

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Jussi Tulonen

SÄHKÖENERGIAN MITTAUS SAMK:N VÄHÄRAUMAN
KAMPUKSELLA

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2009



SÄHKÖENERGIAN MITTAUS SAMK:N VÄHÄRAUMAN KAMPUKSELLA

Tulonen Jussi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2009
Tuomela Jorma
UDK: 621.317
Sivumäärä: 32

Asiasanat: sähkömittarit, sähkömittaustekniikka, loisteho, muuntajat, kaapelit

Tämän opinnäytetyön aiheena oli sähköenergian mittaus Satakunnan ammattikorkeakoulun Vähärauman kampuksella. Työn tarkoituksena oli laatia kaaviot kampuksen sisäisestä sähköjakelusta ja sähköenergianmittauksesta sekä laatia suunnitelma Kiinteistö Oy Väantiön sähkökulutuksen eriyttämiseksi muusta sähkökulutuksesta.

Työ aloitettiin tutustumalla kampuksen sähköjakeluun ja valmiiksi olemassa olevien mittarien sijaintiin sekä selvittämällä, minkä alueiden sähkökulutusta ne mittaavat. Tämän jälkeen laadittiin vaihtoehtoisia suunnitelmia uusien mittarien sijoittelusta ja suoritettiin vertailuja niiden asennuskustannuksista ja käytännöllisyydestä. Lopuksi valittiin asennuskustannuksiltaan edullisin vaihtoehto.

MEASURING OF ELECTRIC ENERGY AT SATAKUNTA UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES VÄHÄRAUMA CAMPUS

Tulonen Jussi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

May 2009

Tuomela Jorma

UDC: 621.317

Number of Pages: 32

Key Words: Electricity Meters, Electrical Measuring Technology, Reactive Power, Transformers, Cables

The subject of this thesis was the measuring of electric energy at Satakunta University of Applied Sciences Vähärauma campus. The purpose of this thesis was to create charts of the internal distribution of electricity and the measuring of electric energy in the campus as well as to create a plan to separate the consumption of electricity in Kiinteistö Oy Vääntiö from the other consumption.

The thesis was started by studying the distribution of electricity and existing meters in the campus as well as defining the areas which are measured. After that alternative plans to position new meters were created and their installation costs and practicality were compared. In the end the most inexpensive alternative as regards installation costs was chosen.

SISÄLLYS

1	TERMILUETTELO	5
2	JOHDANTO	6
3	LÄHTÖTIEDOT	7
3.1	Organisaatio.....	7
3.2	Työn alkuperäinen tavoite	8
3.3	Komponenttivalmistajat	10
4	SÄHKÖENERGIAN MITTALAITTEET	11
4.1	Sähköenergian mittaus	11
4.2	Virtamuuntajan teoriaa.....	13
5	SÄHKÖNJAKELU KAMPUSALUEELLA	16
5.1	Muuntamo	17
6	MUUTOSEHDOTUKSIA MITTAUKSEEN	20
6.1	Ehdotus 1.....	21
6.2	Yksinkertainen mittausvaihtoehto	24
7	TOTEUTETTU MITTAUS.....	25
7.1	Toteutus	25
7.2	Mittarinlukuohje	27
8	YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	

1 TERMILUETTELO

kvarh	kilovaritunti, loisenergian mittaussyksikkö
kwh	kilowattitunti, energian mittaussyksikkö
LiPo	Liiketalous ja matkailu Pori
TekPo	Tekniikka ja merenkulku Pori

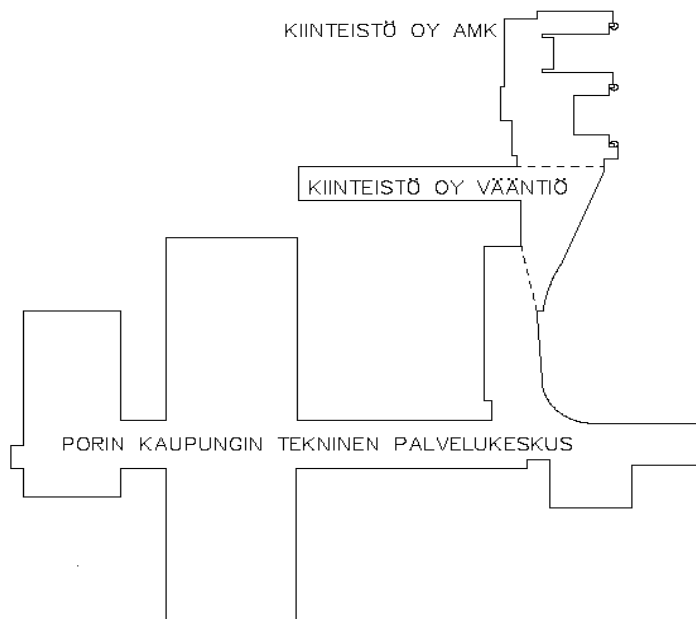
2 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Satakunnan ammattikorkeakoulun Vähärauman kampuksen sähkönkulutuksen sisäinen erittely. Tarkoituksena oli tutkia sähkönkulutuksen jakautumista kampuksella takamittauksin jotta voidaan laatia Kiinteistö Oy Vääntiölle oma sähkölasku. Aluksi tutkittiin, montako uutta mittausta tarvitaan ja mihin ne tulisi sijoittaa. Käytiin myös läpi eri valmistajien tarjoamia mittareita ja mittausjärjestelmiä ja vertailtiin hintoja ja käytännöllisyyttä. Lopuksi valittiin edullisin riittäväksi katsottu mittaustapa.

3 LÄHTÖTIEDOT

3.1 Organisaatio

Satakunnan ammattikorkeakoulun Vähärauman kampuksen omistaa Porin kaupunki. Vanhaa osaa, joka on Tekniikka ja merenkulku Porin yksikön käytössä, hallinnoi Porin kaupungin Tekninen palvelukeskus. Liiketalouden vanhaa osaa hallinnoi Kiinteistö Oy Vääntiö, mutta puolestaan Kiinteistö OY AMK.



Kuva 1. Pohjapiirustus

3.2 Työn alkuperäinen tavoite

Työn tilaajana toimii Satakunnan ammattikorkeakoulun Tekniikka ja merenkulku Pori ja aiheen sekä tavoitteet ovat määrittelleet Timo Viljanen ja Jorma Tuomela. Työn aiheena oli suunnitella TekPo:on kiinteä sähkömittauslaitteisto, jolla tullaan mittaamaan sähkönkulutuksen jakautumista sisäisten toimijoiden kesken. Näitä toimijoita ovat Tekniikka ja merenkulku Pori, Liiketalous ja matkailu Pori, keskushallinto sekä kirjasto. Tavoitteena on voida jakaa yhteinen sähkölasku toimijoiden kesken näiden todellisen sähkönkulutuksen perusteella.

Sähkön syöttö kampukselle tapahtuu yhden muuntajan kautta ja laskutus perustuu suurjännitetariffiin. Loistehomaksua ei makseta koska Tekpo ja LiPo suorittavat itse loistehon kompensoinnin loistehon säätäjien ja kondensaattoriparistojen avulla. Näin ollen työn aiheena olevan mittarilaitteiston tarvitsee mitata ainoastaan pätötehoa. Kilowattituntimittauksen lisäksi myös sähkön kulutushuippujen on tallennuttava muistiin ja niiden on oltava luettavissa normaalin mittarinlukemisen yhteydessä, mikä pitää huomioida mittaukseen liittyvien komponenttien valinnoissa.

Työn suorittamiseen tarvittavia tietoja ovat ensisijaisesti täsmällinen jako eri kuluttajien välillä sekä käytössä olevat johdotukset ja niiden kulkureitit. Lisäksi on perehdyttävä myös käytännön toteutukseen liittyviin päätösvalta- ja vastuukysymyksiin, mitkä todennäköisesti nousevat esiin mittauskomponenttien konkreettisessa sijoittelussa. Kaikkien mittarien näytöt on tarkoitus sijoittaa keskitetysti, esim. Jorma Tuomelan työhuoneeseen. Komponentteja valittaessa on tiedettävä mitattavien sähkötehojen suuruusluokka. Lisäksi on syytä perehtyä mahdollisimman usean komponenttivalmistajan tarjontaan ja arvioida erilaisten ratkaisujen taloudellisuutta ja tarkoitukseenmukaisuutta. Myös aiempien vuosien energiankulutukseen on syytä tutustua.

Työn tarkoituksena on erottaa Kiinteistö Oy Väantiön hallinnoiman siiven sähkölasku Tekniikka ja merenkulku Porin sähkölaskusta sähköenergian takamittauksella poiketen aikaisemmin käytetystä huoneistotilavuuteen perustuvasta sähkölaskun ja-

koperiaatteesta. Alunperin mittauskohteita piti olla neljä. Alkuperäisistä suunnitelmista poiketen päätettiin, että kaksi mittausta riittää, koska muissa mittauskohteissa TekPo:a lukuunottamatta on jo omat takamittaukset. TekPo:n energiankulutus selviää siis vähentämällä päämittauksessa todetusta energiankulutuksesta kaikkien muiden mittauskohteiden energiankulutukset. Koska päämittaus tapahtuu suurjännitepuolella ja kaikki muut mittaukset 400v:n alueella, TekPo maksaa oman energiankulutuksensa lisäksi myös muuntajan käyntihäviöt.

Ensimmäinen mittaus tapahtuu nousukeskuksista NK-2 ja NK-2 ATK. NK-2 sisältää valmiiksi virtamuuntajat, joita käytetään pelkästään virran mittaamiseen. Aikomus oli käyttää näitä myös kwh- mittauksessa yhdessä NK-2 ATK- keskuksen valittavien virtamuuntajien kanssa. Tämä ei kuitenkaan käy päinsä, koska kyseessä on laskutuksen perustana oleva kwh-mittaus ja nykyisen standardin mukaan on käytettävä virtamuuntajia, joiden tarkkuusluokka on 0.2S /1/. 20 vuotta sitten, jolloin keskus on rakennettu, ei tällaista tarkkuusluokkaa ollut edes olemassa.

Toinen mittaus on eräänlainen takamittauksen takamittaus. Se tapahtuu keskuksella NK-2 keskushallintoa syöttävästä lähdöstä. Tämä siksi, että keskushallinnon sähkönkulutus täytyy voida erottaa Väantiön sähkönkulutuksesta, jotta Väantiö ei joudu maksamaan keskushallinnon sähköä.

Myös virtamuuntajien fyysinen koko on kriittinen tekijä, sillä kuten kuvista 10. ja 11. on nähtävissä, tilaa on vähän. Koska digitaalisen mittarin mittaustaakka on pieni, ei muuntajien koko kuitenkaan ole kohtuuttoman suuri. Kytettäessä virtamuuntajia täytyy keskuksella saattaa jännitteettömiksi, mikä aiheuttaa käyttökatkoksen moniin järjestelmiin sekä työlään tietojärjestelmäserverien uudelleenkäynnistysprosessin. Katkaistavat virtamuuntajat voitaisiin periaatteessa kytkeä myös virrallisiin johtimiin, mutta tällainen ratkaisu ei tule kysymykseen, koska katkaistavien virtamuuntajien tarkkuus on parhaimmillaankin 1.

3.3 Komponenttivalmistajat

Työ aloitettiin tutustumalla eri komponenttivalmistajien tuotteisiin internetissä. Tässä vaiheessa lupaavimmilta tuotemerkeiltä vaikuttavat Mittrix /2/ ja Enermet /3/, mitkä tarjoavat vaadittavat mahdollisuudet tehohuippujen tallentamiseen ja energiakulutuksen reaaliaikaiseen kaukoluentaan. Mittaustyössä tarvittavien virtamuuntajien valitsemiseksi tutustuttiin seuraavien valmistajien tuotevalikoimiin: ABB, Ritz, ja Hager.

Alustavien suunnitelmien mukaan mittarien kaukoluennan piti olla langatonta, koska muuten jouduttaisiin tekemään työläitä ja kalliita kaapelitöitä, mikä ei tässä yhteydessä ole mielekästä. Mittrix ja Enermet tarjoavat mittareihinsa GSM-tekniikkaan perustuvia mittalähtimiä ja lukuterminaaleja.

4 SÄHKÖENERGIAN MITTALAITTEET

4.1 Sähköenergian mittaus

Kilowattituntimittauksessa on kysymys käytettävän sähköenergian määramittauksesta. Kwh-mittari on siis integroiva mittari. Perinteisesti kwh-mittarit ovat olleet dynaamisia mittareita, joiden toiminta perustuu virran ja jännitteen synnyttämään magnetomotoriseen voimaan. Magnetomotorinen voima synnyttää hetkellistehoon suoraan verrannollisen vääntömomentin, mikä pyörittää alumiinilevyä. Levyn pyörimistä puolestaan jarruttaa kestopagneetti, joka aiheuttaa pyörimisnopeuteen suoraan verrannollisen vastamomentin. Näin ollen levyn hetkellinen pyörimisnopeus on suoraan verrannollinen senhetkiseen tehonkulutukseen. Levyn akseli puolestaan pyörittää dekadista laskuria, mistä kulutettu sähköenergia on luettavissa /4/. Kuvassa 2. on nähtävissä hyvin varhaista mallia oleva dynaaminen kilowattituntimittari /3/.



Kuva 2. Dynaaminen kwh-mittari (Landis+Gyr)

Nykyaikaiset kwh-mittarit ovat staattisia, mikä tarkoittaa, että mittaus ei perustu mekaaniseen liikkeeseen tai voimaan, vaan tapahtuu elektronisesti, käytännössä A/D muuntimilla. Mittakomponentit tuottavat mittapulssia, joka vastaa kulutetun energian mittayksikköä, yleensä yksi pulssi vastaa yhtä kilowattituntia. Laskuri on joko mekaaninen tai digitaalinen, joskus käytetään molempia. Yksi pulssi siis lisää laskurin näyttämää yhdellä ja useat mittarit on varustettu myös pulssilähdöllä, mikä mahdollistaa mittautietojen keräämisen eri mittareilta ja lukemisen keskitetysti /4/. Kuvassa 3. on nähtävissä nykyaikainen staattinen kilowattituntimittari /3/.



Kuva 3. Staattinen kwh-mittari (Enermet E600)

Pienillä jännitteillä (230/400V) ja pienillä virroilla (63A) käytetään suoraa mittausta, mikä tarkoittaa, että mittari kytketään suoraan mitattavaan piiriin. Suuremmilla virroilla käytetään virtamuuntajia, joiden toisiovirrat kytketään mittarin virtaliittimiin. Suuremmilla jännitteillä käytetään virtamuuntajien lisäksi myös jännitemuuntajia, joiden toisiojännitteet puolestaan kytketään mittarin jänniteliitäntöihin /4/.

4.2 Virtamuuntajan teoriaa

Virtamuuntaja on Faradayn induktiolakiin perustuva vaihtovirran mittaukseen tarkoitettu muuntaja, jonka ensiöpuoli sarjakytketään mitattavaan virtapiiriin ja toisiopuoli yhteen tai useampaan mittariin, esim virtamittari, tehomittari, loistehomittari, energiamittari tai loisenergiamittari. Muiden muuntajien tapaan virtamuuntajassa on rautasydän, jota pitkin ensiö- ja toisiökäämien välinen magneettivuo kulkee. Teho- ja jännitemuuntajista poiketen toisiopiiristä on pyrittävä tekemään mahdollisimman matalaimpedanssinen, jotta toision jännite ei kasvaisi liian suureksi. Jos toisiopiiriin kytketään useampi kuin yksi mittari, ne on kytkettävä sarjaan, koska muuten virta jakautuisi niiden välillä eivätkä mittaustulokset pitäisi paikkaansa. Ensiökäämissä on lähes poikkeuksetta hyvin vähän johdinkierroksia. Suurten virtojen mittaamiseen käytetään useimmiten reikävirtamuuntajia, joissa ei ole omaa ensiökäämiä, vaan mittausteknana oleva kaapeli tai kisko viedään muuntajan läpi ja toimii tällöin ensiökääminä. Tässä tapauksessa ensiökäämin johdinkierrosluku on 1 /4/.

Virtamuuntajan nimellinen muuntosuhde K_n noudattaa kaavaa:

$$K_n = \frac{I_{1n}}{I_{2n}}, \text{ missä}$$

I_{1n} = ensiön nimellisvirta

I_{2n} = toision nimellisvirta

K_n = nimellismuuntosuhde

Virtamuuntajan todellinen muuntosuhde K noudattaa kaavaa:

$$K = \frac{I_1}{I_2}, \text{ missä}$$

I_1 = ensiön todellinen virta

I_2 = toision todellinen virta

K = todellinen muuntosuhde

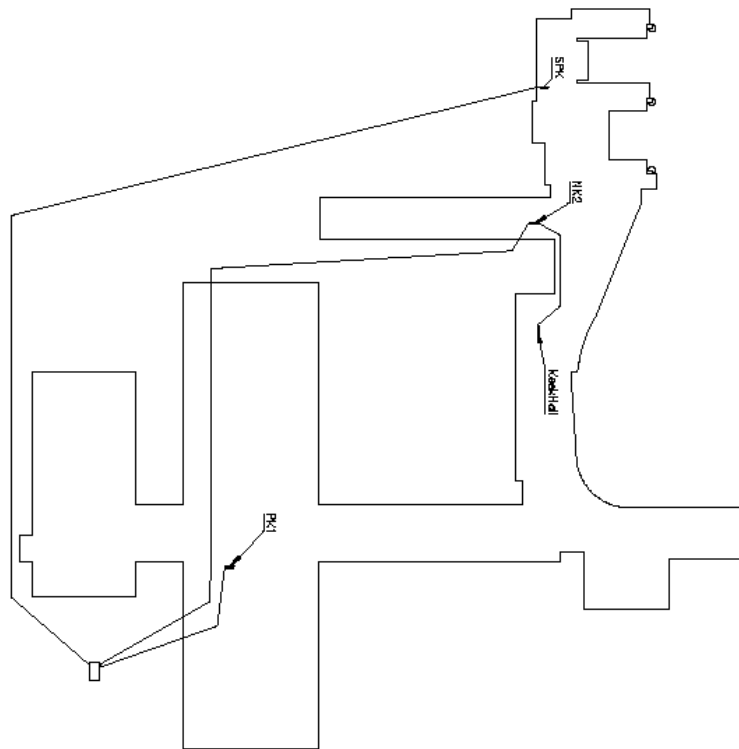
Mitä suurempi on toisiopiirin impedanssi, sitä suuremmaksi kasvaa toisiojännite ja näin ollen myös toisiopiirin tehonkulutus eli mittaustaakka. Virtamuuntajan kapasiteetin määrää siis mittaustaakka, ei ensiövirta. Muuntosuhde puolestaan määräytyy ensiövirran mukaan. Toisiopiirin nimellisvirta on yleensä 5A, joten on syytä valita virtamuuntaja, jonka muuntosuhde tuottaa tämän toisiovirran suurimmalla sallitulla ensiövirralla /4/. Reikävirtamuuntajia voidaan asentaa sekä yksijohdinkaapeleihin että kiskoihin. Kuvassa 4. on nähtävissä pienjännitekiskoon asennettava reikävirtamuuntaja /5/.



Kuva 4. Pienjännitealueella käytettävä reikävirtamuuntaja (Noratel)

5 SÄHKÖNJAKELU KAMPUSALUEELLA

Sähkönsyöttö Vähärauman kampukselle tapahtuu yhden 800kva:n muuntamon kautta. Kuvasta 5. ilmenevät muuntamon ja nousukeskusten maantieteelliset sijainnit sekä nousukaapelien kulkureitit. Keskus NK-2 ATK sijaitsee samassa huoneessa kuin NK-2. Kuvasta ilmenee myös sähkönsyöttö nousukeskuksesta NK-2 keskushallinnon jakokeskukselle JK-12.



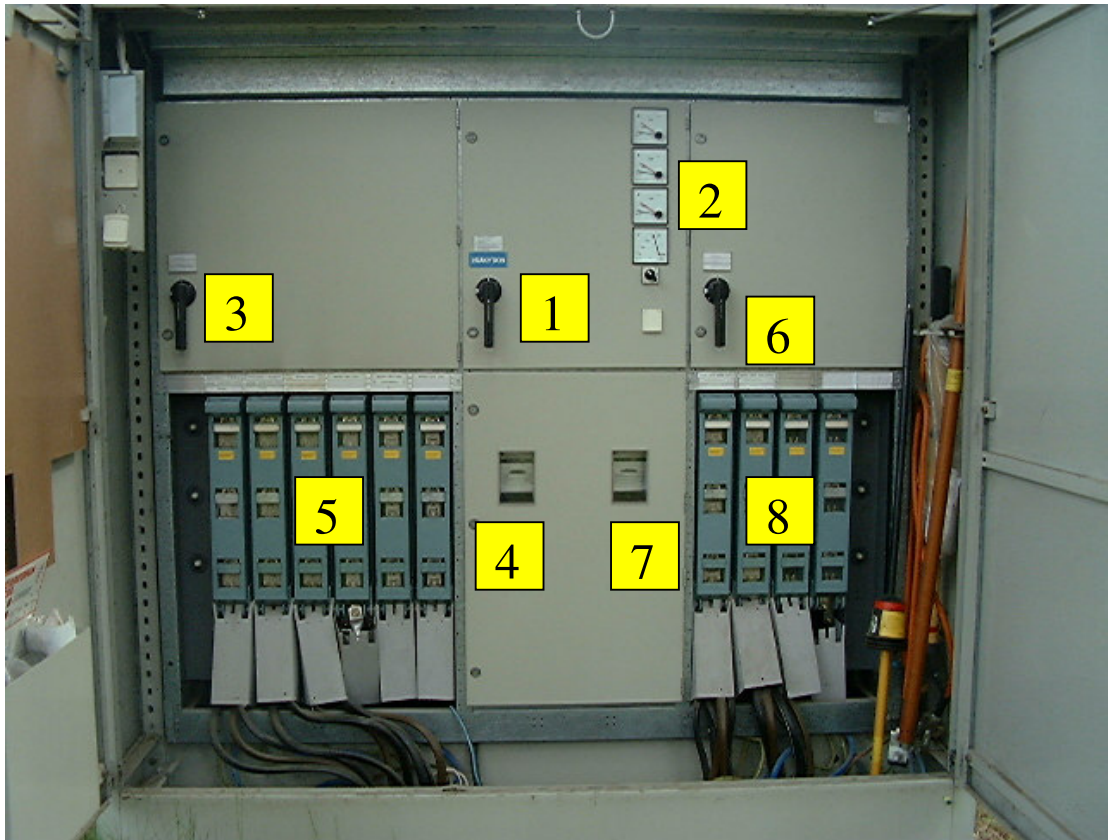
Kuva 5. Vähärauman kampuksen sähkönjakelu

5.1 Muuntamo

Vähärauman kampuksen muuntamo sisältää 800kva:n muuntajan lisäksi kolme kwh-mittaria, joista yksi mittaa koko kampuksen energiankulutusta. Kyseinen mittari on nähtävissä kuvassa 6. Mittaus tapahtuu suurjännitepuolella ja siinä käytetään sekä virta- että jännitemuuntajia (ks. liitteet 1 ja 2). Kaksi muuta mittaria ovat takamittareita, jotka mittaavat energiankulutuksen jakautumista pienjännitepuolella. Nämä mittarit nähdään seuraavilla sivuilla olevissa kuvissa 7. ja 8. Kuvassa 7. esitellään pienjännitekennoston keskeiset komponentit ja kuvassa 8. kampukselle johtavat nousukaapelit.

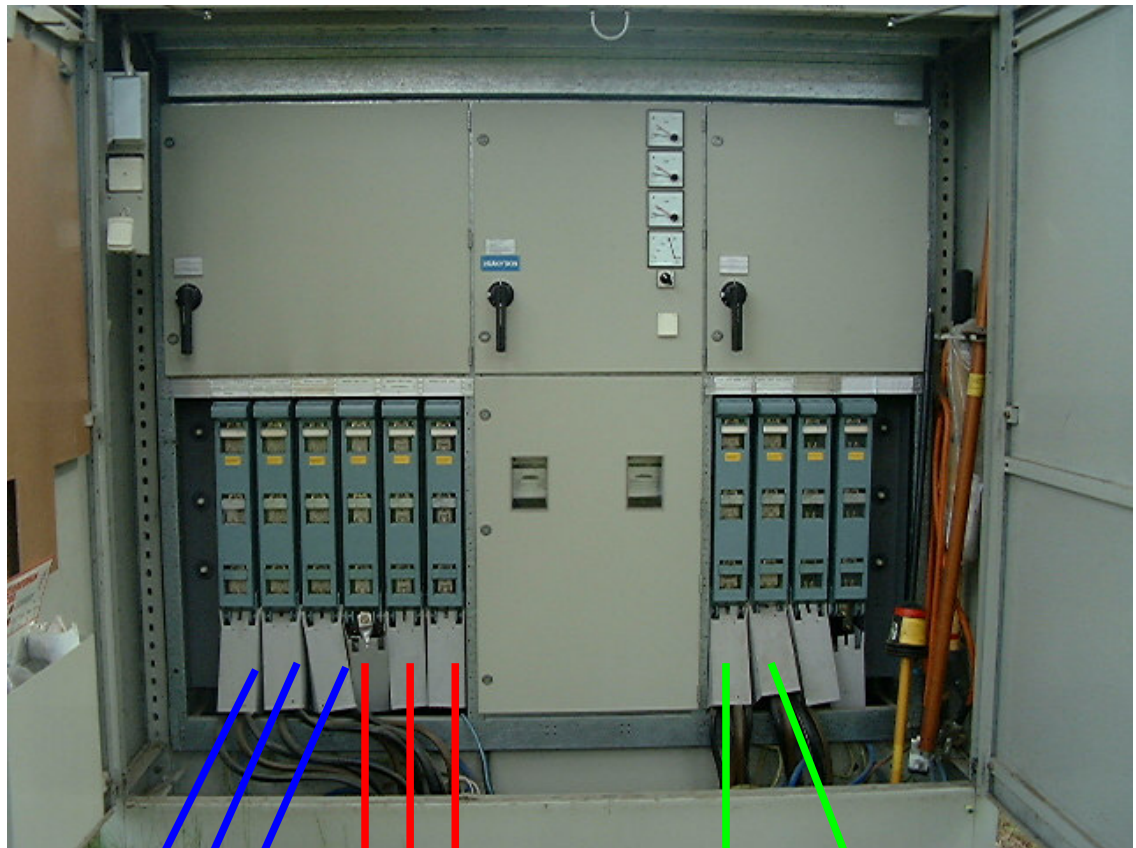


Kuva 6. Päämittari (Enermet E600)



Kuva 7. Muuntamon pienjännitekennosto

1. muuntamon alajännitepuolen pääkytkin
2. vaihekohtaiset virtamittarit ja valintakytkimellä ohjattu vaihekohtainen jännitemittari
3. TekPo:n ja LiPo uuden pääkytkin
4. TekPo:n ja LiPo uuden kwh-mittari
5. TekPo:n ja LiPo uuden jonovarokeytkimet kaapelilähtöineen
6. LiPo vanhan pääkytkin
7. LiPo vanhan kwh-mittari
8. LiPo vanhan jonovarokeytkimet kaapelilähtöineen



Nousu TekPo
 3*AMCMK
 3*185+95Al+57Cu

Nousu LiPo uusi
 3*AMCMK
 4*300Al+157Cu

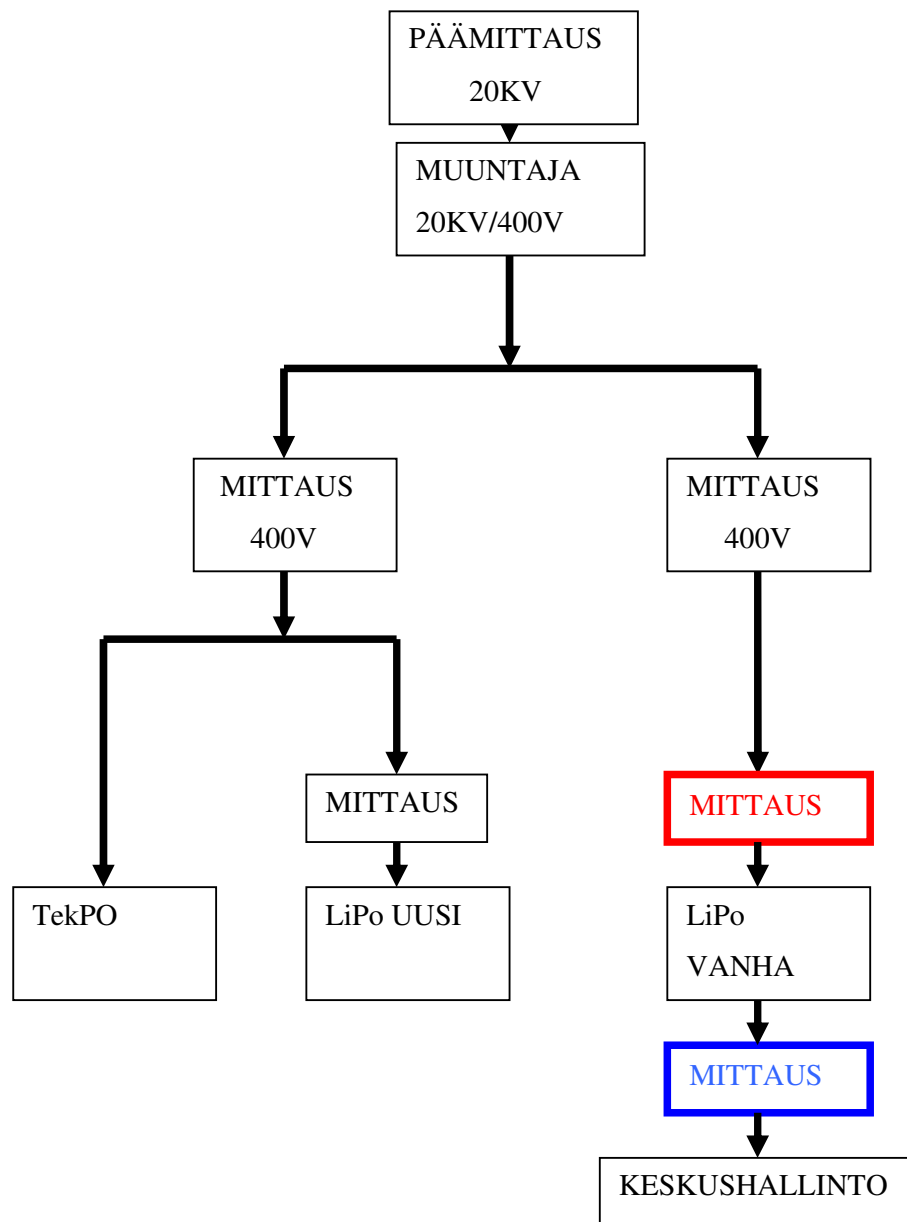
NK2 LiPo vanha
 2*AMCMK
 3*185+95Al+57Cu

NK2ATK
 2*AMCMK
 3*185+95Al+57Cu

Kuva 8. Muuntamon pienjännitelähdöt

6 MUUTOSEHDOTUKSIA MITTAUKSEEN

Kuvan 9. mittauskaaviossa nähtävät päämittaus ja 400v takamittaukset sijaitsevat muuntamolla. Työn aiheena olleet suunnitellut mittauskohteet on merkitty värein. Sinisellä merkitty mittaus tapahtuu keskushallinnon keskuksessa JK-12. Punainen, joka jäi toteutumatta, olisi sijainnut keskuksissa NK-2 ja NK-2 ATK.



Kuva 9. Mittauskaavio

6.1 Ehdotus 1

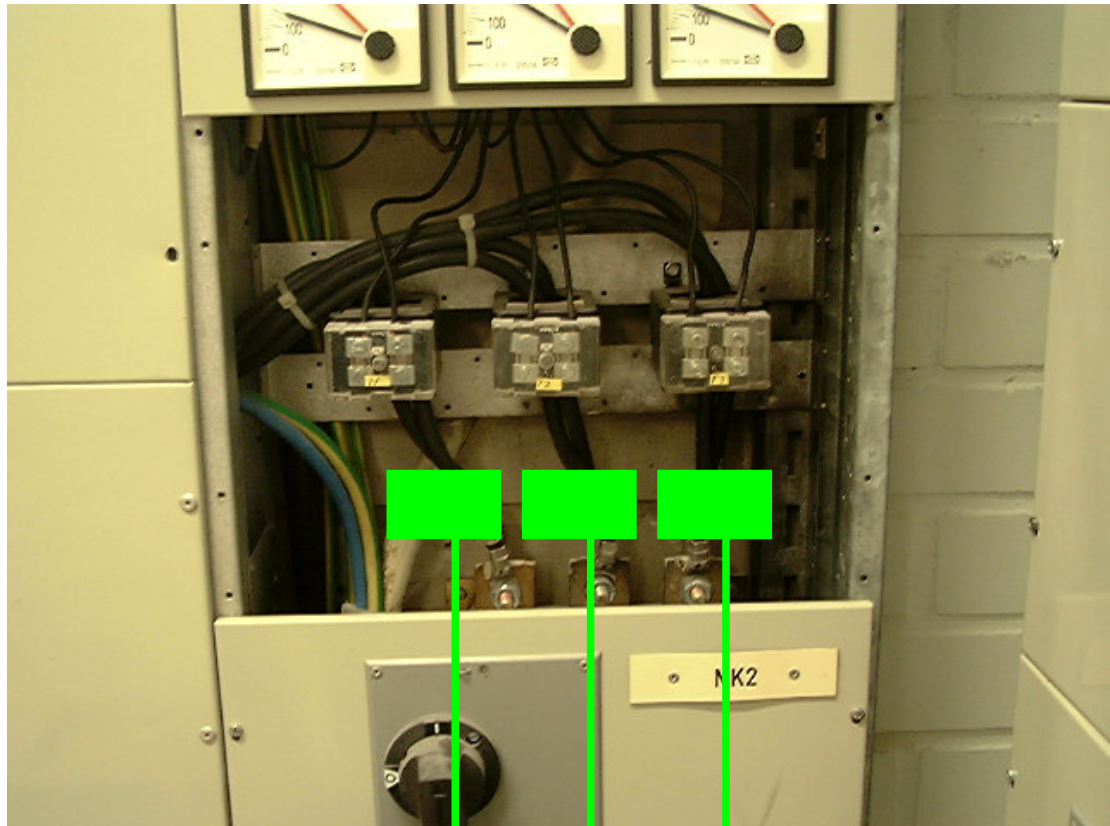
Käytetään kolmea kwh-mittaria, joilla kullakin on omat virtamuuntajat ja suora jännitemittaus. Kaksi mittaria ovat pulssilähdöllä varustettuja Enermet E600 sarjan mittareita ja kolmas on kahdella optiokortilla varustettu Enermet E700 sarjan mittari, joka kykenee summaamaan ja vähentämään muiden mittarien mittaustuloksia omasta mittaustuloksestaan /2/. Koska kolme mittaria vievät runsaasti tilaa, on mittarit kiinnitettävä pinta-asennuksina keskusten seinämiin tai mittareille on tehtävä oma standardinmukaisin asennusristikoin varustettu kaappi.

Ensimmäinen mittaus tapahtuu keskushallintoa syöttävästä lähdöstä keskuksessa NK-2 (liite 3). Mittaukseen käytetään E600-mittaria ja virtamuuntajat ovat mitoitettut 125A virralle.

Toinen mittaus tapahtuu keskuksessa NK-2 ATK ja siihen käytetään niinkään E600-mittaria. Virtamuuntajat ovat mitoitettut 200A virralle ja ne ovat sarjassa pääkytkimen kanssa.

Kolmas mittaus tapahtuu keskuksessa NK-2. Virtamuuntajat ovat mitoitettut 250A virralle ja ne ovat sarjassa NK-2 pääkytkimen kanssa. Tässä mittauksessa käytetään E700 mittaria, johon on omien virta- ja jännitetulojen lisäksi kytketty myös E600 mittarien pulssilähdöt. Tämä mittari summaa omaan mittaustulokseensa keskuksen NK2 ATK mittaustuloksen ja vähentää siitä liiketalouden mittaustuloksen, jolloin Kiinteistö Oy Vääntiön kokonaisenergiankulutus voidaan lukea suoraan yhdestä mittarista.

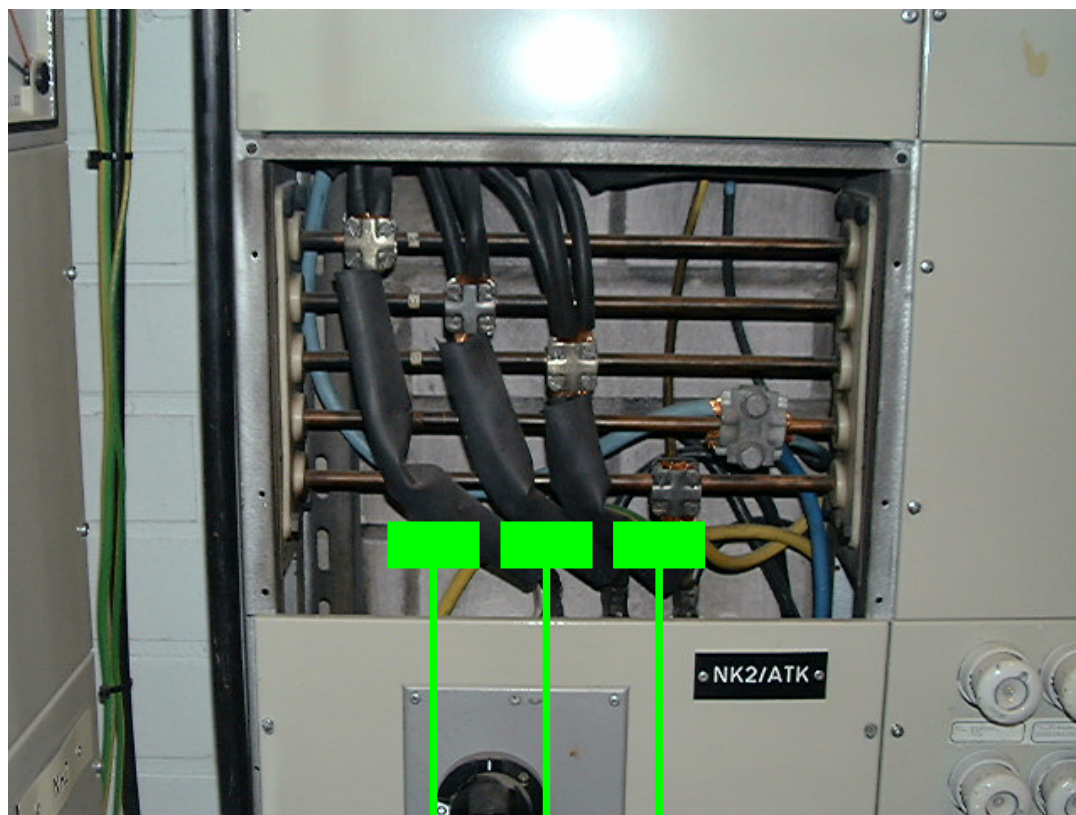
Kuvassa 10. nähdään keskuksessa NK-2 sijaitsevat virtamittarit ja virtamuuntajat. Ehdotuksen 1 virtamuuntajat, jotka mittaavat keskuksen energiankulutusta, on tarkoitus sijoittaa kuvaan lisättyjen vihreiden laatikoiden kohdalle.



NK-2 kwh-mittauksen virtamuuntajien sijoittelu

Kuva 10. Virtamuuntajien sijoittelu

Ehdotuksen 1 virtamuuntajat, jotka mittaavat keskuksen NK-2 ATK kautta tapahtuvaa energiankulutusta, on tarkoitus sijoittaa kuvan 11. mukaisesti.

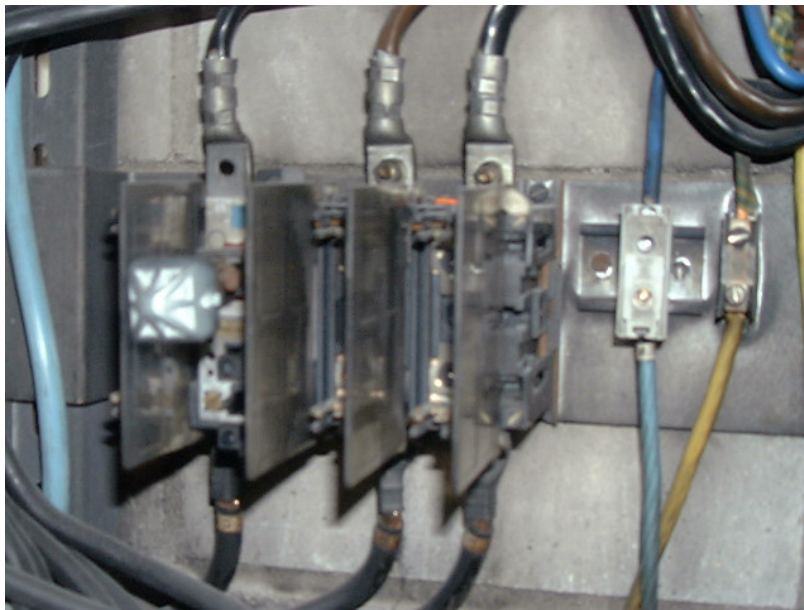


NK-2 ATK kwh-mittauksen virtamuuntajien sijoittelu

Kuva 11. Virtamuuntajien sijoittelu

6.2 Yksinkertainen mittausvaihtoehto

Yksinkertaisin vaihtoehto Kiinteistö Oy Vääntiön energiankulutuksen eriyttämiseksi on toteuttaa takamittaus pelkästään keskushallinnon lähtöön NK2- keskuksella. Koska muuntamolla on valmiina kaksi 400V puolelta mittaavaa kwh-mittaria, joista oikeanpuoleinen mittaa ainoastaan NK2 ja NK2-ATK keskuksille syötettävää energiaa, voidaan lukea tätä mittaria ja vähentää sen lukemasta keskushallinnon mittarin lukema. Tällöin ainoaksi uudeksi mittariksi riittää mikä tahansa virtamuuntajaliitännäinen kwh-mittari, joka täyttää standardin tarkkuusvaatimukset. Kuvassa 12. nähdään keskuksessa NK-2 sijaitseva kytkin mikä syöttää keskushallinnon jakokeskusta JK-12. Keskushallinnon kulutusta mittaavat virtamuuntajat kytketään sarjaan tämän kytkimen kanssa.



Kuva 12. Keskusta JK-12 syöttävä kytkin

Tämän mittaustavan haittapuolina on kuitenkin luettavien mittarien kaukainen sijainti toisistaan, mikä tekee mittarien lukemisesta työlästä. Toinen ongelma on, että jos vapaana oleviin sulakepaikkoihin tulevaisuudessa kytketään uusia lähtöjä, näiden kautta tapahtuva energiankulutus summautuu Vääntiön energiankulutukseen ja tarvitaan taas uusia mittausratkaisuja.

7 TOTEUTETTU MITTAUS

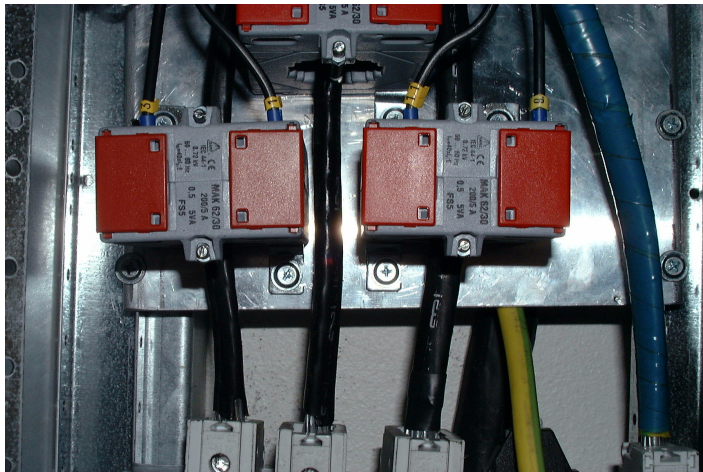
Mittauksen toteutuksessa päädyttiin yksinkertaisimpaan mahdolliseen vaihtoehtoon. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ainoastaan keskushallinnon keskuksen JK-12 asennettiin uusi mittari, minkä ilmaisema kulutus vähennetään muuntamolta mitatus- ta kulutuksesta. Näin saadaan selville haluttu LiPo:n vanhan siiven kulutus.

7.1 Toteutus

Mittariksi valittiin DIN-kiskoon asennettava Hagerin kolmivaiheinen yksitariffikilo- wattituntimittari (kuva 13.), missä jännitemittaus tapahtuu suoraan vaiheista ja virta- mittaus reikävirtamuuntajien avulla. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 14. näh- dään sekä mittarin että virtamuuntajien sijoitus.



Kuva 13. Keskuksen JK-12 asennettu mittari (Hager EC 320)



Kuva 14. Keskuksen JK-12 kwh-mittarin ja virtamuuntajien sijoittelu. Virtamuunta-
jat nuolen osoittamassa kennossa.

7.2 Mittarinlukuohje

Muuntamolla on 20kV:n puolelle asennetun päämittarin lisäksi kaksi takamittaria, jotka on asennettu 400V:n puolelle. Näiden lisäksi pitää lukea LiPo:n uudessa siivessä sijaitsevan nousukeskuksen kilowattituntimittari sekä keskushallinnon tiloissa sijaitsevan jakokeskuksen JK-12 mittari. On huomioitava, että kaikista mittareista ei käytettyä kilowattituntimäärää näe suoraan, vaan mittarien näyttämät täytyy kertoa virtamuuntajien mittauskertoimilla. Muuntamolla olevissa takamittareissa (400V alueella, ei siis päämittari) kerroin on 200 ja LiPo:n uudessa siivessä olevan mittarin kerroin on 80. Päämittarissa ja keskushallinnon mittarissa mittauskerroin on ohjelmoitu mittareihin, jolloin energiankulutus nähdään niistä suoraan. TekPo:n energiankulutus saadaan vähentämällä muuntamon vasemman takamittarin lukemasta lasketusta energiankulutuksesta LiPon uuden siiven mittarilukemasta laskettu kulutus. LiPo:n vanhan siiven energiankulutus saadaan puolestaan selville vähentämällä muuntamon oikeanpuoleisen takamittarin lukemasta lasketusta kulutuksesta keskushallinnon mittarilukema.

8 YHTEENVETO

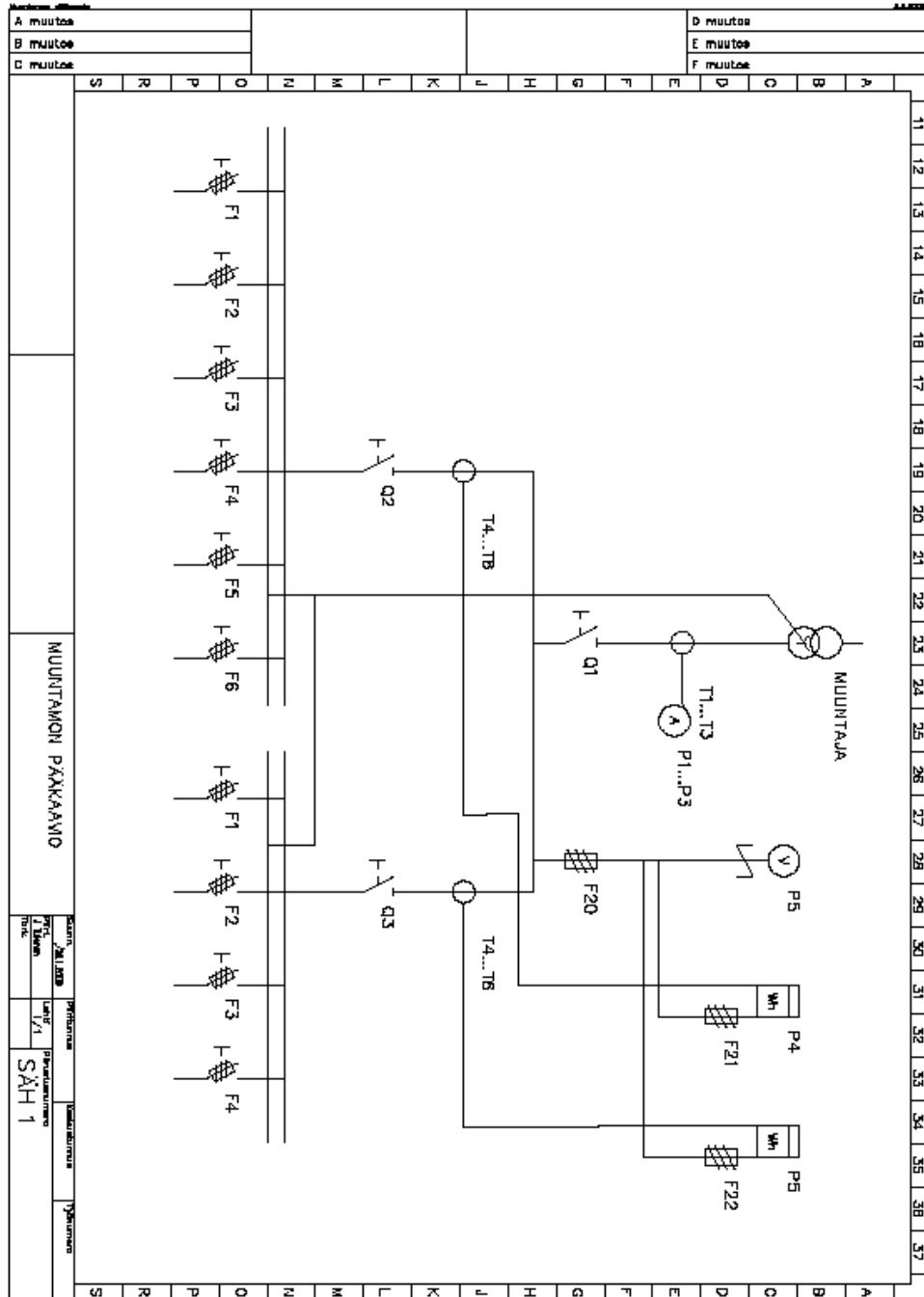
Alkuperäisistä tavoitteista poiketen päädyttiin varsin yksinkertaiseen ratkaisuun. Todettiin, että yksi uusi mittari virtamuuntajineen riittää. Tämä ratkaisu on harkituista vaihtoehdoista taloudellisin, mitä tulee hankinta- työ- ja kerrannaiskustannuksiin. Tähän ratkaisuun sisältyy kuitenkin haittapuolia. Sähkölaskun jakaminen on työlästä, koska luettavat mittarit sijaitsevat eri tiloissa, jotka ovat kohtalaisen kaukana toisistaan ja lisäksi eri mittarien mittauskertoimet täytyy huomioida toimijoiden sähkönkulutusta laskettaessa. Ratkaisu ei myöskään tue keskitettyä tai etäluentaa, mitkä kuuluivat alkuperäisiin tavoitteisiin.

Tätä kirjallista osuutta voitaneen luonnehtia melko suppeaksi ja pelkistetyksi, mutta se täyttäneen tärkeimmät tavoitteet. Näitä olivat suunnitelma Kiinteistö Oy Vääntiön sähkönkulutuksen eriyttämiseksi, kampuksen sähköenergiamittauksen kokonaisvaltainen kartoittaminen, sekä parannusehdotukset, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa. Lisäksi laadittiin teknisiä piirustuksia ja kaavioita koskien kampuksen sähkönjakelua ja sähköenergian mittausta.

LÄHTEET

1. SFS standardi 3381: Mittauslaitteistot
2. Mittrix Oy www.mittrix.fi
3. Landis + Gyr (Enermet) www.landisgyr.fi
4. Matti Tapaninen: Sähkömittaustekniikka ISBN 951-0-00487-1
5. Noratel Finland Oy www.noratel.fi

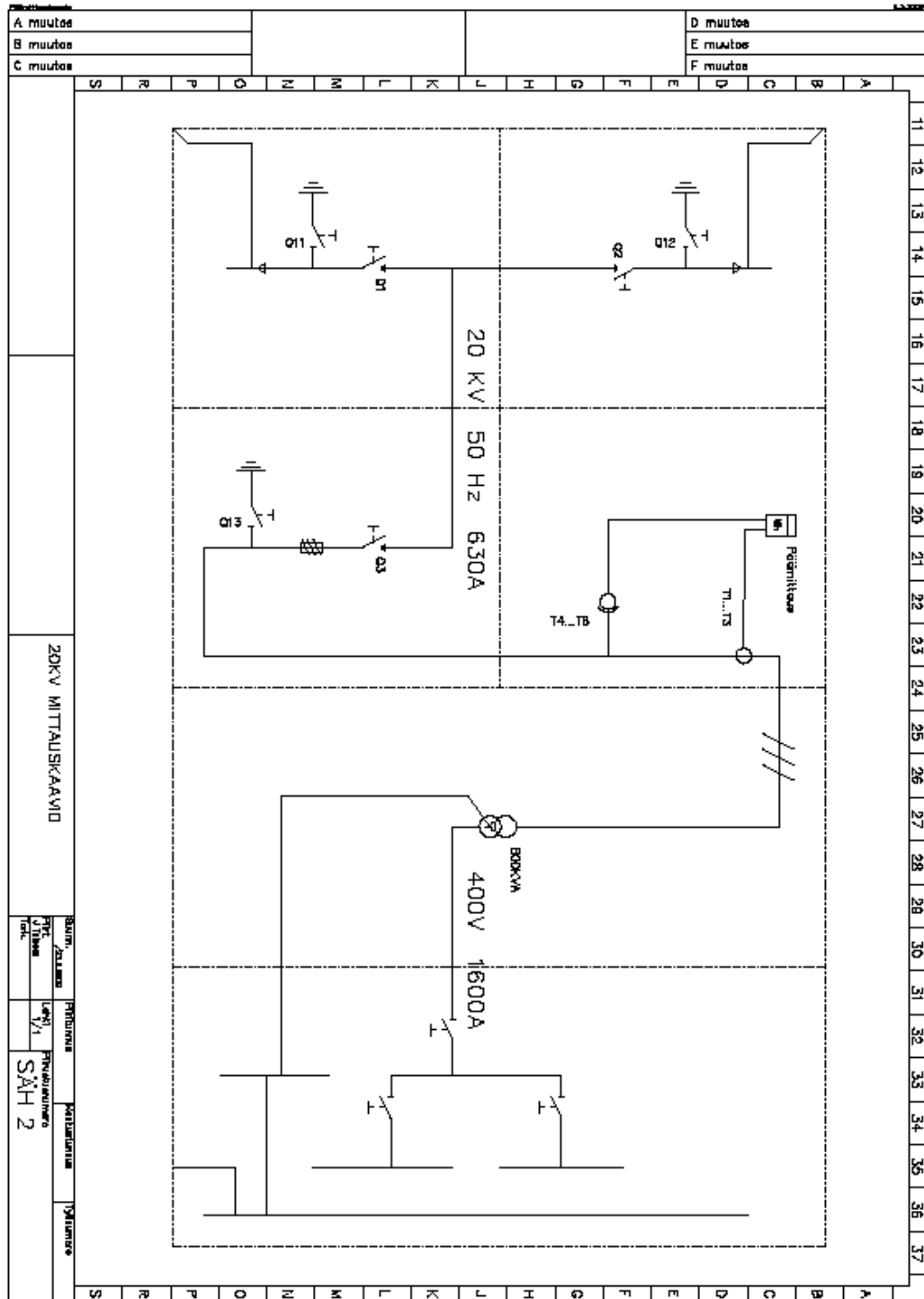
sekä TekPo:n omat sähkö- ja rakennustekniset piirustukset



A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos

kuva	281 MB	merkinnät	muutokset	tyyppi
7/1	1/1	SAH 1		

LIITE 2



ZOKV MITTAUSKAAVIO

SAUKUJEN
YHTÄISEN
KÄYTTÖN
SAH 2

SAUKUJEN
YHTÄISEN
KÄYTTÖN
SAH 2

NK2 Liiketalouden vanhassa siivessä

