolelle. Kun käytetään yhtä jännitemuuntajaa saadaan mitatuksi yksi kolmivaiheverkon pää- tai vaihejännite. Kun jännitemuuntajia on kaksi, saadaan mitatuksi kaikki kolme pääjännitettä ja kolmea muuntajaa käyttäen saadaan mitatuksi kaikki pää- ja vaihejännitteet. Kuvassa 8 jännitemuuntajan kytkentöjä. /5/



Kuva 8. Jännitemuuntajakytkentöjä. /5/

## 6 SÄHKÖENERGIAN MITTAUS

Valtaosa sähköenergiamittareista on vaihdettu etäluettaviksi. Jo nyt isolla osalla sähkönkäyttäjistä on etäluettava mittalaite. Verkkoyhtiöiden on vaihdettava etäluettavat tunneittaiseen energiankulutuksen rekisteröintiin kykenevät mittalaitteet vähintään 80 prosentille asiakkaistaan viimeistään vuoden 2014 alkuun mennessä. Tietävästi Suomi toteuttaa ensimmäisenä maana näin kunnianhimoisen mittausuudistuksen.

Kotitalousasiakkailta ja pienyrityksiltä on perinteisesti ollut mittalaite, jonka lukeman selvittäminen edellyttää, että verkkoyhtiö lähettää sähköasentajan lukemaan mittaria. Yleensä tällainen mittari käydään lukemassa kerran vuodessa.

Etäluennassa energiamittarilta luodaan Internetin tai sähköverkon avulla yhteys keskitettyyn mittareiden luentajärjestelmään. Täältä tapahtuu tietojen jatkokäsittely ja sähköyhtiöille toimittaminen. Mittarilukemia voidaan kerätä erilaisilla keruutiheyksillä, esimerkiksi kerran kuukaudessa, kerran viikossa tai jopa kerran tunnissa.

Vuoden 2012 alusta lähtien tuntitason rekisteröintiin kykeneviltä mittareilta on luettava kunkin tunnin energiankäyttötiedot jokaisena arkipäivänä. Lisäksi etäluettavien mittareiden avulla voidaan seurata entistä tarkemmin sähköjakelun keskeytyksiä ja myös jännitteen laatua.

Asiakkaille etäluettavat mittarit tarkoittavat sitä, että sähkölasku alkaa perustua toteutuneeseen kulutukseen eikä enää arvioon ja vuotuisen tasaukseen. Sähköyhtiöt voivat lähettää myös tarkempia kulutusraportteja asiakkailleen. Tarkka luenta mahdollistaa myös aikaisempaa monipuolisempia tariffivalikoimia, esimerkiksi sähkön hinnan eriyttämistä vuorokaudenajan tai vuodenajan mukaan. Sähkön tukumarkkinahintahan vaihtelee voimakkaasti ja asiakas hyötyy, jos hän käyttää vähän sähköä juuri kalliina tunteina.

Koska uusien mittarien luenta ei vaadi sähköyhtiöltä pääsyä kiinteistöön, sähkö voidaan sekä kytkeä päälle että pois käymättä paikalla. Asiakkaan muuttaessa taikka halutessa vaihtaa tuotetta tai sähkönmyyjäänsä todelliset mittarilukemat siirtyvät aikaisempaa helpommin. Sähköyhtiön osalta tämä helpottaa myös verkon suunnittelua ja käyttäjien kulutuksen seuraamista.

Jakeluverkosta otetun kulutuksen sekä verkkoon siirretyn tuotannon mittaaminen kuuluu jakeluverkonhaltijan vastuulle. /12/

Sähköenergian mittausta säätelevät EU:n direktiivit, eurooppalaiset ja kansainväliset standardit sekä viranomaismääräykset. Sähköenergian mittaamiseen vaikuttavat myös maakohtaiset vapaan sähkökaupan toteutukset sekä niihin liittyvät sähkön myyntiehdot, sähkön hinnoittelu ja mittaushjeet. Suomessa on viime vuosina voimakkaasti kehitetty sekä sähkön mittausta sääteleviä asetuksia että käytännön ohjeita mittauksen suorittamiseksi. Teknologian kehittyminen, kustannustehokkuuden vaatimukset sekä tarve reaaliaikaiseen sähkön laskutukseen ovat vaikuttaneet mittausautomaation kehittymiseen. /10/

Pienasiakaskohteissa, kuten omakotitaloissa ja huviloissa on yksi mittauspiste. Mittaus on yleensä suorana 3-vaihemittauksena joko yksi- tai kaksitariffimittarilla. Yksitariffimittaus on vähitellen jäämässä pois uudisrakennuksista ja vanhemmissakin kohteissa sähköliittymä ja mittaus pyritään muuttamaan 3-vaiheiseksi. Kaukoluettavat, integroidut ja elektroniset mittarit mahdollistavat tuntienergiamittauksen ja tarvittaessa monitariffimittauksen.

Rivitaloissa sähkö mitataan 3-vaiheisena ja jokaiselle asunnolle on erikseen omat sähkömittarit mittaamassa kunkin asunnon sähkönkulutuksen erikseen. Lisäksi on yhtiökohtainen sähkönmittaus mm. yhteistiloille ja ulkovalaistukselle.

Kerrostaloissa sähkö mitataan myös 3-vaiheisena huoneistokohtaisten saunojen ja kuormantasauksen vuoksi. Nykyisin kaikkiin asuntoihin asennetaan oma sähkömittari. Kerrostaloissa on lisäksi yhteistilojen ja kiinteistön omaa käyttöä koskeva sähkönmittaus.



Teollisuuslaitoksen ja liikekiinteistöt yleensä ostavat sähkönsä yhdessä pisteessä ja yhdellä mittauksella. Tällöin myös sähkö kilpailuttaminen helpottuu. Vuokrala olevien yritysten sähkönkulutus mitataan ns. jälkimittauksena omilla mittareilla.

/11/

## 7 TEORIAA SÄHKÖMITTAREISTA

### 7.1 Mittauslaitelaki

Lain tarkoituksena on mittauslaitteiden toiminnan sekä mittausmenetelmien ja – tulosten luotettavuuden turvaaminen. Mittauslaitelaissa säädetään vaatimuksia mittauslaitteille ja –menetelmille sekä niiden varmentamiseen liittyvistä toimenpiteistä, kun mittauslaitetta ja –menetelmää käytetään

- 1) elinkeinotoiminnassa tuotteen tai palvelun hinnan taikka muun taloudellisen edun määrittämiseen mittaustulosten perusteella.
- 2) kulutusmittauksessa hinnan taikka muun taloudellisen edun määrittämiseen mittaustulosten perusteella.

Laitteen valmistaja vastaa, että laite on täyttänyt vaatimukset, sillä mittauslaitetta ei saa ottaa käyttöön ennen vaatimuksenmukaisuuden osoitusta ja luotettavuuden varmistamista.

Toiminnanharjoittaja vastaa siitä, että käytössä oleva mittauslaite on tarkoitettu käytössä olevalle käyttötarkoitukselle ja -ympäristölle, toimii jatkuvasti luotettavasti ja sen käyttö täyttää tämän lain vaatimukset. Toiminnanharjoittaja vastaa myös siitä, että mittarin luotettavuus tarkastetaan säädettyinä määräaikoina sekä aina tarvittaessa. /7/

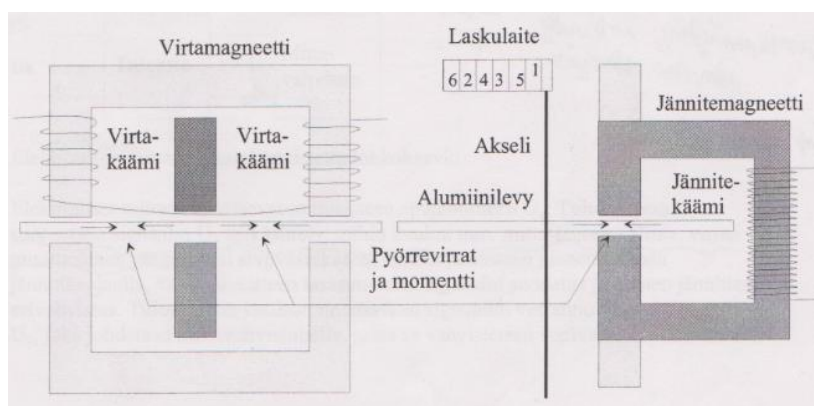
## 7.2 Yleistä sähkömittareista

Sähkömittareita käytetään mittaamaan kulutuspisteeseen siirtyvää sähköenergiaa. Sähkömittari on hyvä apuväline, kun täytyy laskuttaa toimitettua energiaa tai kun halutaan seurata kulutusta. /4/ Jokaisessa kiinteistössä on vähintään yksi sähkömittari, jolla seurataan sähkönkulutusta.

Sähkömittareita koskevia rakenne-, mittaustarkkuus- ja koestusmääräyksiä on paljon, joten mittareiden on täytettävä sekä kansainväliset sekä suomalaiset standardit. Aikaisemmin induktiomittarit olivat yleisesti käytössä sähkömittareina. Induktioimittarin jälkeen aloitettiin valmistamaan elektronisia eli staattisia mittareita. Nykyään lähes jokainen valmistettavista sähkömittareista on digitaalisia. /5/

### 7.2.1 Induktioimittari

Induktioimittarin sisällä on kaksi kelamagneettia ja niiden ilmapälissä on pyörivä alumiinilevy. Useimmiten induktioimittarit ovat valmistettu energianlaskutusmittareiksi, jolloin niissä on virtasydän ja virtasydämen ympärillä on virtakäämi ja jännitesydän, jonka ympärillä on jännitekäämi. Käämeissä kulkee virtaa, mikä aiheuttaa kelasydämiin vuot, jotka läpäisevät alumiinilevyn. Vaihteleva vuo indusoi levyyn pyörrevirtoja, josta syntyy levyä pyörittävä vääntömomentti. Pyörrevirtajarrulla synnytetään vastamomentti. Induktioimittarin vääntömomenttiin vaikuttaa mittarin kerroin  $k$ , taajuus  $f$ , virta  $I$  ja jännite  $U$ . Atrian tiloissa oli vielä muutamia kymmeniä induktioimittareita. Kuvassa 9 induktioimittarin periaatekuva. /5/



Kuva 9. Induktioimittarin periaatekuva. /5/

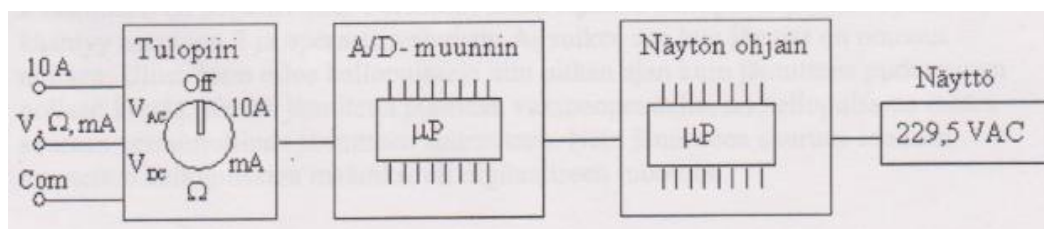
### 7.2.2 Elektroninen mittari

Elektronisessa mittarissa ei ole liikkuvia osia, paitsi jos osoitinkoneena on kierto-  
kelakoneisto. Elektroniset mittarit ovat herkempiä ja monipuolisempia kuin me-  
kaaniset mittarit ja niiden sisävastus on jännitteen mittauksessa suurempi kuin  
mekaanisilla mittareilla, joten ne kuormittavat mittausspiiriä vähemmän. Elektroni-  
set mittarit ovat yleensä jännitemittareita, joissa virranmittauksessa käytetään si-  
vuvastusta, jonka jännite mitataan ja asteikolla näytetään virran suuruus. /5/

### 7.2.3 Digitaalinen mittari

Lähes jokainen nykyään valmistettava mittalaite on numeerinen eli digitaalinen.  
Digitaalisessa mittarissa etuna on mm. mittaustuloksen helppo luku, hyvä tark-  
kuus ja vähäinen huollon tarve.

Tulopiirissä signaali muutetaan AD- muuntimelle sopivaksi. Virta muutetaan jän-  
nitteeksi sivuvastuksella, suuret jännitteet pienennetään jännitteenjaolla, vaihto-  
jännite tasasuunnataan, signaali suodatetaan ja heikkoja jännitteitä vahvistetaan.  
Tuloasteeseen kuuluu myös alueen valintakytkin, ylikuormitussuojia ja säätövas-  
tuksia. Tulopiiristä signaalit menevät A/D- muuntimelle. A/D- muunnin laskee  
mitattavan suureen arvoon verrannollisen ajan vakiotajuisia pulsseja, jolloin  
pulssien määrä kertoo suureen arvon. A/D- muunnos voidaan myös tehdä laske-  
malla vakioaika pulsseja, joiden taajuus riippuu mitattavan suureen arvosta. Tä-  
män jälkeen tieto siirtyy näyttöpaneelille. Kuvassa 10 digitaalisen mittarin periaa-  
tekuva. /5/



Kuva 10. Digitaalisen mittarin periaatekuva. /5/

## 7.3 Sähkömittarit

### 7.3.1 Enermet K420id- sähköenergiamittari

Elektroninen 2 luokan 3-vaiheinen kWh- mittari, jossa kaikki toiminnot ovat yhdellä piirillä. Mittaus on toteutettu kertoja periaatteella, jota käytetään myös Enermetin tarkkuusmittareissa, jonka avulla varmistetaan erinomainen tarkkuus koko mittausalueella. Kahdennettu mittausprosessi IC- piirissä takaa tarkan ja luotettavan mittaustuloksen. Tämän ominaisuuden ansiosta mittareissa voidaan käyttää monipuolista itse diagnostiikkaa mittauksen tarkkuutta ja mittarin kunnon valvontaan.

Elektronisten K420id- mittareiden virta- alue on erittäin laaja. Virtaominaiskäyrä on todella tasainen. Jännitteen, taajuuden ja lämpötilan vaihteluista aiheutuva lisävirhe on todella pieni. Lisäksi mittarin käyttölämpötila on hyvin laaja. Epäsymmetrisellä kuormalla tai käännetyllä vaihejärjestyksellä ei ole vaikutusta mittarin mittaustuloksiin.

Mittarin nestekidenäyttö on erittäin selkeä ja helppo lukea suurien numeroiden ansiosta. Näytöllä on näkyvissä kuusi kokonaislukua ja yksi desimaali. Nuolet osoittavat kumpi tariffi on käytössä ja kumpi lukema on näytöllä. LCD- näytöllä varustetut mittarit ovat täysin elektronisia eikä niissä ole liikkuvia osia.

Mittarin ylijännitekestoisuus on yli 12 kV. Tärinä tai mittarin asennusasento eivät vaikuta mittarin mittaustulokseen. Mittarit ovat täysin huoltovapaita.

Mittarissa on optoeristetty S0-transistoripulssilähtö. Mittaustoiminto perustuu räätälöityyn IC- piiriin. Virtapiirissä on kolme virtamuuntajaa, jännitepiirissä on ylijännitesuoja ja jännitteen jakaja. Kideoskillaattorilla saadaan vertailutaajuus I/F-muuntajalle. Mittarin toiminnan osoittaa kaksi keltaista LED- merkkivaloa, joiden tuiketaajuudet ovat 10 000 imp/kWh ja 500 imp/kWh. Punainen LED kertoo vika-tilanteista. Kuvassa 11 Enermet K420id- sähköenergiamittari. /3/



Kuva 11. Enermet K420id sähköenergiamittari. /3/

### 7.3.2 ABB OD4110- sähköenergiamittari

Mittari on kompakti pätöenergian mittaukseen tarkoitettu elektroninen energiamittari, joka on helppo asentaa. Mittari on tarkoitettu asennettavaksi keskukseen tai erilliseen koteloon DIN-kiskoon.

ODI- mittari on sertifioitu kansainvälisen standardin IEC 61036 mukaisesti. Standardi kattaa useita teknisiä vaatimuksia, kuten elektroniikan, mekaniikan, EMC:n ja tarkkuuden. ODIN- mittari on erittäin luetettava ja se on saanut Ruotsin testaus- ja tutkimusinstituutista hyväksynnän.

Kun mittarille kytketään suoraan virta ilman virtamuuntajia, on maksimi virta 65 A. Virtamuuntajia käytettäessä maksimivirta on 10 A. Mittarissa on seitsemän numeroinen LCD- näyttö ilman desimaalipilkua. Kuvassa 12 ABB OD4110- sähköenergiamittari. /1/



Kuva 12. ABB OD4110 energiamittari. /1/

## 7.4 Sähkämittareiden luenta

Aikaisemmin pienten kuluttajien sähkämittarit käytiin lukemassa kerran vuodessa ja suurten kuluttajien mittarit luettiin useammin. Kun sähkökauppa vapautui, täytyi suurten kuluttajien (pääsulakkeet yli 63 A) energiankulutus rekisteröidä tunneittain. Kehitettiin mittauspääte, joka mittaa kWh- mittarin lähettämiä energiapulsseja ja laskee tunnissa kulutetun energian tallentaen sen muistiin. Mittauspääte luetaan yleensä kerran vuodessa puhelinverkon tai sähköverkon kautta.

### 7.4.1 Paikallisesti luettavat mittarit

Jokaisessa sähkämittarissa on näyttö, jossa näkyy sähköenergiamäärä, joka on siirretty mittarin kautta. Mittareissa, joita pystyy ohjelmoimaan on useimmiten LCD- näyttö, josta kuluttaja voi todeta käyttämänsä energiamäärän sekä muita energiatietoja.

### 7.4.2 Etäluettavat mittari

Etäluettavansähkämittarin avulla on mahdollista seurata energiankulutusta jopa tunneittain. Etäluettavuus tarkoittaa, että sähkönkulutustieto välittyy automaattisesti sähkönmyyjän järjestelmiin. Etäluettavan sähkämittarin myötä laskutus perustuu ajantasaiseen kulutukseen, eikä asiakkaalle lähetetä enää tasauslaskuja. Sähkämittari toimittaa automaattisesti tietoa sähkön laadusta ja sähköverkon toi-

minnasta. Mittaria voidaan myös etäohjata, mikä mahdollistaa tulevaisuudessa monia energiatehokkuutta lisääviä älykkäitä toimintoja.

Etäluettavat sähkömittarit lähettävät tiedot sähköverkkoa pitkin (PLC-tekniikka) keskittimille, joista tiedot lähetetään radioteitse (3G/GPRS) eteenpäin kerran vuorokaudessa.

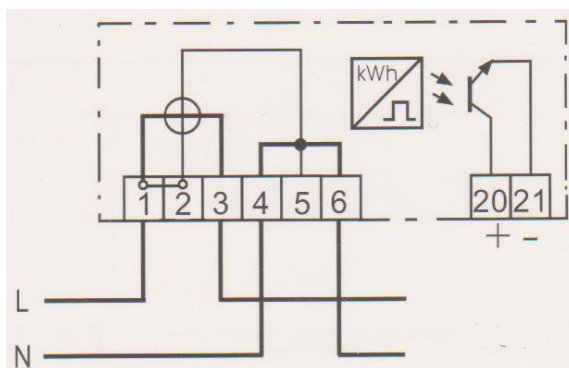
Mittarit eivät lähetä tietoa radioteitse suoraan mittarista. Keskittimet, jotka keräävät tietoa sähkön käyttötiedosta, asennetaan ulkotiloihin tai kellareihin jotta niitä pystytään huoltamaan vapaasti. Mittarit ja keskittimet toimivat asetettujen standardien mukaisesti, sähköverkkoyhtiöiden käyttöön tarkoitetulla taajuuksilla.

Sähkömittarit ja keskittimet ovat EMC-standardin mukaisia. Standardin mukaiset sähkölaitteet eivät saa häiriintyä eivätkä häiritä muiden laitteiden toimintaa sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkömittari ei häiritse esimerkiksi sydämentahdistimen toimintaa. /6/

## 7.5 Mittarikytkennät

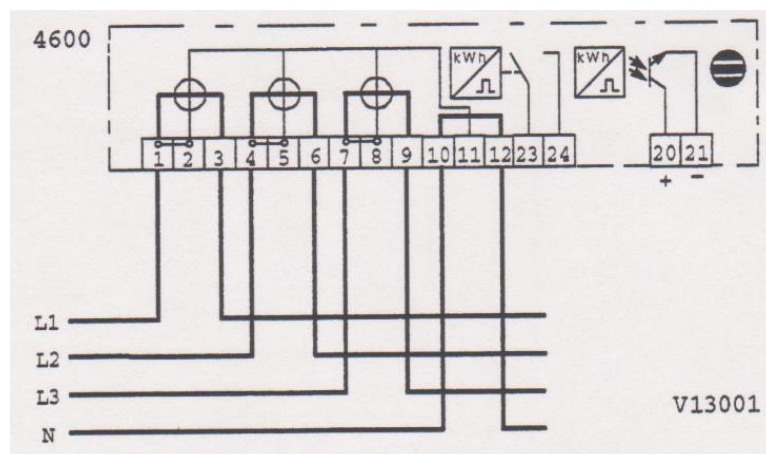
### 7.5.1 Yleiset mittarikytkennät

Sähköenergiamittareiden kytkentätavat ovat standardoitu ja niistä on sekä suomalaisia, että kansainvälisiä normeja. Tärkeintä on kuitenkin asentaa mittari mukana tulleiden ohjeiden mukaisesti. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty kolmivaiheinen ja yksivaiheinen mittarikytkentä. /3/



Kuva 13. Yksivaiheisen sähkömittarin kytkentä. /3/





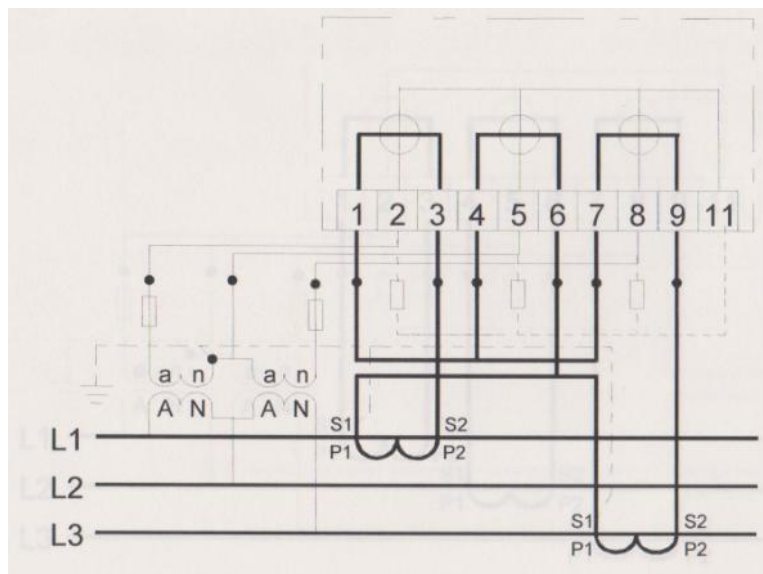
Kuva 14. Kolmivaiheisen sähköenergiamittarin kytkentä. /3/

### 7.5.2 Erikoiskytkennät

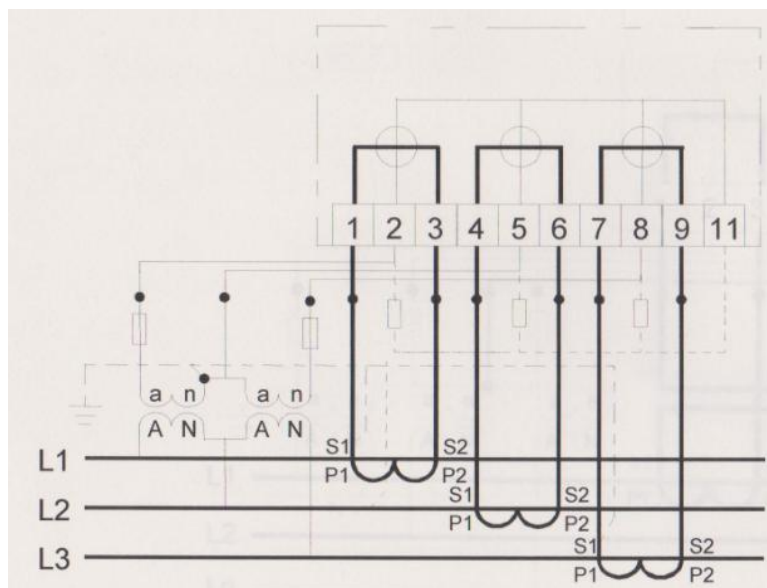
Normaalisti epäsuorassa mittauksessa on kolme virtamuuntajaa ja yli 1000 V koh-teissa kolme jännitemuuntajaa. On olemassa mittauskohteita, joissa ei voida käyt-tää standardikytkentöjä sellaisenaan. Näistä suurimman osan muodostavat van-hemmat epäsuorat mittaukset. Mittausmenetelmää, jolla tällaisissa kohteissa kol-mivaihe-energia tai –teho voidaan mitata kaksilla mittamuuntajilla, kutsutaan kek-sijänsä mukaan Aron- kytkennäksi. Menetelmän etuna on rahallinen säästö, koska säästetään yksi kolmesta muuntajasta. Vaikka kytkentä teoriassa mittaa oikein, ei sen mittauksen tarkkuus kuitenkaan pitkissä siirtomittauksissa ole riittävän tarkka. Syynä on se, että menetelmässä käytetään virran paluujohtona maata.

Sähkölinjan ja maan välillä on aina maakapasitanssia, ja mittausvirhe on sitä suu-rempi, mitä pitempi siirtomatka on. Lyhyissä mittauksissa menetelmä mittaa oi-kein. Pitkissä mittauksissa mittausvirhe voi olla korkeintaan pari prosenttia.

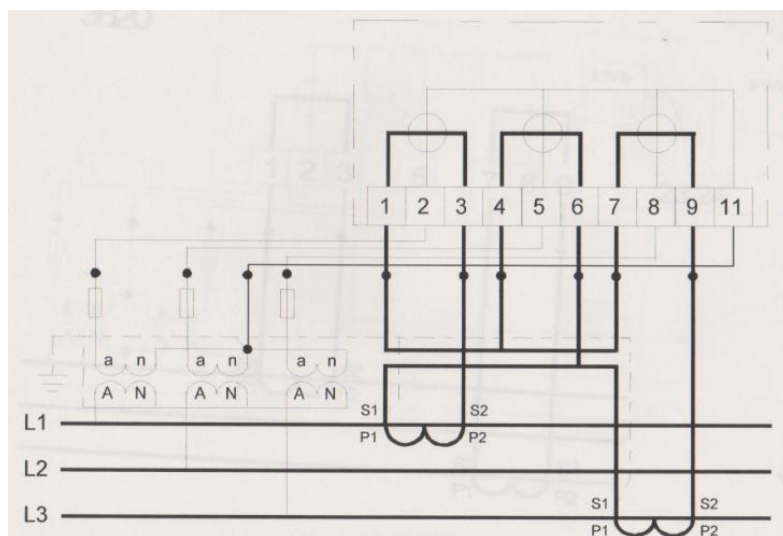
Mittamuuntajien osuus mittauksen kokonaiskuluista on suurin. Siksi ei aina hanki-ta uusia mittamuuntajia, vaikka mittaus uusittaisiinkin. Näin varsinkin teollisuus-kohteissa, joissa siirtomatkat ovat lyhyet. Sen sijaan edelliseen viitaten siirtomit-tauksissa käytetään nykyään aina kolmea mittamuuntajaa. Kuvat 15- 17 erikois-kytkentöjä. /3/



Kuva 15. Kolmikoneistoinen mittari 2 virta- ja jännitemuuntajalla. /3/



Kuva 16. Kolmikoneistoinen mittari 2 jännite- ja 3 virtamuuntajalla. /3/



Kuva 17. Kolmikoneistoinen mittari 2 virta- ja 3 jännitemuuntajalla. /3/

## 8 TYÖ ATRIAN TEHTAALLA

### 8.1 Työn tarkoitus

Atrian sähkömittareista ei ollut aiemmin taulukoituna mittaritietoja. Mittaritaulukoinnin tarkoituksena on helpottaa Atrian kiinteistövalvonnan huoltomiehiä sähkömittaukseen liittyvissä ongelmissa. Kiinteistövalvonnan valvomosta pystytään seuraamaan mittareiden mitattua sähköenergiaa. Epäuskottavan mittausluke-  
man tai muun ongelman vuoksi on joutunut etsimään mittarin Atrian tehdasalueelta ja selvittämään mikä on vikana.

Taulukon valmistuttua ei tarvitse enää välttämättä etsiä mittaria paikan päältä, vaan voi katsoa taulukosta haluamansa mittarin tiedot. Taulukosta selviää missä keskuksessa mittari sijaitsee, mikä helpottaa etsintää esimerkiksi mittarin hajotesa.

### 8.2 Sähkömittaritietojen keräys

Tehtävänäni oli tehdä mittareista mahdollisemman selvä taulukointi, josta selviää mittarin tyyppi, mittarin sijainti, mittamuuntajien muuntosuhde, mittarin pulssi, mittarin kerroin, mittarin palvelualue, valvonta-alakeskuksen tunnus sekä mittari-kohtainen numero, jolla pystytään seuraamaan kiinteistövalvonnan järjestelmäsä mitattua sähköenergiaa.

Aloitin työn selvittämällä kiinteistövalvonnan huoltomiesten kanssa, mikä olisi mahdollisimman selkeä taulukointi heidän kannaltaan ja aloin sen pohjalta tekemään taulukkoa.

Atrian tiloissa oli induktiomittareita, elektronisia eli staattisia mittareita ja digitaalisia mittareita. Digitaalisia ja elektronisia mittareita on vaihdettu rikkinäisten induktiomittareiden tilalle ja jälkepäin tehdyille laajennusosille.

### 8.3 Tulokset

Mittaritietojen selvittämisen jälkeen aloin tekemään taulukkoa, jota jouduin usein myös muuttamaan, että se olisi selkeämpi huoltomiesten kannalta. Taulukossa 1 on malliksi yksi taulukko, jossa näkyy muuntamon 1 mittareiden tiedot. Atrian tiloissa on 16 muuntamoja ja 151 energiamittaria, joten taulukkoja valmistui yhteensä 35 sivua. Taulukossa 2 on 20 kV- mittauksien mittarit ja näitä on yhteensä 3 kappaletta.

Taulukko 1. Muuntamon 1 mittaritiedot.

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 1 (Pakkasvarasto)</b>								
PK 11	SM 11	1500/5A	0.01kWh	<b>Pakkasvarasto</b> Pumput 5001 ja 5002 Pk: 11, 13, 21, 22, 31, 32, 33 Hiilidioksidihöyrystin PK-JP2 Jäähdytyspumppuosa PK-JP Valaistus PK-V Jäähdytyskomp. 1, 2, 4, 5	0.003 MWh	102	70	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
PK 12 Sikaleikkaamo	SM 12	1500/5A	0.01kWh	12L 31 12L 32 12L 02 PK-JP3 IV-konehuone 12 V 31 Pottirakennus 12 V 13 Kinkkusolaamo varasto 12 V 01 Kinkkusolaamo 12 P 04	0.003 MWh	102	72	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 12.1(Varalla)	500/5A	0.01kWh	Autolämmitys (Eikäytössä)	0.001MWh	102		Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 12.2	200/1A	(Eipulsssia)	<b>Leikkaamo, lähettäjä</b> 12 V 12 12 V 11 12 P 11	0.04 kWh	-	-	Mira T21k, 380/220V, 3x5A, k=4010 (Eipulsssia)

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 1 (Pakkasvarasto)</b>								
	*SM 12.3 (Joka lähdessä omat virtamuuntajat 200/5A)	200/5A 200/5A 200/5A 200/5A	0.001kWh	<b>Leikkaamo</b> PK 27P PK 26V PK 2.5L PK 2.8L	0.04 kWh	137	96	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004
	*SM 12.4	500/1A	(Eipulsssia)			-	-	Mira T21k, 380/220V, 3x5A, k=4010 (Eipulsssia)
	*SM 0800 JK 3	500/5A	0.01kWh	<b>Pakkasvarasto</b> Kompressori JK 3	1kWh	102	71	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 0800 JK 6	400/5A	0.001kWh	<b>Pakkasvarasto</b> Kompressori JK 6	0.08 kWh	142.1	313	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004

Taulukko 2. 20 kV- mittauksien taulukointi.

Muuntamo	Energiamittarin Tunnus	Muunto-suhde	Mittarin pulssi	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 1</b>							
M1	SM1	300/5A 20kV/100V	10 kWh	10 kWh	135	53	Landis+Gyr E650, ZMD402CT44.0457 Sisältää GSM lähettimen
<b>MUUNTAMO 2</b>							
M2	SM 2	300/5A 20kV/100V	10 kWh	10 kWh	140	337	Enermet E702DNJZ-d, 3x100v/3/100 V Lähettimen tyyppi: Enermet EM 200 Gi GSM/GPRS
<b>MUUNTAMO 5 (Lähetyksenkk)</b>							
M5	SM 5	300/5A 20kV/100V	10 kWh	10 kWh	962.2	273	Landis+Gyr E650, ZMD402CT44.0457 Sisältää GSM lähettimen
<b>MUUNTAMO 11 (Lähetyksenkk)</b>							
M11	SM 11	300/5A 20kV/100V	10 kWh	10 kWh	963.2	200	Landis+Gyr E650, ZMD402CT44.0457 Sisältää GSM lähettimen

#### 8.4 Taulukossa käytettyjen termien selvennys

Sähköenergiamittari merkitään kirjaimilla SM. Sähköenergiamittari SM 71 on muuntamon 7 ensimmäinen amittari. SM 71.1 on mittarin SM71 alamittari. Kuvassa 18 sähköenergiamittarin merkintä.



Kuva 18. Sähköenergiamittarin merkintä.

Muuntosuhteella tarkoitetaan muuntajan ensiö- ja toisiokäämien virtojen suhdetta. Esimerkiksi muuntosuhteella 200/5A, muutetaan virtamuuntajan avulla 200 A virta 5 ampeeriksi, jolloin se soveltuu liitettäväksi energiamittarille. Mittarin pulssi mahdollistaa kulutustiedon siirron mm. tariffiläisälaitteille ja tiedonkeruujärjestelmille. Palvelualue kertoo minkä keskusten/laitteiden energiankulutusta energiamittari mittaa. Mittarin pulssin ja muuntosuhteen avulla pystytään laskemaan valvonta-alakeskukselle menevä kerroin. Kuvassa 19 VAK- keskukselle menevän kertoimen laskeminen.

Muuntosuhde  
1500/5A

Mittarin pulssi  
0.001 kWh

Laskuesimerkki

$$1500/5A = 300$$

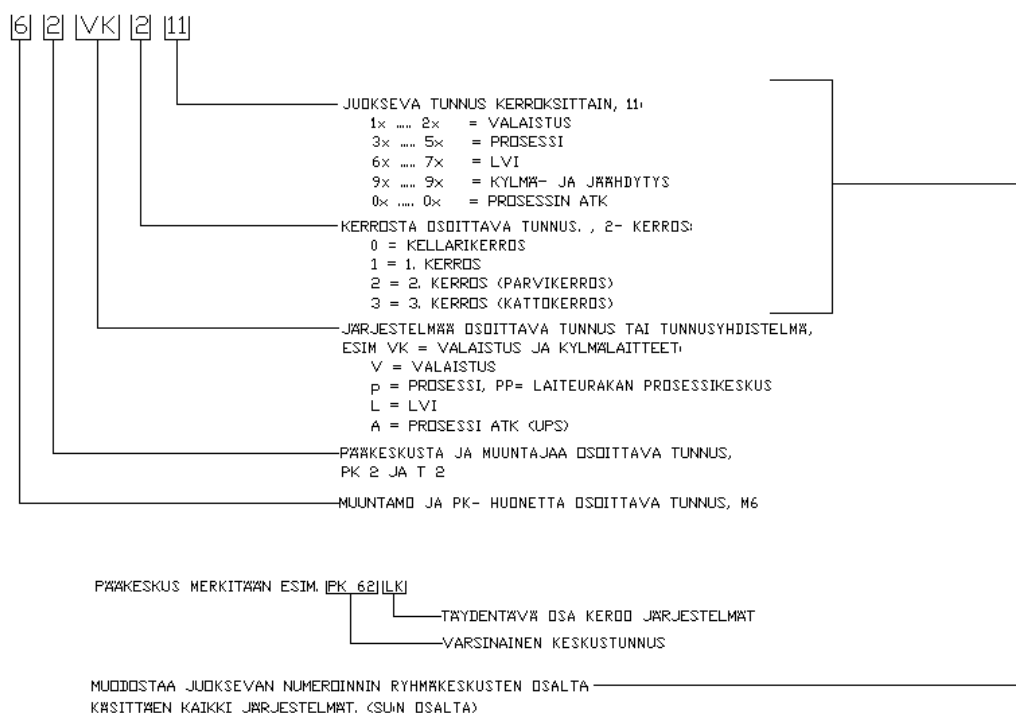
$$300 \times 0.001 \text{ kWh} = 0.3 \text{ kWh}$$

Tällöin mittarin kerroin on 0.3 kWh tai 0.0003 MWh

Kuva 19. VAK- keskukselle menevän kertoimen laskeminen.

VAK eli valvonta-alakeskus mahdollistaa energiamittareiden mittaaman sähköenergian kaukoluennan kiinteistövalvonnan järjestelmästä. Jokaisella mittarilla on VAK- tunnus, joka kertoo mihin valvonta-alakeskukseen mittari on kytketty.

Taulukon PTSIF- sarakkeessa on mittarikohtainen numero, jonka avulla pystytään seuraamaan mittarin mittattua sähköenergian kulutusta kiinteistövalvomon järjestelmästä. Kuvassa 21 kiinteistön valvonnan järjestelmästä kuva, jossa näkyy mittareiden 1-20 mitatut energiankulutukset edelliseltä päivältä. Tekemäni taulukon PTSIF- sarakkeessa olevat numerot ovat alla olevan kuvan vasemmassa reunassa olevia numeroita. Mittarin tyyppi- lohossa on ilmoitettu käytetyn energiamittarin valmistaja, malli, käytettävä jännite ja virta sekä mahdollisesti kytkentää ilmaiseva numerosarja.



Kuva 20. Keskustunnuksen merkitys.

Atria Nurmon tiloissa on yhteensä 16 muuntamoita. Muuntamo 1 merkitään M1 ja vastaavasti muuntamo 2 merkitään M2. Muuntamon jälkeen tulee muuntajat. Jokaiselle muuntajalle on oma pääkeskus. Esimerkiksi PK11 on muuntajan M11 pääkeskus. Jos keskustunnuksessa on useampia kirjaimia, kuten esimerkiksi alakeskuksesta 122 VL 311, on tässä IV- ja valaistuslaitteet samassa keskuksessa. Kuvassa 20 keskustunnuksen merkityksen selvennys.



RAPORTOINTI						
PISTEIDEN LIITÄNTÄTAULUKKO						
	MITTAUS- PISTE					AI-data
1	B15000TE_Ulkolampo					-3.030303001
2	B15102QQ_EdelPai					33.6171875
3	B15102VM20_EdelPai					378.5625
4	B15121VM20_EdelPai					896.375
5	B15122VM01_EdelPai					2.830078125
6	B15940SM01_EdelPai					12154
7	B15940SM02_EdelPai					7335
8	B15940SM03_EdelPai					564.375
9	B15940SM04_EdelPai					2964.5
10	B15940SM05_EdelPai					977.375
11	B15940SM06_EdelPai					79.625
12	B15940SM07_EdelPai					3738
13	B15940SM08_EdelPai					3015
14	B15940SM09_EdelPai					3394.75
15	B15105VM01_Edelpai					155.875
16	B15802QQ_EdelPaiv					2.918945313
17	B15802QQ2_EdelPaiv					17.59375
18	S1810JK01_EdelPaiv					2264.75

Kuva 19. Sähkölaitteiden 1-20 mitatut energian kulutukset.

## 9 YHTEENVETO

Sähkömittaritietojen keräys ei ollut helppoa, koska mittareita oli 151 kappaletta ja mittarit olivat ympäri Atrian tehdasaluetta, joten etsimiseen meni paljon aikaa. Taulukkoa tehdessäni jouduin muokkaamaan taulukkoa useasti, että se olisi mahdollisimman selvä huoltomiesten kannalta. Mittaritaulukoita valmistui yhteensä 35 sivua ja lisäksi yksi sivu 20 kV päämittauksien mittareista.

Taulukoiden avulla sähkömittaukseen liittyvien ongelmien selvitys helpottuu ja mahdollisesti uuden huoltomiehen on helpompi perehtyä työhön.

Päättötyötä tehdessäni opin paljon uutta asiaa sähkömittauksesta ja sähköenergiamittareista.

## LÄHTEET

- /1/ ABB OD4110- sähköenergiamittari. Viitattu 5.2.14  
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/6e58c0fba75077f1c2256bf300282c7e/\\$file/odin1fi02\\_01.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/6e58c0fba75077f1c2256bf300282c7e/$file/odin1fi02_01.pdf).
- /2/ Atria- konserni. Viitattu 26.1.13.  
<http://www.atriagroup.com/atria-konserni/Sivut/default.aspx>
- /3/ Elektroniset lk 2 3-vaihe kWh- mittarit K420id- esite.
- /4/ Energiamittarit. Viitattu 28.1.13.  
<http://www.saint-gobainpipesystems.fi/sivu.asp?taso=3&id=14>
- /5/ Esala, H. Sähkönmittaustekniikka. 66s.
- /6/ Etäluettavat mittarit. Viitattu 1.2.14  
<https://www.fortum.fi/countries/fi/yksityisasiakkaat/sahkon-siirto-ja-liittymat/fortum-alyboksi/tietoa-alyboksista/pages/default.aspx>
- /7/ Mittauslaitelaki. Viitattu 9.2.14  
[http://www.mitox.fi/pdf/Energiamittarit%20ja%20mittauslaitelaki%20707\\_2011%20Sari%20Hemminki.pdf](http://www.mitox.fi/pdf/Energiamittarit%20ja%20mittauslaitelaki%20707_2011%20Sari%20Hemminki.pdf).
- /8/ Puistomuuntamo. Viitattu 12.2.14  
<http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/5826>
- /9/ Pylväsmuuntamo. Viitattu 12.2.14  
<http://www.elmil.fi/valokuvat.php>
- /10/ Sähköasennukset 3. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2009. 185s.
- /11/ Sähköasennukset 4. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2010. 206s.
- /12/ Sähköenergian mittaustekniikka. Viitattu 1.2.14  
<http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/energian-mittaus>
- /13/ Sähkömarkkinalaki. Viitattu 6.2.14  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>
- /14/ Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press Oy yliopistokustannus, HYY yhtymä. 2009. 294s.



## LIITE 2

## Muuntamon 1 mittaritiedot

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Keroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 1 (Pakkasvarasto)</b>								
PK 11	SM 11	1500/5A	0.01kWh	Pakkasvarasto Pumput 5001 ja 5002 Pk:t 11, 13, 21, 22, 31, 32, 33 Hiilidioksidihöyrystin PK-JP2 Jäähdytyspumppuosaa PK-JP Valaistus PK-V Jäähdytyskomp. 1, 2, 4, 5	0,003 Mwh	102	70	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
PK 12 Sikaleikkaamo	SM 12	1500/5A	0.01kWh	12 L 31 12 L 32 12 L 02 PK-JP3 IV-konehuone 12 V 31 Pottirakennus 12 V 13 Kirkkusuolaamo varasto 12 V 01 Kirkkusuolaamo 12 P 04	0,003 Mwh	102	72	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 12.1(Varalla)	500/5A	0.01kWh	Autulämmitys (Eikäytössä)	0,001 Mwh	102		Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 12.2	200/1A	(Ei pulssia)	Leikkaamo lähettäjä 12 V 12 12 V 11 12 P 11	0,04 kWh	-	-	Mira T21k, 380/220V, 3x5A, k=4010 (Ei pulssia)

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Keroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 1 (Pakkasvarasto)</b>								
	*SM 12.3 (Joka lähdössä omat virtamuuntajat 200/5A)	200/5A 200/5A 200/5A 200/5A	0.001kWh	Leikkaamo PK 27P PK 26V PK 2.5L PK 2.8L	0,04 kWh	137	98	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/v13004
	*SM 12.4	500/1A	(Ei pulssia)			-	-	Mira T21k, 380/220V, 3x5A, k=4010 (Ei pulssia)
	*SM 0800 JK 3	500/5A	0.01kWh	Pakkasvarasto Kompressorit JK 3	1kWh	102	71	Enermet PK320NVXEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950
	*SM 0800 JK 6	400/5A	0.001kWh	Pakkasvarasto Kompressorit JK 6	0,08 kWh	142.1	313	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/v13004

## LIITE 3

## Muuntamon 2 mittaritiedot

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 2 (Sikalinja)</b>								
PK 21/23	SM 21 (Muunt. M21)	1500/5A	0.001kWh		0.0003 MWh	102	68	Enermet K420INVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004
	SM 23 (Muunt. M23)	1500/5A	1kWh		0.0001 MWh	102	67	AiDON 6550, 3x230/400V, 0.01-1(6)A
	*SM 1800 JK 01	750/1A	0.001kWh	Kompressori JK 01MP	0.08 kWh	102	64	Valmet Y8V, 220V, 1A, 9800 r/kWh (Huom! Yksivaihemittaus)
	*SM 1800 JK 02	600/1A	0.01kWh	Kompressori JK 02 MP	0.19 kWh	102	65	Enermet Y120ips, 230V, 10 A (Huom! Yksivaihemittaus)
	*SM 1800 JK 03	1500/1A	0.001kWh	Kompressori JK 03 KP	0.16 kWh	102	69	Valmet Y8V, 220V, 1A, 9800 r/kWh (Huom! Yksivaihemittaus)
	*SM 1800 JK 04	600/1A	0.01kWh	Kompressori JK 04 KP	1.8 kWh	102	63	Enermet Y120ips, 230V, 10 A (Huom! Yksivaihemittaus)
	*SM 1800 JK 05	750/1A	0.01kWh	Kompressori JK 05 KP	2.25 kWh	102	62	Enermet PK320NVxEp, 3x230/400V, 5A, k=4610/v11950 (Huom! Yksivaihemittaus)
	*SM 1800 JK 06	750/5A	0.001kWh	Kompressori JK 06 KP	0.00015 MWh	140	101	Enermet K420INVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004
	*NH3-pumput ja lauhduttimet							

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 2 (Sikalinja)</b>								
PK 22	SM 22	1500/5A	0.001kWh	Veriosasto	0.0003 MWh	102	66	Enermet K420INVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004
				22 P 01				
				Suoliosasto				
				22 P 02				
				22 V 02				
				22 V 03				
				22 P 04				
				Navetta				
				22 V 11				
				22 L 31				
				Teoittamo				
				22 P 03				
				Keittiö				
				22 V 05				
				IV-konehuone				
				22 V 32				
				22 V 31				
				Päävarasto				
				22 V 01				
				Alakäytävä				
				22 V 04				
				Laboratorio				
				22 V 21				
				Hissi				
				Kovankuivatusuuni				
				Laatikonpesukone				
				Purutalo				
				Teurastamo				
				22 V 12				

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 2 (Sikalinja)</b>								
				22 V 13				
				22 V 13.2				
				22 V 14				
				22 V 15 (Autolämmitys)				
				22 V 16 (Autolämmitys)				
				22 P 11				
				22 P 12				
				22 P 13				

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muunto suhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 2 (Sikalinja)</b>								
PK 24	SM 24	3000/5A	0.001kWh		0.006 MWh	140	99	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 1800 JK 07	500/5A	0.001kWh	Kompressori JK 07 MP	0.0001MWh	140	100	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 1820 JK 1KP	750/5A	0.001kWh	Sikalinja	0.15 kWh	146.2	20	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 1810 JK 1MP	500/5A	0.001kWh	Sikalinja	0.1kWh	146.2	18	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 17901EQ01	250/5A	0.002 kWh	Työterveysasema 24 PK 201	0.01kWh	17-601	369	ISKRA MT171-T1A41-612-KD, 3x230/400V, 5A,
PK 25	SM 25	3000/5A	0.001kWh	Sikalinja	0.006 MWh	146.2	22	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 1820 JK 02 KP	750/5A	0.001kWh	Sikalinja	0.15 kWh	146.2	21	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
	*SM 1810 JK 02 MP	500/5A	0.001kWh	Sikalinja	0.1kWh	146.2	19	Enermet K420iNVps, 3x230/400V, 5A, k=4610V/13004
PK 26	SM 26	3000/5A	1kWh	*26 K 293 H.248 *26 L 363 H.322 (Leik.) *26 L 364 H.322 (Leik.) *26 K 094 sähköp. *1820 P13 ja 14 *LTO 1301P01-P02 *1820 P 04 *1821P01.02	1kWh	152	373	LandisGyr, ZMD410CT21.2400S2, 3x230/400V, 5A
	*SM 1820 JK 7 KP	750/5A	0.1kWh		0.1MWh	152	374	LandisGyr, ZMD410CT21.2400S2, 3x230/400V, 5A

## LIITE 4

## Muuntamon 3 mittaritiedot

Sähkö-Keskus	Energiamittarin Tunnus	Muuntosuhde	Mittarin pulssi	Palvelualue	Kerroin Laskentaan	VAK	PTSIF	Mittarin tyyppi
<b>MUUNTAMO 3 (Puistomuuntamo)</b>								
PK 31L Lämpökeskus	SM 3	1500/5A	0.001kWh	(Puistomuuntamo) Autonpesuhalli	0.0003 MWh	422	119	Enermet K420INVps, 3x230/400V, 5A, k=4610/V13004
	*SM SVK4 (SysteM3:Ita tai PK24:Ita)	1000/5A	0.02 kWh	SVK4CU01	0.004 MWh	402	358	ISKRA MT171-T1A41-612-KO, 3x230/400V, 5A,
	SM 31L	500/5A	1kWh	33L-PK 31L-D 31L-P 31L-I 31L-V PK 446	0.1MWh	421	97	Mitrix MxKP 116, 380/220V, 3x5A, k=4010
PK 34 Rehuvalkuais tehdas	SM 34	600/5A	1kWh	Jakokeskus 31-1 34 NK-V2 34 NK-P2	0.0012 MWh	601	103	Mitrix MxKP 116, 380/220V, 3x5A, k=4010
PK 32 Sairasteuras- tamo	SM 32	600/5A	0.001kWh	32 V 01 32 P 02 32 L 03 32 V 04 32 L 05 32 V 11 32 P 12 32 V 14 32 L 31	0.0012 MWh	7661	84	AEG C14W11-16X3FQ1D1, 3x220/380, 5A, k=A4144