

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka

Opinnäytetyö

Pekka Rintala

**MITTAUSKAAVIoidEN KÄYTTÖ JAKOKESKUSSUUNNITTELUSSA**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä

Koulutuspäällikkö, diplomi-insinööri Jarkko Lehtonen  
UTU Elec Oy, ohjaajana suunnittelun esimies  
Markus Kemikangas

Tampere 2010

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Rintala, Pekka

Mitoituskaavioiden käyttö jakokeskussuunnittelussa

Tutkintotyö

40 sivua + 10 liitesivua

Työn ohjaaja

Koulutuspäällikkö, diplomi-insinööri Jarkko Lehtonen

Työn teettäjä

UTU Elec Oy, ohjaajana suunnittelun esimies

Markus Kemikangas

Huhtikuu 2010

Hakusanat

mittauskaavio, sähkökeskus, piirikaavio

### TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli UTU Elec Oy:n käytössä olevien mittauskaavioiden päivitys nykyajan tarpeita vastaaviksi ottaen huomioon eri alueiden energialaitosten tarpeet ja käytössä olevat laitteet. Piirikaaviokuvista tuli laatia mahdollisimman selkeitä ja helpopolukuisia. Piirto-ohjelmana käytettiin CADS Planneria, jossa on UTU:n tarpeisiin räätälöity keskuslayout-sovellus. Lisäksi keskussuunnittelun yhteyteen CADSiin laadittiin ohjelma K-kielellä helpottamaan suunnittelijoiden työtä.

Eri alueiden energialaitoksilla on käytössä eri valmistajan kWh-mittareita ja verkkokäskylaitteita. Lisäksi yhdistelmämittarin käyttö on yleistynyt. Kyselylomakkeen avulla selvitettiin Suomen suurimpien energialaitosten mittauskäytäntöjä. Kyselyllä kartoitettiin, minkälaisiin toimenpiteisiin esim. vakiokeskustuotannon tulisi tulevaisuudessa mahdollisesti varautua.

Työn teoriaosassa käsitellään erilaisia mittareita ja niiden toimintaperiaatteita, tiedonsiirtoa ja piirikaavioiden laadintaa. Työn loppupuolella tarkastellaan kyselyn tuloksia. Liitteissä on esitettyä joitakin esimerkkejä piirtämistäni piirikaavioista.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Electric Power Engineering

Rintala, Pekka

Using Measurement Diagrams in the Planning of Electric Centers

Engineering Thesis

40 pages + 10 appendices

Thesis Supervisor

Head of Electrical Engineering Programme, Master of Science  
Jarkko Lehtonen

Commissioning Company

UTU Elec Oy, Supervisor Design Manager  
Markus Kemikangas

April 2010

Keywords

electrical center, circuit diagram, measurement diagram

## ABSTRACT

The subject of this thesis was updating the circuit diagrams which UTU Elec Oy uses in their electrical center planning. In the updating process the needs of different energy companies and the equipment used in the measurements had to be considered. The key point of modifying old circuit diagrams was to get them easier to read. CADS Planner was used in drawing the diagrams. Furthermore, an additional programme was composed in the CADS Planner to help the work of the designers.

Energy companies in different areas use kWh-meters that are manufactured by many different companies, and the use of combination meters has increased in the recent years. A questionnaire was used to survey how some of the largest energy companies in Finland do their measurements. The purpose of the survey was to find out what the planning of electrical centers in the future should focus on.

The theory part discusses different meters and their functions, data transfer and the drawing of circuit diagrams. The survey answers are studied at the end of the thesis. In the enclosure there are also examples of the diagrams drawn for the thesis.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	7
2	YRITYKSEN ESITTELY .....	8
3	ENERGIAMITTAUKSEN PURUSTEET .....	9
	3.1 Yksivaiheisen sähköenergian mittaus kWh-mittarilla .....	10
	3.2 Kolmivaiheisen sähköenergian mittaus kWh-mittarilla.....	11
	3.3 2-tariffi-kWh-mittarit .....	12
	3.4 Tehotariffimittari.....	12
	3.5 Kolmivaiheisen loisenergian mittaus kvarh-mittarilla .....	12
	3.6 Impulssimittarit .....	13
	3.7 Staattiset mittarit .....	13
	3.8 Käytössä olevat mittarit .....	15
4	TIEDONSIIRTOTAVAT .....	15
	4.1 Energian- ja vedenkulutuksen etäluenta (AMR).....	16
	4.2 Tiedonsiirto etäluennassa.....	18
	4.3 AMR-etäluennan hyödyntäminen .....	19
5	PIIRIKAAVIOT.....	20
	5.1 Selittävät huomautukset ja merkinnät .....	22
	5.2 Yhteysviivat .....	23
6	CADS PLANNER.....	23
	6.1 CADS Planner Electric .....	24
	6.2 CADS K-kieli.....	24
	6.2.1 K-kielen muuttujat.....	25
	6.2.2 K-kielen varatut sanat.....	25
	6.2.3 Operaattorit.....	26
7	TYÖN TAVOITTEET .....	27
8	TYÖN TOTEUTTAMINEN.....	27
	8.1 Piirikaavioiden muokkaus.....	27
	8.2 CADS K-kielillä ohjelmointi.....	30
	8.3 Kyselyn tulosten arviointi .....	33
	8.3.1 Käytössä olevat mittarit.....	33
	8.3.2 Siirtyminen yhdistelmämittareiden käyttöön .....	33
	8.3.3 Katkaistavien riviliittimien sijainti .....	34
	8.3.4 DIN-kiskoon asennettavat mittarit .....	35
	8.3.5 Mittarialusta .....	35
9	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	37
	LÄHTEET .....	38

LIITTEET

- 1 Kyselylomake
- 2 3-vaihe virtamittaus ja kWh-mittaus (Hager EC 320) -mittauskaavio
- 3 3-vaihe virtamittaus, jännitemittaus ja kompensointi -mittauskaavio
- 4 Monimittari DMK-32 -mittauskaavio
- 5 Monimittari MPR-53S ja kompensointi (3-vaihe) -mittauskaavio
- 6 Monimittari WM-3 (riviliittimin) -mittauskaavio
- 7 Monimittari WM12-96 ja kWh-mittaus (Hager EC 320) -mittauskaavio
- 8 kWh- ja kvarh-mittaus (3-napainen kahva-alusta) -mittauskaavio
- 9 kWh-mittaus tariffinohjauksella (4-napainen kahva-alusta)  
-mittauskaavio
- 10 kWh- ja kvarh-mittaus tariffinohjauksella (4-napainen kytkinvaroke)  
-mittauskaavio

LYHENTEET

AMR	Automatic Meter Reading, automaattinen mittarinluenta.
DLMS/COSEM	Device Language Message Specification / Companion Specification for Energy Metering. Rekisteriluentatekniikoiden kansainvälinen standardi jota käytetään etupäässä sähkön, kaukolämmön ja veden kulutusmittauksiin.
GPRS	General Packet RadioService, pakettikytkentäinen radioyhteys.
MVDB	Metered Value Data Base, yhteinen mittaustietokanta, johon voidaan kerätä eri protokollien mittaustietoja.
PLC	Power Line Communication, sähköverkkoa pitkin tapahtuva datansiirto.
PSTN	Public Switched Telephone Network, perinteinen puhelinlinja, kansainvälinen pakettikytkentäinen verkko, jossa on yhdistetty useita puhelinverkkoja.
SMS	Short Message Service, lyhytsanomapalvelu.
TPC/IP	Transmission Control Protocol eli Internet Protocol

## 1 JOHDANTO

Sähköenergian mittauksessa käytettävät laitteet kehittyvät kaiken aikaa. Tämä asettaa vaatimuksia myös keskusvalmistukselle. Tämän opinnäytetyön yhtenä osana oli kyselyn avulla tehtävä selvitys suurimpien energialaitosten mittauskäytännöistä. Kyselyssä selvitettiin mm. sitä, ovatko yritykset siirtymässä tai jo siirtyneet yhdistelmämittareiden käyttöön sähköenergian mittauksessa. Lisäksi selvitettiin yhtiöiden suhtautumista mittarialustakoon pienentämiseen ja DIN-mittareiden käyttöön liittyvissä asioissa. Kyselyn vastausten pyrittiin saamaan kokonaiskuva siitä, mihin keskussuunnittelussa tulisi mahdollisesti tulevaisuudessa varautua.

Tämän opinnäytetyön toisena osana oli UTU Elecin käytössä olevien mittauskaavioiden päivittäminen nykyajan tarpeita vastaaviksi. Lisäksi UTU:lle luotiin CADS Planneriin K-kielillä ohjelma keskussuunnittelun yhteyteen ohjelma, joka avaa mittauskaavion automaattisesti keskussuunnittelukuvan yhteyteen. Ohjelmaan sisällytettiin vain tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä muokatut mittauskaaviot, mutta ohjelmaa on tulevaisuudessa helppo täydentää aina tarpeiden mukaan. Tulevaisuus näyttää miten suunnittelijat ohjelmaan suhtautuvat ja haluavatko he käyttää sitä keskussuunnittelussa. Mittauskaavioiden päivityksen ja K-kielisen ohjelman tarkoituksena oli helpottaa suunnittelijoiden työtä. Päivitetyt mittauskaaviot ovat helppolukuisempia kuin ennen ja symbolit ovat nykystandardin mukaisia.

## 2 YRITYKSEN ESITTELY

Porin Sähkö- ja Telefooniliike Urho Tuominen Oy aloitti toimintansa 1. kesäkuuta 1919. Toiminta aloitettiin Porin kauppatorin varrella, osoitteessa Pohjoiskauppatori 1 sijaitsevassa puutalossa. Aluksi yritys keskittyi sähkökoneiden- ja tarvikkeiden myyntiin, josta se laajensi toimintaansa myös sähköasennuksiin ja korjaustoimintaan. Suomessa oli lama vuosina 1929 - 1933, jolloin yrityksen liikevaihto laski 50 % eli palasi alkuvuosien tasolle. Yritys kuitenkin selvisi vaikeista ajoista alusta asti saavutetun vankan markkina-aseman turvin. Laman jälkeen alkoi voimakas kasvukausi, joka kuitenkin pysähtyi sodan alettua vuonna 1939. Sodan jälkeen, vuodesta 1944 alkaen yritys on valmistanut sähkökeskuksia teollisuuden, sähköjakelun ja sähköurakoinnin tarpeisiin. Vuonna 1946 yrityksen nimeksi tuli Urho Tuominen Oy. Sähkötukkukaupassa yritys nousi selkeäksi Satakunnan alueen myyntijohtajaksi n. 50 % markkinaosuudellaan. Vuonna 2001 yhtiöitetty sähkötukkuliiketoiminta myytiin vuonna 2002.

1980-luvun lopulla aloitettiin sähkötarvikekaupan rinnalla sähköteknisten tuotteiden maahantuonti. Sähkötekninen kauppa yhtiöitettiin UTU Powel Oy:ksi vuonna 2001. Yrityksellä on toimintaa Suomen lisäksi Virossa, Latviassa ja Liettuassa. UTU Powel Oy:n tuotevalikoimaan kuuluvat tehoelektroniikan tuotteet sekä sähkökeskuskomponentit ja -kotelot. /1/, /2/

UTU Elec Oy on sähköjakelun ja sähköverkkojen solmupisteiden tuotteisiin erikoistunut yritys, joka palvelee eri asiakasryhmiä kullekin ominaisella tavalla ja kunkin tarpeista lähtien. UTU Elec Oy:n tuotteet ovat tyyppitestattuja ja varmistavat omalta osaltaan luotettavan ja turvallisen sähköjakelun.

Nykyään yrityksen tuotevalikoiman kuuluvat vakiotuotteet kerrostaloasuntoihin, rivi- ja omakotitaloihin sekä vapaa-ajan asuntoihin. Nykyään merkittävän osan liiketoiminnasta kattavat rakennusprojektien räätälöidyt keskuskeskukset. UTU on nykyään keskittynyt kahdelle toimialalle – sähkökojeistojen ja sähköverkkojen solmupisteiden tuotteisiin ja sähkötekniseen kauppaan. /3/



### 3 ENERGIAMITTAUKSEN PURUSTEET

Voltti- ja ampeerimittarin avulla voidaan mitata tasasähköteho. Tasasähköteho saadaan, kun volttimittarin ja ampeerimittarin osoitukset kerrotaan keskenään. Myös vaihtosähkön pätöteho saadaan voltti- ja ampeerimittarin avulla kuten tasasähköpiirissä, jos kuormituksena on puhtaasti resistiivinen kuorma (kuten hehkulamput ja vastukset). Jos piirissä on induktiivista kuormitusta (kuten sähkömoottoreissa ja purkauslamput) tai kapasitiivista kuormitusta (kuten kondensaattoreissa), voltti ja ampeerimittarin osoitusten tulo on silloin näennäisteho ( $S = U \cdot I$ ). Tällaisen piirin pätöteho saadaan mitattua wattimittarilla.

Yksivaiheinen sähköenergia saadaan periaatteessa selville, kun W-mittarin osoitus kerrotaan ajalla, kaavan ( $W = P \cdot t$ ) mukaisesti, kun kuormitus on vakio.

Yleisesti kuitenkin mitataan kolmivaiheisen kuormituksen sähköenergiaa. Silloin voidaan käyttää seuraavia kaavoja pätöenergian ( $W_P$ ), loisenergian ( $W_Q$ ) ja näennäisenergian ( $W_S$ ) laskemiseen tehojen ja ajan avulla.

Pätöenergia ( $W_P$ )

$$W_P = P \cdot t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot t \quad [W_P] = 1 \text{ Ws, käytännössä } 1 \text{ kWh}$$

Loisenergia ( $W_Q$ )

$$W_Q = Q \cdot t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot t \quad [W_Q] = 1 \text{ vars, käytännössä } 1 \text{ kvarh}$$

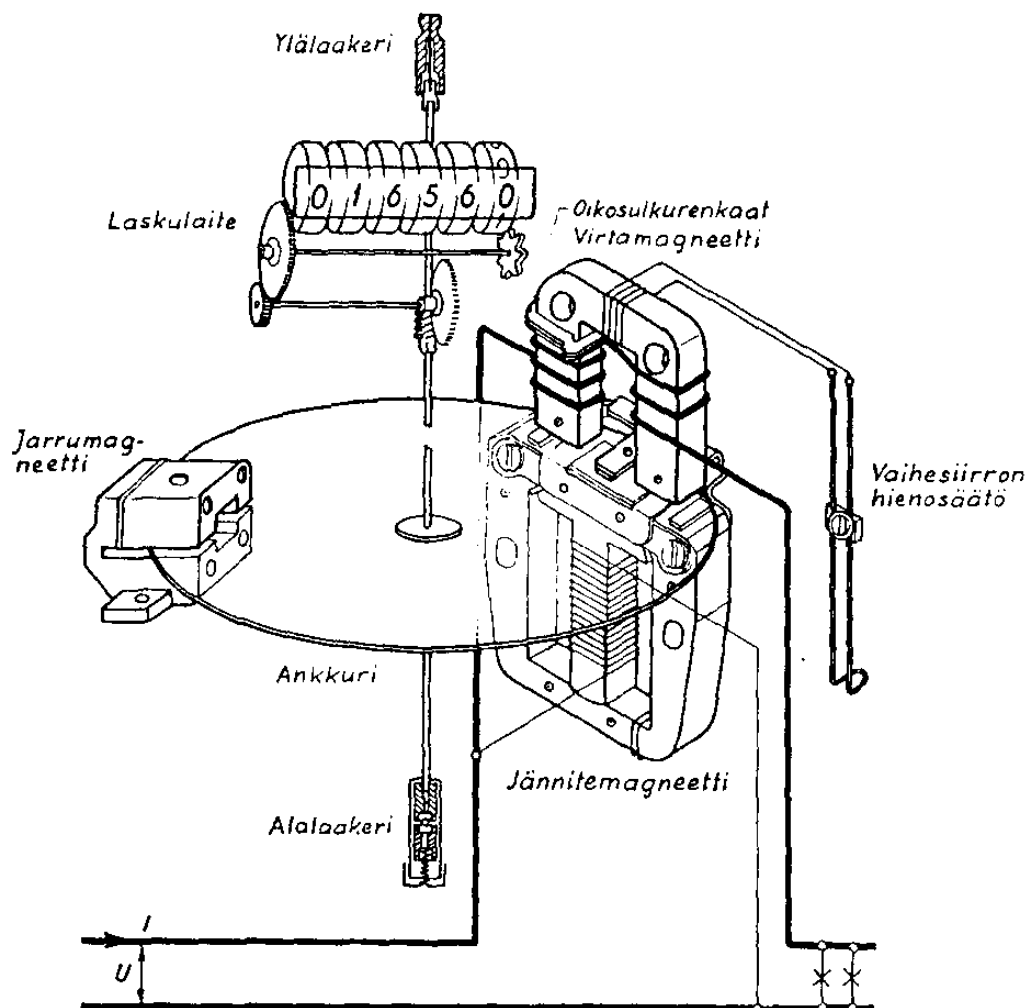
Näennäisenergia ( $W_S$ )

$$W_S = S \cdot t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot t \quad [W_S] = 1 \text{ VAs, käytännössä } 1 \text{ kVAh}$$

Käytännössä pätö-, lois- ja näennäisenergian mittaukset tehdään energiamittareilla yksitai kolmivaiheisena, useimmiten kolmivaiheisena. /4/

### 3.1 Yksivaiheisen sähköenergian mittaus kWh-mittarilla

Seuraavassa on esitetty yksivaiheisen sähköenergian mittauksen toimintaperiaate perinteisellä induktioperiaatteella toimivalla kWh-mittarilla. Kun induktiomittarista jätetään vastajouset pois, saadaan mittarin alumiinikiekko pyörimään moottorin tavoin, kun mittarin jännite- ja virtakäämeissä kulkee virta. Pyörimisnopeus on verrannollinen jännitteeseen ja kulutettuun virtaan. Kulutettu sähköenergia tallentuu laskulaitteeseen välitysrattaiden avulla. /4/

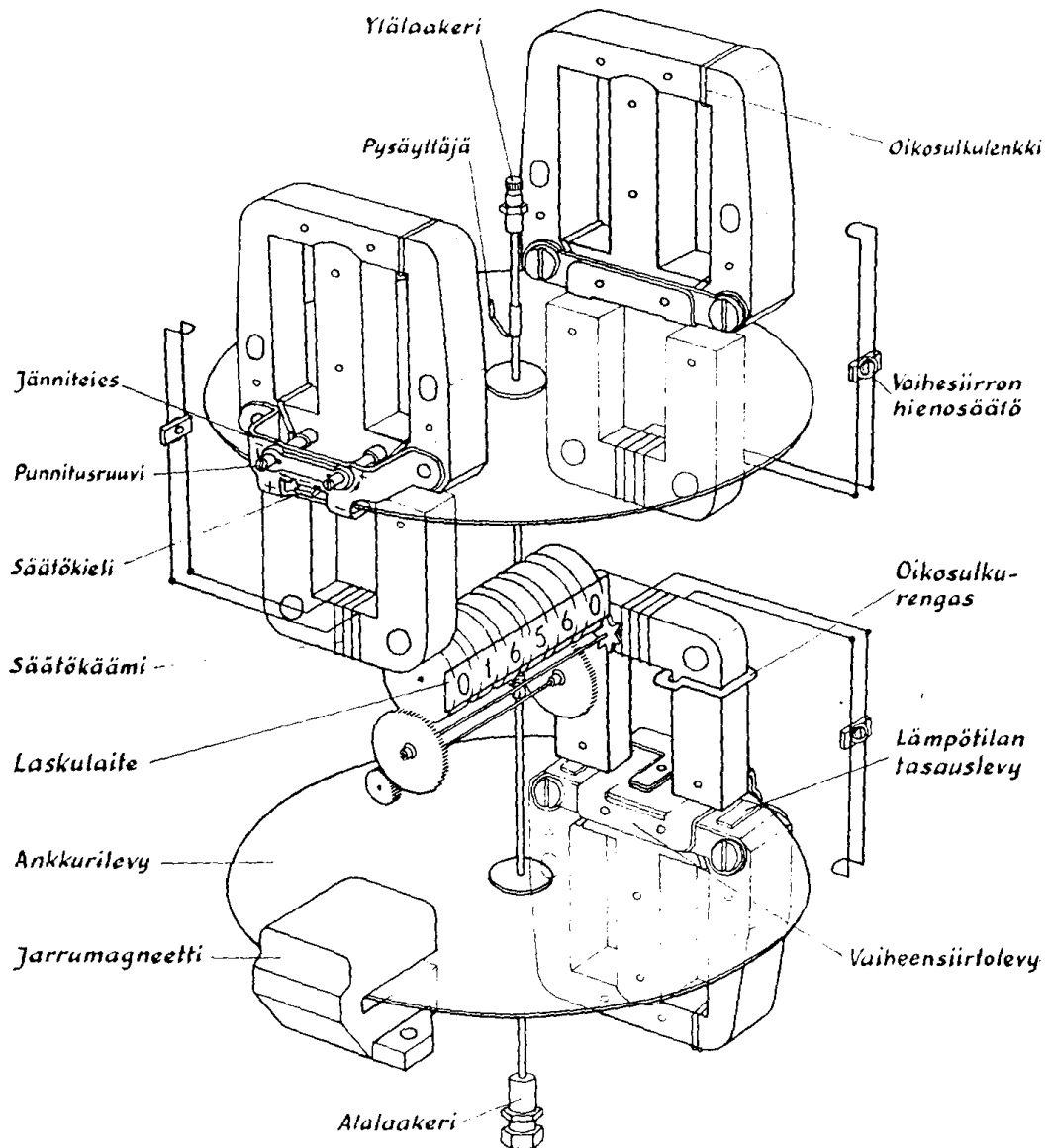


Kuva 1. Induktioperiaatteella toimiva 1-vaiheinen kWh-mittari /4/

### 3.2 Kolmivaiheisen sähköenergian mittaus kWh-mittarilla

Kolmivaiheista sähköenergiaa on perinteisesti mitattu induktioperiaatteeseen pohjautuvalla kWh-mittarilla. Mittari voi olla kaksikoneistoinen, jolloin kuormassa ei saa olla nollajohdinta, tai kolmikoneistoinen, jolloin kuormassa voi olla nollajohdin. Toiminta on samanlainen, kuin 1-vaiheisissakin kWh-mittareissa, jotka toimivat induktioperiaatteella. Koneistoja on tällöin vain kaksi tai kolme yhden sijasta ja laskulaitteen osoitus on koneistojen vääntöjen summa. Virtamuuntajaliityntää käytetään suurilla kuormitusvirroilla ja jännitemuuntajaliityntää vakiosta poikkeavilla jännitteillä.

/4/



Kuva 2. 3-vaiheisen kWh-mittarin periaatteellinen rakenne /4/

### 3.3 2-tariffi-kWh-mittarit

Kaksoistariffimittareilla voidaan mitata erikseen kahta eri sähkötariffin kulutusta, esim. päivä sähköön ja halvemmän yö sähköön kulutusta. Mittarin kellokoneisto kytkee aamulla kalliimmalle päivä sähkölle ja illalla halvemmalle yö sähkölle. Tällainen laskutustapa käy siellä, missä öiseen aikaan on tarjolla riittävästi sähköenergiaa. Mittarit ovat kaksi- tai kolmikoneistoisia ja ne kytketään sähköverkkoon suoraan tai muuntajien välityksellä. /4/

### 3.4 Tehotariffimittari

Tehotariffimittari mittaa sähköenergian kulutuksen lisäksi myös keskitehon toistuvasti määrätyn pituisina (esim. 15 min.) ajanjaksoina. Suurin tällainen keskiteholukema jää muistiin ja se voidaan lukea ns. huippulaite. Huippulaite on yleensä elektroninen. Mittari voi toimia induktioperiaatteella (tai staattisella) ja se voi olla valmistettu pätötehon (kWh) tai loistehon (kvarh) mittaukseen. Mittareissa voi olla lisävarusteena taaksepöörinänesto. Tehotariffimittareita käytetään lähinnä sähköön suurkuluttajien energian mittaukseen. /4/

### 3.5 Kolmivaiheisen loisenergian mittaus kvarh-mittarilla

Kolmivaiheinen loisenergia saadaan mitatuksi kvarh-mittarin avulla. Mittarit voivat olla kaksi- tai kolmikoneistoisia, induktioperiaatteella toimivia ja niiden kytkentäperiaatteet ovat samankaltaiset kuin loistehon mittauksissa. Kytkentä sähköverkkoon tapahtuu joko suoraan tai muuntajien välityksellä. /4/

### 3.6 Impulssimittarit

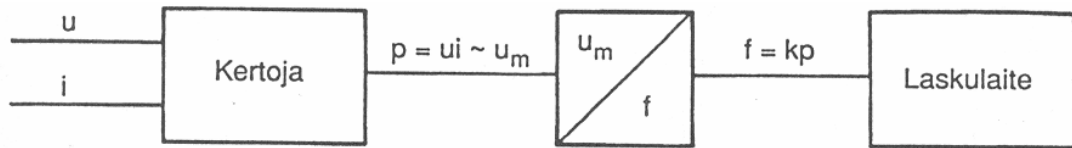
Impulssimittareilla voidaan mitata pätöenergiaa (kWh) ja loisenergiaa (kvarh). Impulssimittaria käytetään sähköenergian kaukomittausanturina syöttämään kulutustiedot keskiteholeimaajalle tai suoraan tietokoneelle. Niistä saadaan edelleen tiedot laskutusta ja tilastointia varten. Mittari koostuu perusmittarista ja impulssilaitteesta, jonka antamien impulssien lukumäärä on verrannollinen kulutettuun energiaan. /4/

### 3.7 Staattiset mittarit

Nykyään asennettavat energiankulutuksen mittarit ovat lähes poikkeuksetta staattisia. Ne mittaavat elektronisesti, eikä mittaus perustu liikkeeseen kuten induktiomittareissa. Mittakomponentit tuottavat mittapulssia, joka vastaa kulutetun energian mittayksikköä. Yleensä yksi pulssi vastaa yhtä kilowattituntia. Monet mittarit on varustettu myös pulssilähdöllä, joka mahdollistaa mittaustietojen keräämisen eri mittareilta ja lukemisen keskitetysti.

Perinteisiin induktioperiaatteella toimiviin mittareihin verrattuna staattisten mittareiden etuna on mm. parempi tarkkuus, monipuolisuus sekä halvempi valmistus- ja hankintahinta. Staattinen mittari ei myöskään sisällä kuluvia osia, joten se on lähes huoltovapaa. Lämpötilan, taajuuden ja jänniteenvaihtelut eivät aiheuta muutoksia staattisen mittarin mittaustarkkuuteen, toisin kuin induktiomittareilla.

Staattisen mittarin mittayksikkö koostuu ylijännitesuojalla varustetusta jännitteen mittausspiiristä ja virtamuuntajat sisältävästä virtamittausspiiristä. /5/



Kuva 3. Staattisen mittarin toimintaperiaate. /5/

Mittayksiköltä mitatut tiedot siirtyvät laskentaa varten suunniteltuun puolijohdepiiriin eli kertojaan. Kertojassa muodostetaan jännitteen ja virran hetkellisarvojen tuloon ( $ui$ ) verrannollinen jännite ( $u_m$ ). Energian mittaamiseksi muodostetaan tehon aikaintegraali. Tätä varten jännite  $u_m$  muutetaan pulssitaajuiseksi jännitetaajuusmuuttimella. Kukin pulssi edustaa tiettyä energiaa. Laskemalla pulssien lukumäärä saadaan laskenta-aikana kulutettu energia. Lasketut pulssit siirretään mittarin tarkkailuindikaattorille ja laskulaitteelle. Mittarin pulssilähdöt voivat olla potentiaalivapaita pulssilähtöjä, jotka on toteutettu galvaanisesti erotetuilla reed-releillä tai transistori-pulssilähtöjä, jotka on toteutettu NPN-transistoreilla (tarkoitettu alle 10 m:n tiedonsiirtoon). /4/, /5/



Kuva 4. Staattinen kWh-mittari Enermet E600 /6/

### 3.8 Käytössä olevat mittarit

Energiamarkkinaviraston vuonna 2004 tekemän selvityksen perusteella noin puolella yli 3 x 63 ampeerin pienjänniteverkon käyttöpaikoista on ollut asennettuna tuntimittari. Tuntimittauksen puuttuminen voi joidenkin asiakkaiden kannalta olla este sähkönhankinnan kilpailuttamiselle. Tuntienergioita rekisteröivällä mittarilla ja kaukoluvun tiedonsiirrolla on kuitenkin omat kustannuksensa, eikä kilpailuttamisen mahdollisesti tuoma rahallinen hyöty kaikissa tapauksissa välttämättä riitä näiden lisäkustannusten kattamiseen. Toisaalta kymmenien tuhansien toimivien mittareiden vaihtaminen ja kaukoluennan toteuttaminen tasapuolisuuden vuoksi ei välttämättä sekään ole sähkökäyttäjän kokonaisedun mukaista. Energiamarkkinaviraston sähkömyyjille tekemän kyselyn mukaan yli 60 % myyjistä oli eri mieltä väittämästä, että verkonhaltijat eivät asenna uusia tuntimittareita myyjän kannalta kiinnostaviin kohteisiin. Vain yhden vastaajan mukaan se on merkittävä este markkinoiden toimivuudelle, tosin n. 20 % vastaajista ei osannut sanoa mielipidettä asiasta. /7/

Sähköenergian laskutuksessa voidaan käyttää monia eri laskutusperusteita. Laskutuksen perusteena voi olla mm.

- tuntimittaus
- yö- ja päivä sähkötariffit
- kausisähkötariffi.

## 4 TIEDONSIIRTOTAVAT

Erityisesti 3 x 63 ampeerin käyttöpaikoissa tiedonsiirtotekniikalla on vaikutusta kilpailun toimivuuteen. Verkonhaltija määrää tiedonsiirtotavan, jolla mittaus tieto siirtyy kaukoluettavalta mittauspääteeltä verkonhaltijan järjestelmään. Kaukoluenta voidaan toteuttaa monella eri tavalla käyttäen puhelin-, gsm-, sähkö-, radio- tai tietoverkkoa.

Sähkömarkkina-asetuksen 7 §:n mukaan jakeluverkonhaltijan tulee järjestää sähkökulutuksen mittaus siten, että siitä aiheutuvat kustannuksen sähkökäyttäjille ja myyjille ovat mahdollisimman pienet. Käytännössä ei kuitenkaan aina voida käyttää

asiakkaalle halvinta tiedonsiirtotapaa kaukoluentajärjestelmän teknisten ominaisuuksien takia.

Verkonhaltijoiden tulisi pyrkiä valitsemaan sellaiset kaukoluentajärjestelmät, tai laajentamaan olemassa olevia järjestelmiä niin, että vaihtoehtoisten tiedonsiirtotapojen käyttö olisi mahdollista.

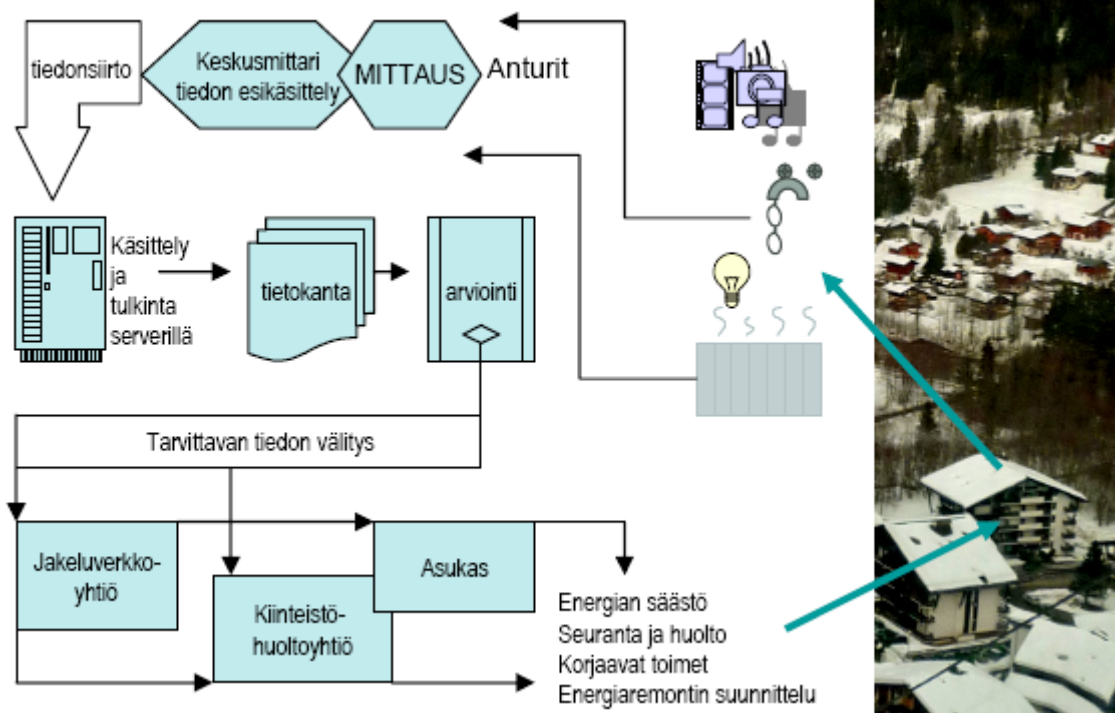
Kaukoluennan kulutustiedon mittaaminen, rekisteröinti ja luenta on useimmiten toteutettu saman järjestelmätoimittajan tarjoamilla laitteistoilla ja kulutustiedon käsittelyyn soveltuvalla ohjelmistolla. Markkinoilla on useita eri toimittajia ja paljon eri mittarimalleja. Osa mittarimalleista on yhteensopivia myös muiden toimittajien luentajärjestelmien kanssa. /7/

#### 4.1 Energian- ja vedenkulutuksen etäluenta (AMR)

Energiayhtiöt asentavat kotitalouksiin uuden sukupolven etäluettavia sähkömittareita. Energia- ja vesimittarit luetaan automaattisena mittarinluentana (AMR). Etäluennassa mittaustiedot siirtyvät suoraan tietojärjestelmiin ilman käyntiä kulutuspaikalla. Etäluenta mahdollistaa kulutuksen lähes reaaliaikaisen seurannan ja todelliseen kulutukseen perustuvan laskutuksen. Lisäksi uusi mittaus- ja tiedonsiirtotekniikka tarjoaa asukkaille, taloyhtiöille ja kiinteistöpalvelujen yrityksille uusia seuranta-, hälytys- ja ohjauspalveluja.

AMR-järjestelmään kuuluu huoneistoon tai rakennukseen sijoitettu energiamittari, tiedon tallennusyksikkö eli keruulaite ja kaukolukupääte. Energian- ja vedenkulutuksen anturit on sijoitettu sähkölinjoihin, veden jakolinjoihin tai vesijohtoihin. Rakennuksessa keruulaite voi kerätä sähkö-, kaasu- ja vesipulssit tai datan kaikista asunnon tai rakennuksen mittareista. Mittarit lähettävät pulssit keruulaitteelle esimerkiksi tunnin välein. Keruulaite puolestaan siirtää datan joka 24 tunti, yleensä yöllä kaukolukulaitteen tietokantaan. Tietokannassa dataa voidaan käsitellä halutuilla suureilla ja aikasarjoilla sekä tietoa voidaan verrata aikaisempaan kulutukseen tai muihin kohteisiin. /8/





Kuva 5. ARM-etäluennan rakenne /8/

AMR-järjestelmässä energiamittarien ja tietoa keräävän järjestelmän tietoliikenneyhteys voidaan toteuttaa monella eri tekniikalla. Tekniikat perustuvat yleensä tiedonsiirtoon GMS/ GPRS -verkon, kiinteän puhelinverkon, radiotekniikan, sähköverkon tai TPC/IP-protokollan avulla. Tekniikoita voidaan käyttää myös rinnakkain, esimerkiksi radioaalloilla mittarista keruulaitteelle ja keruulaitteelta GPRS-verkon välityksellä kaukolukupäätteelle. /8/

Energiankulutuksen tiedonsiirto perustuu yksinkertaisessa muodossa pulssien lukemiseen. Pulssiluennalla voidaan lukea vain kulutettuja energiamääriä per aikayksikkö. Monipuolisempia tietoja voidaan lukea rekisteriluentaan perustuvilla tekniikoilla. Rekisteriluentatekniikoille on kehitetty kansainvälinen DLMS/COSEM -standardi. /8/

#### 4.2 Tiedonsiirto etäluennassa

Etäluennassa luodaan yhteys asunnon energiamittarista/mittareista keskittimeen tai mittarista suoraan luentajärjestelmään. Ensimmäisessä tapauksessa keskittimeen kerätään usean mittarin tiedot ja ne siirretään luentajärjestelmään käsiteltäväksi. Jälkimmäisessä tapauksessa tieto asukkaan tai rakennuksen mittarista siirretään suoraan tietoliikenne- tai kaukoluentamoduulin tai pienjänniteverkon välityksellä luentajärjestelmään. Etäluennassa voidaan päätyä kolmeen perusratkaisuun:

- Energiamittarien data kootaan keskittimien välityksellä useista rakennuksista. Keskittimillä kerätty tieto soveltuu taajamien etäluentaan
- Energiamittarien data kootaan keruulaitteiden välityksellä rakennuskohteista. Keruulaitteita käytetään erityisesti rivi- ja kerrostalojen mittauskeskusten etäluennassa
- Energiamittarien data kootaan PSTN-linjan tai GSM-modeemin ja verkon (GSM/GPRS) välityksellä. Suora etäluenta soveltuu yksittäisten pientalojen ja haja-asutusalueiden etäluentaan.

Mittaridatan siirrossa voidaan soveltaa seuraavia tiedonsiirron tekniikoita:

Sähköverkkoa pitkin tapahtuvaa tiedonsiirtoa kutsutaan datasähköksi (PLC).

Sähköverkkoyhtiöt hyödyntävät PLC:n kaksisuuntaista tietoliikenneyhteyttä, kun ne keräävät suuria tietomääriä asiakkailta. PLC:ssä tiedonsiirto perustuu verkkotaajuuteen sisällytettyihin korkeampiin taajuuksiin. Sähköverkkoyhtiö suodattaa signaaleista rakennusten halutut taajuudet. PLC:tä käytetään yleensä pienjänniteverkossa, jossa asunnon tietoa kerätään keskittimeen, josta se luetaan edelleen esimerkiksi GPRS-yhteydellä.

GSM-verkko on digitaalinen soluverkko, jossa radiotien liikenne siirretään salatussa digitaalimuodossa. Kaukoluennan voi tehdä kolmella eri tavalla GSM-verkossa. Tiedon siirtotapoja ovat GSM-data, lyhytsanomapalvelu SMS ja pakettikytkentäinen radioyhteys GPRS. Kaukoluennassa mittauspäähän sijoitetaan GSM-modeemi tai GPRS-verkkokortti. Luenta toteutetaan pääasiassa yöllä, kun verkon käyttö on vähäistä.

Radiotekniikassa käytetään mittaustietojen siirrossa matalatehoisia radiolähettämiä ja vapaiksi määriteltyjä taajuusalueita. Radiotekniikka edellyttää yleensä keskittimien käyttöä, jossa keskittimiltä luetaan sinne GSM-, sähkö- tai puhelinverkon kautta kerätty data.

Puhelinverkon mittaustietojen siirto toteutetaan modeemien välityksellä kWh-mittarista, mittauspäätteestä tai keskittimestä. Järjestelmä vaatii PSTN-yhteyden.

Tietoliikenneverkossa mittauspisteeseen asennetaan verkkokortti, jonka välityksellä mittarin kaukoluenta toteutetaan tietoliikenneverkon välityksellä. TCP/IP-protokolla edellyttää mittauspisteessä IP-osoitetta. Tietoliikenneverkossa kaksi tai useampi tietotokonetta on yhdistetty toisiinsa ja ne vaihtavat tietoja keskenään. /8/

#### 4.3 AMR-etäluennan hyödyntäminen

Mittarien valmistajat käyttävät usein omia ja suljettuja mittarien lukuprotokollia. Tämän takia joudutaan monissa tapauksissa käyttämään rinnakkaisia mittarin lukujärjestelmiä, joista kerätään tiedot yhteiseen mittaustietokantaan MVDB:hen. Tietoja siirretään edelleen mittaustietokannasta osapuolille, kuten käyttäjät ja kiinteistöpalveluyritykset. Siksi mittaustiedon tunnisteet ja muut ominaisuudet tulee sopia energia- / lämmönmyyjän ja asiakkaan kanssa. Jakeluverkkoyhtiöt omistavat mittaustilat, ja ne vastaavat laitteiden toimivuudesta. Sen sijaan asukkaat omistavat oikeusasiamiehen tulkinnan mukaan mittaustiedon.

Rakennuksen omistaja tai asukas voi hyödyntää mittaritietoa eri tavoilla. Esimerkiksi energian- tai lämmönmyyjä voi välittää asukkaalle valmiiksi analysoidua tietoa energiankulutuksesta ja siihen liittyvistä asioista. Asukas lukee käsiteltyä kulutustietoa esimerkiksi Internetin välityksellä. Tieto voi olla vuosikulutustietoa, vertailutietoa omaan kulutukseen ja vertailutietoa muiden samantyyppisten asuntojen kulutukseen. Asukas voi täten seurata energiankulutustaan.

Mittarit voidaan lukea asiakkaan haluamalla ajanjaksolla esimerkiksi kerran kuussa, kerran päivässä tai kerran tunnissa. Luenta voidaan suorittaa manuaalisella haulalla tai automaattisesti ohjelmalla. Mittarit on usein varustettu kaksisuuntaisella tiedonsiirrolla, lisäksi ohjelmistojen ja parametrien päivittäminen tietoliikenneyhteyden yli on mahdollista. Mittarien tuntimittaustoiminto ja tallennusrekisterit on yleensä mitoitettu vähintään kahdelle eri tariffille. Tuntimittaustietoja voidaan myös säilyttää vähintään kuukauden, useimmiten yli vuoden ajan. Näin estetään mittaustietojen katoaminen mahdollisen tietoliikennekatkoksen aikana.

Energiamittarien ominaisuuksia voidaan tarvittaessa päivittää uusilla ohjelmistoilla. Päivityksellä saadaan uusia toimintoja, eikä mittaria tarvitse vaihtaa. Esimerkiksi mittarien lähtöjä ja tuloja voidaan vaihtaa vaihtamalla ohjelmistoja siten, että sama fyysinen lähtö tai tulo voi toimia joko analogia-, digitaali- tai pulssilähtönä ja -tulona. Kun mittari otetaan käyttöön, ei tarvitse tietää, minkälaisia liitäntöjä tarvitaan, riittää että liitäntöjä on tarpeeksi.

/8/

## 5 PIIRIKAAVIOT

Piirikaavio on kaavio, joka esittää järjestelmän, osajärjestelmän, asennuksen, osan, laitteen, ohjelman jne. piirit toteutettuina. Siinä esitetään osat ja liitännät piirrosmerkeillä, jotka on järjestetty esittämään toiminnat ottamatta välttämättä huomioon yksiköiden fyysistä kokoa, muotoa ja sijaintia.

Piirikaavion on esitettävä toteutuksen yksityiskohdat, mutta sen ei tarvitse ottaa huomioon muodostettavien yksiköiden todellista kokoa, muotoa tai sijaintia. Sen on esitettävä välttämätön tieto, joka on tarpeen

- piirin toiminnan ymmärtämiseksi
- liitäntädokumenttien laatimiseksi
- testaamista ja virheiden paikantamista varten
- asennukseen, kunnossapitoon ja koulutukseen.

Piirikaavio on sähköpiirustuksien perusdokumentti. Paitsi, että piirikaavio toimii itsenäisenä sähköpiirustuksena, se on useiden muiden sähköpiirustuksien lähtökohtana (mm. liitântäkaaviot ja kaapeliluettelot). Piirikaavioon on sisällyttävä

- piirin komponentteja tai toimintoja esittävät piirrosmerkit
- näiden komponenttien tai toimintojen keskeisten liitântöjen esittäminen
- yksikkötunnukset
- liitintunnukset
- loogisiin signaaleihin sovellettavat signaalitason sopimukset
- tieto, joka on tarpeen kulkureitin ja piirien seuraamiseen (signaalin tunnukset ja sijaintiviitteet)
- lisätieto, jota tarvitaan toimintojen ymmärtämiseksi.

Tärkein näkökohta piirikaaviota laadittaessa on piirin osien tarkoituksenmukainen sijoittelu. Piiriviivat piirretään mahdollisimman suoriksi tarpeettomia risteämiä ja mutkia välttäen. Piirit on mahdollisuuksien mukaan esitettävä siten, että toimintajärjestys ja signaalin etenemissuunta on vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas.

Piirikaavioiden piirtämiseen käytetään lähes poikkeuksetta tietokoneavusteista suunnittelu- ja piirto-ohjelmaa. Nykyisin käytössä olevat ohjelmistot ovat helppokäyttöisiä ja monipuolisia. Suunnitteluohjelmistolla pystytään helposti muokkaamaan piirikaaviota myöhemmin. Myös kuvien lähetys on helppoa, kun kuvat ovat sähköisessä muodossa, eivätkä paperisina tulosteina kuten ennen. Standardi määrittelee piirikaavioissa käytettävät piirrosmerkit.

Sähköpiirustuksissa kojeita, laitteita, johtimia yms. kuvataan piirrosmerkeillä, joiden muoto ei yleensä vastaa kohteen todellista geometriaa. Tämä johtuu monista syistä. Piirtäminen on helpompaa, kun muodot noudattavat yksinkertaista geometriaa. Samasta syystä piirustuksen ulkonäkö on selvempi ja sen lukeminen helpompaa kuin jos käytettäisiin kappaleiden todellisia muotoja noudattavaa geometriaa. Lisäksi on huomattava, että monien toimilaitteiden ulkonäkö vaihtelee huomattavasti, vaikka sähköinen toimintaperiaate on kaikissa samanlainen (esim. kytkimet ja erilaiset vastukset).

Piirrosmerkit esitetään standardista toisiinsa sopivassa suhteessa olevassa koossa, jota voidaan kuitenkin vaihdella piirustuksen ja sovelluksen mukaan, esim. tehomuuntajista ja mittamuuntajista käytetään usein eri piirrosmerkkikokoa. Myös tarkennusmerkinä käytetään pienennettyä kokoa. Yksittäisten piirrosmerkkien mittasuhteet säilytetään merkkiä pienennettäessä tai suurennettaessa.

Yleispiirteenä piirrosmerkkien kehityksessä on se, että ne pelkistyvät noudattamaan yhä yksinkertaisempia geometrisia peruselementtejä. Piirrosmerkit voivat esittää toimintoja, komponentteja ja laitteita, tai toimintojen tai komponenttien ja laitteiden yhdistelmiä.

Piirrosmerkki on kuvio, merkki tai niiden yhdistelmä, jota käytetään kaavioissa, piirustuksissa ja vastaavissa asiakirjoissa kuvaamaan yksikköä tai käsitettä. Monet piirrosmerkit on suunniteltu signaalin kulkusuunnalle vasemmalta oikealle. Tämä periaate olisi hyvä säilyttää kaikissa kaaviossa, mikäli se vain on mahdollista. Joissakin tapauksissa on tarpeellista poiketa piirrosmerkkien perusasennosta. Sen vuoksi piirrosmerkkejä voidaan kääntää tai esittää peilikuvanaan, ellei niiden merkitys muutu.

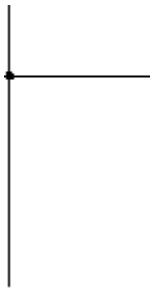
/9/

## 5.1 Selittävät huomautukset ja merkinnät

Selittäviä huomautuksia tulisi käyttää, kun tarkoitusta ei voida ilmaista muilla keinoilla. Ne olisi sijoitettava lähelle paikkaa, jota ne koskevat tai huomautukseen olisi tehtävä viittaus, joka on sijoitettu piirustuslehden reunan lähelle. Useampilehtisissä dokumenteissa kaikkien yleisluontoisten viittausten olisi oltava lehdellä 1. /9/

## 5.2 Yhteysviivat

Muissa kuin pelkästään sijainnin mukaisen esitystavan kaavioissa on yhteysviivojen oltava suoria mahdollisimman vähillä mutkilla ja risteyksillä. Yhteysviivat on järjestettävä vaak- tai pystysuoraan paitsi sellaisissa tapauksissa, joissa vinot viivat parantavat kaavion selkeyttä, esim. kun komponentit on sijoitettu symmetrisesti tai kun vaihejärjestystä on muutettu. Yhdysviivojen haaroittumiset olisi esitettävä, mikäli mahdollista t-haaroitusta. Lisäksi on suositeltavaa käyttää kytkentäpisteen piirrosmerkkiä viivojen yhtymäkohdassa. /9/



Kuva 6. Johtimen haara

## 6 CADS PLANNER

Kymdata on suomalainen vuonna 1979 perustettu CAD-ohjelmistotalo, joka on kehittänyt toimialakohtaisia CADS Planner-ohjelmistoja yli 20 vuotta. Yritys tekee ohjelmistojen kehitystyötä yhdessä käyttäjien, laitevalmistajien, oppilaitosten sekä alan muiden toimijoiden kanssa. CADS Planner tuotteet ovat markkinajohtajia Suomessa sähkö- ja lvi-suunnittelutoimistoissa sekä sähköurakointiyrityksissä. /10/

## 6.1 CADS Planner Electric

CADS Planner Electric kattaa sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeet: rakennussähköistys, teollisuussähkö ja -automaatio sekä keskusten layout-suunnittelu. Electric-ohjelmistolla voi tehdä sähkösuunnitelmat todellisilla tuotetiedoilla niin halutessaan. Ohjelma sisältää laajan valikoiman tunnettujen laitevalmistajien tuotetietoja. /11/

CADS Planner Electric on käytössä lähes kaikissa sähkö- ja automaatioalan koulutusta antavissa ammattikorkeakouluissa ja teknillisissä yliopistoissa.

### Käyttäjät

- Urakoitsijat
- Keskusvalmistajat
- Suunnittelutoimistot
- Energialaitokset
- Valmistava teollisuus
- Teollisuuden kunnossapito

UTU:n käytössä on CADS Planner Electric -suunnitteluohjelmisto, jossa on yrityksen tarpeita vastaavaksi räätälöity keskuskaaviosovellus. Ohjelma sisältää standardin mukaiset sähköpiirrosmerkit piirikaavioiden piirtoon. /12/

Tämän opinnäytetyön tekemisessä käytettiin CADS Planner Electricin piirikaaviosovellusta, josta löytyy kattava valikoima mittauskaavioiden piirtoon tarvittavia symboleja.

## 6.2 CADS K-kieli

K on ohjelmointikielenä CADS Plannerissa versiosta 6.0 alkaen. K-ohjelmointikieli on rakenteisen koneenläheisen ja tehtävänläheisen kielen välimaastoon sijoittuva ohjelmointikieli. Se ei ole rakenteinen, koska K-ohjelmassa ei ole yhtään funktiota, jolla



päästäisiin suoraan koneen muistiin käsiksi eikä se käsittele dataa akkujen eikä rekistereiden avulla.

K-kieli ei ole varsinaisesti tehtävänläheinen, koska se ei ole erityisen älykäs kieli, vaan jokaisen ohjelmoijan täytyy itse rakentaa sen äly. K:sta tosin löytyy piirteitä, jotka siirtävät sitä tehtävän läheisempään suuntaan. Näitä ovat mm. suora liityntä CADSiin, funktio pisteiden lukemista varten, geometriset funktiot, kuvatietokantaliityntä jne. Pääasiassa K tarjoaa vain työkalut, joilla sovelluksia voidaan rakentaa. Ulkoasultaan K muistuttaa ehkä eniten jotakin pseudokieltä, koska siihen on poimittu piirteitä monista eri ohjelmointikielistä tarkoituksella, helppokäyttöisyyden nimissä. /13/

#### 6.2.1 K-kielen muuttujat

Muuttujat ovat nimettyjä muistipaikkoja, joihin voidaan tallettaa niiden tyyppin mukaisia arvoja ja joita voidaan vertailla keskenään tai vakioita vastaan. Kaikki muuttujat on ennen käyttöä määriteltävä. Määrittelemättömistä muuttujista kääntäjä tulostaa virheilmoituksen. Kaikki muuttujat voivat esiintyä taulukkotyyppinä. /13/

#### 6.2.2 K-kielen varatut sanat

Varatut sanat ovat sanoja, joilla on K-kääntäjän kannalta jokin erityinen merkitys. Niitä voidaan käyttää vain niiden määritellyllä tavalla. Vaikka tässä esitellään varatut sanat isoilla kirjaimilla, on sama, kirjoitetaanko ne isoilla vai pienillä, koska K ei tee eroa niiden välillä.

K-kielen varatut sanat ovat seuraavat:

BEGIN, DO, ELSE, END, FOR, FUNCTION, GOTO, IF, INT, NOT, ON\_ERR,  
ON\_ESC, OR, PROCEDURE, PROGRAM, REAL, REPEAT, STEP, STOP, STRING,  
THEN, TO, UNTIL, WHILE

Varattuja sanoja ei voi määritellä uudestaan, sillä ne viittaavat eri funktioihin ja lauseisiin. Lisäksi K:n sisäiset aliohjelmat (proseduurit) ja funktiot ovat nimiä, joita ei voi käyttää omiin tarkoituksiin. Varatut sanat koodissa esiintyessään saattavat aiheuttaa virheilmoituksia, mikäli niitä käytetään virheellisesti. /13/

### 6.2.3 Operaattorit

K:n operaattoreilla käsitellään yhtä tai kahta operandia. Operaattoreita ovat aritmeettiset operaattorit, merkkijono-operaattorit, vertailuoperaattorit sekä loogiset ja bittioperaattorit.

Bittioperaattoreita K-kielessä ovat AND, OR, XOR ja NOT Näiden parametrien tulee olla kokonaislukuja.

Aritmeettisiä operaattoreita ovat kerto-, jako-, yhteen- ja vähennyslaskut. Laskujärjestys K-kielessä on normaali, eli kerto- ja jakolasku lasketaan ennen yhteen- ja vähennyslaskuja.

Vertailuoperaattoreita ovat pienempi kuin, suurempi kuin, pienempi tai yhtä suuri kuin, suurempi tai yhtä suuri kuin, yhtä suuri kuin ja eri suuri kuin. K-kielellä vertailuoperaattoreita käytettäessä on huomattava, että vertailtavien operandien on oltava keskenään yhteensopivaa tyyppiä: numeerisen ja merkkijonomuuttujan vertailu ei onnistu.

Loogiset operaattorit K-kielessä ovat seuraavat: looginen JA, looginen TAI ja looginen EI. Loogisilla operaattoreilla voidaan liimata useampia ehtoja yhteen, esimerkiksi rakentaa reunaehdot jonkin muuttujan arvolle tai toteuttaa rakenteita, joissa useammat kuin yhden ehdon täytyminen saa aikaan jonkin toiminnan. /13/

## 7 TYÖN TAVOITTEET

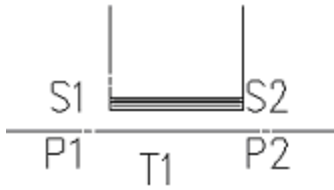
Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää UTU Elec Oy:n käytössä olevat sähkökeskusten mittauskaaviot ajan tasalle. Mittauskaavioiden piirtoon käytettiin CADS Planner -piirto-ohjelmaa. Lisäksi keskussuunnittelun yhteyteen CADS Planner:iin tehtiin ohjelma K-kielellä, jonka avulla mittauskaaviota on helppo hakea tietokannasta. Lisäksi työssä selvitettiin eri alueiden energialaitosten mittauskäytäntöjä kyselylomakkeen avulla. Kyselyn vastausten perusteella yritettiin pohtia, mihin UTU Elecillä pitää keskussuunnittelussa tulevaisuudessa varautua.

## 8 TYÖN TOTEUTTAMINEN

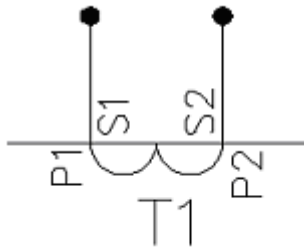
### 8.1 Piirikaavioiden muokkaus

UTU:lla on käytössään runsaasti mittauskaaviota. Tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä 45 kaaviota päivitettiin paremmin heidän tarpeitaan vastaaviksi. Piirikaaviot tuli piirtää helppolukuisemmiksi ja yrityksen tarpeita paremmin vastaaviksi. Lisäksi UTU:lla tahdottiin selvittää eri energialaitosten mittauskäytäntöjä ja suhtautumista mm. DIN-mittareihin. Muutamasta kysymyksestä laadittiin kyselylomakkeen, joka lähetettiin kymmenelle suurelle energiayhtiölle eri puolille Suomea.

CADSista löytyy erittäin kattava määrä erilaisia piirrosmerkkejä, joita käyttämällä piirikaavioista alettiin muokata toivomusten mukaisia. Joitain tiettyä mittaria esittävää symbolia ei tietenkään löydy valmiina symbolina, joten sellainen on piirrettävä itse. Kaikki UTU:lta saadut piirikaaviot olivat sähköisessä muodossa, mutta niissä oli vääränlaisia piirrosmerkkejä. Nämä piirrosmerkit tuli vaihtaa nykykäytännön mukaisiksi. Lisäksi kaavioihin tuli piirtää kaikki johdotukset, joita ei aiemmin niihin ollut piirretty. Lisäksi myös riviliittimet tuli piirtää helpompilukuisempaan muotoon. Mittareita esittävistä merkistä tuli luoda symboli, kun aiemmin mittarit oli piirretty vain viivoista ja kytkentäpisteet olivat tekstinä.



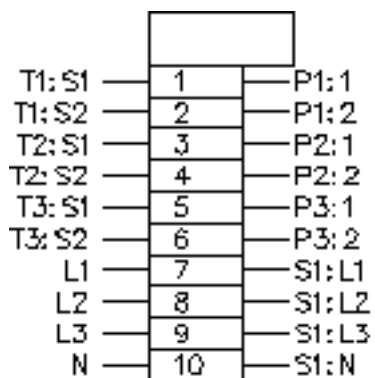
Kuva 7. Vanha virtamuuntajan piirrosmerkki



Kuva 8. Uusi virtamuuntajan piirrosmerkki

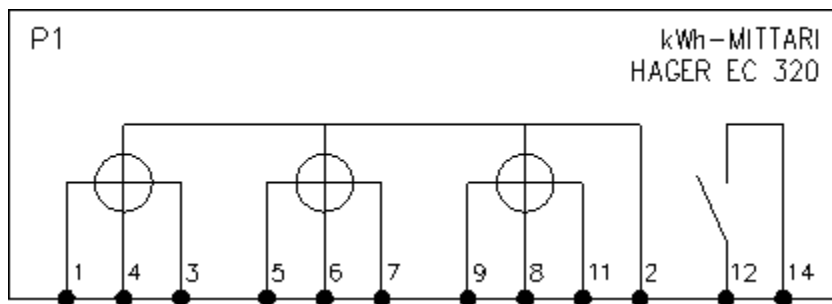
S1	T1	1	P1	1
S2	T1	2	P1	2
S1	T2	3	P2	1
S2	T2	4	P2	2
S1	T3	5	P3	1
S2	T3	6	P3	2
	L1	7	S1	L1
	L2	8	S1	L2
	L3	9	S1	L3
	N	10	S1	N

Kuva 9. Vanha riviliittimen esitystapa



Kuva 10. Uusi riviliittimen esitystapa

Itse luotu symboli koostuu samoista elementeistä, kuin CADS:ssa valmiina olevat symbolit. Itse piirretty symboli piirrettiin normaalisti viivoilla oikean muotoiseksi. Symbolin nimi lisättiin tekstinä, vaihdettavissa olevana kehoteattribuuttina mittarin tunnus ja asetettuina attribuutteina kytkentäpisteiden numerot. Tämän jälkeen piirretty symboli tallennettiin symboliksi, eikä sitä enää pystynyt muokkaamaan paitsi mittaritunnuksen attribuuttisällön osalta.



Kuva 11. Esimerkki itse luomastani symbolista (Hager EC 320 kWh-mittari)



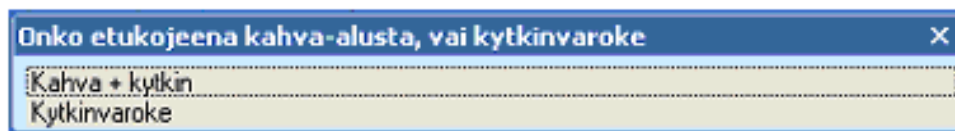
Kuva 12. Hager EC 320 kWh-mittari /14/

Monet piirikaaviot olivat hyvin samanlaisia keskenään. Muutaman yksinkertaisimman piirikaavion jälkeen pystyi jo piirrettyjä piirikaaviota muokkaamalla piirtämään aina seuraavan valmiiksi. Tämä nopeutti huomattavasti työn etenemistä. Piirrettävää oli silti vielä runsaasti, sillä yhteensä 45 piirikaavioita tuli muokata halutun laisiksi. Niiden tekemisessä vierähti hetki jos toimenkin, sillä iso osa ajasta meni CADSin käytön opetteluun.

## 8.2 CADS K-kielellä ohjelmointi

K-kielellä tehdyn ohjelman tarkoituksena oli helpottaa suunnittelijoiden työtä keskussuunnitteluun liittyen. Kun keskuksen pohja on piirretty ja siihen laitettu mittarit paikoilleen, niin ohjelma tunnistaa ja laskee kaikki keskuksen sisältyvät mittarit, kun laskenta toiminto käynnistetään.

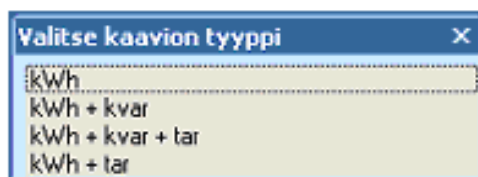
Mikäli ohjelma tunnistaa M2-mittarialustan keskukselta, ohjelmaan aukeaa valintaikkuna, josta valitaan aluksi onko etukojeena kahva-alusta vai kytkinvaroke. Tämän jälkeen valitaan etukojeen napaisuus (3- vai 4-napainen) ja seuraavasta valikosta valitaan kaavion tyyppi. Ohjelma avaa automaattisesti valitun kaavion, joka aukeaa keskuskuvan yläpuolelle.



Kuva 13. Etukojeen tyypin valinta



Kuva 14. Napaisuuden valinta



Kuva 15. Kaavion tyypin valinta.

Valmis ohjelma tunnistaa lisäksi keskuskaavioon sijoitettujen mittareiden tyyppin ja kysyy, minkälainen versio kyseisestä mittarista valitaan. Mittareiden valintaohjelmat toteutettiin samalla tavalla, kuin edellisten kuvien mukainen etukojeen valinta. Mikäli ohjelma tunnistaa esim. DMK62-mittarin tuli esiin vastaavanlainen kysymysikkuna, jossa kysyttiin onko mittauskytkennässä kompensointia vai ei ja käyttäjän tuli valita sopiva versio.

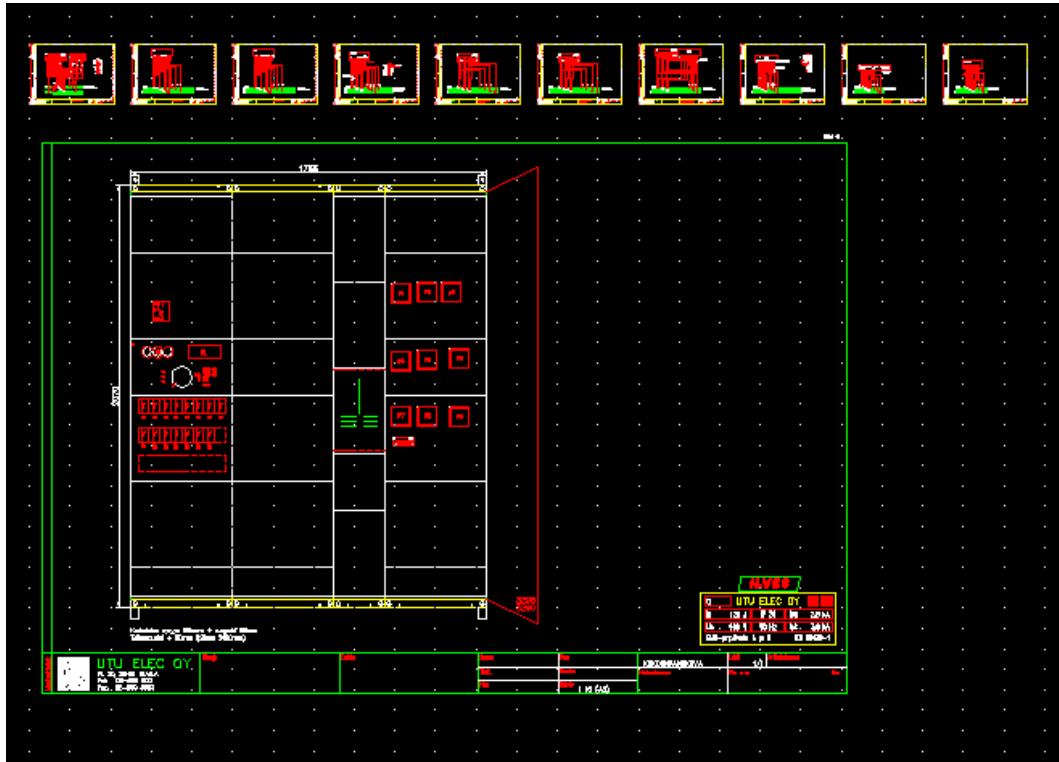


Kuva 16. Mittauskytkennän tyyppin valinta.

Kun sopiva mittauskaavio on valittu, ohjelma kysyy virtamuuntajien T1-T3 lähdön numeroa. Käyttäjä valitsee numeron. Numeron valinnan jälkeen ohjelma kysyy jännitesulakkeiden F1-F3 lähdön numeroa, jonka käyttäjä jälleen valitsee. Lopuksi ohjelma kysyy mittarin tunnusta ja käyttäjä asettaa mittarille tunnuksen. Tämän jälkeen kuva tulee näkyville keskuskaaviokuvan yläpuolelle. Kuvaan on päivitetty tiedot, jotka käyttäjä syötti. Mikäli keskuksessa on useampia mittauskytkentöjä, ohjelma toistuu jokaisen keskuksessa olevan mittarin kohdalla samalla tavalla. Kun, kaikki mittauskytkennät on käyty läpi ohjelma päivittää kuviin vielä kokonaissivumäärän.

```
Anna kaavion tyyppi: Anna virtamuuntajien T1-T3 lähdön numero: 1
Anna jännitesulakkeiden F1-F3 lähdön numero: 2
Anna mittarin tunnus: P1
```

Kuva 17. Tunnuksien kysyminen.



Kuva 18. Mittauskaaviot keskussuunnittelukuvan yhteydessä.

Ohjelmaan tehtiin haku vain niille mittauskaavioille, jotka muokattiin tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä. UTU:n käytössä on kuitenkin huomattavasti enemmän mittauskaavioita, kuin tähän ohjelmaan sisällytettiin, joten ohjelmaa on mahdollista päivittää jatkossa aina tarpeiden mukaan, siten että siitä tulisi mahdollisimman kattava ja helppokäyttöinen. Kun mahdollisimman suuri osa toiminnoista saadaan automatisoitua, eikä piirikaavioita tarvitse enää hakea manuaalisesti tiedostoista keskussuunnittelun yhteydessä, säästyy aikaa ja sitä kautta rahaa. Ohjelmaan sisällytettiin toiminto, joka avaa mittauskaavion aina edellisen kuvan viereen. Täten kaikki keskukseen sisältyvät mittauskaaviot ovat kätevästi keskuskuvan yläpuolella.

Ohjelmaa tehtiin sekä Notepad++ -ohjelmaan että Notepad:iin. Kaiken kaikkiaan ohjelmaan tuli n. 1600 ohjelmariviä.



### 8.3 Kyselyn tulosten arviointi

Tämän opinnäytetyön yhtenä osa-alueena oli kartoittaa eri verkkoyhtiöiden mittauskäytäntöjä. Energialaitoksille lähetettiin sähköisesti kyselylomake, jossa kysyttiin muutamia energianmittaukseen liittyviä kysymyksiä. Kysely lähetettiin yhteensä kymmenelle verkkoyhtiölle, joista viideltä saatiin vastaus. Kyselyn tulosten perusteella pohdittiin, mitä jakokeskussuunnittelussa tulisi mahdollisesti ottaa huomioon tulevaisuudessa.

Tässä osiossa tarkastellaan verkkoyhtiöille lähetetyn kyselyn vastauksia. Vastausten perusteella pyritään selvittämään, onko jotain yleistä suuntausta havaittavissa eri verkkoyhtiöiden vastauksissa. Koska vastauksia tuli vain viidestä yhtiöstä, ja kaikista yhtiöistä ei vastattu jokaiseen kysymykseen, oli vastausten arvioiminen ja yhteenvedon tekeminen vastauksista melko haasteellista. Joidenkin kysymysten kohdalla oli havaittavissa selkeästi yhtenäinen linja eri verkkoyhtiöiden keskuudessa, kun taas joidenkin kysymysten kohdalla eri yhtiöillä oli asiaan erilainen kanta.

#### 8.3.1 Käytössä olevat mittarit

Monilla verkkoyhtiöllä oli tällä hetkellä käytössä usean eri mittarivalmistajan erikäisiä mittareita. Mittarivalmistajista kyselyn perusteella suosituin oli Landis+Gyr. Muita tällä hetkellä käytössä olleita mittareita olivat mm. Enermet, Siemens, Iskra, Aidon, Kamstrup A/S ja Mx Electric. Mittareita uusittaessa verkkoyhtiöt olivat siirtymässä yhden mittarivalmistajan tuotteiden käyttöön.

#### 8.3.2 Siirtyminen yhdistelmämittareiden käyttöön

Yhdistelmämittareiden käyttö sähköenergian mittauksissa on yleistynyt reilusti viime vuosina. Eräässä vastanneista verkkoyhtiöistä oli siirrytty yhdistelmämittareiden käyttöön n. viisi vuotta sitten. Heillä on nykyään käytössään Landis+Gyrin laitteet.

Erään toisen energiayhtiön toimialueella yhdistelmämittareihin siirtyminen on aloitettu vuonna 2007. Heillä on tällä hetkellä asennettuna 22 000 kpl etäluettavia mittareita, ja he ovat tehneet tarjouskyselyn 68 000 mittauspisteen etäluettavista mittareista. Tällä hetkellä heillä on käytössään useiden eri laitevalmistajien mittareita, jotka tullaan korvaamaan uusilla etäluettavilla mittareilla. Yhden energiayhtiön toimialueella uusimmat mittarit ovat jo yhdistelmämittareita ja vanhoja mittareita ollaan myös vaihtamassa yhdistelmämittareiksi. Erään vastanneen energiayhtiön tavoitteena on puolestaan, että kaikki heidän mittarinsa olisivat etäluettavia vuoteen 2012 mennessä.

### 8.3.3 Katkaistavien riviliittimien sijainti

Mittaroinnin tullessa keskuksen ulkopuolelle katkaistavien riviliittimien sijaintiin liittyvästä kysymyksestä oltiin verkkoyhtiöissä eri linjoilla. Eräässä vastanneista verkkoyhtiöistä katkaistavat riviliittimet haluttiin sisälle keskuksen. Muissa vastanneissa verkkoyhtiöissä riviliittimet haluttiin 2EK-koteloon. Esimerkiksi Vantaan Energian Internet-sivuilta löytyy selkeät ohjeet asennuksiin liittyen. Yhtiön sähköliittymien suunnitteluohjeessa todetaan, että käytettäessä 2EK-koteloä verkonhaltija hankkii ja asentaa riviliittimet koteloon sisään. Muut riviliittimet hankkii ja asentaa sähköurakoitsija tai keskusvalmistaja. /15/



Kuva 19. Ensto 2EK-kotelo /16/

#### 8.3.4 DIN-kiskoon asennettavat mittarit

Kyselyssä selvitettiin myös verkkoyhtiöiden kantaa DIN -kiskoon asennettaviin mittareihin sähköenergian mittauksissa. Lisäksi selvitettiin voisivatko verkkoyhtiöt käyttää DIN-mittareita, mikäli mittareiden tarkkuusluokat olisivat riittävän hyvät. Vastauksissa oli tämän kysymyksen kohdalla runsasta hajontaa. Eräissä verkkoyhtiöissä oltiin sitä mieltä, että kyseiset mittarit eivät tule kysymykseen missään nimessä. Muissa vastanneissa verkkoyhtiöissä linja oli myönteisempi DIN-mittareiden käytölle. Yhdestä yhtiöstä vastattiin, että on epätodennäköistä, että DIN-mittareita alettaisiin käyttää. Kolmesta yhtiöstä vastaus oli myöntävä. Kaikki yhtiöt, joissa oltiin sitä mieltä, että DIN-mittareita voitaisiin alkaa käyttämään, mikäli mittareiden tarkkuusluokat ensi parantuvat. Lisäksi DIN-mittareiden pitää pystyä vastaamaan sähkömarkkinoiden vaatimuksiin. Lisäksi ne pitää hyväksyä virallisiksi laskutusmittareiksi, ennen kuin niitä voitaisiin alkaa käyttää.

#### 8.3.5 Mittarialusta

Tällä hetkellä mittauskeskuksissa käytetään standardin SFS 2529 mukaisia M2-mittausalustoja

- Tehomittauksissa 2 x M2
- 1 ja 2-aikamittauksissa 1 x M2
- Tariffinohjauslaitteissa 1 x M2.

Mittarialustat asennetaan siten, että mittariristikon keskikohta on välillä 80–180 cm hoitotasosta. Tehomittauksissa vastaava korkeus on 70–170 cm. Lisäksi 2 x M2 alustat on suositeltavaa asentaa aina epäsuorassa mittauksessa teollisuuden ja elinkeinotoiminnan alalla, sekä niissä tapauksissa, kun pääsulake on yli 100 A tariffista riippumatta. /17/

M2-ristikkoon asennettavat mittarit ovat fyysisiltä mitoiltaan yhä pienempiä. Tämä mahdollistaisi M2-ristikkokoon pienentämisen. Verkkoyhtiöille lähetetyn kyselyn vastausten perusteella ei voi sanoa selkeää kantaa mahdolliseen ristikkokoon pienentämiseen. Vastauksissa sekä pidettiin mahdollisena että oltiin pienentämistä vastaan. Argumentteina pienentämistä vastaan oli mm. se, että on olemassa paljon mittareita, jotka tarvitsevat alustakseen nimenomaan nykyisten mittojen mukaisen M2-alustan. Lisäksi todettiin, että mikäli ristikkoa pienennetään, tulee myös mittareiden fyysisten mittojen pienentyä. Myös asentajien työskentelyolosuhteisiin vedottiin, sillä asentajat joutuvat työskentelemään entistä ahtaammissa kytkentätiloissa ja ristikon pienentäminen vain vaikeuttaisi heidän työtään entisestään. Pienentämisen puolesta ei tullut oikeastaan muita perusteluja, kuin se että jos mittareiden koko pienenee, voi tällöin myös ristikkokokoko pienentyä. Kaikkiaan saamistani viidestä vastauksesta kolme oli pienentämistä vastaan ja kahdessa oltiin sitä mieltä, että ristikkokokoa voisi pienentää.

## 9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kaiken kaikkiaan työ oli erittäin opettavainen. CADS Plannerin käyttö tuli hyvin tutuksi piirikaavio-sovelluksen osalta. Lisäksi K-kielellä ohjelmointi oli erittäin opettavaista. Mittauskaavioista tuli halutunlaisia, eli ne ovat nyt ajan tasalla ja helppolukuisempia, kuin ennen.

K-kielellä tehty ohjelma ei tullut millään tapaa täydellisesti valmiiksi, mutta ohjelmaa on mahdollista täydentää tulevaisuudessa aina tarpeiden mukaan. Ohjelmaan sisällytettiin ainoastaan tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä piirretyt mittauskaaviot. Ohjelmaa voi käyttää keskussuunnittelun yhteydessä helpottamaan mittauskaavioiden hakua tiedostoista. Aika näyttää kokevatko suunnittelijat ohjelman hyödylliseksi ja haluavatko he sitä käyttää suunnitellessaan keskuksia. Mikäli, suunnittelijat eivät koe ohjelmaa hyödylliseksi ei sen päivittäminenkään ole järkevää.

Myös mittareiden toimintaperiaatteet tulivat tutummiksi tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä. Automaattinen mittarinluku ja sen hyödyntäminen tulivat myös tutuksi. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen tehtävä ja sopivan haasteellinen. Välillä tuli pienenisiä ongelmia lähinnä ohjelmoinnin kanssa, mutta niistä kuitenkin selvittiin ja työ valmistui ajallaan.

Kyselyyn vastasi vain viisi verkkoyhtiötä, joten kyselyn lopputuloksista ei voi kunnolla tehdä päätelmiä. Joihinkin kysymyksiin vastaukset olivat samansuuntaisia ja toisten kysymysten kohdalla vastaukset olivat hyvinkin poikkeavia keskenään.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

- 4 Lindeman, Keijo – Sahinoja, Tapio, Sähkämittaustekniikan perusteet WSOY 2000 Porvoo
- 5 Wallin, Pekka, Sähkämittaustekniikan perusteet. Otatieto Oy, Helsinki 1998
- 9 Pere Aimo, Sähkopiirustus, Kirpe Oy, 1998

### Sähköiset lähteet

- 1 UTU Elec Oy Vuosikalenteri 2009 [www-sivu].[Viitattu 15.1.2010]  
Saatavissa: <http://www.utu.eu/linkkitiedosto.aspx?taso=2&id=110&sid=501>
- 2 UTU Elec Oy [www-sivu].[Viitattu 11.1.2010] Saatavissa:  
<http://www.utu.eu/sivu.aspx?taso=2&id=501>
- 3 UTU Elec Oy – Sähkkojeistot [www-sivu].[Viitattu 11.1.2010]  
Saatavissa: <http://www.utuelec.fi/sivu.aspx?taso=1&id=361>
- 6 Landis+Gyr E600 Integrated Meter [www-sivu].[Viitattu 4.3.2010]  
Saatavissa:[http://landisgyr.eu/apps/products/data/pdf1/E600\\_GB\\_Fact\\_Sheet\\_v300.pdf](http://landisgyr.eu/apps/products/data/pdf1/E600_GB_Fact_Sheet_v300.pdf)
- 7 Energiamarkkinavirasto,  
SÄHKÖN VÄHITTÄISMYYNTIMARKKINOIDEN TOIMIVUUS Dnro  
1131/04/2005 12.7.2005 [www-sivu].[Viitattu 20.2.2010] Saatavissa:  
[http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Vahittaismyyntimarkkinoiden\\_toimivuus\\_1131-04-2005.pdf](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Vahittaismyyntimarkkinoiden_toimivuus_1131-04-2005.pdf)

- 8 Teknillinen korkeakoulu Lahden keskus, Energiankulutuksen mittaus ja etäluentapalvelut kotitalouksissa 10.11.2009, Ari Serkkola ja Tarja Sukuvaara [www-sivu].[Viitattu 19.2.2010] Saatavissa:  
[http://lahti.tkk.fi/fi/julkaisut/tutkimukset\\_ja\\_raportit/serkkola-sukuvaara\\_energiankulutuksen\\_mittaus\\_ja\\_etaluentapalvelut\\_10.11.2009.pdf](http://lahti.tkk.fi/fi/julkaisut/tutkimukset_ja_raportit/serkkola-sukuvaara_energiankulutuksen_mittaus_ja_etaluentapalvelut_10.11.2009.pdf)
- 10 Kymdata Oy [www-sivu].[Viitattu 11.1.2010] Saatavissa:  
<http://www.cads.fi/company/>
- 11 Kymdata Oy [www-sivu].[Viitattu 11.1.2010] Saatavissa:  
[http://www.cads.fi/products/?page=cads\\_planner\\_electric](http://www.cads.fi/products/?page=cads_planner_electric)
- 12 Kymdata Oy [www-sivu].[Viitattu 11.1.2010] Saatavissa:  
[http://www.cads.fi/files/cads\\_planner\\_electric/cads\\_planner\\_electric.pdf](http://www.cads.fi/files/cads_planner_electric/cads_planner_electric.pdf)
- 13 CADS K-ohjelmointikieli [PDF-tiedosto]
- 14 Hager EC320 – mittarin kuva [www-sivu].[Viitattu 17.3.2010] Saatavissa:  
[http://i40.twenga.com/garten-heimwerker/wattmeter/hager-energiezaehler-ec320-tp\\_1759763867519409754.png](http://i40.twenga.com/garten-heimwerker/wattmeter/hager-energiezaehler-ec320-tp_1759763867519409754.png)
- 15 Vantaan Energia Oy, Sähköliittymien suunnitteluohjeet, 9.11.2009,  
MITTAUSPIIRIEN RIVILIITTIMET JA JOHDOTUS  
[www-sivu].[Viitattu 28.2.2010] Saatavissa:  
[http://www.vantaanenergia.fi/kotitaloudet/sahkoliittyma/Suunnitteluohjeet/fi\\_FI/Suunnitteluohjeet/](http://www.vantaanenergia.fi/kotitaloudet/sahkoliittyma/Suunnitteluohjeet/fi_FI/Suunnitteluohjeet/)
- 16 Ensto Oy Energiannittauskotelon kuva [www-sivu].[Viitattu 4.3.2010]  
Saatavissa:[http://products.ensto.com/catalogs/catalog.taf?pg\\_parent=13643&userlang=fin1](http://products.ensto.com/catalogs/catalog.taf?pg_parent=13643&userlang=fin1)

- 17 Oulun Energia, Energianmittaus, Sähkön siirto ja jakelu, Jukka Isteri,  
7.8.2008 [www-sivu].[Viitattu 28.2.2010] Saatavissa:  
<http://www.oulunenergia.fi/file.php?230>



Kyselylomake

Mittareiden käyttö sähköenergian mittauksissa

1. Onko laitoksellanne käytössä omat sähköenergian mittauksen kytkentäkaaviot?  
+ Jos vastasitte kyllä, mistä ne ovat saatavilla?

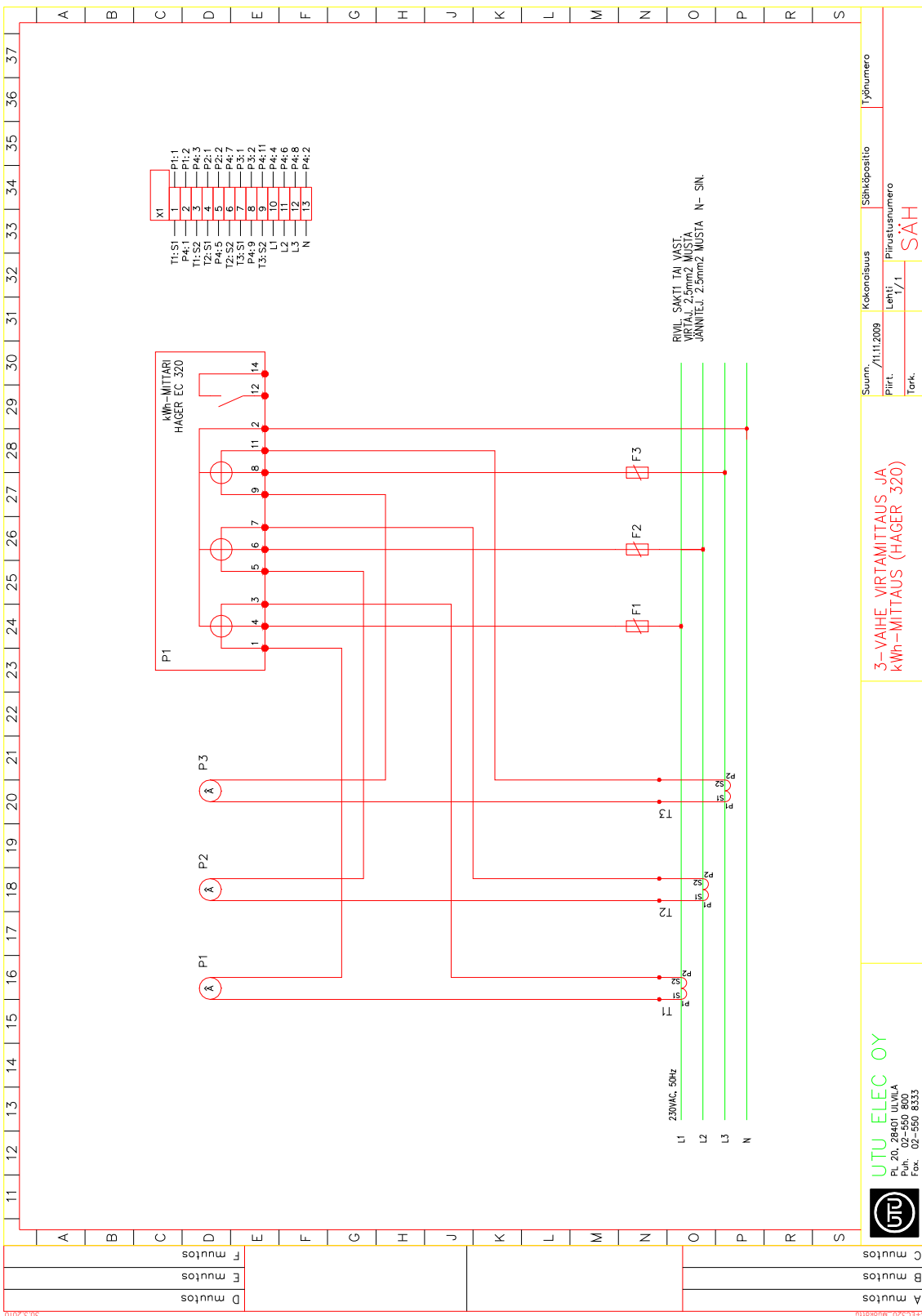
2. Minkä valmistajan ja mitä mittareita ja verkkokäskylaitteita käytätte sähköenergian mittauksissa?

3. Oletteko siirtyneet/siirtymässä yhdistelmämittareiden käyttöön?  
+ Jos vastasitte kyllä, milloin olette siirtyneet/siirtymässä yhdistelmämittareiden käyttöön?

4. Mikäli mittarointi tulee pääkeskuksen ulkopuolelle, onko teillä vaatimuksia riviliittimille?  
+ Halutaanko katkaistavat riviliittimet pääkeskukseen, 2EK-koteloon, vai molempiin?

5. Mikä on suhtautumisenne DIN-mittareiden käyttöön sähköenergian mittauksissa?  
+ Voisitteko käyttää DIN-mittareita mikäli tarkkuusluokat riittäisivät?

6. M2-ristikkoon asennettavat mittarit ovat nykyään yhä pienempiä kooltaan.  
+ Voisiko mielestänne standardikokoisen M2-ristikon kokoa pienentää?

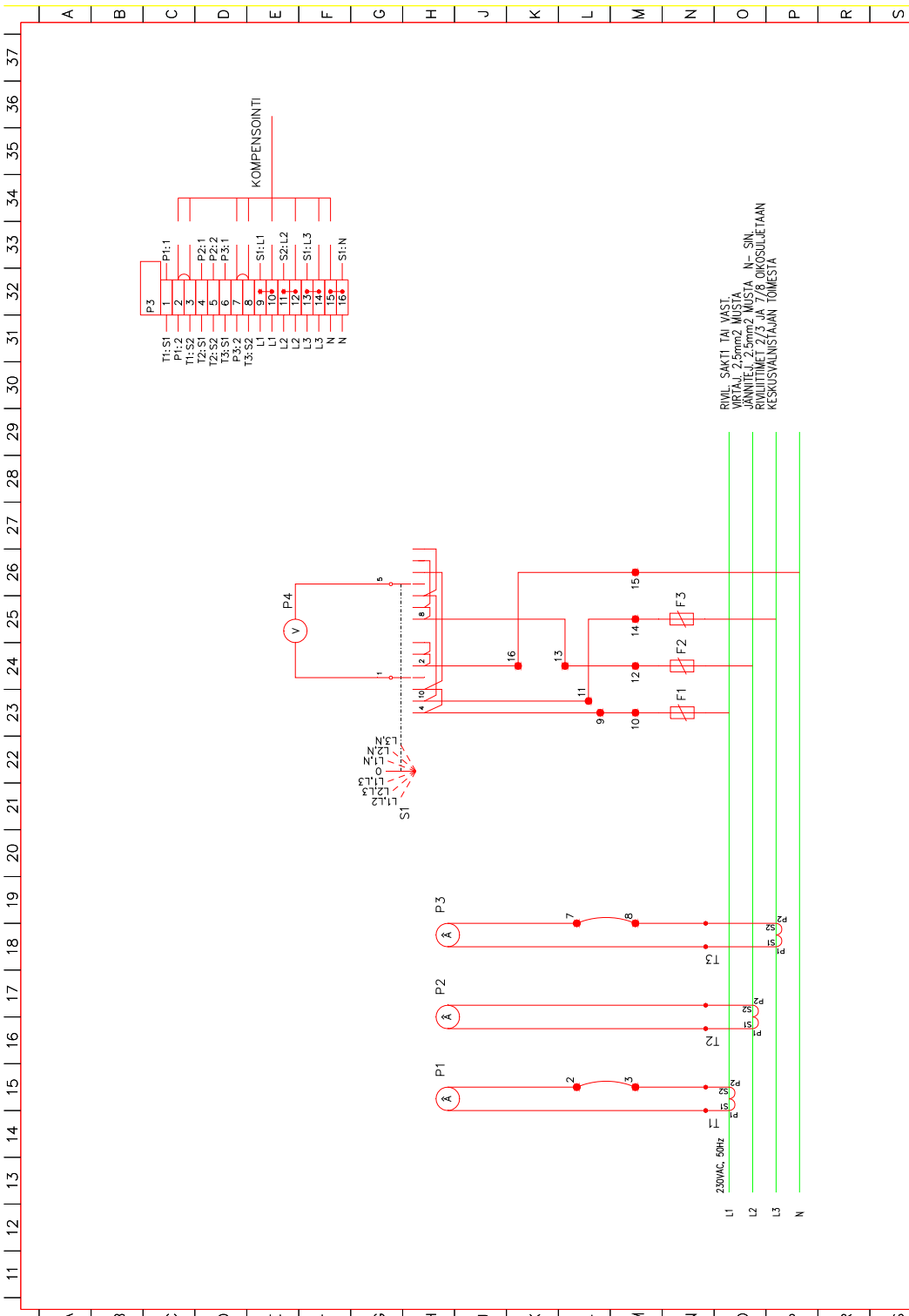


Suunn.	/11.11.2009	Kokonaissuus	Sähkösijoitus	Työnumero
Piirt.		Lehti	Piirustusnumero	
Tark.		L1/1	SÄH	

3-VAIHE VIRTAMITTAUS JA  
kWh-MITTAUS (HAGER 320)

UTU ELEC OY  
PL 20, 28401 ULVILA  
Puh. 02-550 800  
Fak. 02-550 8333





P3	1	P1:1
	2	
	3	
	4	P2:1
	5	
	6	P2:2
	7	
	8	P3:1
	9	
	10	S1:L1
	11	S2:L2
	12	
	13	S1:L3
	14	
	15	N
	16	S1:N

KOMPENSOINTI

RVL SAKTI TAI VASTA  
 KÄYTTÄÄ 230VAC:IN  
 JÄNNITTE 230VAC:IN  
 RIVUUTITMET 2/3 JA 2/8 OKOSULLETAAN  
 KESKUSVALINASTAJAN TÖMESTÄ

Suunn.	/11.11.2009	Kokonaistus	Sähköpiirros	Työnumero
Piirt.		Lehti	Piirustusnumero	
Terk.			SÄH	

3-VAIHE VIRTAMITTAUS  
 JÄNNITEMITTAUS JA KOMPENSOINTI

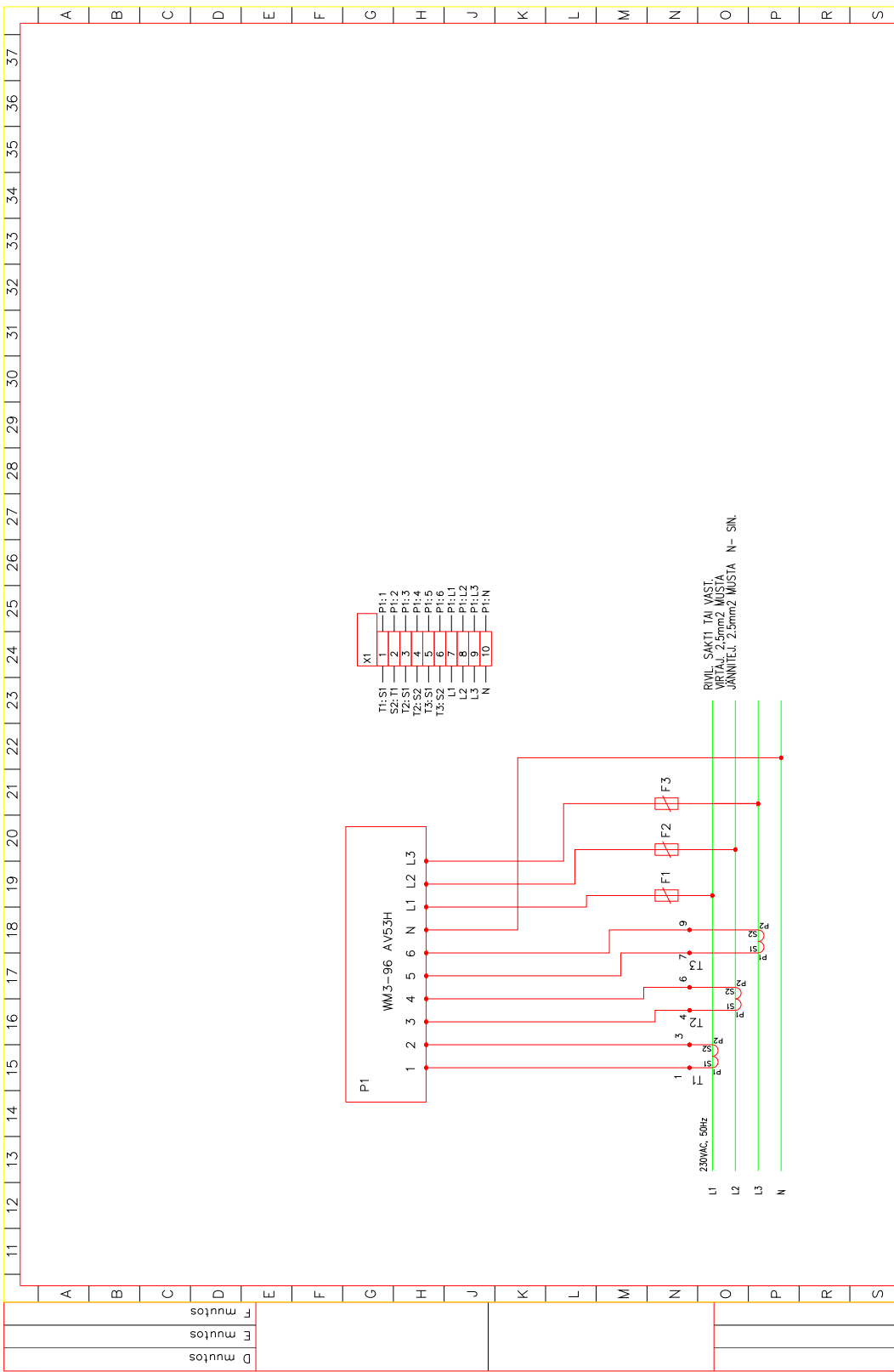
UTU ELEC OY  
 PL 20, 28401 UUSILA  
 Puh. 02-550 800  
 Fax. 02-550 8333



A	D multos	
B	E multos	
C	F multos	







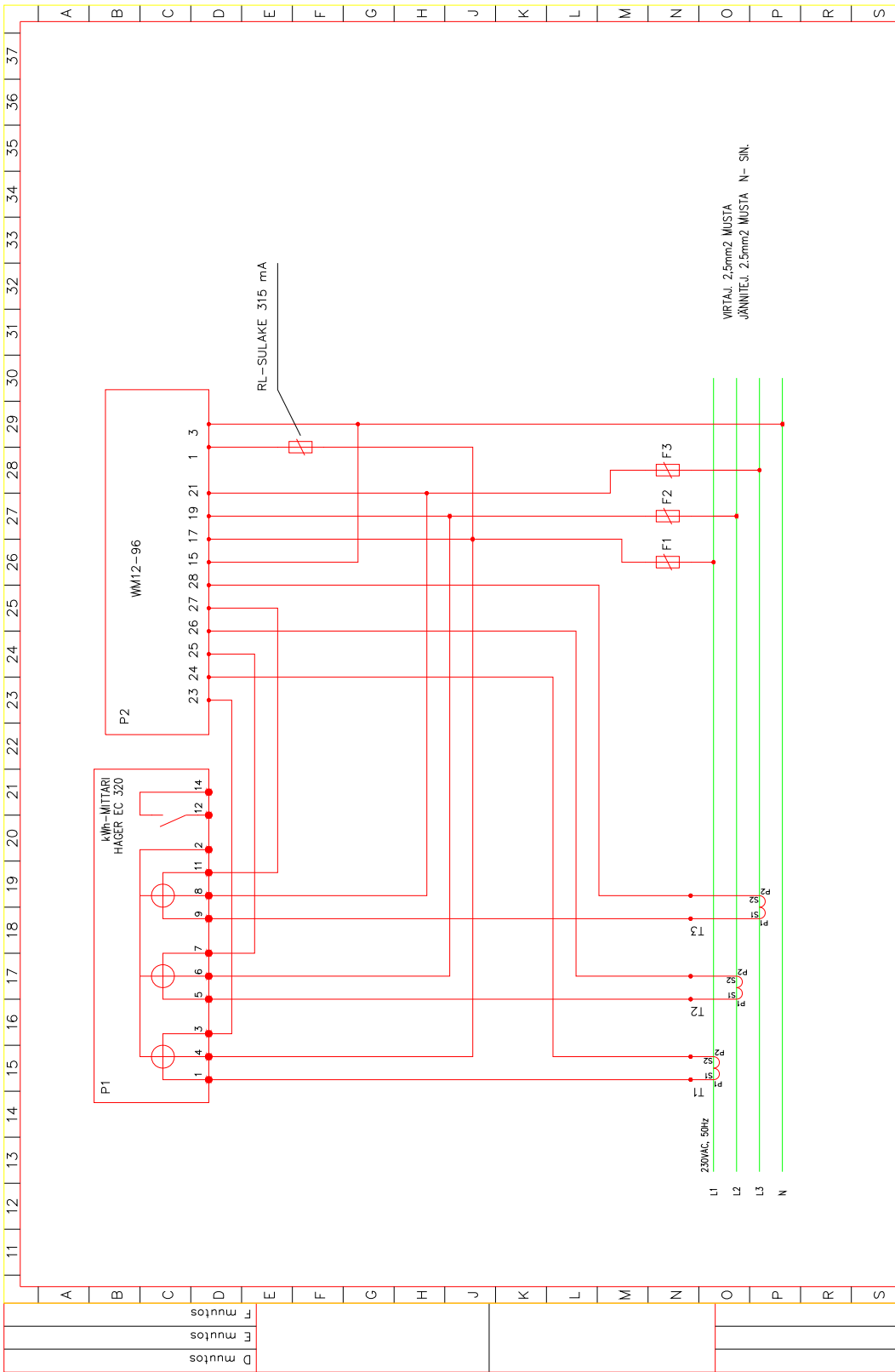
Suunn. /11.11.2009		Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
PiirL.		Lehti	Piirustusnumero	
Terä.		1/1	<b>SÄH</b>	

**MONIMITTARI WM-3  
(RIVILITTIMIN)**



**UTU FLEC OY**  
 PL. 20 29407 ULINKA  
 Puh. 02-550 800  
 Faks. 02-550 8333

A	muitos
B	muitos
C	muitos



VRTAJ. 2,5mm<sup>2</sup> MUSTA  
JÄNNITEL. 2,5mm<sup>2</sup> MUSTA N- SIN.

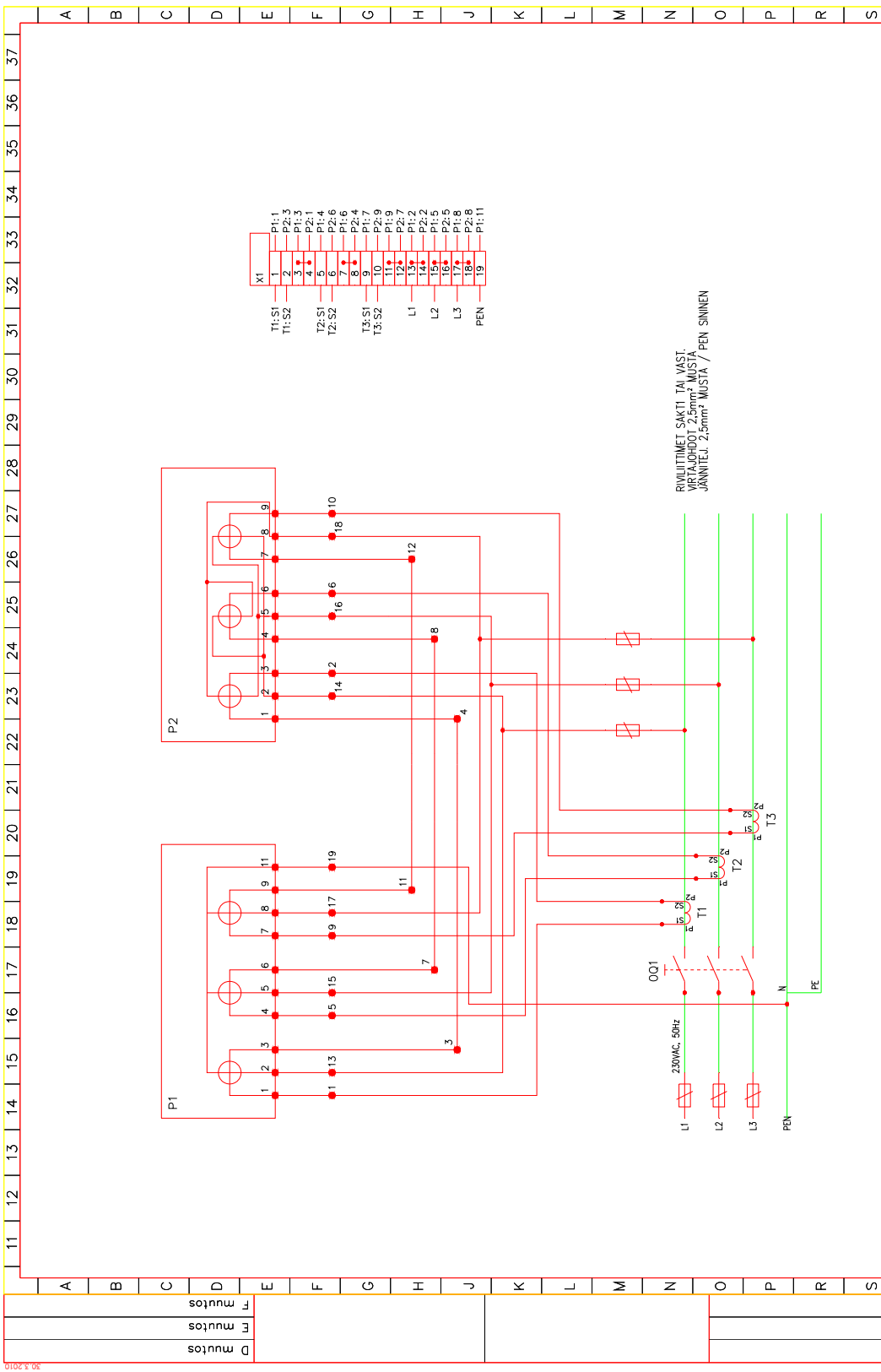
Suunn.	/11.11.2009	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
PiirL.		Lehti	Piirustusnumero	
Terä.		1/1	<b>SÄH</b>	

MONIMITTARI WM12-96 JA  
kWh-Mittaus (HAGER EC320)

UTU ELEC OY  
Uusikaupunki, Lilla  
Puh. 02-550 8000  
Faks. 02-550 8333



A	muttos
B	muttos
C	muttos



Proj. nro	02-550 800
Rev.	02-550 8333
Proj. nro	02-550 800
Rev.	02-550 8333

Suunn.	/11.11.2009
Piir.L.	1/1
Terä.	

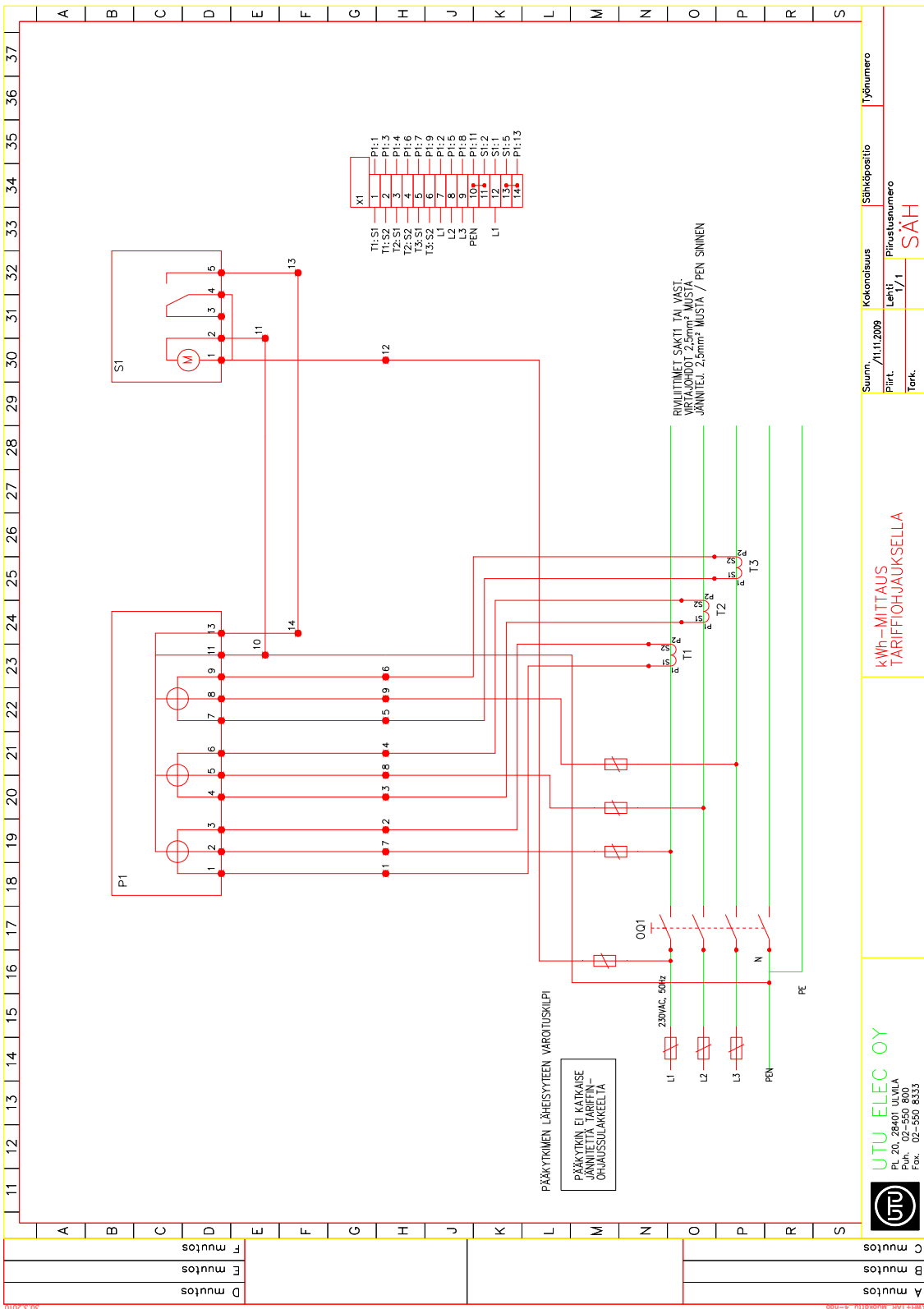
Kokonaissuus	Sähkösopitilo	Työnumero
Lehti	Piirustusnumero	
1/1	SÄH	

kWh- JA kvarh-MITTAUS
-----------------------

**UTU-ELEC OY**  
 Puh. 02-550 800  
 Faksi 02-550 8333

A mutos
B mutos
C mutos





Suunn. /11.11.2009  
 Piir. /1/1  
 Tark.

Kokonaissuus  
 Lehti: 1/1  
 Piirustusnumero  
**SÄH**

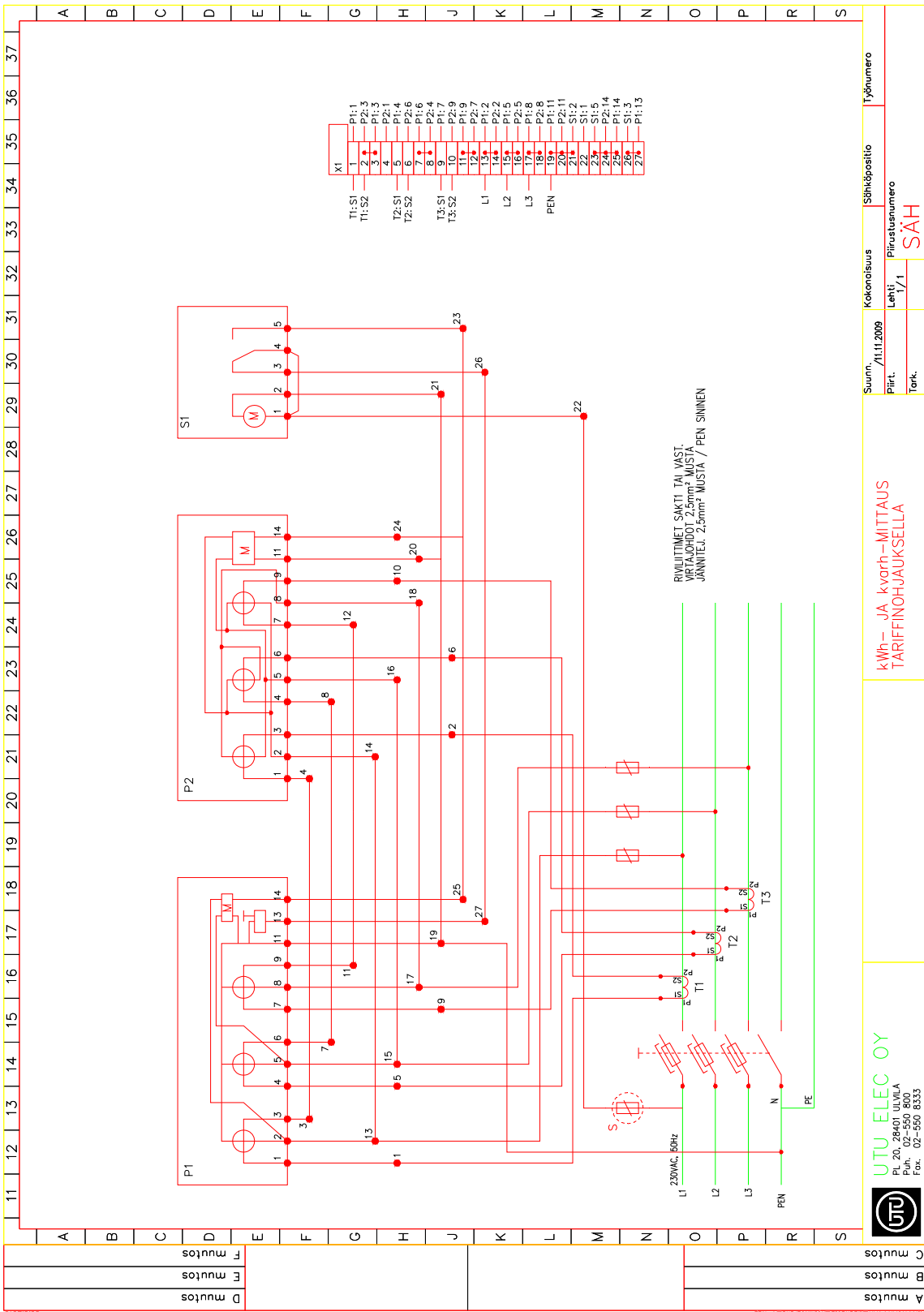
TYÖNUMERO

UTU ELEC OY  
 PL 20, 28401 ULVILA  
 Puh. 02-550 800  
 Fax. 02-550 8333



kWh-MITTAUS  
 TARIIFIOHJAUKSELLA

A muutos  
 B muutos  
 C muutos



Suunnit.	/11.11.2009	Kokonaissuus	Sähköpostiosoite	Työnumero
Piirt.		Lehti	Piirustusanumero	
Tark.			<b>SÄH</b>	

kWh- JA kvarh-MITTAUS  
TARIFFINOHJAUKSELLE

**UTU ELEC OY**  
PL 20, 28401 ULVILA  
Puh. 02-550 8100  
Fak. 02-550 8553



K:\M+K\YR+TAR\_Muodotilo\_kvthvorkke\_4-moo 20.3.2010